

Klimats un ilgtspējīga attīstība



Klimats un ilgtspējīga attīstība

Māra Kļaviņa un Jāņa Zaļokšņa redakcijā

Klimats un ilgtspējīga attīstība. Māra Kļaviņa un Jāņa Zaļokšņa redakcijā. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2016, 384 lpp.

Grāmatas autori: Dagnija Blumberga (8. nodaļa), Agrita Briede (4. nodaļa), Jānis Brizga (14. nodaļa), Džineta Dimante (10. nodaļa), Gunta Kalvāne (9. nodaļa), Māris Kļaviņš (1., 2., 3., 5., 13. nodaļa), Viesturs Melecis (6. nodaļa), Ilze Prūse (11. nodaļa, autore redakcijā), Zane Vincēviča-Gaile (7. nodaļa), Jānis Zaļokšnis (12., 15. nodaļa), GRID-Arendal* darbinieki (16. nodaļa).

Grāmata "Klimats un ilgtspējīga attīstība" izstrādāta un izdota Eiropas Ekonomikas zonas finanšu instrumenta 2009.–2014. gada perioda programmas "Nacionālā klimata politika" neliela apjoma grantu shēmas atklāta konkursa "Kapacitātes celšana pētījumiem un pasākumiem sabiedrības zināšanu uzlabošanai par klimata pārmaiņām un to radītajām sekām" projekta "Klimata pārmaiņu izglītība visiem" ietvaros.



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**
ANNO 1919

Grāmatas autori izsaka pateicību GRID-Arendal* un īpaši tā darbiniekiem *John Crump, Kaya Asdal, Levi Westerveld, Marie Loe Halvorsen*.

Liels paldies Ievai Ručevskai par nozīmīgo ieguldījumu klimata izglītības sekmēšanā Latvijā un projekta rezultātu sasniegšanā.

Kolektīvā monogrāfija apstiprināta izdošanai saskaņā ar LU Zinātnes padomes lēmumu Nr. 2 (11.04.2016.).

Recenzenti: *Dr. biol.* Gunta Sprinģe, *Dr. geogr.* Inese Silamiķele

Zinātniskie redaktori: Māris Kļaviņš un Jānis Zaļokšnis

Literārā redaktore: Anna Šmite

Grāmatas maketu, attēlu un vāka noformējumu sagatavojusi Ieva Tiltiņa

Vāka noformējumam izmantotas fotogrāfijas ar Creative Commons licenci
Nodaļu titullapu noformējumam izmantotas Māra Kļaviņa fotogrāfijas

© Dagnija Blumberga, Agrita Briede, Jānis Brizga,
Džineta Dimante, Gunta Kalvāne, Māris Kļaviņš,
Viesturs Melecis, Ilze Prūse, Zane Vincēviča-Gaile,
Jānis Zaļokšnis, GRID-Arendal, 2016

© Latvijas Universitāte, 2016

ISBN 978-9934-18-136-8

* GRID-Arendal ir Norvēģijas 1989. gada nodibinājums, kura direktoru padomi ieceļ Norvēģijas Klimata un vides ministrija, un tas strādā ciešā sadarbībā ar ANO Vides programmu.

Saturs

Grāmatas autori	10
1. Ievada vietā: vai cilvēks spēj ietekmēt dabu?	13
2. Zemes klimats un to veidojošie faktori	21
2.1. Klimats un laikapstākļi	22
2.2. Zemes atmosfēra un tās uzbūves ietekme uz klimatu	23
2.3. Saules starojums un Zemes klimats	25
2.4. Siltumnīcefekts	27
3. Klimata mainība un klimata pārmaiņas	31
3.1. Zemes klimats un tā veidošanos ietekmējošie faktori	32
3.2. Saules starojuma un kosmiskā starojuma mainības ietekme uz Zemes klimatu	36
3.3. Zemes orbitālās un rotācijas kustības rakstura izmaiņas	37
3.4. Ģeoloģiskās un kosmiskās katastrofas	38
3.5. Okeānu ūdeņu plūsmu mainība	39
3.6. Jūru un okeānu ūdeņu un atmosfēras mijiedarbība	42
3.7. Klimata mainības raksturs un cilvēka ietekme uz to	45
3.8. Siltumnīcefekta gāzu avoti	51
4. Latvijas klimats un tā mainības raksturs	55
4.1. Saules spīdēšanas ilgums un Saules radiācija	56
4.2. Gaisa temperatūra un tās mainības raksturs	58
4.3. Nokrišņi un to daudzuma mainība	62
4.4. Ekstremālās parādības un to izmaiņas	66
4.5. Sniega segas raksturs un tā mainība	73
4.6. Veģetācijas periods un tā izmaiņas	76
4.7. Vējš un tā raksturojošo lielumu ilglaicīgās izmaiņas	78
4.8. Atmosfēras cirkulācijas procesu mainība	81
4.9. Klimata pārmaiņu ietekme uz Latvijas upju hidroloģisko režīmu	82
4.10. Iespējamās klimata pārmaiņas Latvijā 21. gadsimta laikā	90
5. Globālā sasilšana un tās sekas	97
5.1. Zemes klimata pārmaiņu raksturs	98
5.2. Zemes klimata modelēšana un klimata mainības scenāriji	103
5.3. Globālās sasilšanas iespējamās sekas	109

6. Klimatisko faktoru ietekme uz dzīvajiem organismiem	115
6.1. Vides faktoru ietekme uz dzīvajiem organismiem: Šelforda likums	116
6.2. Vides faktoru mijiedarbība	117
6.3. Temperatūras ietekme uz dzīvajiem organismiem	119
6.4. Mitruma ietekme uz dzīvajiem organismiem	119
6.5. Klimata izmaiņu ietekme uz globālo biodaudzveidību	120
6.6. Hipotēzes un prognozes	125
6.7. Draudi pasaules lauksaimniecībai un mežsaimniecībai	128
6.8. Klimata izmaiņu ietekme uz Latvijas ekosistēmām un to bioloģisko daudzveidību	133
6.8.1. Klimatisko un antropogēno faktoru mijiedarbības ietekme	133
6.8.2. Izmaiņas jūras ekosistēmā	141
6.8.3. Saldūdens ekosistēmu izmaiņas	143
6.8.4. Ietekme uz lauksaimniecību un mežsaimniecību	144
7. Klimata pārmaiņu ietekme uz cilvēka veselību	149
7.1. Klimata pārmaiņu ietekme uz veselību – veidi un intensitāte	150
7.2. Pret klimata pārmaiņām jutīgās iedzīvotāju grupas	153
7.3. Ārkārtas vides apstākļu ietekme uz veselību	158
7.4. Pārtikas un ūdens pieejamības izmaiņas klimata pārmaiņu ietekmē	162
7.5. Klimata pārmaiņu veicinātas slimības	164
8. Klimats un enerģētika	175
8.1. Enerģētikas ietekme uz klimatu	176
8.2. Enerģijas lietotājs	178
8.2.1. Enerģopārvaldība un energoefektivitāte	178
8.2.2. Enerģijas patērētāju klimata tehnoloģijas	178
8.2.2.1. Ēkas	179
8.2.2.2. Ražošanas procesi	180
8.3. Atjaunojamo energoresursu tehnoloģijas	181
8.3.1. Bioenerģija	181
8.3.1.1. Bioenerģoresursi	181
8.3.1.2. Bioenerģoresursu pārstrādes tehnoloģijas	183
8.3.1.3. Bioenerģijas energoavoti	185
8.3.2. Saules enerģija	188
8.3.3. Vēja elektroenerģija	191
8.3.4. Hidroenerģija	192
8.3.5. Ģeotermālās un citas atjaunojamās enerģijas tehnoloģijas	192
8.3.6. Atjaunojamās elektroenerģijas avotu darbības režīmi	193
8.4. CO ₂ uzglabāšanas iespējas	195
9. Augšanas sezonas izmaiņas un tās ietekme uz mežsaimniecību un lauksaimniecību	199
9.1. Dabas novērojumi kā klimata mainības signāli	200
9.2. Klimata mainības ietekme uz lauksaimniecību	205
9.3. Klimata pārmaiņu ietekme uz mežsaimniecību	212
10. Klimata pārmaiņas un ekonomika	215
10.1. Ekonomikas ietekme uz klimata pārmaiņām	216
10.2. Klimata pārmaiņu ietekme uz ekonomiku	220
10.3. Adaptācijas pasākumi dažādās uzņēmējdarbības jomās	224

10.4. Klimata pārmaiņu mazināšanas ekonomiskie paņēmieni	226
10.5. Klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumi uzņēmējdarbībā	229
11. Klimata politika	233
11.1. Klimata politikas pamatvirzieni	234
11.1.1. Klimata pārmaiņu novēršana	234
11.1.2. Pielāgošanās klimata pārmaiņām	235
11.2. Klimata politikas instrumenti	236
11.3. Starptautiskā klimata politika	238
11.3.1. Starptautisko klimata sarunu dinamika	240
11.3.2. Kioto protokola elastīgie mehānismi	242
11.4. Eiropas Savienības klimata politika	243
11.4.1. Eiropas Savienības virzība uz oglekļa mazietilpīgu attīstību	243
11.4.2. Eiropas Savienības Emisijas kvotu tirdzniecības sistēma	245
11.4.3. Eiropas Savienības pielāgošanās klimata pārmaiņām	249
11.5. Latvijas klimata politika	250
11.5.1. Latvijas mērķi siltumnīcefekta gāzu ierobežošanai	250
11.5.2. Latvijas progress siltumnīcefekta gāzu ierobežošanā	251
11.5.3. Pielāgošanās klimata pārmaiņām	254
11.6. Nevalstiskā sektora loma klimata politikas veidošanā un īstenošanā	255
12. Ilgtspējīgas attīstības pamati	259
12.1. Sociālās pārmaiņas pasaulē	260
12.2. Pasaules ekonomiskā attīstība	262
12.2.1. Ekonomiskā izaugsme	262
12.2.2. Ekonomikas izaugsmes pirmsākumi	263
12.2.3. Enerģētikas un tehnoloģiju revolūcija un tās sekas	264
12.2.4. Izaugsme un kari	265
12.2.5. "Izaugsme kā parasti"	266
12.2.6. Globālās diskusijas par izaugsmi	266
12.3. Izaugsmes robežas	267
12.3.1. Izaugsme un sabiedrības attīstība	267
12.3.2. Attīstības ierobežojumi	270
12.3.3. Ierobežojumu pārsniegšanas sekas	272
12.4. Ilgtspējīga attīstība	274
12.4.1. Ilgtspējīgas attīstības koncepcija	274
12.4.2. Ilgtspējīgas attīstības ietvars	276
12.4.3. Ilgtspējīgas attīstības pamatprincipi	279
13. Adaptācija klimata pārmaiņām	283
13.1. Adaptācijas koncepcija	284
13.2. Adaptācijas politika	287
13.3. Ieteikumi adaptācijas risinājumiem	292
13.3.1. Klimata pārmaiņu adaptācijas risinājumi valsts līmenī	293
13.3.2. Izglītība un zinātne adaptācijas izstrādei un ieviešanai	294
13.3.3. Adaptācija klimata pārmaiņām pilsētvidē un telpiskās attīstības plānošanā	295
13.3.4. Adaptācija klimata pārmaiņām lauksaimniecībā, mežsaimniecībā	298
13.3.5. Adaptācija klimata pārmaiņām un ūdens resursu apsaimniekošana	299

14. Klimata pārmaiņas, dzīvesveids un patēriņš, oglekļa mazietilpīga attīstība	301
14.1. Siltumnīcefekta gāzu emisiju novērtēšanas metodes – “oglekļa pēda”	302
14.2. Oglekļa mazietilpīga attīstība	308
15. Ilgtspējīgas attīstības īstenošana	315
15.1. Starptautiskā sadarbība ilgtspējīgas attīstības īstenošanai	316
15.2. Vienkāršākas dzīves iespējas	317
15.3. Alternatīvās attīstības iespējas	319
15.3.1. Ekonomiskās izaugsmes vēsturiskais pamats	319
15.3.2. “Jaunā ekonomika”	320
15.3.3. “Zaļā ekonomika”	321
15.3.4. “Zaļā augsme”	322
15.3.5. “Ilgtspējīga attīstība”	323
15.3.6. “Nacionālā kopīgā laime”	325
15.3.7. “Ne-augsmes”	327
15.3.8. Alternatīvu spektrs	329
15.3.9. Dzīve bez augsmes?	329
15.4. Ilgtspējīgas attīstības īstenošana	331
15.4.1. “Rio+20”	331
15.4.2. ANO Tūkstošgades attīstības mērķi	332
15.4.3. Latvijas ilgtspējīga attīstība	336
15.4.4. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija	338
15.5. Pašvaldības un ilgtspējīga attīstība	338
15.6. Nākotnes iespējas	344
16. Piemērošanās klimata pārmaiņām Eiropā	349
16.1. Norvēģijas Klimata līgums	350
16.2. Maksa par oglekļa savienojumu emisijām Norvēģijā	351
16.3. Ilgtspējīgs ekociemats Norvēģijā	353
16.4. Samso – Dānijas atjaunojamās enerģijas sala	355
16.5. Dānijas “zaļā” sala Bornholma	357
16.6. Biroju ēkas apsildīšana ar ķermeņa siltumu Zviedrijā	359
16.7. Saragosas “Ūdens taupīšanas programma” Spānijā	360
16.8. Freiburga – Vācijas Saules enerģijas galvaspilsēta	362
16.9. Ietekmes uz klimatu novērtēšana Londonā un pielāgošanās paaugstinātam plūdu riskam pie Temzas	364
16.10. Pielāgošanās klimata pārmaiņām Nīderlandes lauksaimniecības nozarē	367
16.11. Piekraustes plānošana Horvātijā	369
16.12. “Klimata bēgļi”	370
16.13. Klimata pārmaiņu radītie riski Latvijai un ieteikumi to novēršanai	376
Climate and Sustainable Development	383

Cienājamo lasītāj!

Šajā grāmatā Tu izlasīsi, ka klimata pārmaiņas ir realitāte, kuru mēs nedrīkstam ignorēt.

Pazīstu daudzus cilvēkus, kuri bieži dodas uz Kurzemes jūrmalu, apsēžas stāvajā jūras krastā un vēro saulrietu. Ir bijis tā, ka iecienītajā vietā vairs nav iespējams atrast tik pazīstamo pauguru, soliņu vai priedi.

Ja atceramies, 21. gadsimta pirmā dekāde bija siltākā mūsu zemes meteoroloģisko novērojumu vēsturē. Tas nozīmē ne tikai augstāku gaisa temperatūru, bet arī stiprākas vētras, sausumu un plūdus.

Īpaši jūtamas šīs pārmaiņas ir Latvijas jūras piekrastē, kura erozijas ietekmē pastāvīgi samazinās. Ja nerīkosimies, turpmāk riskējam ik gadu zaudēt pat līdz sešiem metriem mūsu skaisto pludmaļu.

Tomēr klimata pārmaiņas nav tikai vides aizsardzības problēma. Tas ir arī starptautiskā miera un drošības jautājums! Klimata pārmaiņu dēļ daudzas auglīgas zemes Tuvajos Austrumos pārvēršas par tuksnešiem, teritorijas applūst. Rezultātā iedzīvotāji spiesti meklēt citu dzīvesvietu, kas savukārt rada nekontrolējamu migrāciju, starptautiskus konfliktus, palielina terorisma risku.

Šo jautājumu risināšana ir mūsu pastāvīgs uzdevums un atbildība. Gan valsts, gan pašvaldības, gan ikviena cilvēka rīcības līmenī.

2015. gads ir bijis ļoti nozīmīgs pasaules ceļā uz ilgtspējīgu attīstību. Septembrī Apvienoto Nāciju Organizācijas Ģenerālā Asambleja pieņēma Ilgtspējīgas attīstības mērķus laika posmam pēc 2015. gada. Decembrī Klimata pārmaiņu konferencē Parīzē tika pieņemts vēsturisks nolīgums klimata pārmaiņu ierobežošanai.

Šie lēmumi ilgtermiņā ietekmēs Latvijas un citu pasaules valstu politiku. Mums jāattīsta oglekļa mazieltīpīgu ekonomiku un noturību pret klimata pārmaiņām. Nepietiekama rīcība klimata pārmaiņu mazināšanai būtiski apgrūtinās un sadārdzinās pielāgošanos klimata pārmaiņām.

Grāmata "Klimats un ilgtspējīga attīstība" palīdzēs pieņemt izsvērtus un pamatotus lēmumus un atrast īsto ceļu.

Esmu pārliecināts, ka mums izdosies!



Vides aizsardzības un
reģionālās attīstības ministrs
Kaspars Gerhards

Grāmatas autori



Rīgas Tehniskās universitātes profesore *Dr. habil. sc. ing.* **Dagnija Blumberga** ir pārliecināta, ka Latvijas universitāšu vides zinātņu studiju programmās studē

īpaši atvērti un radoši studenti, kuri spēj izziņāt un saprast procesus vidē un kuri ir gatavi darīt visu iespējamo, lai mazinātu cilvēku ietekmi uz klimata pārmaiņām. Dagnijai Blumbergai dzīves garumā ir bijuši dažādi vaļasprieki: no sēpošanas skrajā priežu mežā ar mīkstām sūnām līdz politikas vērošanai. Tomēr to gandarījumu un prieku, ko sagādā laba grāmata, nespēj aizstāt ne kino, ne internets.



Latvijas Universitātes profesore *Dr. geogr.* **Agrita Briede** ir Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Ģeogrāfijas nodaļas vadītāja. Ir vadījusi Latvijas Zinātnes padomes finansētus projektus, kā arī piedalījies vairāku starptautisku projektu realizācijā (ES 5. ietvara programmas projekts, INTERREG projekts ASTRA, Baltijas jūras reģiona projekts BaltCICA, projekts Baltadapt u.c.). Zinātniskās intereses ir saistītas ar pētījumiem par Latvijas klimatu un tā mainību, klimata ekstrēmiem, kā arī klimata mainības ietekmi uz virszemes ūdeņiem.



Dr. geogr. **Jānis Brizga** doktora grādu vides zinātnes apakšnozarē ieguvis 2012. gadā, aizstāvot promocijas darbu "Ilgspējīga patēriņa pārvaldība: politikas instrumenti, tīkli un indikatori". Jānis Brizga ir biedrības "Zaļā brīvība" valdes priekšsēdētājs. Pirms tam darbojies par starptautiska NVO sadarbības tīkla ANPED (*The Northern Alliance for Sustainability*) valdes priekšsēdētāju, Vides politikas programmas direktoru Pasaules dabas fondā un izpilddirektoru Koalīcijas par tīru Baltiju Latvijas birojā. Viņš risina jautājumus, kas saistīti ar ilgtspējīgu attīstību, ilgtspējīga patēriņa pārvaldību un videi draudzīgu dzīvesveidu.



Latvijas Universitātes asociētā profesore *Dr. econ.* **Džineta Dimante** doktora grādu ekonomikā ir ieguvusi 2007. gadā. Viņa ir studējusi arī Kembridžas universitātē (Lielbritānijā), kur ieguvusi diplomu ekonomikā. Viņas docētie studiju kursi ir saistīti ar vides un dabas resursu ekonomiku, līdzsvarotas attīstības vadīšanu un optimizācijas teoriju. Galvenās pētniecības tēmas saistītas ar ilgtspējīgu attīstību, vides ekonomisko vērtēšanu, zaļo ekonomiku. Džineta

Dimante ir Latvijas Universitātes Ekonomikas un vadības fakultātes zinātņu prodekāne, kā arī Zaļās Ekonomikas Institūta (Oksforda, Lielbritānija), KSA Latvija un Latvijas Ekonometristu asociācijas biedre. Ārpus darba Džinetu interesē ceļošana, aktīva atpūta dabā, grāmatu lasīšana, kultūras pasākumu apmeklēšana.



Latvijas Universitātes docente *Dr. geogr. Gunta Kalvāne* ieguvusi doktora grādu dabas ģeogrāfijā 2011. gadā, aizstāvot promocijas darbu "Fenoloģiskās izmaiņas un to ietekmējošie klimatiskie faktori". Zinātniskās intereses saistās ar bioklimatoloģijas un sezonālās pētījumiem cilvēka dzīvē un dabā, arī ar klimata mainības ietekmi uz sezonālajām parādībām. Gunta Kalvāne kā Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Ģeogrāfijas didaktikas centra vadītāja ir iesaistīta jauno ģeogrāfijas skolotāju sagatavošanā un zinātnes komunikācijas aktivitātēs.



Latvijas Universitātes profesors *Dr. habil. chem. Māris Kļaviņš* ir Latvijas Zinātņu akadēmijas akadēmiķis, daudzu vides izglītības jautājumiem veltītu grāmatu autors un redaktors. Lai nodrošinātu sabiedrības izpratni par vides jautājumiem, problēmām un to risinājumiem, svarīgi ir sagatavot augstas kvalitātes materiālus un spēt atsijāt "pelavas" no "graudiem", respektīvi, izmantot tikai kvalitatīvus un ticamus informācijas avotus, spējot orientēties milzīgā informācijas plūsmā, kā arī uzrunāt sabiedrību tai saprotamā veidā. Zinātniekam uzrunājot studentus, sabiedrību, ir svarīgi savu viedokli

pamatot ne tikai ar autoritatīviem literatūras avotiem, bet arī ar paša veiktiem pētījumiem.



Latvijas Universitātes profesors *Dr. biol. Viesturs Melecis* ir Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Dabas aizsardzības katedras vadītājs, kā arī Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta direktors un vadošais pētnieks, Latvijas Zinātņu akadēmijas korespondētājloceklis. Viņa pētījumi saistīti ar cilvēka ietekmes novērtēšanu uz ekosistēmām un biodaudzveidību. Viņš ir Latvijas Nacionālā ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu tīkla dibinātājs un pārstāv valsti Starptautiskajā un Eiropas ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu tīklā (*ILTER network*). Tā viens no galvenajiem uzdevumiem ir pētīt klimata izmaiņu ietekmi uz planētas biodaudzveidību.



Dr. oec. Ilze Prūse ir Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas Klimata pārmaiņu departamenta direktore. Piedalījusies daudzu projektu attīstīšanā un īstenošanā. Pārstāvējusi Latvijas valsti emisijas vienību tirdzniecībā un bijusi viena no Klimata pārmaiņu finanšu instrumenta attīstītājiem, ir Latvijas sarunu vedējs starptautiskajās sarunās par klimatu. Latvijas Prezidentūras Eiropas Savienības (ES) Padomē ietvaros vadījusi ES Padomes darba grupu un pārstāvējusi ES starptautiskajās klimata sarunās ar pārējām pasaules valstīm, t.sk. piedalījusies Parīzes vienošanās sagatavošanā. Paralēli Latvijas interešu starptautiskajai aizstāvēšanai tiecas attīstīt vispusīgu un ilgtspējīgu nacionālo klimata politiku.



Dr. chem. **Zane Vincēviča-Gaile** 2002. gadā Latvijas Medicīnas akadēmijā ieguvusi farmaceita grādu, bet 2014. gadā Latvijas Universitātē, aizstāvot promocijas darbu “Vides

apstākļu ietekme uz mikro- un makroelementu saturu pārtikas produktos Latvijā”, ieguvusi doktora grādu ķīmijā, vides zinātnes nozarē. Pašlaik Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Vides zinātnes nodaļā nodarbojas ar starpdisciplināriem pētījumiem, kas saistīti ar vides un veselības, ekotoksikoloģijas jautājumu izzināšanu, ir Starptautiskās Medicīniskās Ģeoloģijas asociācijas dalībniece. Starp dažādajām ārpusdarba interesēm nozīmīgākās ir veselīgs dzīvesveids un svešvalodas.



Dr. chem. docents **Jānis Zaļoksnis** sāka pasniegt kursu “Dabas aizsardzība” Latvijas Valsts Universitātes Ķīmijas fakultātē jau pagājušajā gadsimtā. Pēc Latvijas neatkarības atjau-

nošanas sadarbībā ar Upsalas Universitāti sagatavoja studiju kursu “Baltijas reģiona ilgtspēja”, kas tika izmantots arī Rīgas Tehniskajā universitātē, Latvijas Lauksaimniecības universitātē, Daugavpils Universitātē, Latvijas Kultūras akadēmijā un citās augstskolās. Papildinājis zināšanas Kolumbijas Universitātē, Oksfordas Universitātē, Kembridžas Universitātē, Maskavas Valsts universitātē, Lineburgas Universitātē (Vācija) un Islandes Tehnoloģiju universitātē. Latvijas Universitātē pasniedz studiju kursu “Vide un ilgtspējīga attīstība”.



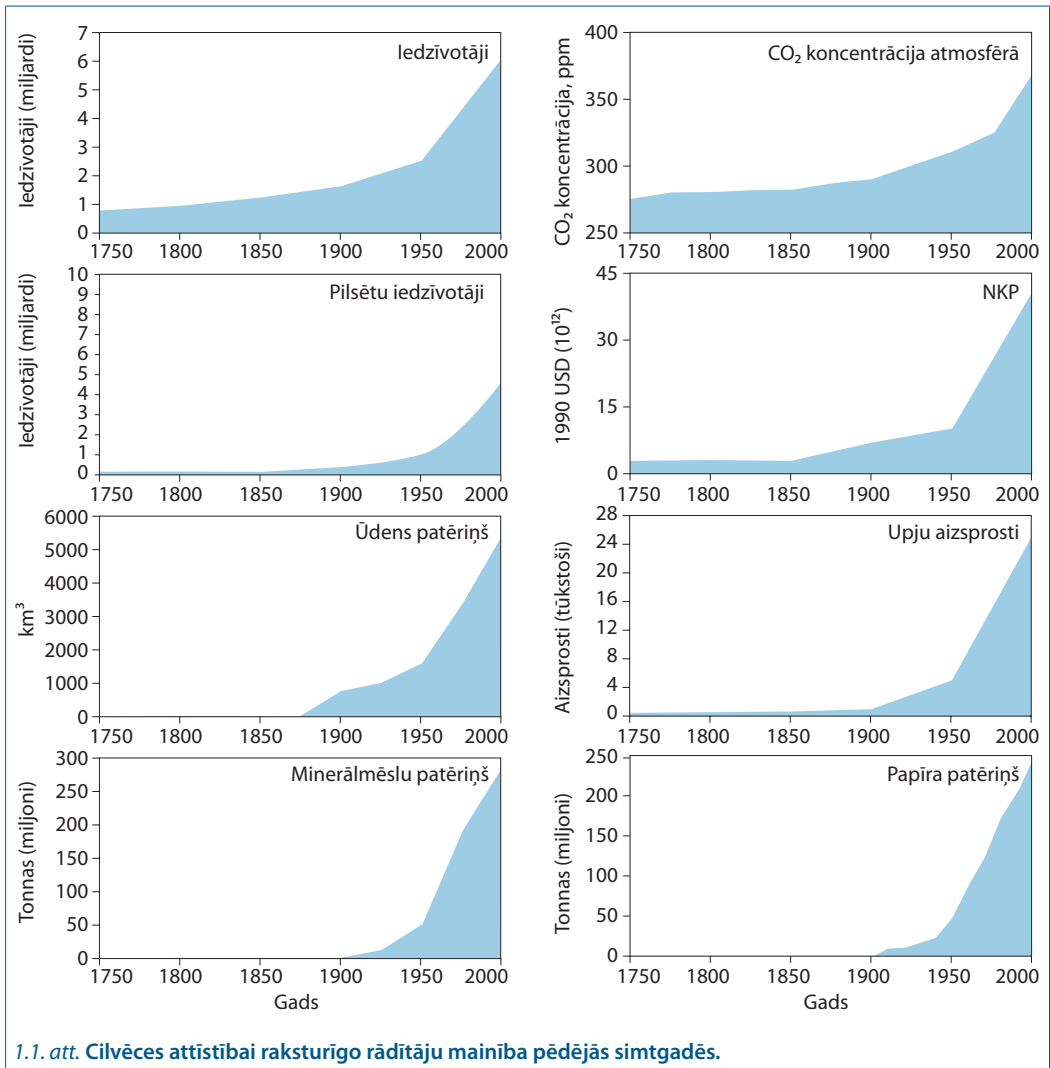
1.

**levada vietā:
vai cilvēks spēj
ietekmēt dabu?**

Pirmais jautājums, kas rodas, diskutējot par klimata pārmaiņām, ir tas, vai cilvēks vispār var ietekmēt klimatu un dabu. Tas ir pilnīgi dabisks jautājums, ja mēs izdzirdam ziņas par virpuļviesuļiem, zemestrīcēm un apjaušam šo dabas parādību spēku un cilvēka spējas to ietekmēt. Dabas spēku darbības spilgtākais piemērs ir uz Saules notiekošie procesi, kas ir galvenais enerģijas avots uz Zemes. Tektoniskie procesi nosaka kalnu veidošanos, un jebkādi cilvēka pūliņi šķiet nenozīmīgi šo spēku priekšā. Līdz ar to vēlreiz rodas jautājums: vai cilvēks vispār spēj ietekmēt kādu dabas

procesu uz Zemes? Katrs no mums ir atkarīgs no dabas norisēm, bet mēs varam tikai nojaust, kādu ietekmi katrs no mums var atstāt uz tām.

Cilvēka kā indivīda iespējas ietekmēt dabu ir niecīgas, un primitīvās sabiedrības, kuras eksistēja saskaņā ar dabas likumiem, to neietekmēja. Taču cilvēces attīstību pēdējo gadsimtu laikā raksturo iedzīvotāju skaita, ražošanas un patēriņa eksponenciāls pieaugums un vairāku procesu globalizācija. Daudzas cilvēku darbības, sākot no minerālmēslu izmantošanas līdz pilsētu attīstīšanai, ir eksponenciāli augošas,



un tās var aprakstīt ar atbilstošām līknēm (sk. 1.1. att.). Tajās redzams, ka pārmaiņu ātrumi ir atšķirīgi, bet kopējā tendence – palielinājums (turklāt eksponenciāls palielinājums) – turpinās. Eksponenciālais pieaugums var izraisīt pārsteidzošus rezultātus, ja mēģinām izprast, ko tas nozīmē sadzīvē. To labi ilustrē persiešu leģenda par gudro galminieku, kas dāvināja valdniekam brīnišķīgu šaha galdiņu un, jautāts par atlīdzību, lūdza dot rīsu graudus, liekot tos dubultā skaitā uz katra nākamā kvadrāta. Uz pirmā kvadrāta viens grauds, uz otrā divi, bet uz desmitā kvadrāta vajadzēja uzlikt 512 graudus, uz piecpadsmitā 16 384, bet uz divdesmit pirmā jau vairāk nekā miljonu rīsa graudu. Un, protams, valdnieka rīsa krājumu tam nepietika.

Cilvēces izaugsmes apjoms ir pārsteidzošs: laikā no 1900. līdz 2015. gadam pasaules iedzīvotāju skaits pieauga vairāk nekā četrkārt, turklāt katrs cilvēks mūsdienās vidēji izmanto četrreiz vairāk resursu nekā 20. gadsimta sākumā. Tādējādi resursu izmantošana šajā laika periodā ir pieaugusi gandrīz sešpadsmit reizes, un to labi raksturo cilvēces izaugsmes raksturs:

- pasaules iedzīvotāju skaits pieaudzis vairāk nekā 4 reizes – no 1,5 līdz 7,4 miljardiem,
- pasaules ekonomiskais apgrozījums palielinājies 14 reizes,
- ražošanas apjoms pieaudzis 40 reizes,
- enerģijas izmantošana palielinājusies 16 reizes (gandrīz pilnībā uz fosilā kurināmā rēķina),
- oglekļa dioksīda izmešu apjoms pieaudzis 17 reizes,
- sēra dioksīda izmešu apjoms pieaudzis 13 reizes,
- okeāna nozvejas apjoms pieaudzis 35 reizes,
- cūku skaits pieaudzis 9 reizes.

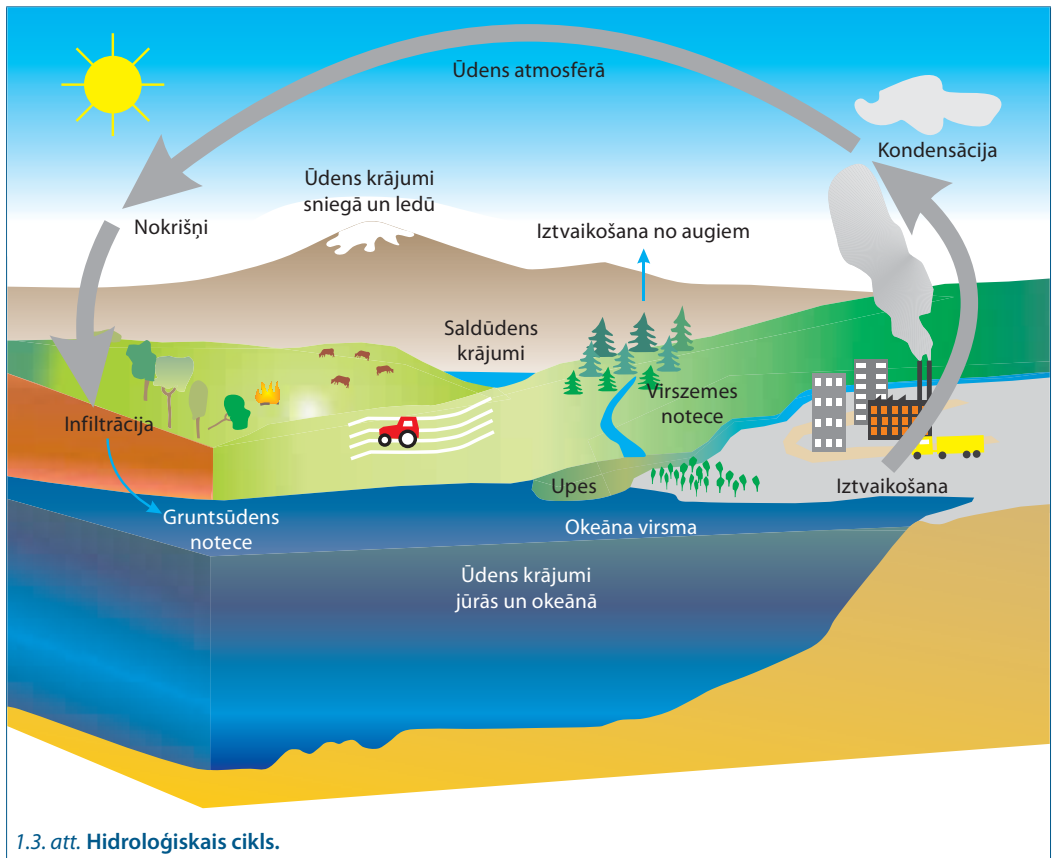
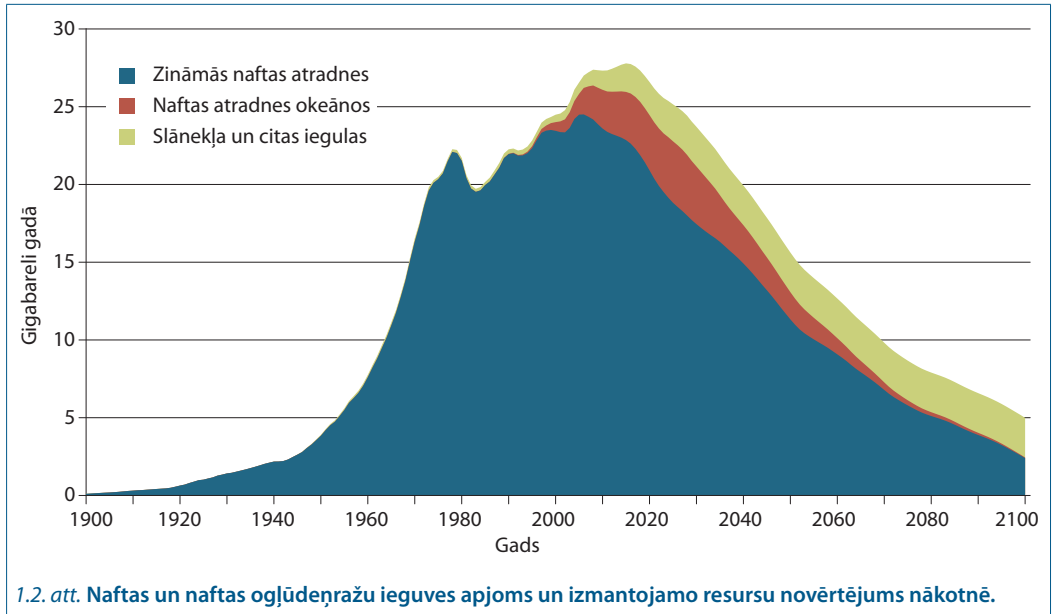
Eksponenciālā izaugsme ir virzošais spēks, kas izraisa sabiedrības ekonomikas tuvošanos planētas iespēju fizikālajām robežām. Pasaules iedzīvotāju skaits ir sācis palielināties eksponenciāli pēc 2. pasaules kara. Pasaules rūpniecības produkcijas daudzums parāda eksponenciālās izaugsmes tendences. Arī piesārņojošo vielu emisijas apjomi pieaug. Cilvēces

izaugsmei nav precedenta ne mūsu sabiedrības, ne visas Zemes vēsturē. Ja mēs uzmanīgāk pasekojam attīstībai laika gaitā, redzams, ka izaugsmes ātrums aizvien pieaug. Protams, tas nevar turpināties bezgalīgi. Izaugsmei ir ierobežojumi – tos nosaka mūsu planēta.

Planētas resursu ierobežojums kā robeža cilvēces attīstībai vislabāk ir saprotams, aplūkojot derīgo izrakteņu krājumu izsmelšanas robežas. Ir skaidrs, ka noteiktam resursu veidam ir krājumi, kurus, protams, var precizēt, bet to apjoms ir ierobežots. Šos krājumus, respektīvi, katru konkrētu elementu (piemēram, zelta) vai savienojumu (piemēram, naftas) krājumus, kas ir izveidojušies, vai nu veidojoties planētai Zemei, vai uzkrājušies miljoniem gadu laikā, cilvēce var izsmelt. Nafta, akmeņogles ir resursi, no kuriem ir atkarīga mūsdienu cilvēces labklājība, jo tie ir ķīmiskās ražošanas galvenās izejvielas. Piemēram, nafta tiek izmantota transportā kā galvenais enerģijas resurss. Vienlaikus naftas krājumus iespējams novērtēt visai precīzi, un to izmantošanas apjoms jau ir sasniedzis savu maksimumu (1.2. att.). Tiek vērtēts, ka naftas patēriņa maksimums tika sasniegts 2008. gadā.

Cilvēces pastāvēšana ir atkarīga no resursiem, kuru avots ir Zeme. Resursu izmantošana rada piesārņojumu un atkritumus, un līdz ar to izaugsmei ierobežo ne tikai resursu izsīkšana, bet arī piesārņojuma uzkrāšanās un planētas ierobežotā spēja absorbēt atkritumus un piesārņojumu.

Cilvēces attīstība ir atkarīga ne tikai no resursu izmantošanas, bet arī tās dzīvesveida izmaiņas. Aizvien lielākas dabiskās teritorijas tiek izmantotas cilvēka vajadzībām. Liela daļa no zemes ir pārvērsta par aramzemi, daudzi Zemes apvidi (piemēram, Eiropa), no kosmosa skatoties, naktīs ir gaiši, tropiskie lietusmeži tiek izcirsti un pārvērsti par kultūraugu plantācijām. Augsne, virszemes un pazemes ūdeņi, pārmitrās teritorijas, daba un vide ir sākusī degradēties. Pat vietās, kur atjaunojamie resursi šķiet stabili (piemēram, Ziemeļamerikas meži vai Eiropas augsnes), resursu kvalitāte, daudzveidība un izdzīvošanas spējas var tikt apšaubītas.



Cilvēces darbība spēj ietekmēt vielu un savienojumu plūsmas vidē, piemēram, ūdens aprites ciklu – hidroloģisko ciklu (sk. 1.3. att.). Ūdens ir dabas resurss, kas atjaunojas un uztur dzīvību uz Zemes. Tas ir mūsu un visu pārējo sugu svarīgākais eksistences pamats.

Hidroloģiskais cikls parāda saistību starp galvenajiem ūdens avotiem un atspoguļo iztvaikošanas un arī atmosfēras nokrišņu veidošanās procesu lielo nozīmi ūdens bilanci. Galvenais enerģijas avots, kas nosaka ūdens iesaistīšanos globālās aprites ciklā, ir Saule.

Ūdens ir viena no cilvēka visvairāk patērētajām vielām – milzīgi ūdens daudzumi tiek izmantoti gan sadzīves vajadzībām, gan arī ražošanā, bet visvairāk ūdens tiek lietots lauksaimniecībā (sk. 1.4. att.):

- lauksaimniecībā (69%),
- rūpniecībā (23%),
- māsaimniecībās un pakalpojumu sniegšanā (aptuveni 8%).

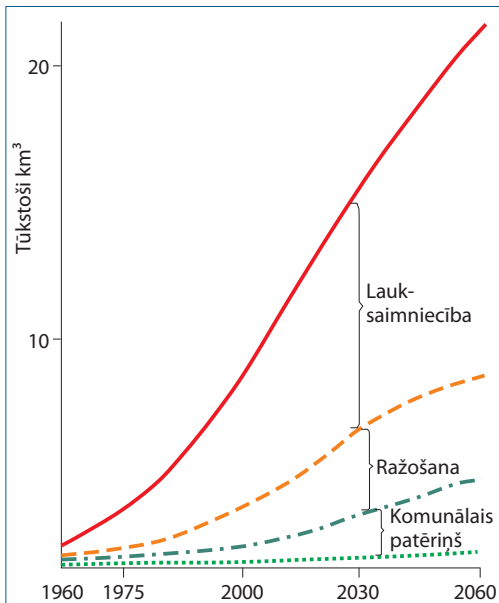
Kaut arī hidroloģiskajā ciklā iesaistītās ūdens masas ir milzīgas, tomēr cilvēka darbība ietekmē ūdeņu plūsmas. Pašlaik cilvēces ūdens

patēriņš ir salīdzināms ar būtisku daļu no pasaules upju noteces. Jau tuvā nākotnē cilvēka ūdens patēriņš varētu pārsniegt dabisko ūdeņu plūsmu iespējas.

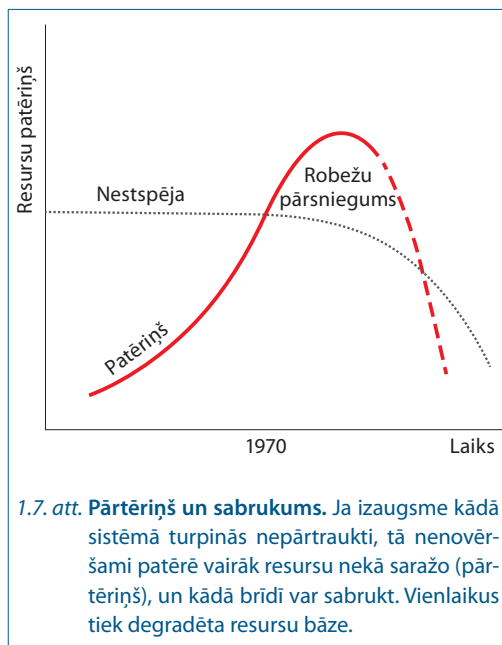
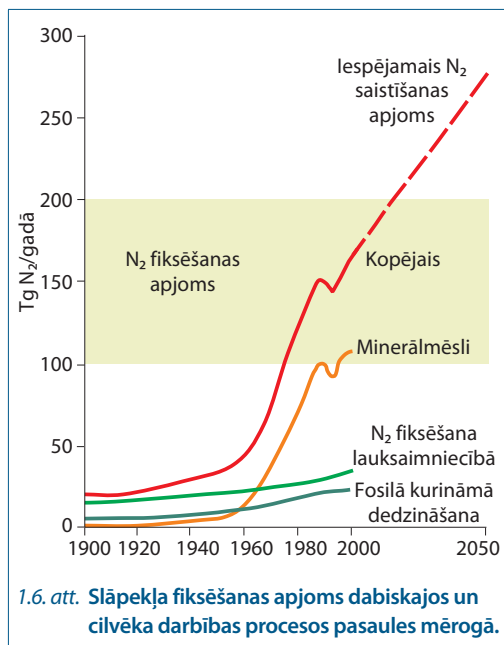
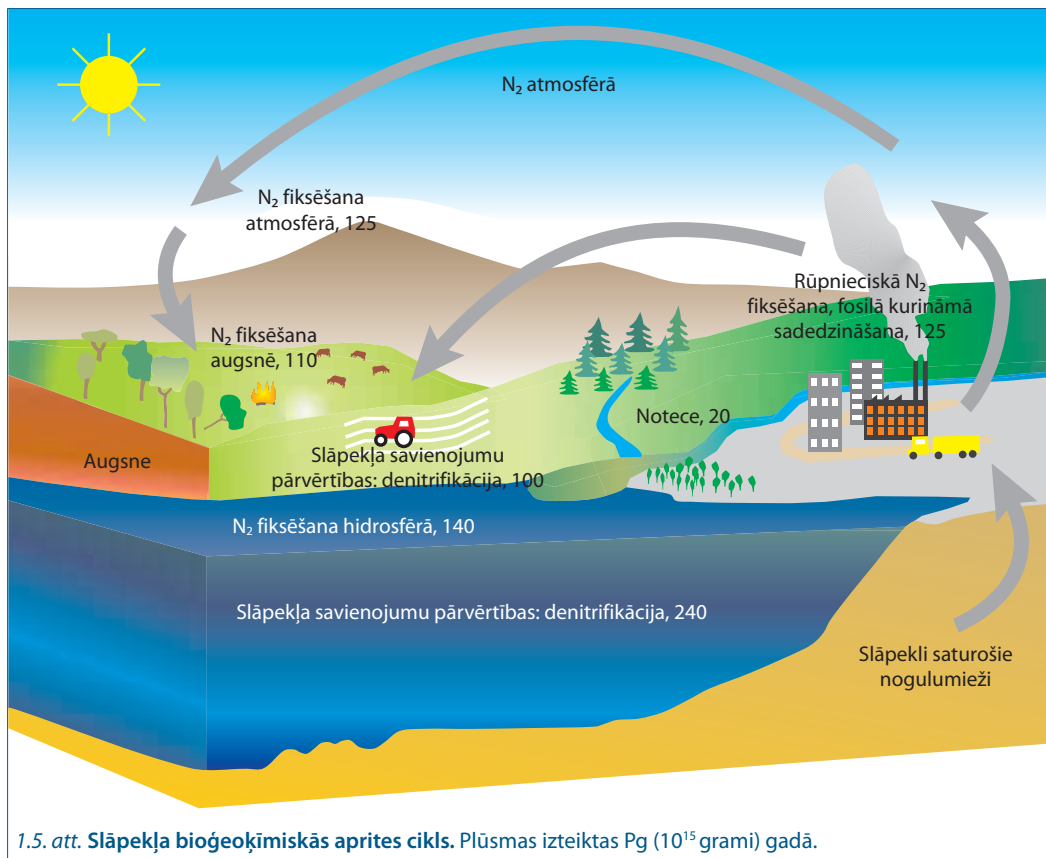
Cilvēka negatīvo ietekmi uz ūdens aprites procesiem ilustrē Arāla jūras izsīkšana, ko izraisīja tajā ieplūstošo upju ūdeņu intensīva izmantošana lauku apūdeņošanai (galvenokārt, audzējot kokvilnu). 1960. gadā Arāla jūras platība bija 67 000 kvadrātkilometri, bet 2014. gadā tās platība jau bija sarukusi līdz 13 000 kvadrātkilometriem, un tiek prognozēts, ka pārredzamā nākotnē tā var izzust pilnībā, atstājot savā vietā sāls tuksnesi.

Uz Zemes notiek nemitīga elementu, vielu un enerģijas aprite, kuru apraksta vielu aprites cikli. Vielu aprites ciklus sauc par bioģeoķīmiskiem cikliem, jo tie ietver daudzas ķīmiskās pārvērtības, ģeoloģiskos procesus, un to veidošanā aktīvi piedalās dzīvie organismi – biotiskā vide. Vielu (piemēram, ūdens) un elementu (piemēram, skābekļa, sēra, oglekļa) avots ir litosfēra, no kuras vielas var nokļūt atmosfērā un hidrosfērā vulkānu izvirdumos vai iežiem dēdējot. Vielas un elementi no hidrosfēras nokļūst atmosfērā, turklāt nozīmīgi ir procesi, kas saistās ar ūdens apriti dabā. Dzīvie organismi biosfērā asimilē vielas no litosfēras, hidrosfēras un atmosfēras, bet pēc to bojāejas vielas atgriežas ar biosfēru saistītajās vidēs.

Cilvēka darbība var ietekmēt arī vielu plūsmas, piemēram, ietekmēt galveno atmosfēru veidojošo vielu – slāpekli. Slāpeklis veido 76% no atmosfēras masas, ietilpst olbaltumvielu un DNS sastāvā un tāpēc ir viens no dzīvo organismu pastāvēšanai nepieciešamajiem elementiem. Tajā pašā laikā litosfērā un hidrosfērā slāpekļa savienojumu koncentrācija ir ievērojami zemāka, turklāt slāpeklis ir inerts, un tiešā veidā lielākā daļa dzīvo organismu nespēj to izmantot. Līdz ar to slāpekļa aprites ciklā noris dažādi procesi, kas nodrošina atmosfēras slāpekļa (N_2) saistīšanu tādu savienojumu veidā, kas ir pieejami dzīvajiem organismiem. Slāpekļa savienojumi ir savstarpēji saistīti, un tie var pārvērsties cits citā. Tāpat kā citu elementu apriti, arī slāpekļa apriti ilustrē tā bioģeoķīmiskās aprites cikls (sk. 1.5. att.).



1.4. att. Ūdens patēriņa mainības tendences un tās prognozes dažādos tautsaimniecības sektoros.



1914. gadā vācu ķīmiķi Frīcis Hābers un Ulrihs Bošs izstrādāja rūpniecisku metodi gaisa slāpekļa izmantošanai amonjaka ražošanā – tā radīja pamatu liela mēroga minerālmēslu rūpniecības attīstībai. Mūsdienās minerālmēslu ražošanas kopapjoms ir apmēram 100 miljoni tonnu gadā, kas aptuveni atbilst tam slāpekļa apjomam, kas tiek fiksēts mikroorganismu darbības rezultātā (100–200 miljoni tonnu gadā; sk. 1.6. att.). Tātad cilvēka darbība jau pašlaik pēc apjoma ir salīdzināma ar dabiskajiem slāpekļa biogeoķīmiskās aprites cikla procesiem, bet paredzams, ka tuvākā nākotnē tos pārsniegs.

Ņemot vērā slāpekļa savienojumu ražošanas ievērojamos apjomus, tie var negatīvi ietekmēt gan vidē norisošos procesus, gan arī cilvēku un dzīvnieku veselību.

Visai acīmredzami ierobežojumi gan fosilās enerģijas, gan citu neatjaunojamo resursu izmantošanai ir likuši sāpīgi apzināties mūsu sabiedrības un ekonomikas izaugsmes robežas. “Izaugsmes robežas”¹ ir pasaulē plaši pazīstama grāmata, kas publicēta 1972. gadā. Tās pamatā ir pētījums par to, kas notiks ar mūsu pasauli, ja izaugsme turpināsies atbilstoši tā saucamajam attīstības modelim “viss kā parasti”, kas neizbēgami noved pie resursu pārtēriņa, maksimumpunkta sasniegšanas un sabrukuma (sk. 1.7. att.).

Cilvēces attīstības rakstura modelēšana (sk. 1.7. att.) parāda, ka, turpinoties līdzšinējai attīstībai, pat pastāvot tehnoloģiskajam progresam un paplašinoties izejvielu un resursu pieejamībai, jau šī gadsimta laikā iespējama izaugsmes robežu pārsniegšana un labklājības rādītāju katastrofāla samazināšanās. Tā sekas var būt rūpnieciskās ražošanas un pārtikas pieejamības, kā arī iedzīvotāju skaita samazināšanās.

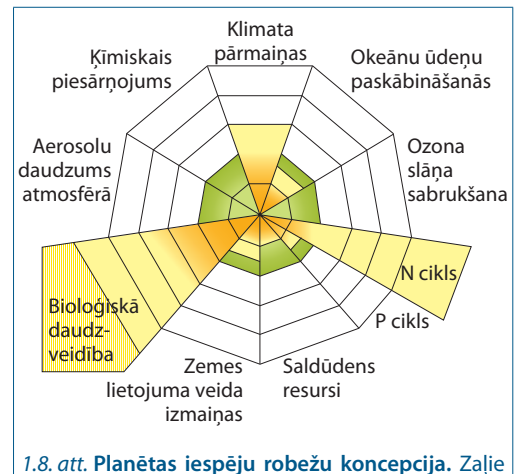
Nesen veiktā pētījumā mēģināts noteikt robežas tādiem procesiem uz Zemes, no kuriem ir atkarīga cilvēces pastāvēšana, tās nosaucot par planētas robežām. Planētas robežas novērtētas deviņiem dažādiem procesiem un

resursiem (sk. 1.8. att.). Trīs no šīm robežām jau ir pārkāptas:

- siltumnīcefekta gāzu koncentrācija atmosfērā,
- ātrums, ar kādu samazinās bioloģiskā daudzveidība,
- slāpekļa un fosfora savienojumu daudzums biosfērā.

Tomēr arī planētas iespēju pārējās robežas ir tuvu pārsniegšanai, piemēram, cilvēka ietekme uz ūdens apriti. Dažos gadījumos tās ir grūti precīzi novērtēt (piemēram, attiecībā uz vides piesārņojumu), tomēr cilvēka radītās ietekmes neapšaubāmi ir būtiskas.

Cilvēka ietekme uz dabas vidi ir salīdzināma ar dabas spēku ietekmēm. Mūsdienu civilizācijas attīstība ir notikusi relatīvi stabilos vides apstākļos, ko raksturo atmosfēras sastāva stabilitāte, vielu biogeoķīmisko procesu raksturs. Šo laika posmu kopš ledus laikmeta beigām ģeoloģijā sauc par holocēnu. Cilvēce mūsdienās ir kļuvusi par ievērojamu spēku un līdz ar to pēdējo gadsimtu laikā mainījusi Zemes vidi. Zemes evolūcija ir pārgājusi jaunā attīstības fāzē – antropocēnā, kuru raksturo cilvēku aktīva ietekme uz visiem norisošajiem procesiem.



1.8. att. Planētas iespēju robežu koncepcija. Zaļie sektori raksturo cilvēka darbības jomas, kurās cilvēka ietekmes ir minimālas, dzeltenie sektori – jomas, kurās cilvēka ietekme ir salīdzināma ar dabisko procesu intensitāti vai pārsniedz dabiski norisošo procesu intensitāti un apjomu.

¹ Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J. (1972) *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.

Avoti tālākām studijām

Biogeochemical Cycles. Pieejams: <http://www.enviroliteracy.org/subcategory.php/198.html>

Leopold Education Project. Pieejams: <http://www.lep.org>

World Resources Institute. Pieejams: http://materials.wri.org/topic_data_trends.cfm

Anthropocene Info. Pieejams: <http://www.anthropocene.info/en/home>

World Resources Institute. Pieejams: <http://www.wri.org/>

Anthropocene. Pieejams: <http://www.eoearth.org/view/article/150125>

Literatūra

Berner E. K., Berner A. B. (1996) *Global Environment. Water, Air and Geochemical Cycles*. N.Y.: Prentice Hall.

Botkin D., Keller E. (2000) *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. N.Y.: J. Wiley.

Cunningham W. P., Saigo B. W. (2001) *Environmental Science: a Global Concern*. N.Y.: McGraw-Hill.

Enger E. D., Smith B. F. (2006) *Environmental Science: A Study of Interrelationships*. 10th ed. Boston: McGraw Hill.

Environmental Science (Ed. L. Ryden) (2003) Uppsala: Baltic University Press.

Lovelock J. (2007) *The Revenge of Gaia*. London: Penguin Books Ltd.

Montgomery C. W. (1997) *Environmental Geology*. 5th ed. Boca Raton: McGraw-Hill.

Commoner B. (1971) *The Closing Circle: Nature, Man, and Technology*. Random House.

Gouldie A. (2006) *The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present, and Future*. Wiley-Blackwell.

Huesemann M. H., Huesemann J. A. (2011) *Technofix: Why Technology Won't Save Us or the Environment*. New Society Publishers.

The Garden of Our Neglect: How Humans Shape the Evolution of Other Species. July 5, 2012 *Scientific American*.

Izmantotie attēli

1.1. Sagatavošanai izmantoto datu avoti: World Population Data Sheet (Washington DC: Population reference Bureau) www.prb.org; United Nations Statistical Year Book N.Y.: UN, 2008; C. D. Keeling, T. P. Whorf (2001) Atmospheric CO₂ concentrations derived from *in situ* air samples collected at Mauna Loa observatory, Hawaii. In: *Trends: a compendium of data on global change*. <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends>; UN Food and Agriculture Organization FAOSTAT on-line database <http://apps.fao.org>; International Energy Outlook 1998 (Washington DC: Energy information Administration, US Dept. Of Energy, 1998) <http://eia.doe.gov/oiaf/ieo>

1.2. Avots <http://crudeoilpeak.info/global-peak>

1.4. Sagatavots, izmantojot *Millenium Ecosystem Assesment, 2005*.

1.6. Sagatavots, izmantojot *Millenium Ecosystem Assesment, 2005*.

1.7. Izveidots ar atļauju – Dennis Meadows, 2004 no Meadows D. H., Randers J., Meadows D. L. (2008) *Limits to Growth: The 30-Year Update*. Earthscan: London.

1.8. Sagatavots, izmantojot <http://www.stockholmresilience.org/21/research/research-programmes/planetary-boundaries.html>



2.

Zemes klimats un to veidojošie faktori

2.1. Klimats un laikapstākļi

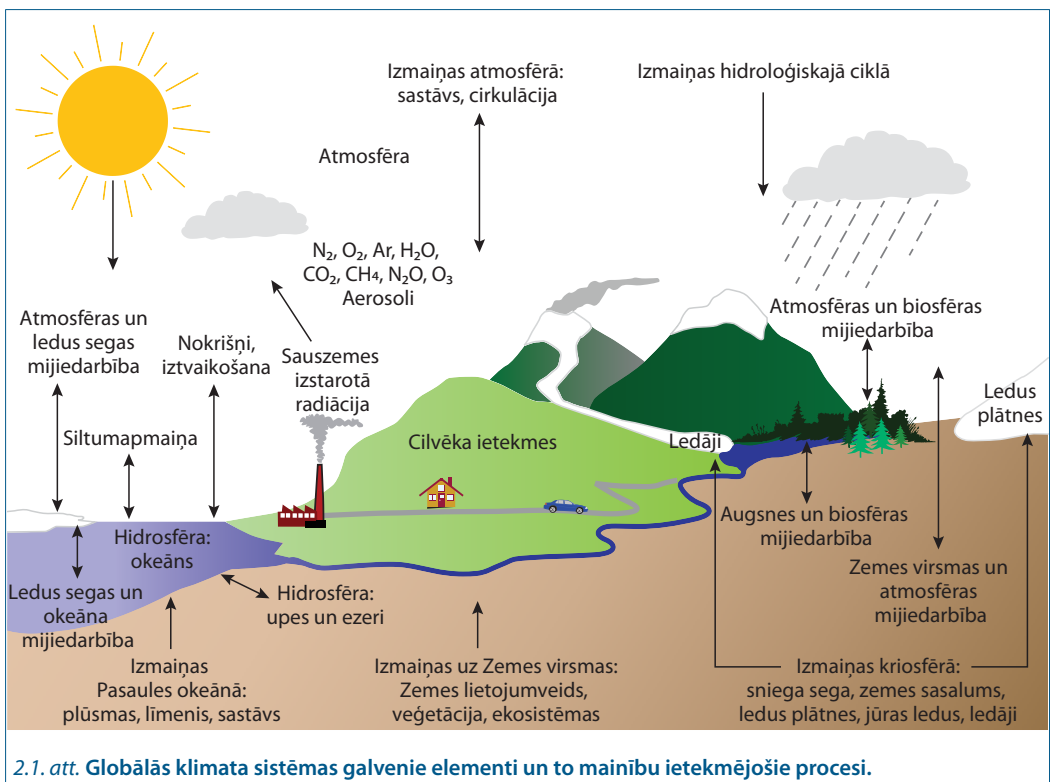
Ja gaisa temperatūra vienas dienas laikā samazinās no $+25^{\circ}\text{C}$ līdz $+18^{\circ}\text{C}$, vai tas ir saistīts ar klimata pārmaiņām? Ko šāda piemēra kontekstā nozīmē ierobežot klimata pārmaiņas, lai globālās vidējās temperatūras pieaugums nepārsniegtu 2°C ? Lai izprastu to, kas ir klimata pārmaiņas, vispirms nepieciešams skaidri nošķirt jēdzienu “klimats” un “laiks” vai “laikapstākļi” saturu. Laiks (ārlaiks, laikapstākļi) ir atmosfēras stāvoklis kādā noteiktā laika sprīdī. Laiku raksturo gaisa temperatūra, atmosfēras spiediens, mitrums, nokrišņu daudzums, kā arī veids, un, mainoties kaut vienam no šiem lielumiem, mainās laikapstākļi. Tātad laikapstākļi ir ļoti mainīgi. Klimats ir ilggadējs laikapstākļu režīms, kas veidojas Saules radiācijas, Zemes virsmas veida un atmosfēras cirkulācijas procesu rezultātā. Klimatu raksturo vidējotās un ilglaicīgas atmosfēras fizikālo rādītāju vērtības, kas piemīt Zemei kopumā (globālais

klimats) vai noteiktai teritorijai (valstij vai reģionam). Konkrētās teritorijas klimats ir daudz pastāvīgāks nekā laikapstākļi, un tās klimatu nosaka Saules starojuma intensitāte (enerģijas daudzums) un sadalījums gada laikā, atmosfēras cirkulācijas un Zemes virsmas veids.

Zemes klimats ir ļoti sarežģīta sistēma, un galvenais to veidojošais faktors ir enerģija, kuru Zeme saņem no Saules. Klimats veidojas, Saules enerģijai izkliedējoties un mijiedarbojoties ar Zemi, līdz ar to klimata sistēmu veido atmosfēra, hidrosfēra, kriosfēra (Zemes ledāji, sniega sega un mūžīgais sasalums), litosfēra un biosfēra (sk. 2.1. att.).

Atmosfēra, kuru veido gāzes, ūdens tvaiki, kā arī putekļi un aerosoli, ir klimata sistēmas nestabilākā daļa, kas mainās visstraujāk.

Hidrosfēru veido sauszemes un pazemes ūdeņi, jūru un okeānu ūdeņi, kuri klāj $\approx 70\%$ Zemes virsmas. Jūru un okeānu ūdeņi uzglabā



milzīgus enerģijas, kā arī izšķīdušās ogļskābās gāzes un citu gāzu daudzumus, kas tiek pārnesti ar straumju kustību. Jūru un okeānu ūdeņu cirkulāciju rada Zemes rotācija, vēja darbība, ūdeņu uzsilšana, iztvaikošana, saldūdeņu ieplūde, atmosfēras nokrišņu rezultātā radies atšķirīgais sāļu saturs ūdenī un līdz ar to ūdens blīvums (termohālīnā cirkulācija — to rada temperatūras un sāļu koncentrācijas atšķirības). Tajā pašā laikā jūru un okeānu ūdeņu aprītei salīdzinājumā ar ļoti kustīgo atmosfēru, ir raksturīga ievērojami lielāka inerce. Jūru un okeānu plūsmu termiskā inerce (lēni uzkrāj, bet arī lēni atbrīvo enerģiju) regulē Zemes klimatu un ir viens no galvenajiem klimata mainības cēloņiem.

Kriosfēra ietver Arktikas, Antarktīdas un Grenlandes ledājus, kontinentu ledājus, jūras ledu un grunts mūžīgo sasalmu (pazemes apledojuumu). Kriosfēru raksturo tas, ka ledāja virsma spēj atstarot Saules starojumu. Tam ir liela nozīme hidrosfērā norisošajos procesos. Ledāju segā ir uzkrājies liels daudzums ūdens, un tiek uzskatīts, ka, tiem izkūstot, jūru un okeānu līmenis varētu ievērojami pacelties.

Veģetācija, kas sedz Zemes virsmu, ietekmē Saules starojuma asimilāciju, bet iztvaikošana

gan no hidrosfēras, gan sauszemes ir ūdens tvaiku un nokrišņu avots. Ūdeņu un sauszemes biosfēra, saistot ogļskābo gāzi un atbrīvojot skābekli un ūdens tvaikus, ietekmē atmosfēras sastāvu. Biosfēra ir noteicošā oglekļa aprites ciklā.

Visi aplūkotie klimata sistēmas elementi mijiedarbojas, turklāt mijiedarbības raksturs ir mainīgs gan laikā, gan telpā. Katru klimata sistēmas elementu atšķirīgi ietekmē Saules starojums. Klimata sistēma, protams, ir pakļauta arī kosmiskās telpas ietekmei, piemēram, Saules starojuma un kosmiskā starojuma mainībai. Zemes klimatu ļoti būtiski var ietekmēt arī ģeoloģiskas katastrofas (lieli vulkānu izvirdumi, kontinentu pārvietošanās), kosmiskas katastrofas (piemēram, meteorītu triecieni) vai arī cilvēka darbība (jaudīgu atomieroču izmantošana, upju noteces kontinentāla mēroga pārdale).

Kaut arī klimata sistēmas elementus raksturo atšķirīgs ķīmiskais sastāvs, fizikālās īpašības un ietekme uz Zemes klimata veidošanos, starp tiem notiek vielu un enerģijas apmaiņa. Jebkuras izmaiņas klimata sistēmā neatkarīgi no tā, vai tās nosaka procesi, kas noris dabiski, vai arī cilvēka iedarbība, var ietekmēt citus sistēmas elementus un radīt klimata izmaiņas.

2.2. Zemes atmosfēra un tās uzbūves ietekme uz klimatu

Zemes atmosfēras uzbūve un sastāvs ietekmē Saules starojuma pārvērtības un līdz ar to Zemes klimatu.

Zemes atmosfēra nav viendabīga, tai ir izteikti slāņaina uzbūve. Atmosfēru veido dažāda biezuma zonas — troposfēra, stratosfēra, mezofēra, termosfēra un eksosfēra, kurām ir atšķirīgas fizikālķīmiskās īpašības (sk. 2.2. att.). Starp šīm zonām atrodas pārejas zonas — tropopauze, stratopauze un mezopauze.

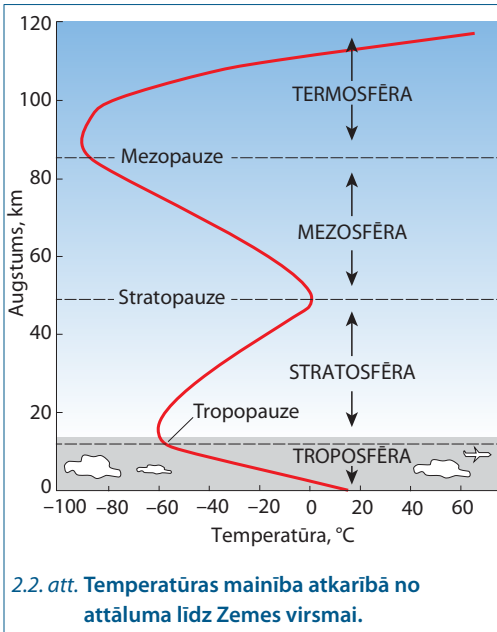
Troposfēra ir atmosfēras apakšējais slānis, kas saskaras ar litosfēru, hidrosfēru, biosfēru un ir vitāli svarīgs dzīvības nodrošināšanai uz Zemes. To visvairāk ietekmē Zemes virsma. Temperatūra troposfērā pazeminās līdz ar attālināšanos no Zemes virsmas. Būtiskākās troposfēras iezīmes: augstums no 0 līdz ≈ 16 km,

raksturīga temperatūras pazemināšanās līdz ar augstumu $\approx 6,5$ °C/km, dominē spēcīga gaisa vertikālā sajaukšanās un horizontālā pārnese. Troposfēra satur $\approx 80\%$ atmosfēras masas un gandrīz visu atmosfēras ūdeni.

Tropopauze ir pirmais aukstais sliekšnis, kas veido robežu starp troposfēru un stratosfēru, un tajā sākas temperatūras inversija (parādība, kad siltāks gaiss atrodas virs vēsāka gaisa).

Stratosfēra atrodas 10–50 km attālumā no Zemes virsmas, bet tās temperatūras režīmu raksturo tas, ka ≈ 20 km augstumā gaisa temperatūra sāk paaugstināties (sk. 2.2. att.).

Temperatūras inversijas cēlonis stratosfērā ir fotoķīmiskas reakcijas ultravioletā starojuma iedarbībā, kas sekmē ozona (O₃) veidošanos. Fotoķīmiskajās reakcijās tiek saistīta daļa



gaismas starojuma enerģijas. Maksimālā ozona koncentrācija novērojama ≈ 25 km augstumā, bet maksimālā temperatūra – apmēram 50 km augstumā. Šādu temperatūras sadalījumu ietekmē gaisa retinājums. Liela daļa enerģijas tiek absorbēta augšējos stratosfēras slāņos un nesasniedz maksimālās ozona koncentrācijas zonu, taču, tā kā gaisa blīvums ir zems, siltuma enerģijas pārnese no augšējiem stratosfēras slāņiem ir lēna.

Slānis, kas atrodas tuvu 50 km augstumam, veido stratopauzi, kas ir temperatūras inversijas augšējā robeža. Gaisa spiediens stratopauzē ir zems (≈ 1 milibārs, mb), un tas nozīmē, ka tikai 1/1000 daļa no visām atmosfērā esošajām molekulām atrodas virs šī līmeņa. Mezosfēra

atrodas virs stratosfēras (apmēram 50–90 km), tajā temperatūras pazemināšanās notiek līdz ar augstuma palielināšanos. Mezosfēras augšējā daļa ir aukstākā atmosfēras daļa. Kaut arī gaisa blīvums mezosfērā ir ļoti zems, atmosfēras sastāvs tajā ir tāds pats kā piezemes slānī.

Termosfēra ir atmosfēras slānis virs ≈ 90 km augstuma, kuram nav noteiktas augšējās robežas. Termosfērā atmosfēru veidojošo gāzu molekulas absorbē kosmisko starojumu, Saules gamma (γ) starojumu, rentgenstarojumu un nozīmīgu daļu ultravioletā starojuma, tādēļ atmosfēru veidojošo gāzu molekulu kustības ātrums pieaug. Šo gāzu molekulas, mijiedarbojoties ar augstas enerģijas elektromagnētisko starojumu, var zaudēt elektronus, un tāpēc atmosfēras augšējos slāņos tās pastāv brīvu atomu vai jonu veidā. Tā kā Saules enerģija ir būtiski atkarīga no Saules aktivitātes, temperatūra šajā slānī ir mainīga. Virs termosfēras ≈ 500 km augstumā atmosfēru veidojošo gāzu molekulas var veikt ≈ 10 km distanci, pirms tās saduras cita ar citu. Raksturīgi, ka šajā apgabalā molekulas kustoties var iziet no Zemes gravitācijas ietekmes kosmosā. Šo reģionu, kur atomi un molekulas nonāk kosmiskajā telpā, sauc arī par eksosfēru.

Atmosfēras procesus būtiski ietekmē elektromagnētiskā starojuma mijiedarbība ar atmosfēru veidojošām gāzēm. Atmosfēru pamatā veido slāpekļis (78%) un skābeklis (21%), bet arī ūdens tvaikiem un oglekļa dioksīdam ir būtiska nozīme klimata veidošanā.

¹ Mitrā gaisā pie Zemes virsmas ir vidēji no 0,2% (polārie platumi) līdz 2,5% (ekvators), bet dažos gadījumos pat līdz 4% ūdens tvaiku, bet oglekļa dioksīds (CO_2) veido 0,035% atmosfēras tilpuma.

2.1. tabula. Galveno atmosfēras zonu raksturojošie parametri

Atmosfēras zonas	Temperatūra, °C		Temperatūras gradients, °C/km	Augšējā un apakšējā robeža, km	Raksturīgās vielas
	Apakšējā robeža	Augšējā robeža			
Troposfēra	15	-56	-6,45	no 0–6 līdz 16	N_2 , O_2 , CO_2
Stratosfēra	-56	-2	+1,38	10–50	O_3
Mezosfēra	-2	-92	-2,56	50–85	O_2^+ , NO^+
Termosfēra	-92	+120	+3,11	85–500	O^+ , NO^+

2.3. Saules starojums un Zemes klimats

Galvenie faktori, kas nosaka Saules enerģijas daudzumu, ir

- starojuma veiktais attālums;
- leņķis, kādā Saules starojums sasniedz Zemi;
- atmosfēras sastāvs, Saules un kosmiskās telpas starojuma mijiedarbība ar Zemes atmosfēru veidojošām gāzēm.

Iemesls Saules staru krišanas leņķa un dienas garuma izmaiņām ir nepārtrauktās Zemes stāvokļa izmaiņas attiecībā pret Sauli un Zemes griešanās ass slīpuma ilglaicīgās svārstības. Zemes griešanās ass ir par 23,5 grādiem novirzīta no vertikāles pret Zemes orbītas plakni. Zemei riņķojot ap Sauli, tās ass stāvoklis būtiski nemainās. Dažādos orbītas posmos pret Sauli vairāk tiek pavērstas dažādas Zemes puslodes, tādēļ mainās gadalaiki. Ar Zemes griešanās ass slīpuma leņķi ir cieši saistīts klimats. Ja Zemes rotācijas ass būtu perpendikulāra orbītas plaknei, tad visu gadu Saule apgaismotu Zemi vienādi, gadalaiki nemainītos, un, piemēram, ekvatoriālajos platuma grādos vienmēr būtu ļoti karsts, bet polārajos — ļoti auksts. Ja Zemes griešanās ass slīpuma leņķis būtu lielāks nekā pašlaik, gadalaiku izmaiņas būtu krasākas (ziemā aukstāks, vasarā karstāks), bet atšķirības starp klimatiskajām zonām nebūtu tik izteiktas.

Zemi sasniedz gan pilna spektra Saules elektromagnētiskais starojums, gan jonizētu daļiņu plūsma (piemēram, ūdeņraža vai hēlija atomu

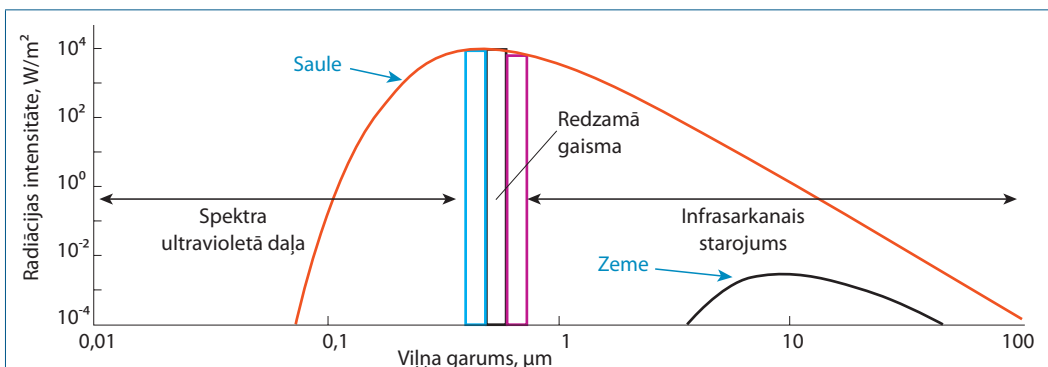
kodoli), kā arī elementārdaļiņas un kosmiskās telpas daļiņu un starojuma plūsma (kosmiskais starojums). Zemes klimatu galvenokārt ietekmē elektromagnētiskā starojuma plūsma. Zemes atmosfēras ārējos slāņus sasniedz starojums, kura spektrālais sastāvs atbilst melna ķermeņa starojumam, kura temperatūra ir ≈ 6000 K (sk. 2.3. att.). Saules elektromagnētiskā starojuma spektru veido ultravioletie stari, rentgenstarojums, γ stari, kā arī redzamā gaisma, radioviļņi un infrasarkana starojums (sk. 2.4. att.). Elektromagnētiskā starojuma enerģija samazinās, palielinoties viļņu garumam, un lielākajai daļai starojuma, kas sasniedz Zemi, ir augsta enerģija un relatīvi īss viļņu garums.

Redzamās gaismas viļņu garums ir aptuveni no 0,40 līdz 0,75 μ . Redzamā gaisma nodrošina enerģiju, kas ir vajadzīga zaļo augu fotosintēzei, bet dzīvniekiem tā regulē reprodukcijas laiku, migrāciju un daudzas citas dzīvības norises.

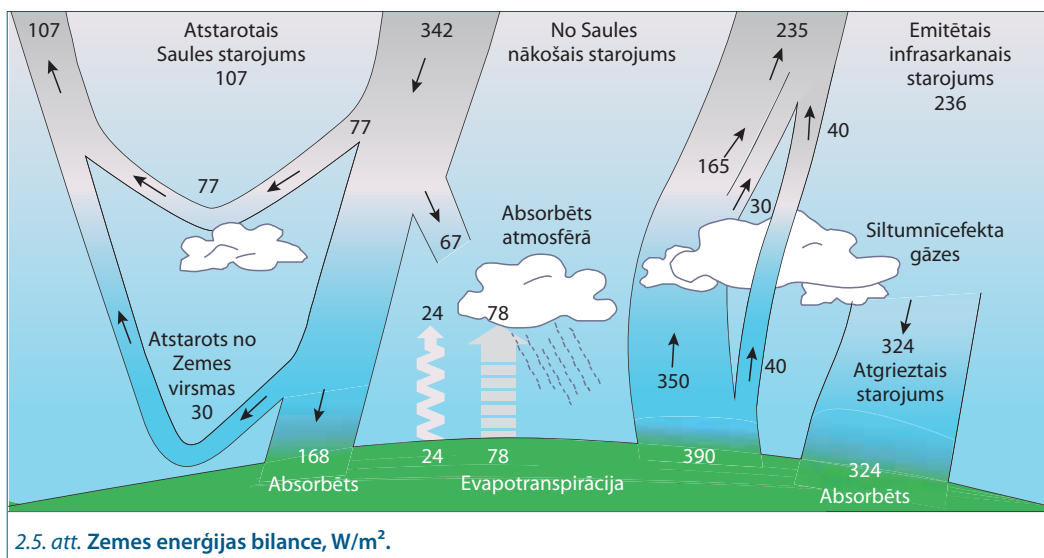
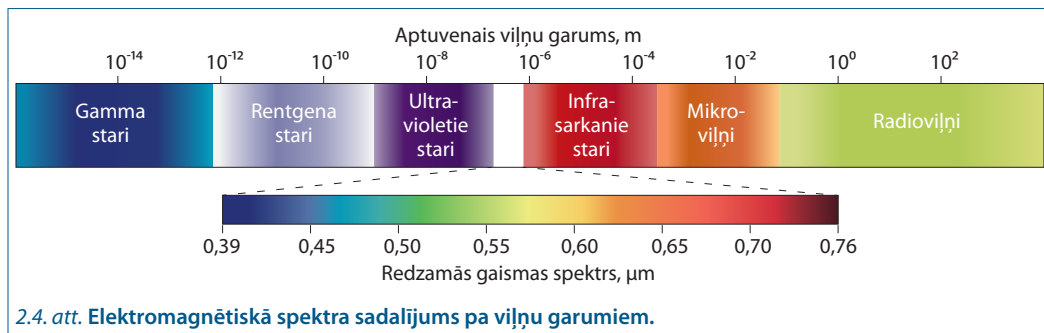
Infrasarkanajam starojumam (siltumstarojumam) ir ievērojami mazāka enerģija, tomēr šis starojums ir nozīmīgs Zemes klimata izveidē, jo nodrošina atmosfēras apakšējo slāņu un Zemes virsmas uzsildīšanu.

Dažas mikroviļņu frekvences tiek lietotas radiosakaros, mikroviļņu krāsnīs, arī laikpētājkļu noteikšanai ar radariem.

Radioviļņi ir zemas enerģijas viļņi pie elektromagnētiskā starojuma spektra augšējās



2.3. att. Saules un Zemes starojuma intensitāte un spektrs.



robežas. Šo viļņu garuma amplitūda ir no dažiem centimetriem līdz simtiem kilometru, un to frekvences var būt līdz miljardiem hercu.

Ievērojama daļa Saules starojuma (γ stari, rentgenstari un ultravioletais starojums ar īsu viļņu garumu) Zemes virsmu nesasniedz, bet tiek saistīta atmosfēras augšējos slāņos vai arī atstarota kosmiskajā telpā. Augstas enerģijas Saules starojuma pārvērtības Zemes atmosfērā nosaka γ staru, rentgenstarojuma un īsu viļņu garumu ultravioletā starojuma mijiedarbība ar atmosfēru veidojošām gāzēm.

Saules konstante ir lielums, kas raksturo Saules enerģijas pieplūdi Zemes atmosfēras sistēmā. To izsaka kā Saules radiācijas daudzumu, W/m^2 , Zemei atrodoties vidējā attālumā no Saules. Vārds "konstante" ir mazliet neprecīzs,

jo Saules enerģija gada laikā svārstās procenta desmitdaļu robežās.

Gada laikā vislielākais Saules enerģijas daudzums sasniedz Zemi, kad tā ir vistuvāk Saulei (perihēlijā), bet vismazākais — kad Zeme atrodas ahēlijā. Perihēlijā mūsu planēta saņem par 6,7% vairāk radiācijas ($1421 \text{ W}/\text{m}^2$) nekā ahēlijā.

Perihēlija un ahēlija kontrasti Saules radiācijas sadalījumā, kā arī sezonālās starojuma izmaiņas spēj ietekmēt globālo klimatu.

Tiešais starojums ir Saules staru enerģijas daudzums, kas nonāk uz Zemes virsmas vienu laukuma vienību noteiktā laika vienībā un ir aprēķināts horizontālai virsmai vai virsmai, kas atrodas perpendikulāri Saules staru krišanas leņķim. Piemēram, skaidrā laikā

jūras līmeņa augstumā tiešais starojums vidēji ir 1045 W/m^2 , bet kalnos (4–5 km augstumā) $\approx 1184 \text{ W/m}^2$.

Saules starojuma enerģija ir gandrīz līdzsvarā ar Zemes virsmas atstarotās enerģijas daudzumu (sk. 2.5. att.). Enerģijas plūsma, kas sasniedz Zemes atmosfēras augšējos slāņus, ir $\approx 1370 \text{ W/m}^2$. Lielākā daļa no šīs enerģijas tiek atstarota kosmiskajā telpā vai arī tiek absorbēta, mijiedarbojoties ar Zemes atmosfēru veidojošām gāzēm. Enerģijas plūsma, kas sasniedz troposfēru, ir vairs tikai 342 W/m^2 .

Aptuveni 30% Saules starojuma tiek atstaroti Visumā, turklāt daļu šīs enerģijas atstaro mākoņu sega un sīkās daļiņas, kas atrodas atmosfērā, proti, aerosoli. Gaišākie Zemes virsmas apgabali – sniegs, ledus un tuksneši – atstaro 1/3 Saules starojuma. Zemes virsma absorbē 51% Saules starojuma, un šī enerģija tiek izlietota iztvaikošanas procesos (23%), konvekcijas un advekcijas (no lat. *advection* – gaisa masu horizontāla pārvietošanās, kas no rajona uz rajonu pārnēs siltumu, mitrumu, putekļus u.tml.) procesos (7%) un Zemes virsmas infrasarkanā starojuma veidā ($\approx 21\%$).

Lielas izmaiņas klimata sistēmā var izraisīt vulkānu izmestais materiāls – aerosoli, kas paceļas lielā augstumā. Katastrofiski vulkānu izvirdumi var pazemināt globālo virsmas temperatūru uz vairākiem mēnešiem vai pat gadiem. Arī cilvēka veidotie aerosoli var ietekmēt Saules gaismas atstarošanu.

Zemes klimatu ietekmē Zemes virsmas spēja atstarot starojumu. Radiācijas daļu, kas tiek atstarota no Zemes virsmas, raksturo virsmas albedo (virsmas albedo ir virsmas atstarotās elektromagnētiskā starojuma plūsmas attiecība

2.2. tabula. Dažādu virsmu albedo vērtības

Virsma	Albedo, %
Svaigi uzkrītis sniegs	75–95
Blīvi mākoņi	60–90
Ledus	30–40
Smiltis	15–45
Zeme un atmosfēra – planetārais albedo	31
Okeāns (diennakts vidējais)	8
Mežs	1–18

pret plūsmu, kas krīt uz šo virsmu). Parasti to attiecina uz redzamo gaismu (sk. 2.2. tabulu).

$$albedo = \frac{R_a}{R_s} \times 100\%$$

kur R_a – atstarotā radiācija,

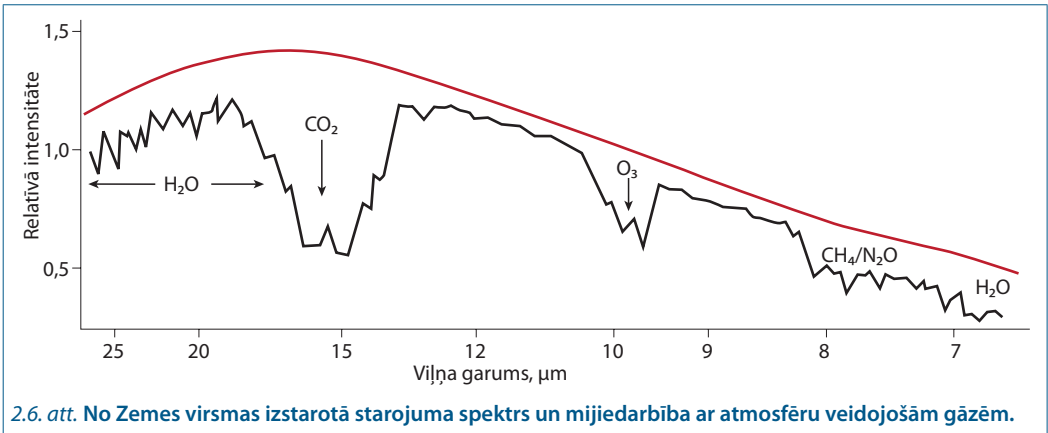
R_s – summārā radiācija.

Saules enerģija sasilda troposfēru un Zemes virsmu. Kad gāzes (gaiss) sasilst, tās izplešas. Sasilušais gaiss ir mazāk blīvs un tāpēc ceļas augšup, un tā vietā ieplūst aukstāks gaiss. Šāda veida atmosfēras cirkulācija – siltuma enerģijas izkliede atmosfērā – ir galvenais mehānisms, kas nosaka klimatiskos apstākļus. Klimatu ļoti lielā mērā ietekmē arī okeānu straumes, un īpaši liela nozīme ir tā sauktajai termohalīnajai cirkulācijai. Saules gaismas enerģija visvairāk tiek saņemta tropu platuma grādos, kas tālāk tiek transportēta uz lielākiem platuma grādiem ar atmosfēras un okeāna cirkulācijas sistēmas starpniecību. Enerģija arī tiek patērēta iztvaikošanā un pārvēršas latentā enerģijā (veido mākoņus). Šīs abas cirkulācijas sistēmas mijiedarbojas.

2.4. Siltumnīcefekts

Koncepcijai, ka Zemes atmosfēras sastāvs var ietekmēt Zemes klimatu un no Saules saņemto enerģijas daudzumu, ir vairāk nekā 100 gadu. Pirmie atmosfēras gāzu sastāva ietekmi uz Zemes klimatu pētīja angļu fiziķis Džons Tindals un zviedru ķīmiķis Svante Areniuss.

No Saules starojuma Zemes virsma uzsilst, un līdz ar to Zeme izstaro siltumu kosmiskajā telpā. Tomēr Zemes virsmas temperatūra ir ievērojami zemāka nekā Saules virsmas temperatūra, tādēļ starojuma enerģija, ko Zeme izstaro, ir ievērojami zemāka un starojuma viļņu



garums – ievērojami lielāks nekā starojumam, kas nāk no Saules (sk. 2.3. att.). Zemes virsma galvenokārt izstaro infrasarkanā jeb siltuma starojumu. Arī no Zemes virsmas atstarotais infrasarkanais starojums spēj mijiedarboties ar atmosfēru veidojošām gāzēm (sk. 2.6. att.).

Vairākas atmosfēru veidojošās gāzes spēj intensīvi absorbēt infrasarkanā starojumu. Šādas gāzes ir ogļskābā gāze CO_2 , metāns CH_4 , ozons O_3 un ūdens tvaiki, kā arī slāpekļa(I) oksīds N_2O un cilvēka darbības rezultātā atmosfērā nokļuvušās gāzes – hlorfluorogļūdeņraži (freoni) un sēra heksafluorīds SF_6 .

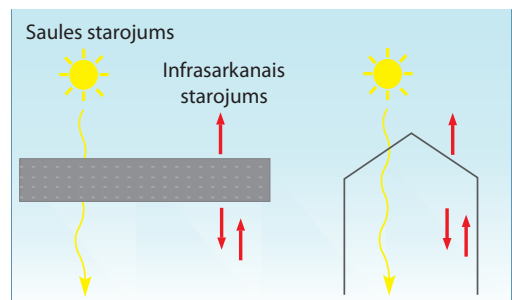
Tādas gāzes kā ogļskābā gāze, metāns un arī ūdens tvaiki atmosfērā darbojas līdzīgi kā stikls siltumnīcā (sk. 2.7. att.). Tās ir caurlaidīgas ienākošajam starojumam, bet aiztur no Zemes virsmas atstaroto infrasarkanā (siltuma) starojumu. Ņemot vērā iedarbības efektu, šīs gāzes sauc par siltumnīcefekta gāzēm. Jo augstāka ir siltumnīcefekta gāzu koncentrācija atmosfērā, jo vairāk infrasarkanā starojuma (siltuma) tiek aizturēts Zemes atmosfērā un līdz ar to pieaug Zemes virsmas temperatūra. Ja Zemes atmosfēru veidotu tikai slāpeklis un skābeklis – gāzes, kas neietekmē siltumstarojumu, kas tiek izstarots no Zemes virsmas, – Zemes vidējā temperatūra būtu tikai 6°C (faktiski tā ir aptuveni $+15^\circ\text{C}$).

Hipotezi par siltumnīcefektu veidojošo gāzu un, vispirms, par CO_2 nozīmi Zemes klimata veidošanā Svante Areniuss izteica jau 1896. gadā. Viņa aprēķini, ka CO_2 koncentrācijas dubultošanās atmosfērā var izraisīt Zemes vidējās

temperatūras pieaugumu par $5\text{--}6^\circ\text{C}$, mūsdienās pilnībā apstiprinās.

Pat nelielas siltumnīcefekta gāzu daudzuma izmaiņas atmosfērā pavada temperatūras izmaiņas uz Zemes, līdz ar to mainās ledāju plātība, okeāna līmenis, straumju režīms, biotopu izplatība un klimats.

Katru no siltumnīcefekta gāzēm (sk. 2.3. tabulu) raksturo atšķirīga spēja saistīt un atgriezt uz Zemi Saules starojumu. Radiācijas daudzums, ko izsaka vatos uz kvadrātmetru (W/m^2), parāda, kā attiecīgā gāze ietekmē enerģijas daudzumu, kas sasniedz Zemes virsmu, un līdz ar to parāda, cik lielā mērā tā spēj ietekmēt klimata mainības veidu. Ja radiācijas



2.7. att. Saules elektromagnētiskā starojuma absorbcijas princips Zemes atmosfērā un siltumnīcā. Jo augstāka siltumnīcefekta gāzu koncentrācija, jo vairāk infrasarkanā starojuma tiek absorbēts un nonāk atpakaļ uz Zemes virsmas.

2.3. tabula. Siltumnīcefektu veidojošo gāzu koncentrācijas mainība atmosfērā un ietekme uz Zemes enerģētisko bilanci

Siltumnīcefekta gāze	Gāzes koncentrācija atmosfērā*		Emisijas apjoms, gadā	Mūža ilgums atmosfērā, gadi	Radiācijas daudzums** (RD), W/m ²
	2012	1750			
Ogļskābā gāze CO ₂ ***	385	278	26,4 Gt*****		1,46
Metāns CH ₄ ****	1745	700	600 Tg*****	8,4	0,48
Slāpekļa(I) oksīds N ₂ O****	314	270	16,4 Tg N	120	0,15
Perfluoretāns C ₂ F ₆ ****	3	0	≈ 2 Gg	10000	0,001
Sēra(VI) fluorīds SF ₆ ****	4,2	0	≈ 6 Gg	3200	0,002
Freons 11 CFC ₁₁ ***	268	0	–	45	0,07
Freons 12 CF ₂ Cl ₂ ***	533	0	–	100	0,17
Freons 23 CHF ₃ ***	14	0	≈ 7 Gg	260	0,002

* Šeit un turpmāk siltumnīcefektu izraisošo gāzu koncentrācijas izteiktas kā tilpuma un skaita daļas (attiecīgi: miljona daļas (angļu val. *parts per million*) – ppm; mlrd.d. – miljardās daļas; t.d. – triljonās daļas). Šis koncentrācijas apzīmējums norāda uz vielas daudzumu kopējā gaisa daudzumā, 300 ppm nozīmē to, ka miljons gaisu veidojošo gāzu molekulu satur 300 molekulu attiecīgās siltumnīcefekta gāzes, piemēram, miljons cm³ gaisa satur 300 cm³ attiecīgās gāzes.

** Radiācijas daudzuma (RD) lielums parāda atstarotās enerģijas izmaiņas pie troposfēras augšējās robežas, kuras notiktu, ja attiecīgais komponents tiktu pilnīgi izņemts no atmosfēras.

*** Koncentrācija izteikta kā miljona daļa.

**** Koncentrācija izteikta kā miljardā daļa.

***** Gigatonna (Gt) – 10⁹ tonnas.

***** Teragrams (Tg) – 10¹² grammi.

daudzuma vērtība ir ar pozitīvu zīmi, tad gāze sekmē Zemes temperatūras paaugstināšanos, bet, ja ar negatīvu zīmi, – temperatūras pazemināšanos. Radiācijas daudzuma jēdziena izmantošana ļauj to sasaistīt ar atmosfēras ķīmiskā sastāva un Zemes vidējās temperatūras izmaiņām un klimata mainības jutīguma parametru λ , izsakot to kā attiecību starp globālās gada vidējās temperatūras izmaiņu ΔT_s un radiācijas daudzuma izmaiņu ΔRD :

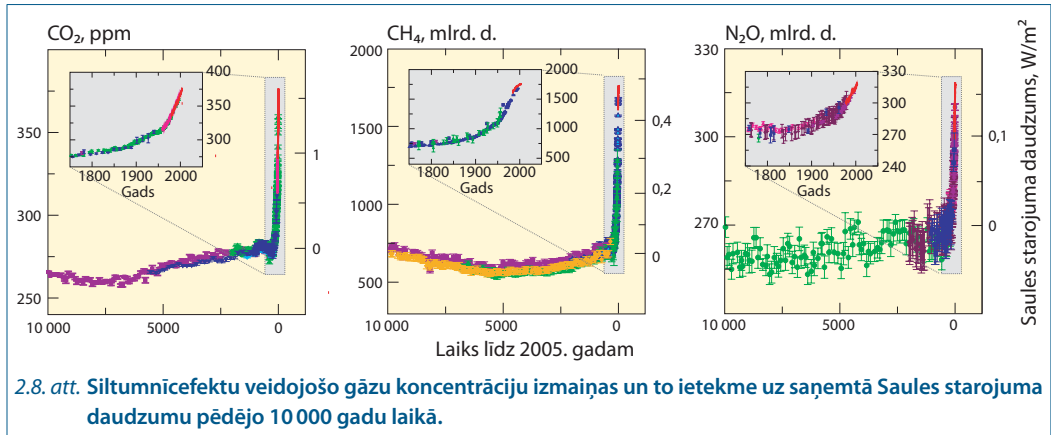
$$\lambda = \Delta T_s / \Delta RD$$

Siltumnīcefekta pastāvēšana nodrošina to, ka mūsdienās temperatūra uz Zemes atbilst dzīvības pastāvēšanas priekšnoteikumiem. Siltumnīcefekts pastāv ne tikai uz Zemes. Tiek uzskatīts, ka tas nosaka klimatu arī uz Venēras, un siltumnīcefekta dēļ temperatūra uz šīs planētas sasniedz pat 450 °C.

Daudzām siltumnīcefektu veidojošām gāzēm raksturīgs augsts noturīgums, kuru var novērtēt kā laiku, kas paiet, kamēr tās tiek saistītas vai izvadītas no atmosfēras (sk. 2.3. tabulu). Ūdens

tvaiķi relatīvi ātri tiek izvadīti no atmosfēras nokrišņu veidā, bet metāns fotoķīmiski oksidējas par CO₂. Ogļskābā gāze tiek saistīta, tai izšķīstot ūdenī, bet siltumnīcefekta gāzei slāpekļa(I) oksīdam N₂O raksturīgs ļoti augsts noturīgums un stabilitāte. Īpaši noturīgas ir daudzas cilvēka darbības rezultātā atmosfērā nokļuvušās vielas, piemēram, freoni, kas spēj ietekmēt atmosfērā norisošos procesus vēl ilgu laiku.

Dažādās siltumnīcefektu veidojošās gāzes var atšķirīgi ietekmēt Zemes klimatu, gan ņemot vērā to spēju atstarot atpakaļ infrasarkanā starojumu, gan arī to koncentrāciju atmosfērā. Ja CO₂ potenciālo ietekmi uz Zemes klimatu pieņem par 1, tad citu siltumnīcefektu izraisošo vielu relatīvais potenciāls ietekmēt Zemes siltuma bilanci var būt ievērojami lielāks: metānam tas ir 11 ilgtermiņā, N₂O – 270, bet freonam CF₃Cl – 3400. Zinot siltumnīcefekta gāzu radiācijas daudzumu, var novērtēt, kādas izmaiņas radīs to koncentrācijas pieaugums atmosfērā un kāda būs šī pieauguma ietekme (sk. 2.8. att., 2.3. tabulu).



Pēdējo 10 000 gadu laikā, bet it īpaši pēdējā gadsimta laikā, trīs nozīmīgāko siltumnīcefekta gāzu (CO_2 , CH_4 , N_2O) koncentrācija Zemes

atmosfērā ir ievērojami pieaugusi, un līdz ar to palielinājies Saules starojuma daudzums, kas tiek atgriezts atpakaļ uz Zemes virsmas (sk. 2.8. att.).

Avoti tālākām studijām

What's the difference between weather and climate: http://www.nasa.gov/mission_pages/noaa-n/climate/climate_weather.html

Basic information on climate change <http://www.cruuea.ac.uk/cru/info>

Greenhouse gases and climate change <http://www.ieagreen.org.uk>

Composition and structure of the atmosphere: <http://www.metoffice.gov.uk/education/training/atmosphere.html>

Sunspots and climate: <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/SORCE/>

Ocean currents and climate change: http://pik-potsdam.de/~stefan/Lectures/ocean_currents.html

Climate of the Earth: http://www.windows2universe.org/earth/climate/cli_define.html

Climate: <https://www.climate.gov/>

World climate: <http://www.climate-charts.com/index.html>

Literatūra

O'Hare G., Sweeney J., Wilby R. (2005) Weather, Climate and Climate Change. Human Perspective. Prentice Hall: Edingburgh (UK).

Drake F. (2000) Global Warming: the Science of Climate Change. Arnold: London.

Burroughs W. J. (2001) Climate Change: a Multidisciplinary Approach. Cambridge University Press: Cambridge.

Henson R. (2013) A Rough Guide to Climate Change. Penguin Books: London.

Aguado E., Burt J. (1999) Understanding Weather and Climate. Prentice Hall: New Jersey.

Izmantotie attēli

2.1. Atļauja pēc "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", IPCC.

2.3. Modificēts pēc Jacobson, 2002.

2.5. Atļauja pēc "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", IPCC.

2.6. Modificēts pēc Jacobson, 2002.

2.7. Atļauja pēc "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", IPCC.

2.8. Atļauja pēc "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", IPCC.



3.

Klimata mainība un klimata pārmaiņas

3.1. Zemes klimats un tā veidošanos ietekmējošie faktori

Kaut arī Zemes, dažādu reģionu un ģeogrāfisku vietu klimats ir būtisks ne tikai ikdienas labsajūtai, bet tieši ietekmē arī lauksaimniecību, enerģētiku, tūrismu un citas nozares, klimats ir visai maz pētīts. Attīstītajās valstīs klimata novērošanas staciju ir pietiekami daudz, bet Pasaules okeānā, kur lielā mērā veidojas Zemes klimats, ir veikts maz novērojumu.

Ikdienas laikapstākļu, ciklonu un anticiklonu un Zemes mākoņu segas nevienmērīgums un mainība labi saskatāma Zemes satelītuizņēmumos (sk. 3.1. att.).

Klimata veidošanos ietekmē daudzi faktori (sk. 3.2. att.).

Jāatceras, ka Zemes klimata elementi — atmosfēra, hidrosfēra, litosfēra un biosfēra — ir savstarpēji cieši saistīti un mijiedarbojas. Izmaiņas vienā sfērā var radīt izmaiņas kādā citā. Piemēram, zemestrīce var pacelt un paplašināt piekrastes zonu, izmainot piekrastes jūras vidi. Spēcīgs vulkāna izvirdums var izmest ievērojamu daudzumu lavas un aizšķērsot upes, izmainot to noteces sistēmu, kā arī radīt aerosolu koncentrācijas pieaugumu atmosfērā, kas savukārt var mainīt globālo temperatūru pat vairāku gadu garumā. Temperatūras izmaiņas var



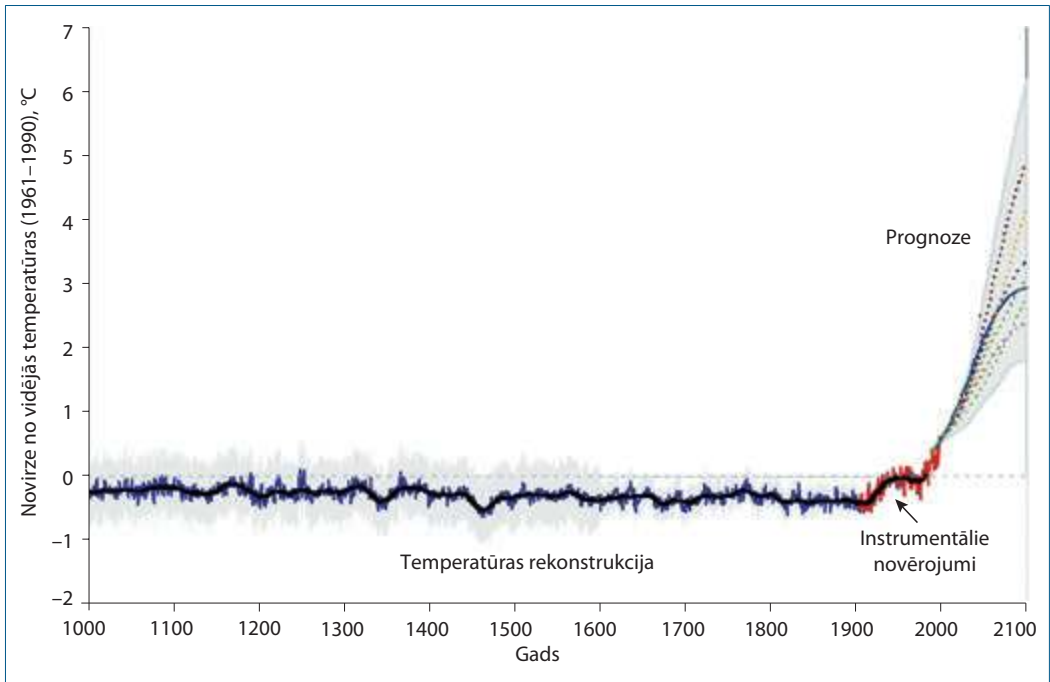
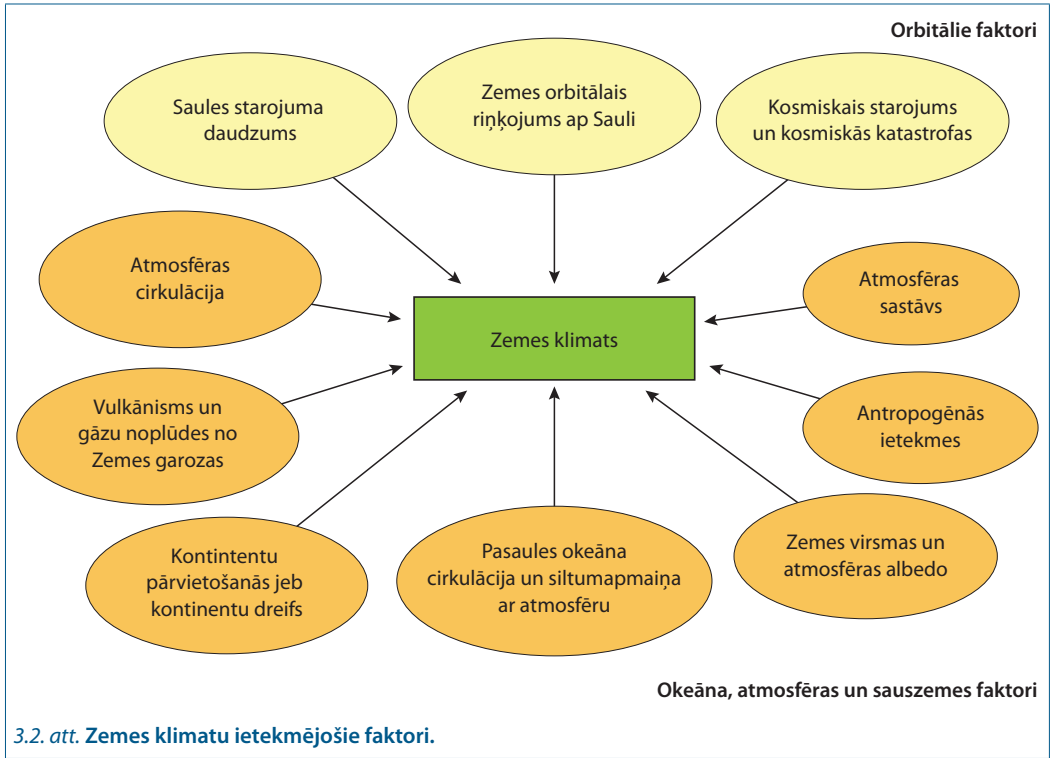
3.1. att. Zeme no kosmosa (Zemes satelītuizņēmums).

pamanīt, pētot ģeoloģiskos nogulumus, koku gadskārtu gredzenus, koraļļu augšanas ātrumu, ledāju dinamiku un skābekļa stabilo izotopu ^{16}O un ^{18}O attiecību ledāju dziļurbumos¹. Temperatūras svārstības pēdējā tūkstošgadē ir bijušas visai ievērojamas, bet, pamatojoties uz prognozēm, šis simtgades laikā temperatūra var pieaugt vēl straujāk (sk. 3.3. att.).

Uzskats, ka Zeme ir dinamiska sistēma un vienmēr bijusi mainīga, ir akceptēts salīdzinoši nesen. Ikvienam redzams, ka laikapstākļi mainās ļoti strauji, bet izmaiņas, kas ietekmē dabas līdzsvaru Zemes sistēmā, t.i., Zemes garozas tektonisko plātņu pārvietošanās un klimata pārmaiņas, parasti notiek ļoti lēni un nav izmērāmas pat ar vairākiem cilvēka mūžiem. Tomēr gadās arī neparedzami izņēmumi. Spēcīgi vulkānu izvirdumi izraisa tik lielu gāzu un putekļu piemaisījumu stratosfērā, ka Saules radiācija tiek atstarota kosmosā, tādējādi sekmējot atmosfēras atdzišanu pat vairāku gadu garumā. 1883. gada augustā notika katastrofāls Krakatau izvirdums jūras šaurumā starp Javas un Sumatras salu, kas radīja ap 40 m augstu cunami vilni, nopostīja 165 piekrastes ciematus un aiznesa vairāk nekā 36 tūkstošus cilvēku dzīvību. Krakatau izvirduma laikā atmosfērā līdz 50 km augstumam tika izmesti ap 20 km³ vulkānisko pelnu. Stratosfērā nonākušie putekļi 13 dienu laikā aplieca zemeslodi un 1884. gadā izraisīja vidējās gaisa temperatūras pazemināšanos par 0,5 °C.

Klimata sistēma ir sarežģīta, bet klimata mainības izpēte un klimata veidošanās procesu izpēte joprojām ir tikai sākuma stadijā. Šī zinātnes nozare nodarbojas ne tikai ar meteoroloģisko prognožu izstrādi, bet veic arī

¹ Temperatūras rekonstrukcija pēc skābekļa izotopu attiecības balstīta uz pieņēmumu, ka vieglākās ūdens molekulas iztvaiko ātrāk, bet kondensējas vēlāk, salīdzinot ar smagākajām. Izotopu attiecības novirze pētāmajā ūdens paraugā no to attiecības mūsdienu standarta okeāna ūdenī tiek izteikta ar rādītāju $\Delta^{18}\text{O}$. Atrasta empīriskā sakarība starp $\Delta^{18}\text{O}$ sniega ūdenī no dažādiem Grenlandes rajoniem un gaisa temperatūru. Šī sakarība tiek lietota, rekonstruējot paleoklimatu pēc $\Delta^{18}\text{O}$ no ledāju dziļurbumiem.



ievērojamus pētījumus vidē, procesu modeļu izstrādi un analīzi. Acīmredzams, ka pašreizējās zināšanas ir pretrunīgas un pieļauj vienu un to pašu faktu atšķirīgu interpretāciju. Tātad tikai izpētes turpināšana ļaus izprast cilvēka ietekmes apmērus un dabisko procesu ietekmes, kuras vispirms raksturo noteikts cikliskums.

Klimata rakstura un tā mainības izpētei izmantojami tieši gaisa temperatūras un citu atmosfēras īpašību novērojumi, kas Eiropā ļauj spriest par klimata parādībām pēdējo gadsimtu laikā. Tiešos temperatūras mērījumus var salīdzināt ar hidrometeoroloģisko parādību novērojumiem: ledus iešanas sākumu upēs, ezeru ūdeņu aizsalšanas laikiem, lieliem plūdiem u.c. Tiešo novērojumu datus iespējams papildināt, izmantojot dažādas klimata rekonstrukcijas metodes, piemēram, koku augšanas ātruma analīzi. Šīs metodes pamatā ir fakts, ka labvēlīgos apstākļos koksnes pieaugums ir ātrāks un gadskārtējās koksnes gredzens — platāks. Līdzīgi klimata rekonstrukcijai izmantojama koraļļu pieauguma ātruma izpēte tropiskajos ūdeņos.

Klimatu raksturo ievērojama dabiskā mainība, nosacīti klimata optimuma periodi (piemēram, Ziemeļeiropā ap 1000. gadu) mijas ar vēsākiem periodiem (piemēram, tā sauktais "mazais ledus laikmets" Ziemeļeiropā aptuveni no 1400. līdz 1850. gadam), kuru laikā vasaras bija ievērojami īsākas, ar zemāku temperatūru, ziemas aukstākas, bet ūdenstilpju aizsalums ilgāks.

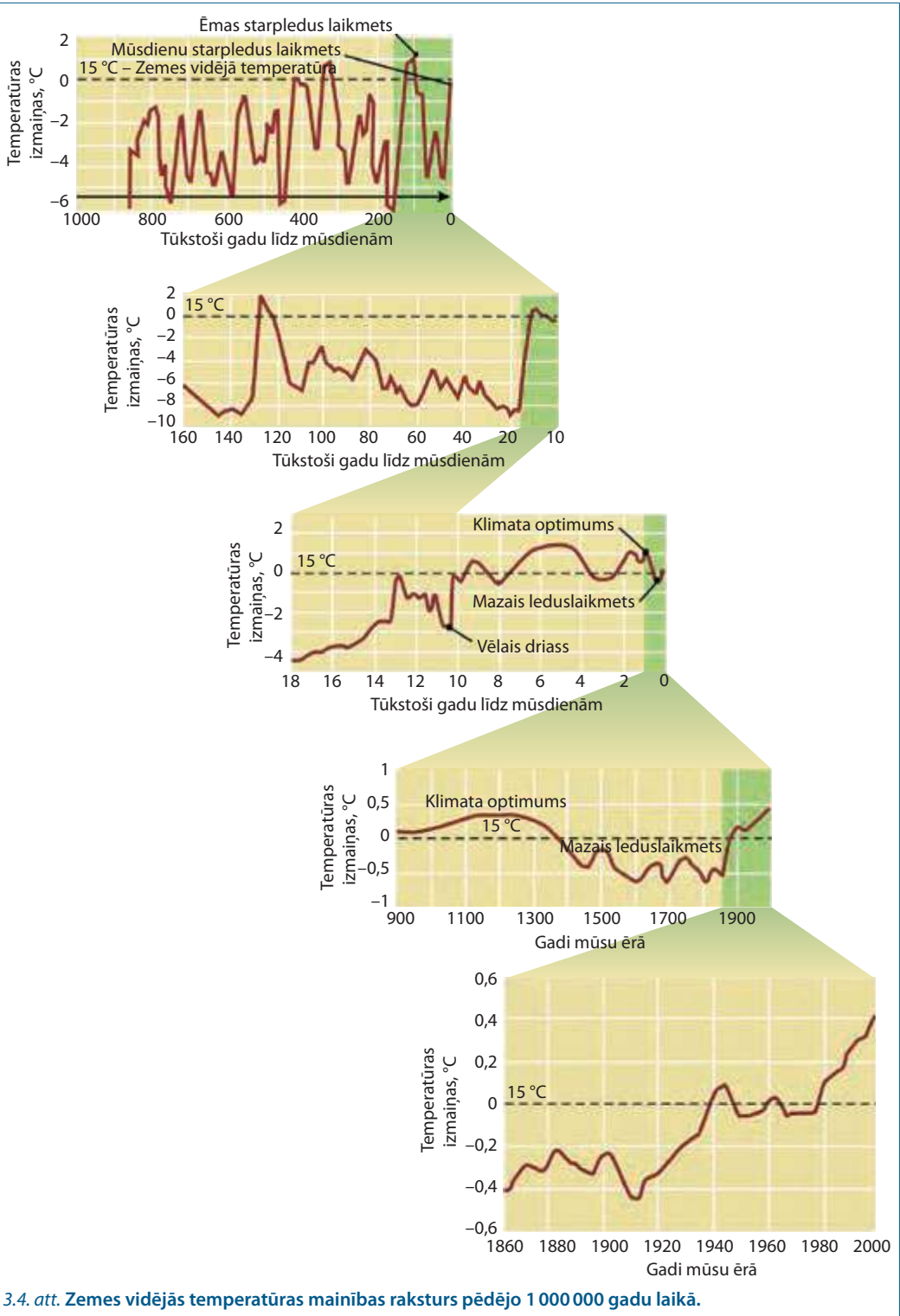
Garākos laika posmos iespējams analizēt klimata mainību, izmantojot ledāju sastāva analīzi. Ledāju ledus (kalnos, Grenlandē, Antarktīdā) veidojas, sablīvējoties sniega masai, un tā vecums var sasniegt vairākus simtus tūkstošu vai pat pārsniegt miljonu gadu. Turklāt, veidojoties ledus masai, tajā tiek iekļautas gaisā esošās putekļu daļiņas, kā arī atmosfēru veidojošās gāzes. Veicot ledus gāzu sastāva analīzi, iespējams rekonstruēt atmosfēras ķīmisko sastāvu un arī klimatiskos apstākļus, kādi pastāvējuši ledāju veidošanās laikā. Klimata rekonstrukcija pēdējā miljona gadu laikā liecina par ievērojamu klimata mainību dabā norisošo procesu ietekmē (sk. 3.4. att.).

Klimata mainības raksturs norāda laika posmus, kad Zemes gada vidējā temperatūra ir bijusi ievērojami zemāka nekā pašlaik (ledus laikmetus), bet arī laikmetus, kad ir bijis siltāks nekā pašlaik, ko acīmredzami noteikusi klimata dabiskā mainība. Ņemot vērā izmaiņas fiziskajās un bioloģiskajās sistēmās, kas notikušas bez cilvēka līdzdalības dažādos Zemes attīstības posmos, ir iespējams raksturot, kāda bijusi sistēmas reakcija uz dabiskām izmaiņām vidē. Īpašu interesi izraisa tieši straujas un krasas klimata izmaiņas, tādas, kas notikušas gadsimta laikā vai pat īsākā laika posmā, jo šīs analogijas var tikt izmantotas nākotnes klimata izmaiņu prognozēm. Agrajā holocēnā pirms $\approx 10\,000$ – $6\,000$ gadu vidējā gaisa temperatūra bija par $0,5$ – $1,0$ °C augstāka nekā pašlaik. Tāpat par 1 – 2 °C augstāka temperatūra ir bijusi pēdējā starpledus laikmetā pirms ≈ 137 – 115 tūkstošiem gadu. Arī pirms $\approx 4,5$ – 3 miljoniem gadu viduspliocēnā Zemes klimats ir bijis par 3 – 4 °C siltāks nekā mūsdienās. Tomēr jāņem vērā, ka senākajās klimata izmaiņās nevar meklēt analogijas ar mūsdienu klimata pārmaiņām, jo Saules starojuma enerģija, kas sasniedza Zemes virsmu, bija atšķirīga. Okeāna nogulumu paraugu izotopu analīze rāda, ka viduspliocēnā okeāna virsmas ziemas temperatūra ir bijusi par 3 °C augstāka nekā pašreiz.

Savukārt ar kontinentu dreifa teoriju, ko izstrādājis vācu ģeofiziķis A. Vēgeners 1912. gadā, var izskaidrot ≈ 200 miljonus gadus vecus ledāju nogulumus Sahāras tuksnesī, kā arī fosilos tropiskos augus Grenlandē. Šādi atklājumi palīdz izprast klimatiskos apstākļus, kādi valdījuši pirms miljoniem gadu, kad kontinenti atradās citos platumu grādos un sauszemes un okeānu izvietojums uz Zemes bija citāds nekā mūsdienās.

Ja salīdzina klimatiskos apstākļus, kādi ir dominējuši lielākajā daļā ģeoloģiskā laika, jāsecina, ka vidējā temperatūra ir bijusi par 10 °C augstāka nekā pēdējos 2 miljonus gadu. Temperatūras pazemināšanās tendences sākās pirms apmēram 40 miljoniem gadu un kulmināciju sasniedza pleistocēna ledus laikmetu laikā.

Zemes klimata mainības raksturs apliecina dabiski norisošo procesu lielo ietekmi uz Zemes klimatu.



3.4. att. Zemes vidējās temperatūras mainības raksturs pēdējo 1 000 000 gadu laikā.

3.2. Saules starojuma un kosmiskā starojuma mainības ietekme uz Zemes klimatu

Dabiski norisošo procesu ietekmju piemērs ir Saules starojuma un tā mainības ietekme. Saule ir galvenais faktors, kas nosaka Zemes enerģētisko bilanci. Arī atmosfēras gaisa masu kustību, kas ir galvenais laikapstākļu veidojošais faktors, ietekmē Saules starojuma sadalījums. Klimats ir laikapstākļu integrāls apzīmējums noteiktam laika periodam un tādēļ tas ir atkarīgs no Saules aktivitātes. Jāpiebilst, ka Saules aktivitāte ir lielā mērā mainīga un ka šīs ietekmes ne vismazākajā mērā nav atkarīgas no cilvēka darbības. Plašāk pazīstamais Saules aktivitātes mainību raksturojošo procesu kopums ir "Saules plankumi" – tumšu plankumu veidošanās uz Saules, kurus raksturo 11, 36, 180 gadu atkārtotā cikls (sk. 3.5. att.). Saules plankumi ir apgabali uz Saules, kuru temperatūra ir zemāka (4000–5000 K) salīdzinājumā ar Saules virsmas temperatūru (≈ 6000 K), un līdz ar to uz Saules virsmas tos var novērot kā tumšus plankumus. Saules plankumu diametrs mainās no 10^3 km līdz $2 \cdot 10^5$ km, bet to pastāvēšanas laiks – no dažām stundām līdz mēnešiem (*Hathaway and Wilson, 2004*). Pieaugot Saules plankumu skaitam, Zeme saņem vairāk elektromagnētiskā starojuma un jonizētu daļiņu plūsmas.

Pirmais Saules plankumus atklāja Galileo Galilejs, bet regulāri novērojumi sākās ar

1849. gadu. Saules plankumu skaitu nosaka, vispirms saskaitot to grupas un pēc tam atsevišķus plankumus. Jaudīgā teleskopā uz Saules var saskatīt vismaz 10–20 plankumu, bet to raksturošanai izmanto Saules plankumu skaitu, ko aprēķina pēc Rūdolfa Volfa formulas:

$$R = k(10g - S),$$

kur R – Saules plankumu skaits,

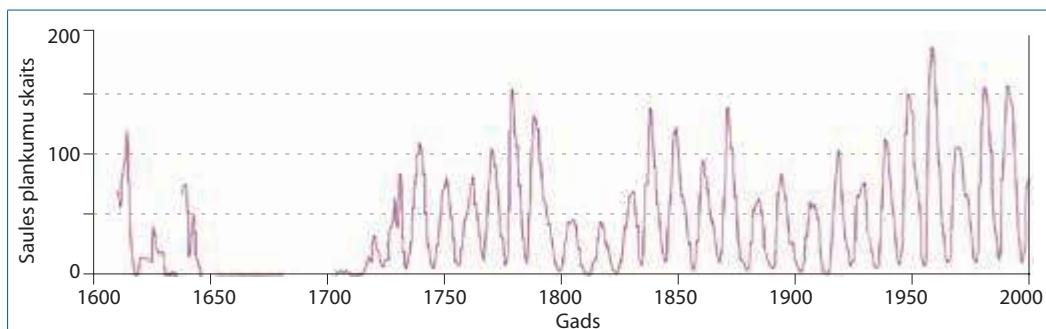
g – Saules plankumu grupu skaits Saules diskā,

k – mainīgais faktors (parasti < 1), kas tiek aprēķināts pēc Saules novērojumiem un teleskopa tipa (binokulāri, kosmosa teleskopi u.c.). Zinātnieki apvieno dažādās observatorijās iegūtos datus – katrai observatorijai ir savs k faktors,

S – kopējais atsevišķo Saules plankumu skaits.

Laikā, kad samazinājās Saules aktivitāte (plankumu skaits), no 1400. līdz 1850. gadam, uz Zemes iestājās tā saucamais Mazais ledus laikmets. Ziemeļamerikā, Eiropā un pārējās zemeslodes daļās klimats kļuva vēsāks (sk. 3.5. att.).

Par pierādītu uzskatāms apgalvojums, ka Saules plankumu veidošanās laikā ievērojami mainās enerģijas daudzums, kuru saņem atmosfēra un Zemes virsma. Tā enerģija, kuru



3.5. att. Gada vidējais Saules plankumu skaits (1610–2000).

saņem Zemes virsma, protams, var mainīties ilgākā laika posmā. Ir pierādītas arī pašas Saules aktivitātes būtiskas izmaiņas, kuras raksturo ievērojama enerģijas daudzuma mainība, ko saņem Zemes virsma. Izpratne par to, kā tieši Saules aktivitāte ietekmē Zemes klimatu, vēl joprojām tikai attīstās. Paaugstinoties Saules aktivitātei, vispirms pieaug augstas enerģijas daļiņu plūsmas. Viens no iespējamajiem ietekmju veidiem ir ietekme uz mākoņu segas veidošanos (sk. turpmāk), jo jonizētās daļiņas noder par ūdens tvaiku kondensācijas centriem. Vairāki pētījumi ir pierādījuši, ka Saules starojuma mainība tieši korelē ar Zemes klimata mainību. Šie pētījumi ir ļāvuši izvirzīt hipotēzi (*Scafetta and West, 2005*), ka Saules aktivitātes mainība nevis CO₂ emisijas pieaugums ir nozīmīgs, bet, iespējams, pat galvenais faktors, kas nosaka klimata mainību.

Klimatu būtiski var ietekmēt arī kosmiskā starojuma mainība. Kosmiskajam starojumam ir zināma ietekme uz aerosolu un mākoņu segas veidošanos atmosfēras augšējos slāņos. Dānijas Kosmosa centra klimata pētnieki apgalvo, ka viens no galvenajiem globālās sasilšanas cēloņiem ir kosmiskā starojuma intensitātes mainība kombinācijā ar Saules aktivitātes un dabiskām Zemes magnētiskā lauka izmaiņām. Saskaņā ar izvirzītajām hipotēzēm pastāv nepārprotama sakritība starp Saules un kosmiskā starojuma un lādētu daļiņu plūsmām un Zemes magnētiskā lauka mainību, un temperatūras svārstībām uz Zemes. Tiek uzskatīts, ka kosmiskajam starojumam ir liela ietekme uz

to, cik daudz mākoņu veidojas atmosfērā. Tā kā mākoņu sega atstaro lielu daļu Saules starojuma izplatījumā, tad mākoņu daudzums lielā mērā nosaka to, cik silts ir uz Zemes. Mākoņi veidojas, ūdens tvaikiem atmosfērā kondensējoties, turklāt par kondensācijas centriem var kalpot jonizētas daļiņas, kuru avots var būt gan Saule, gan kosmiskais starojums. Savukārt Zemes magnētiskā lauka intensitāte ietekmē to, cik daudz no Saules nākošo jonizēto daļiņu un kosmiskā starojuma sasniedz Zemes atmosfēru. Gan Saules aktivitāte, gan kosmiskā starojuma daudzums mainās. Tiek uzskatīts, ka pēdējo 700 gadu laikā Saules aktivitāte ir pieaugusi līdz augstākajam līmenim. Šajā periodā ir piedzīvota globāla temperatūras paaugstināšanās. Pēc Henrika Svensmarka domām, šie faktori ir savstarpēji saistīti. Pēdējo reizi Saules aktivitāte mūsdienu līmenī bija viduslaikos aptuveni no 1000. līdz 1300. gadam. Tolaik bija tik silts, ka vikingi nodarbojās ar lauksaimniecību Grenlandē. Nosakot oglekļa izotopa ¹⁴C daudzumu koku gadskārtu gredzenos, noskaidrota arī kosmiskā starojuma intensitāte attiecīgajā laika posmā. Ogleklis ¹⁴C veidojas, kosmiskā starojuma augstas enerģijas daļiņām atmosfērā saduroties ar atomu kodoliem. Jo vairāk oglekļa ¹⁴C ir gadskārtu gredzenos, jo vairāk kosmiskā starojuma attiecīgajā gadā nonācis Zemes atmosfērā.

Neapšaubāmi Saules starojuma un kosmiskās telpas ietekme uz Zemes klimatu ir viens no saistošākajiem klimata mainības pētījumu virzieniem, kuros iegūtās atziņas ir būtiskas izpratnei par Zemes klimata veidošanos.

3.3. Zemes orbitālās un rotācijas kustības rakstura izmaiņas

Zemes orbītas izmaiņas nosaka Saules starojuma un tā daudzuma sadalījumu uz zemeslodes. Līdz ar to periodiski norisoša klimata mainība saistāma ar Saules radiācijas intensitātes izmaiņām, kuras nosaka ne tik daudz starojuma daudzuma izmaiņas, kuras Zeme saņem no Saules, kā Zemes kustības orbītas izmaiņas ap Sauli. Zemes kustību ap

Sauli raksturo trīs mainības veidi (sk. 3.6. att.). Pirmkārt, mainībai ir pakļauts Zemes orbītas veids — elipses ekscentricitāte, proti, izmaiņas attālumā līdz Saulei. Šī mainības perioda ilgums ir ap 100 000 gadu. Mainībai ir pakļauts arī Zemes rotācijas aksiālais slīpums — Zemes rotācijas ass novietojums attiecībā pret kustības plakni ap Sauli, kas var mainīties no 21,6

līdz 24,5 grādiem (pašlaik tas ir 23,5 grādi). Zemes rotācijas aksiālais slīpuma izmaiņas periods ir 41 000 gadu. Trešais Zemes kustības ap Sauli rakstura mainības veids saistīts ar tā gadalaika nomaiņu, kurā Zeme ir vistuvāk Saulei (Zemes perihēlijs). Šī perioda ilgums ir ap 23 000 gadu (pašlaik Zeme ir vistuvāk Saulei janvārī). Klimata mainībai desmitu un simtu gadu tūkstošu laikā (ledus laikmetu veidošanās un klimata optimuma periodi) pirmo reizi uzmanību pievērsa britu zinātnieks Džeimss Krolls, bet šīs idejas tālāk attīstīja serbu klimatologs Milutins Milankovičs, saistot klimata mainību ar Zemes ass novietojuma mainību attiecībā pret Sauli. Pēc Milankoviča teorijas, Zemes kustības orbītas ap Sauli periodiskā mainība un Zemes rotācijas ass mainība ir bijuši vieni no svarīgākajiem virzītājspēkiem, kas veicinājuši ledus laikmetu iestāšanos. Orbitālās izmaiņas notiek gadu tūkstošiem ilgi. Klimata sistēmas atbildes reakcija uz šīm izmaiņām arī var norisināties tūkstošiem gadu. Pamatvilcienos aprēķinātās Zemes orbītas kustības rakstura izmaiņas un ledus laikmeta periodi sakrīt, līdz ar to apstiprinot Zemes kustības ap Sauli rakstura nozīmību Zemes klimata sistēmas izveidē.

Mainoties Zemes kustības ap Sauli raksturam un tās ass novietojumam, būtiski mainās Saules starojuma sadalījums uz Zemes un tā izmaiņas gada laikā. Šīs izmaiņas īpaši skar Zemes polāros reģionus. Tajā pašā laikā tikai



3.6. att. Zemes kustības ap Sauli orbitāles (E) un Zemes rotācijas ap savu asi un tās novietojuma (T, P) mainības raksturs.

izmaiņas enerģijas daudzumā, kuru Zeme saņem, mainoties Zemes kustības orbītai ap Sauli un Zemes rotācijai ap savu asi un tās novietojumam, neļauj pilnībā izskaidrot temperatūras pazemināšanos ledus laikmetu laikā. Ledus laikmetu iestāšanās un to nomaiņa korelē ar attiecīgām izmaiņām atmosfēras oglekļa dioksīda koncentrācijā. Siltumnīcefekta gāzu koncentrācija atmosfērā, to atbrīvošanās un atgriezeniskā saite starp Zemes orbitālajiem faktoriem un atmosfēras sastāvu ir principiāli nozīmīgs klimatu veidojošs faktors. Milankoviča teorija ļauj prognozēt, kad Zemes kustības rakstura izmaiņas izraisīs būtisku temperatūras pazemināšanos uz Zemes – nākamo ledus laikmetu. Saskaņā ar aprēķiniem tas var iestāties pēc $\approx 50\,000$ gadu.

3.4. Ģeoloģiskās un kosmiskās katastrofas

Dažāda veida katastrofas var būtiski ietekmēt Zemes klimatu, kaut arī šķiet, ka tās notiek reti. Jau Bendžamins Franklins norādīja, ka vulkānu izvirdumi var ietekmēt klimatu, un uzskatīja, ka auksto ziemu Eiropā 1783./1784. gadā radīja Laki vulkāna izvirdums Islandē 1783. gada jūlijā. Vulkānu izvirdumu laikā atmosfērā nonāk un sasniedz stratosfēru (pat 15–50 km augstumu) putekļu daļiņas, kā arī sēra savienojumi, galvenokārt sēra dioksīds. Atmosfēras augšējās

slāņos putekļu daļiņas var saglabāties ilgu laiku (vairākus gadus vai gadu desmitus), turklāt var izkliedēties visā Zemes atmosfērā. Putekļu un aerosolu klātbūtne atmosfērā nosaka to, ka liela daļa Saules starojuma tiek atstarota kosmiskajā telpā, un līdz ar to mazāks siltuma daudzums sasniedz Zemes virsmu. Turklāt putekļu un aerosolu daļiņas noder par ūdens tvaiku kondensācijas centriem, sekmējot mākoņu segas izveidošanos, kas vēl vairāk samazina starojuma daudzumu, kurš sasniedz

Zemes virsmu. Mākoņu segas izveidošanos īpaši sekmē sulfātjonus saturoši putekļi un aerosoli, kā arī sēra dioksīds.

Krakatau vulkāna (Indonēzija) izvirdums 1883. gadā tika minēts jau iepriekš, tomēr vislabāk ir izpētītas pēdējo 50 gadu laikā notikušo vulkānu izvirdumu sekas. Piemēram, Pinatubo vulkāna (Filipīnas) izvirduma laikā 1991. gadā atmosfērā tika izmesti 20 000 000 tonnu putekļu un ievērojams daudzums sēra savienojumu. Tiek lēsts, ka vulkāna izvirdums samazināja enerģijas daudzumu, kas no Saules sasniedza Zemi, par 3–4 W/m². Tas savukārt radīja Zemes temperatūras pazemināšanos, turklāt vulkāna izvirduma sekas ietekmēja Zemes temperatūru divus līdz trīs gadus pēc šīs katastrofas. Līdzīgi arī Elčičona vulkāna izvirdums Meksikā spēja ietekmēt globālo klimatu, galvenokārt augstā sēra satura dēļ gāzu un putekļu masā, kas tika izmesta no vulkāna. Tomēr ne Zemes, ne arī

cilvēces vēsturē šie vulkānu izvirdumi nepavisam nav apjomīgākie. Tiek vērtēts, ka Tambora vulkāna izvirdumā (Indonēzijā) 1815. gadā atmosfērā nokļuva desmitiem reižu lielāks putekļu un aerosolu daudzums nekā Pinatubo vulkāna izvirdumā, un tādēļ 1816. gadu apraksta kā “gadu bez vasaras”, kad vēlas salnas iznīcināja graudaugu ražu, bet vasara lielā daļā Eiropas bija neparasti īsa un auksta. Tiek pieļauts, ka vēl spēcīgāki izvirdumi (piemēram, pirms 73 000 gadu) spēja izraisīt ledus laikmetu.

Mūsdienās veiktā klimata mainības modelēšana ir pierādījusi, ka arī kodolkarš, kura laikā atmosfērā nokļūtu liels apjoms radioaktīvu putekļu, radītu līdzīgu efektu – tā saukto kodolziemu.

Arī kosmiskas katastrofas spēj būtiski ietekmēt Zemes klimatu. Tas attiecas gan uz meteoru un komētu nokrišanas sekām, gan arī uz kosmisko putekļu ietekmēm.

3.5. Okeānu ūdeņu plūsmu mainība

Protams, pastāv arī citas ietekmes, kas kopumā nosaka esošos laikapstākļus un klimatu. No tiem vispirms var minēt okeānu kustības raksturu un tā mainību. Ūdens lielās siltumietilpības un sajaukšanās dēļ okeānu un jūru virskārta sasilst un atdziest daudz lēnāk nekā sauszeme. Tādēļ piejūras apgabalu klimatam raksturīgas mazākas sezonālās un diennakts gaisa temperatūras svārstības salīdzinājumā ar iekšzemes apgabaliem, kuros valda kontinentāls klimats. Pasaules okeāna tilpums ir gandrīz 1349·10⁶ km³, bet virsējā 1000 m slāņa tilpums – ap 160·10⁶ km³ (aprēķināts kā 11,915% no Pasaules okeāna kopējā tilpuma). Lai uzsildītu 1 litru ūdens par 1 °C, jāpatērē 1 kcal jeb aptuveni 4,186·10³ J enerģijas. Primārā Saules starojuma plūsma, kas sasniedz Zemes virsmu, ir 168 W/m² jeb 5,298·10⁹ J/m² gadā. Var aprēķināt, ka gada laikā saņemtā enerģijas daudzuma pietiek, lai uzsildītu okeāna virsējo, 1000 m biezo sajauktā ūdens slāni tikai par aptuveni 1,26 °C. Okeāna siltumietilpība ir tik milzīga, ka pat niecīgas

ūdens temperatūras izmaiņas liecina par nozīmīgām siltuma bilances izmaiņām. ASV Nacionālā okeanogrāfisko datu centra zinātnieki aprēķinājuši, ka laikposmā kopš 20. gs. 50. gadu vidus okeāna vidējā temperatūra pieaugusi par 0,06 °C. Tam nepieciešami aptuveni 2·10²³ J. Vērtējot Pasaules okeāna izlīdzinošo ietekmi uz Zemes klimatu, jāņem vērā arī siltuma daudzums, kas tiek saistīts un atbrīvots, mainoties ūdens agregātstāvoklim, – ūdens iztvaikošanas un ledus kušanas siltums (tā sauktais latentais siltums). Ikvienam pazīstamas parādības, kas saistītas ar iztvaikošanas siltumu – ķermeņa “atvēsināšanās”, iztvaikojot sviedriem, salnas augsnes virskārtā, kad ūdens iztvaikošana no augiem un augsnes pazemina temperatūru pat zem 0 °C. No Pasaules okeāna virsmas gadā vidēji iztvaiko 420 tūkstoši km³ ūdens, kas atbilst apmēram 1,25 m biežam ūdens slānim. Iztaicējot šādu ūdens daudzumu, tvaika latentajā siltumā tiek saistīts 2,840·10⁹ J/m² gadā, tātad vairāk nekā puse no Saules starojuma enerģijas, kas sasniedz okeāna virsmu. Jāņem

vērā, ka ūdens tvaikos saistītais latentais siltums atbrīvojas atmosfērā, kad, veidojoties mākoņiem, tvaiks kondensējas ūdens pilieniņos. Šādi latentā siltuma plūsma pārnes siltumu no okeāna virsmas atmosfērā. Ir aprēķināts – ja šīs parādības nebūtu, sauszemes temperatūra sasniegtu 65 °C un tad iestātos starojuma līdzsvars starp Zemes virsmas saņemto Saules starojumu un izstaroto enerģiju. Ūdens iztvaikošanas siltums ir 2272 J/g, bet sasaldēšanas siltums ir 334 J/g. Pieņemot, ka Zemes ledāju un sniega masa ir ap 29,7 miljoni km³, var aprēķināt siltuma daudzumu, kas tiktu saistīts latentajā siltumā, ja viss ledus un sniegs izkustu.

Pasaules okeāns izlīdzina ne tikai temperatūras izmaiņas laikā, bet arī mazina klimata kontrastus starp dažādām zonām un reģioniem. Straumes okeāna virskārtā rodas vēja un Zemes griešanās spēka (t.s. Koriolisa spēka) mijiedarbībā. Līdz ar ūdeni siltās virsūdens straumes pārvieto milzīgu siltuma enerģijas daudzumu no Pasaules okeāna tropiskajiem rajoniem uz mērenā un aukstā klimata joslām, tādējādi padarot daudz maigāku klimatu plašos sauszemes apgabalos. Savukārt aukstās straumes “atdzesē” tropiskos apgabalus.

Plašāk pazīstama (un arī caurplūduma ziņā iesaistīgākā) ir siltā Golfa straume un tās turpinājums: Ziemeļatlantijas straume Atlantijas okeānā un Kurosio straume Klusajā okeānā. Golfa straume, kuras plūdums aizsākas Meksikas līcī, nereti tiek tēlaini dēvēta par pasaules lielāko upi, jo parasti tā ir 80–150 km plata un 800–1200 m dziļa. Lielākais straumes ātrums ir okeāna virskārtā – ap 2,5 m/s. Izplūstot no Meksikas līča, Golfa straumes caurplūdums ir ap 30 miljonu kubikmetru sekundē, bet, sasniedzot Haterasa ragu, tas pieaug līdz pat 80 miljoniem kubikmetru sekundē. Pakāpeniski atdodot savu siltumu atmosfērai, Golfa straume plūst gar Ziemeļamerikas krastu, bet tās turpinājumi – Ziemeļatlantijas straume un Norvēģijas straume – apskalo Ziemeļeiropas krastus.

Golfa straumes analogs Klusajā okeānā ir siltā Kurosio straume, kura aizsākas pie Taivānas un plūst ziemeļaustrumu virzienā gar Japānas arhipelāga austrumu malu. Tiek uzskatīts, ka Kurosio straumes dēļ Japānas salu klimats

ir krietni maigāks, nekā tam vajadzētu būt atbilstoši ģeogrāfiskajam novietojumam. Kurosio straume būtiski ietekmē jūras bioloģisko produktivitāti, nodrošinot bagātīgus zivju loms, un tādēļ var pastāvēt pasaulē vistālāk uz ziemeļiem sastopamie koraļļu rifi.

Izplatīts ir uzskats, ka Golfa straume ir galvenais iemesls, kāpēc Ziemeļeiropā klimats ir daudz maigāks salīdzinājumā ar Ziemeļamerikas austrumu piekrastes apgabaliem tajos pašos platuma grādos. Tomēr šo hipotēzi, kura izvirzīta 19. gs. vidū, mūsdienu klimata modeļi neapstiprina. Sasniedzot Eiropu, Ziemeļatlantijas straumes ūdeņi jau atdevuši tik daudz siltuma, ka to ietekme uz gaisa temperatūru nepārsniedz dažus grādus. Pēc vairāku zinātnieku domām, daudz lielāka nozīme ir atmosfēras gaisa masām, kas pārsvarā pārvietojas no Atlantijas okeāna Eiropas virzienā. Protams, nevar noliegt, ka par šo gaisa masu “sasildīšanu” jāpateicas Golfa straumei. Tiek uzskatīts, ka, pastāvot Mazajam ledus laikmetam, Golfa straumes plūdums pavājinājies apmēram par 10% salīdzinājumā ar mūsdienām. Tomēr modeļaprēķini neapstiprina saziņas līdzekļos plaši atspoguļotos minējumus par Golfa straumes pavājināšanās katastrofālo efektu uz klimatu Ziemeļamerikā un Eiropā. Golfa straumes “apstāšanās” varētu izraisīt temperatūras pazemināšanos tikai par dažiem grādiem.

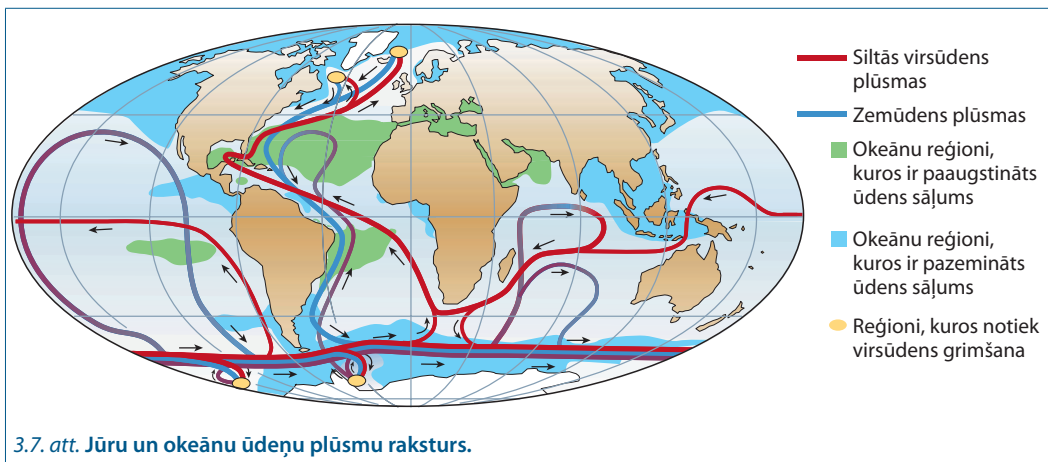
Okeāna virsūdens straumes ietekmē klimatu galvenokārt piekrastes rajonos, kamēr okeāna termohalīnā cirkulācija lielā mērā nosaka klimatu visas Zemes mērogā. Okeānu ūdeņu globālo plūsmu raksturu veido mazāka blīvuma virsūdens plūsmas, kurās notiek pirmprodukcija (līdz ar to intensīvi asimilējot biogēnos elementus – slāpekļa, fosfora un silīcija savienojumus), un zemūdens plūsmas. Virsūdens plūsmas ūdeņi ir siltāki, piesātināti ar skābekli, bet ar ievērojami zemāku sāļu koncentrāciju (to nosaka atmosfēras nokrišņi un virszemes notecē) nekā zemūdens plūsmas. Zemūdens plūsmu sāļums ir ievērojami augstāks, bet, dzīvībai organiskajai vielai nogrimstot, tās ir bagātinājušās ar biogēnajiem elementiem. Reģionālās okeānu ūdeņu sāļuma izmaiņas (piemēram, Atlantijas okeāna centrālajā daļā iepļūstot

Vidusjūras ūdeņiem) ievērojami maina ūdeņu plūsmu raksturu. Izтваikošanas dēļ Atlantijas okeāna silto straumju nestais ūdens atdziest, bet tā sāļums ievērojami palielinās, tādējādi padarot ūdeni blīvāku. Sasniedzot okeāna ziemeļu robežu, no dienvidiem plūstošais virsmas ūdens ir jau tik blīvs, ka tas “nogrimst” zem sastaptā Ziemeļu Ledus okeāna ūdens. Jūras šaurumos abpus Grenlandei (Dāņu šaurumā starp Grenlandi un Islandi un Deivisa šaurumā starp Bafina zemi un Grenlandi) novērojama spēcīgākā virsūdens grimšana visā Pasaules okeānā. Dziļākajos slāņos nonākušais ūdens plūst atpakaļ uz dienvidiem līdz pat Antarktīdas šelfam, kur tas papildinās ar aukstu ūdeni no Dienvidu cirkumpolārās straumes. Okeāna virskārtā nogrimušais ūdens nonāk, kad tas sasniedzis Indijas un Klusā okeāna ziemeļu šelfa nogāzes. Izmaiņas okeānu ūdeņu plūsmas raksturā Klusajā okeānā rada būtisku ietekmi uz ļoti plašu reģionu klimatu (*El Niño* un *La Niña*). Grandiozais “okeāna konveijers” (sk. 3.7. att.) virzās lēni, tā aprites cikls ir 1400–1600 gadu, taču tā nozīme, regulējot globālo klimatu, pēc zinātnieku vairākuma domām, ir milzīga.

Pretēji vairāku klimata modelētāju apgalvojumam, ka okeāna straumju ietekme uz sauszemes klimatiskajiem apstākļiem ir pārspīlēta, ģeoloģiskie pētījumi liecina, ka laikposmos, kad virsūdens grimšana Atlantijas okeāna ziemeļos bijusi traucēta, bet okeāna termohalinā cirkulācija pavājinājusies vai pat pagriezusies

pretējā virzienā, Eiropas klimats kļuvis ievērojami skarbāks. Apmēram pirms 12 900–11 500 gadu ledāju ledussegas atkāpšanas pārtrauca īslaicīgs aukstuma periods – Vēlais driass. Ziemeļeiropā taigas mežus no jauna aizstāja tundra, bet kalnu apvidos ledāju kušanu nomainīja jauna uzsaluma veidošanās. Neņemot vērā dažas pretrunas, vairums zinātnieku uzskata, ka Vēlā driasa pēkšņā uzsākšanās saistāma ar traucējumiem okeāna termohalinātajā cirkulācijā. Ziemeļamerikas ledāju kušanas ūdens izveidoja milzīgu saldūdens baseinu kontinenta vidienē, mūsdienu ASV un Kanādas teritorijā, tā saukto Agasī ezeru. Kad aptuveni pirms 13 000 gadu Agasī ezera ūdens pārrāva ūdensšķirtni, kas to norobežoja no Atlantijas okeāna, saldūdens ieplūda okeānā, strauji samazinot okeāna virskārtas ūdens sāļumu un blīvumu. Bija jāpaiet vairāk nekā 1000 gadiem, lai Atlantijas okeāna virsūdens blīvums atgūtu tādu pakāpi, ka varētu atjaunoties ūdens grimšana un līdz ar to arī termohalinā cirkulācija.

Pašreiz notiekošās globālās sasilšanas kontekstā jāpiemin, ka ap 55 miljoniem gadu atpakaļ paleocēna/eocēna temperatūras maksimuma laikā, līdzīgi kā mūsdienās, notika globāla sasilšana, kuru izraisīja siltumnīcefekta gāzu koncentrācijas pieaugums atmosfērā. Okeāna ūdens strauji sasila vidēji par 7–8 grādiem, un dažu tūkstošu gadu laikā okeāna termohalinā cirkulācija pavērsās pretējā virzienā. Zīmīgi, ka termohalinās cirkulācijas apgrieztais plūdums



turpinājās vismaz 100 000 gadu. Līdzīgi vēlā driasa laikā termohalinās cirkulācijas izbeigšanos izraisīja ūdens grimšanas pavājināšanās Ziemeļatlantijā.

Termohalinā cirkulācija darbojas ne tikai kā temperatūru izlīdzinošs mehānisms, bet arī palīdz noglabāt okeāna dziļākajos slāņos ūdenī izšķīdušo atmosfēras CO₂. Nesen veiktie aprēķini rāda, ka pēdējo 200 gadu laikā Pasaules okeāns spējis absorbēt apmēram 1/3 (118 ± 19 Pg C)

no visa cilvēka darbības rezultātā emitētā oglekļa gāzes daudzuma (244 ± 20 Pg C). "Okeāna konveijera" lēnās kustības dēļ lielākā daļa okeāna dziļāko slāņu ūdens šajā laikā vēl ne reizes nav bijusi saskarē ar atmosfēru. Tādējādi pašlaik tiek izmantota apmēram 1/3 no Pasaules okeāna ūdens spējas absorbēt atmosfēras CO₂. Šī spēja var pilnībā realizēties tikai tad, ja okeāna termohalinā cirkulācija darbojas normālā režīmā.

3.6. Jūru un okeānu ūdeņu un atmosfēras mijiedarbība

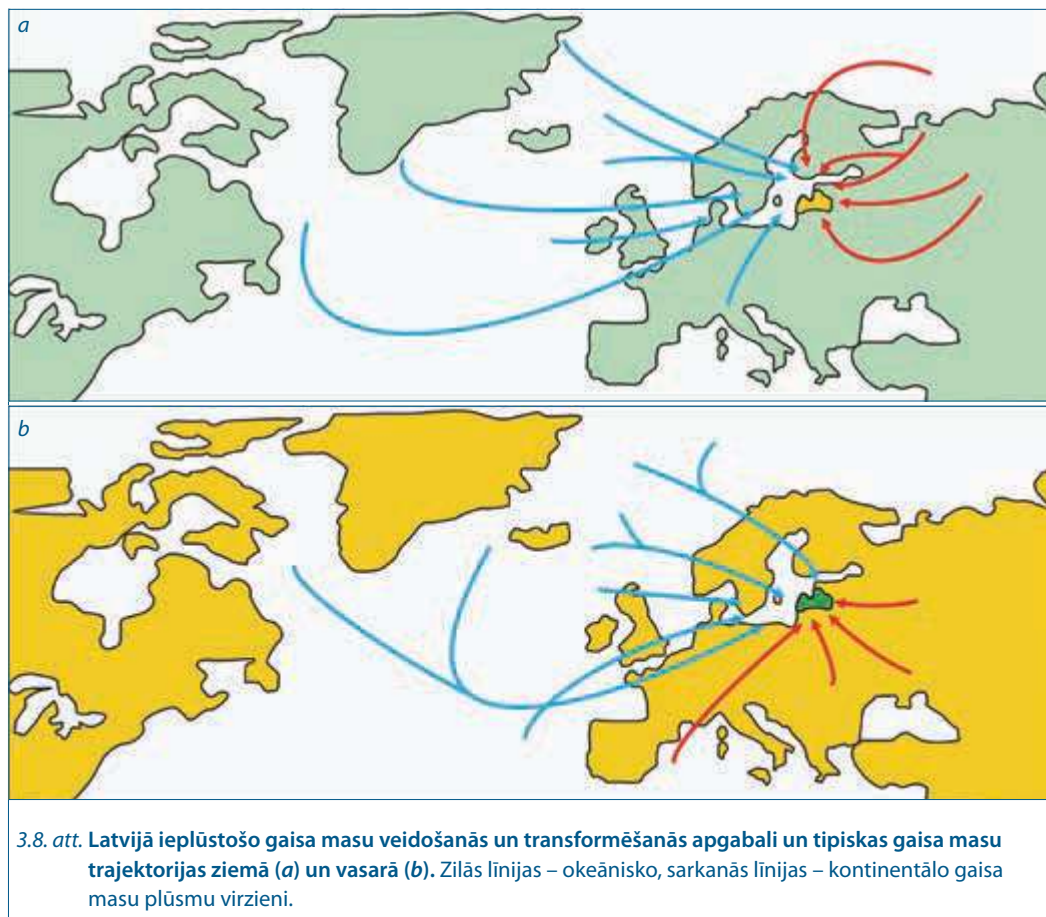
Klimatu katrā konkrētajā vietā ietekmē ne tikai Saules starojuma intensitāte, bet arī atmosfēras gaisa masu plūsmas un to mijiedarbības raksturs gan ar sauszemes virsmu, gan ar jūru un okeānu ūdeņiem. Tā kā jūras un okeāni aizņem lielāko daļu no Zemes virsmas, bet tie ir kustīgi un straumes spēj pārnest uzsilušas vai atdzisušas ūdens masas lielos attālumos, tad atmosfēras gaisa plūsmu un ūdeņu plūsmu mijiedarbība ir nozīmīgs klimatu veidojošs faktors.

Par gaisa masām sauc plašas zemākās atmosfēras (troposfēras) daļas ar viendabīgām fizikālām īpašībām, kuru iekšienē gaisa temperatūras un citu meteoroloģisko rādītāju vērtību mainība ir relatīvi zema. Gaisa masas pārvietojas ar atmosfēras cirkulācijas plūsmām. Tās spēj absorbēt ūdens tvaikus, kas iztvaiko no sauszemes vai jūru un okeānu virsmas, bet pēc tam atbrīvojas no tiem nokrišņu veidā. Gaisa masas var aizņemt tūkstošiem kvadrātkilometru plašus apgabalus, bet to izmēri vertikālā virzienā var būt no dažiem kilometriem līdz pat 10 km augstumam. No vietas, kur gaisa masas ir veidojušas un kas tiek saukta par gaisa masu cilmvietu, tās paņem līdzī konkrētās virsmas iezīmes. Gaisa masas pārvietojas ar atmosfēras cirkulācijas plūsmām kā vienots veselums. Parasti tās atrodas cita citai blakus vai slīpā plaknē cita aiz citas. Gaisa masas šķir šauras pārejas joslas jeb atmosfēras frontes. Gaisa masas atšķiras pēc to cilmvietas, temperatūras, mitruma un sadalījuma (putekļi, ūdens tvaiki

un citas daļiņas). Gaisa masu plūsmas ietekmē laikapstākļus, jo tās nosaka

- 1) gaisa mitrumu un temperatūru. Ja gaisa mitrums ir zems, raksturīgs neliels mākoņu daudzums, bet, ja sauszemes teritoriju ir sasniegušas gaisa masas, kuras izveidojušas virs okeāniem, to mitrums ir augsts, un var veidoties mākoņi, migla vai nokrišņi;
- 2) gaisa masu stabilitāti.

Latvijā ieplūst dažādas izcelsmes gaisa masas, kas ir veidojušas dažādos platuma grādos gan virs Atlantijas okeāna, gan kontinentiem un tāpēc ir ļoti atšķirīgas pēc temperatūras, mitruma, vēja stipruma un citām īpašībām. Gaisa masas pamatā var iedalīt okeāniskās un kontinentālās atkarībā no to mitruma jeb ūdens tvaiku satura gaisā. Okeāniskās gaisa masas veidojas virs okeāniem, un tās satur daudz mitruma. Kontinentālo gaisa masu cilmvietas ir sauszemes apgabali, tāpēc tās parasti satur maz mitruma. Kontinentālās gaisa masas no okeāniskajām gaisa masām atšķiras ar putekļu un aerosolu daudzumu, kā arī cilvēku radītā piesārņojuma klātbūtni. Kontinentālās gaisa masas, kas veidojas arktiskajos apgabalos, var būt aukstas un ar zemu mitruma saturu, kā arī zemu putekļu un aerosolu saturu. Gaisa masu plūsmu raksturs gada laikā būtiski mainās atkarībā no Saules radiācijas intensitātes, kā arī katram gadalaikam tipiskā gaisa plūsmu režīma. Ja ziemā izveidojas noturīgs anticiklons un ilgstoši pastāv zema temperatūra, tā cēlonis ir no ziemeļiem ieplūdušās arktiskās gaisa masas, bet vasarā ilgstoši

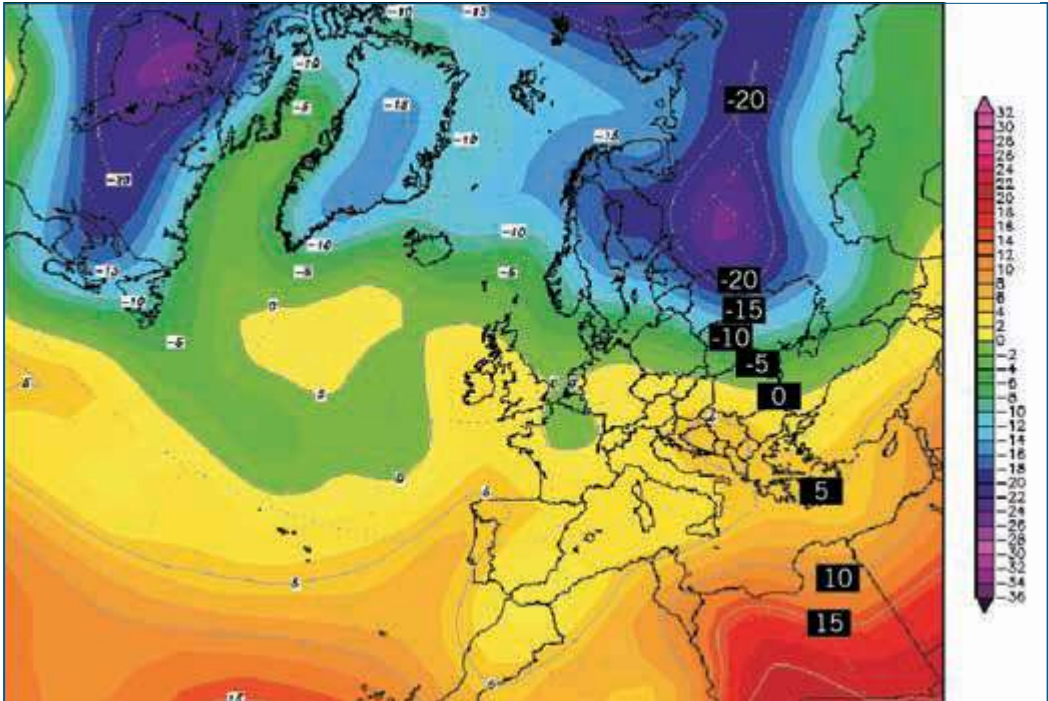


siltu laiku nosaka gaisa masas, kuras Latvijas teritorijā ir pārnestas no Āfrikas kontinenta vai no Eiropas dienvidu daļas (sk. 3.8. att.).

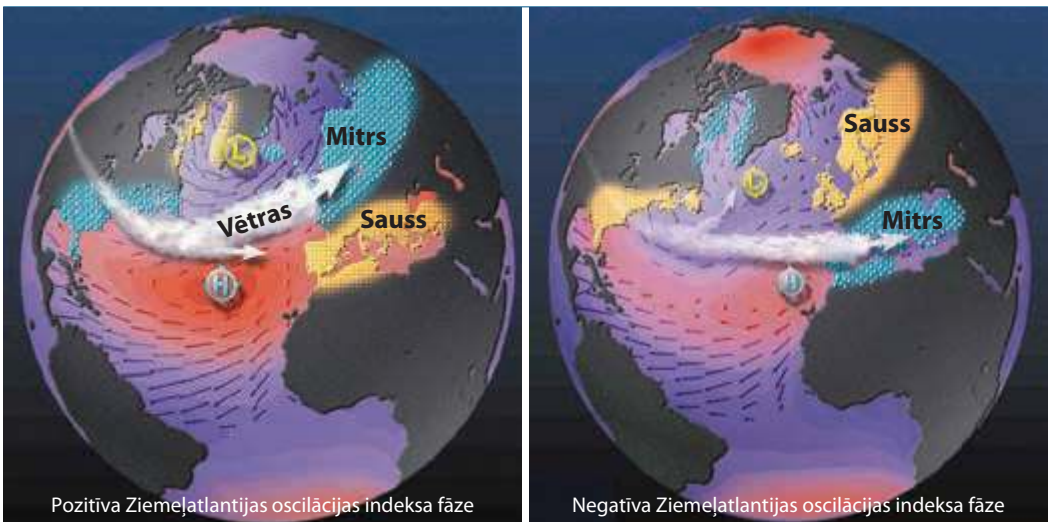
Globālā atmosfēras cirkulācija ir sistēma, kas pēc apjoma līdzinās kontinentu vai okeānu izmēriem. Šī gaisa kustība kopā ar okeāna cirkulāciju nosaka siltuma sadalījumu uz visas Zemes. Tā, piemēram, ja nenotiktu atmosfēras cirkulācija, vidējā ziemas temperatūra polu rajonos būtu ap $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ tagadējo $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ vietā. Liela mēroga gaisu masu pārnese nosaka Latvijai raksturīgos mainīgos laikapstākļus. Atlantijas okeāna ūdeņu cirkulācijas raksturs būtiski ietekmē klimatu Latvijā un bieži ir galvenais faktors, kas nosaka laikapstākļus, ietekmējot to lielo mainību. Laikapstākļus Latvijā nosaka tas, ka atmosfēras gaisu masu

liela mēroga cirkulācija veidojas virs Atlantijas okeāna ziemeļdaļas.

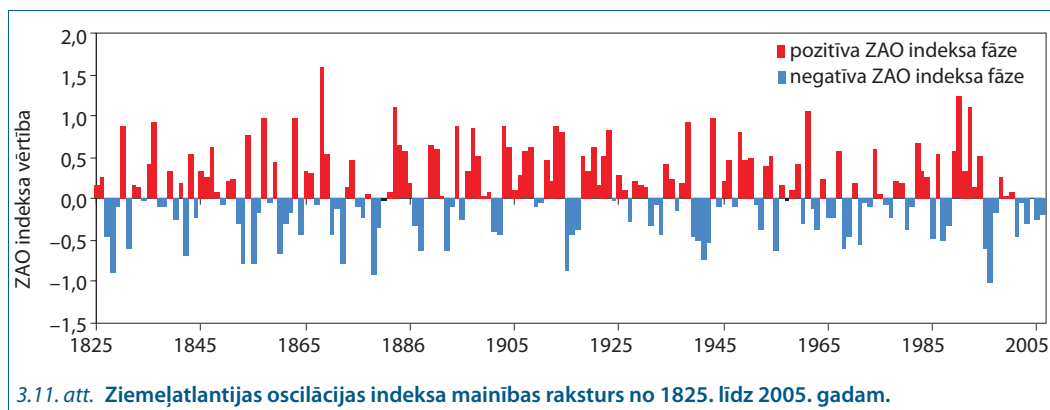
Liela mēroga atmosfēras gaisu masu veidošanās un cirkulācijas procesus ietekmē pazeminātais atmosfēras spiediens Atlantijas okeāna ziemeļdaļā (pastāv zema spiediena sistēma), kamēr ekvatora tuvumā izveidojas augsta spiediena apgabals (sk. 3.10. att.). Šīs sistēmas raksturošanai izmanto gaisa spiediena atšķirību Islandes un Azoru salu meteoroloģiskajās stacijās izdarītajos mērījumos. Islandes un Azoru atmosfēras spiediena sistēmas un spiediena starpība starp tām periodiski mainās, tās apraksta kā Ziemeļatlantijas oscilāciju (ZAO, angļu valodā *North Atlantic Oscillation* – NAO), bet mainības skaitliskai izteikšanai izmanto ZAO indeksu (sk. 3.10. att.).



3.9. att. Gaisa temperatūras sadalījums, °C, 850 hPa līmenī virs Eiropas (2007. gada 22. februāris). Izotermu izvietojums parāda auksta gaisa ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) ieplūšanu Latvijā no ziemeļaustrumiem. Tās ir kontinentālas arktiskas gaisa masas.



3.10. att. Ziemeļatlantijas oscilācijas fāzes ietekme uz laikapstākļu veidošanos Eiropā.
L – zema spiediena apgabals, H – augsta spiediena apgabals.



Ja Ziemeļatlantijas klimata sistēmā izveidojas izteikti augsta spiediena apgabals virs Azoru salām (pozitīva ZAO indeksa fāze), bet pazemināta spiediena centrs virs Islandes, tad spēcīgas gaisa masu plūsmas no rietumiem sekmē ar ūdeni piesātinātu gaisa masu pārnesi no Ziemeļatlantijas uz Eiropas ziemeļdaļu un Krieviju, vienlaikus sekmējot auksta gaisa plūsmas Rietumgrenlandes virzienā (sk. 3.10. att.). Šīs noturīgās gaisa plūsmas bloķē ceļu virs Āfrikas uzsilušajām gaisa masām, un līdz ar to Vidusjūras reģionā veidojas karsts un sauss laiks.

Negatīvas Ziemeļatlantijas oscilācijas indeksa fāzes gadījumā Ziemeļatlantiju šķērso mazāk ciklonu, un tie novirzās vairāk Vidusjūras apgabala virzienā, bet Eiropas ziemeļdaļā valda sauss un kontinentāls klimats (sk. 3.11. att.).

Jūru un okeānu ūdeņu plūsmu un atmosfēras cirkulācijas mijiedarbība uzskatāma par nozīmīgu faktoru, kas nosaka augsto klimata mainību, tomēr klimata sistēmas izmaiņas (to skaitā arī globālā sasilšana) var mainīt šīs mijiedarbības raksturu, sekmēt ekstremālu parādību biežuma palielināšanos.

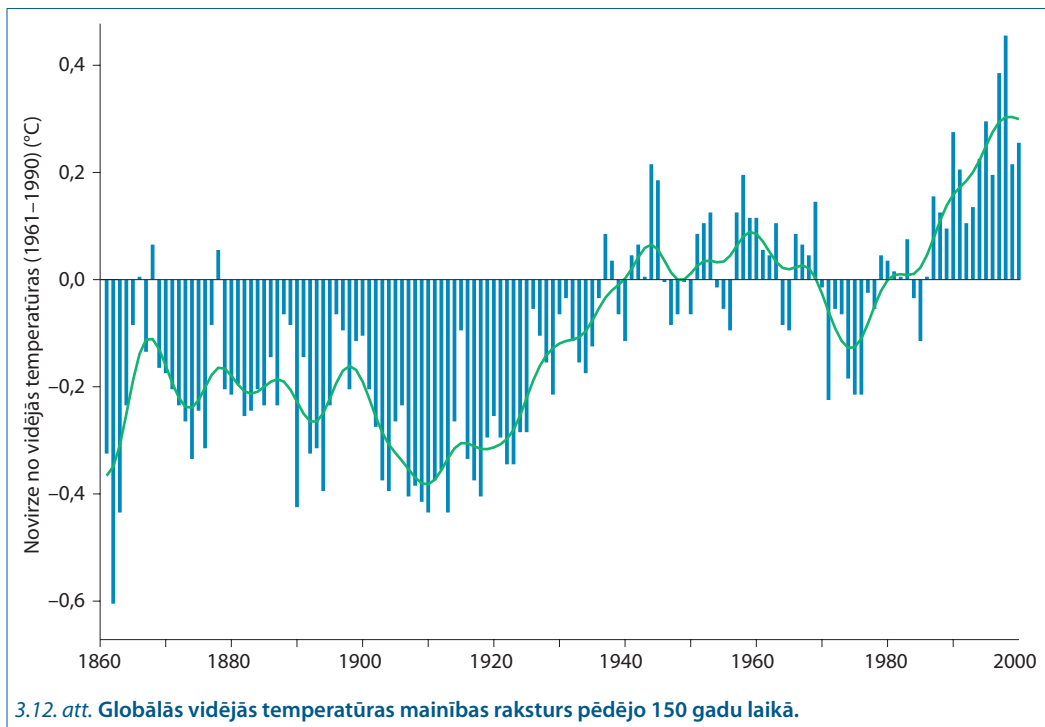
3.7. Klimata mainības raksturs un cilvēka ietekme uz to

Klimatu pēdējo simts gadu laikā raksturo ievērojamas pārmaiņas, kas ir ļoti straujas salīdzinājumā ar izmaiņu raksturu pēdējo tūkstošu gadu laikā, kā arī garākā laika posmā (sk. 3.12. att.). Tiek vērtēts, ka laika posmā no 1861. līdz 2005. gadam Zemes gada vidējā temperatūra ir paaugstinājusies par $0,6 \pm 0,2$ °C, turklāt temperatūras paaugstinājums ir noticis galvenokārt laika posmā no 1910. līdz 1945. gadam un no 1976. gada līdz mūsdienām. Desmit gadi ar augstāko gada vidējo temperatūru meteoroloģisko novērojumu vēsturē bijuši pēc 1980. gada, bet septiņi – pēc 1990. gada. Novērojumi apstiprina, ka pēdējās

simtgades laikā mainījies arī temperatūras diennakts sadalījums, kā arī paaugstinājusies temperatūra virs jūru un okeānu virsmas.

Klimata pārmaiņu raksturs saistāms ne tikai ar temperatūras paaugstināšanos, bet arī ar izmaiņām nokrišņu daudzumā, klimata kā sistēmas stabilitātē, ekstremālo klimatisko parādību biežuma mainībā un citu klimatu raksturojošo parametru būtiskajās izmaiņās.

Liela daļa pētījumu klimata mainību saista ar cilvēka darbības rezultātā veidoto gāzu emisijas pieaugumu pēdējā gadsimta laikā. Ir pierādīts, ka pēdējo 100 gadu laikā ir ievērojami palielinājusies lielākā daļa siltumnīcefekta gāzu



koncentrācija gaisā. To vislabāk pierāda CO₂ koncentrācijas pieauguma tendences Maunaloa observatorijā (Havaju salas, ASV).

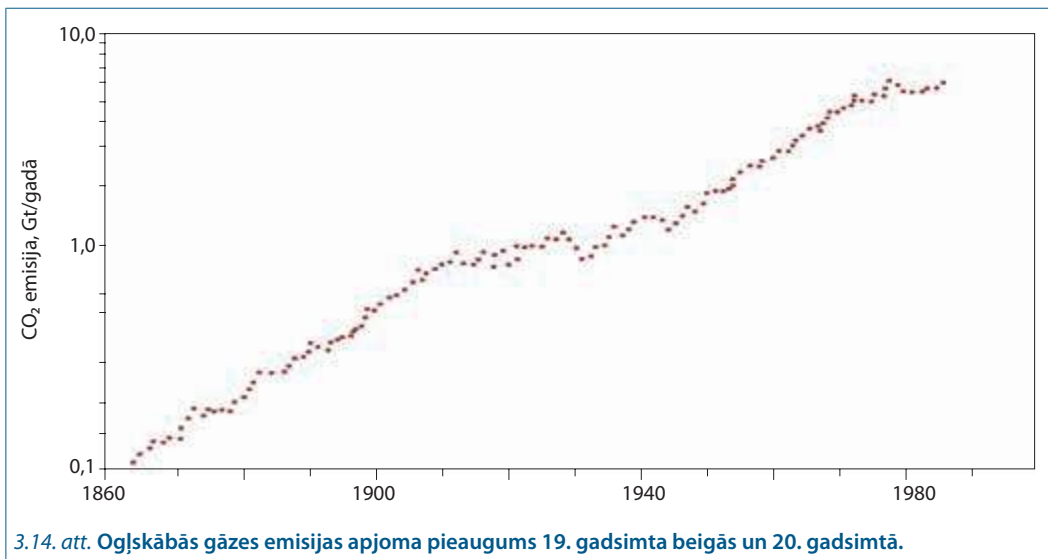
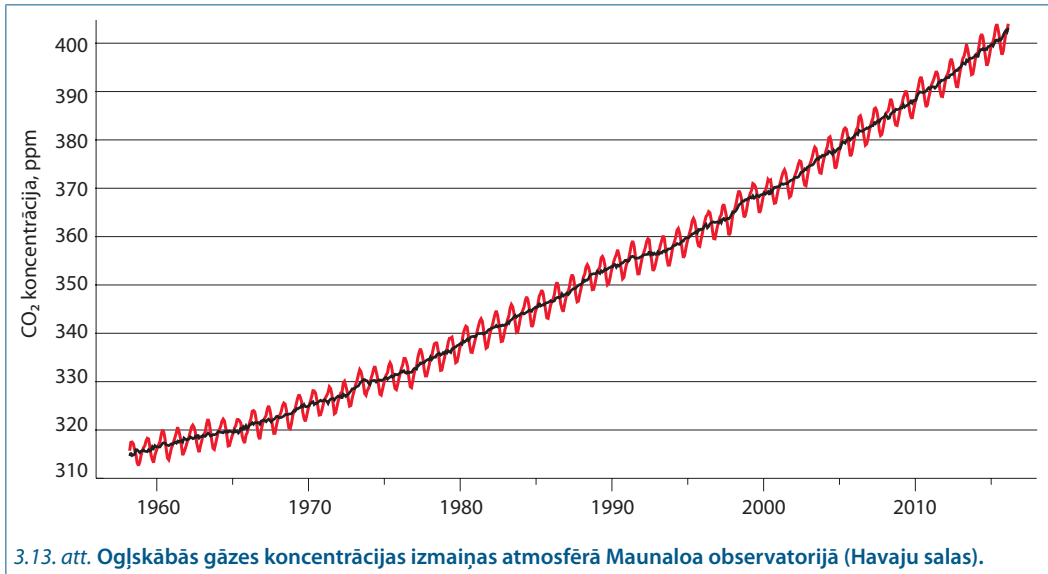
Novērojumi, kas veikti Maunaloa observatorijā, sākot no 1958. gada, parādīja, ka ogļskābās gāzes koncentrācija novērojumu punktā, kas atrodas tālu no tieša piesārņojuma avotiem, vidēji pieaug par 0,46% gadā (sk. 3.13. att.). Ogļskābās gāzes koncentrācija gaisā ievērojami mainās atkarībā no sezonas. Tas saistīts ar fotosintēzes procesu intensitātes izmaiņu sezonālo raksturu. Līdzīgi rezultāti konstatēti arī citās pētījumu stacijās Eiropā un Āzijā.

Ogļskābās gāzes un vairāku citu siltumnīcefekta gāzu koncentrācija atmosfērā tieši korelē ar cilvēka darbības rezultātā emitēto vielu apjomu (sk. 3.14. att.). Galvenais CO₂ emisijas avots ir fosilā kurināmā (naftas pārstrādes produkti, ogles, kūdra, degslānekļis) sadedzināšana, nozīmīgs metāna avots ir lauksaimnieciskā ražošanas un naftas pārstrāde. Tajā pašā laikā mūsdienu sabiedrība ir lielā mērā atkarīga no enerģijas avotiem, kas nodrošina lielāko daļu ražošanu, transportu un katra cilvēka labklājību.

Nemot vērā CO₂ emisijas apjomu pieaugumu, tiek vērtēts, ka līdz gadsimta vidum oglekļa dioksīda koncentrācija atmosfērā salīdzinājumā ar mūsdienām dubultosies, kas var izraisīt Zemes gada vidējās temperatūras paaugstināšanos par 1,5–4,5 °C.

Analizējot vēsturiski novēroto klimata mainības raksturu, piemēram, ledus masā ieslēgto gāzu sastāvu, un rekonstruējot temperatūras mainības gaitu pēdējo 500 000 gadu laikā, redzams, ka rekonstruētās temperatūras vērtības cieši korelē ar siltumnīcefekta gāzu, vispirms CO₂, koncentrācijas vērtībām (sk. 3.14. att.), kas apstiprina pieņēmumu, ka siltumnīcefekta gāzu nozīme Zemes klimata veidošanā ir ievērojama un globālā sasilšana saistāma ar šo gāzu koncentrācijas izmaiņām.

Ogļskābā gāze ir viena no būtiskākajām siltumnīcefekta gāzēm, jo tās koncentrācija atmosfērā salīdzinājumā ar citām siltumnīcefektu veicinošām gāzēm ir vislielākā. Taču ogļskābā gāze ir viens no oglekļa aprites elementiem. Oglekļa aprītē (biogeoķīmiskās aprites cikls) vieni oglekļa savienojumi pārvēršas



citos, un tas var notikt atmosfērā, hidrosfērā un biosfērā. Kā ķīmiskais elements ogleklis ir nozīmīgs visām dzīvības formām. Ogleklis ir sastopams piecās “krātuvēs”:

- 1) atmosfērā oglekļa dioksīda formā;
- 2) organiskos savienojumos biosfērā;
- 3) hidrosfērā izšķīdušā oglekļa dioksīda un karbonāciju, kā arī izšķīdušo oglekļa organisko savienojumu formā;
- 4) kalcija karbonāta veidā kaļķakmeņos un organiskajos nogulumiežos;
- 5) humusa veidā augsnes sastāvā.

Katra no šīm “krātuvēm” ir iesaistīta oglekļa aprites ciklā (sk. 3.16. att.).

Oglekļa ciklā nozīmīgākā ir biosfēra un jūru un okeānu dzīvie organismi, kas fotosintēzes procesā nepārtraukti no atmosfēras saista CO₂ un veido organiskus savienojumus.

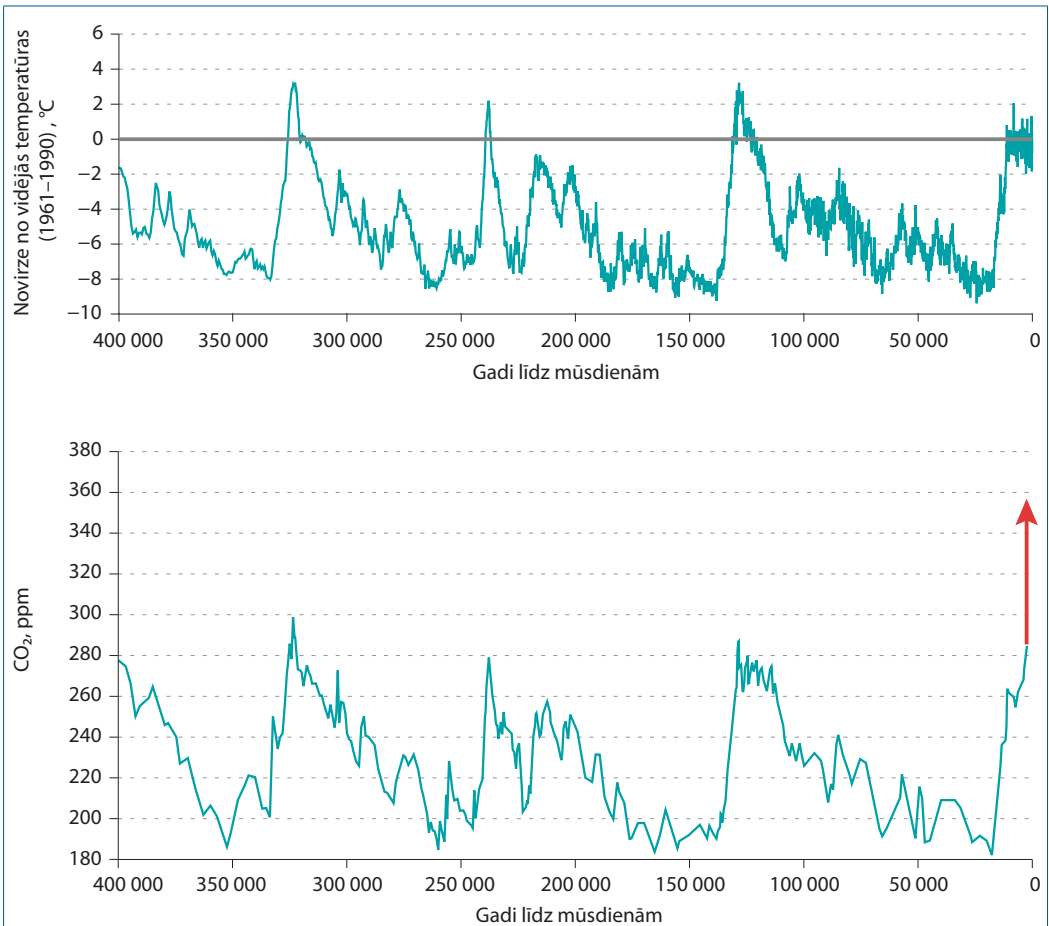
CO₂ pilnīgs aprites cikls atmosfērā ir ātrs un notiek ≈ 4,5 gados.

Ne visi mirušie organismi un augi sadalās uzreiz. Neliela daļa tiek pārvietoti uz iekšzemes ūdenstilpju, jūru un okeānu dziļākajām daļām un uzkrājas nogulumu veidā. Organiskais materiāls, kas lēni sadalās, iekļaujas iežu veidošanas procesā un var atkal dabiskā ceļā pāriet atmosfērā (piemēram, erozijas procesā).

Atmosfērā esošais oglekļa dioksīds izšķīst hidrosfēras ūdeņos, kur to izmanto aļģes tādā pašā veidā, kā to saista sauszemes augi. Papildus tam daži ūdenī dzīvojošie dzīvnieki no ūdens ekstrahē kalciju un oglekļa dioksīdu, veidojot kalcija karbonāta čaulas. Organismiem

atmirstot, tās nogulsņējas jūras dibenā un, iespējams, tālākā gaitā veido kaļķakmeni. Šādā veidā daļa oglekļa pievienojas iežu ciklam. Pastāv varbūtība, ka iežu cikls "uznesīs" kaļķakmeni atpakaļ Zemes virspusē, kur erozijas process un dēdēšana kaļķakmeni sadalīs un tādejādi ogleklis izšķīdušā veidā atgriezīsies atpakaļ okeānā un iekļūs atmosfērā kā CO₂.

Cilvēka saimnieciskā darbība maina visas minētās oglekļa krātuves un sekmē litosfērā uzkrāto oglekļa savienojumu nokļūšanu atmosfērā. Fosilā kurināmā izmantošana un mežu izciršana veicina CO₂ pāreju no litosfēras un biosfēras uz atmosfēru daudz ātrākā tempā nekā dabiskā ceļā. Tajā pašā laikā CO₂ atgriešana no



3.15. att. Ogļskābās gāzes CO₂ koncentrācijas un Zemes vidējās temperatūras mainības raksturs pēdējo 400 000 gadu laikā.

atmosfēras dabiskā ceļā norisinās daudz lēnāk nekā cilvēku saimnieciskā darbība to papildina, tādēļ CO₂ daudzums atmosfērā palielinās.

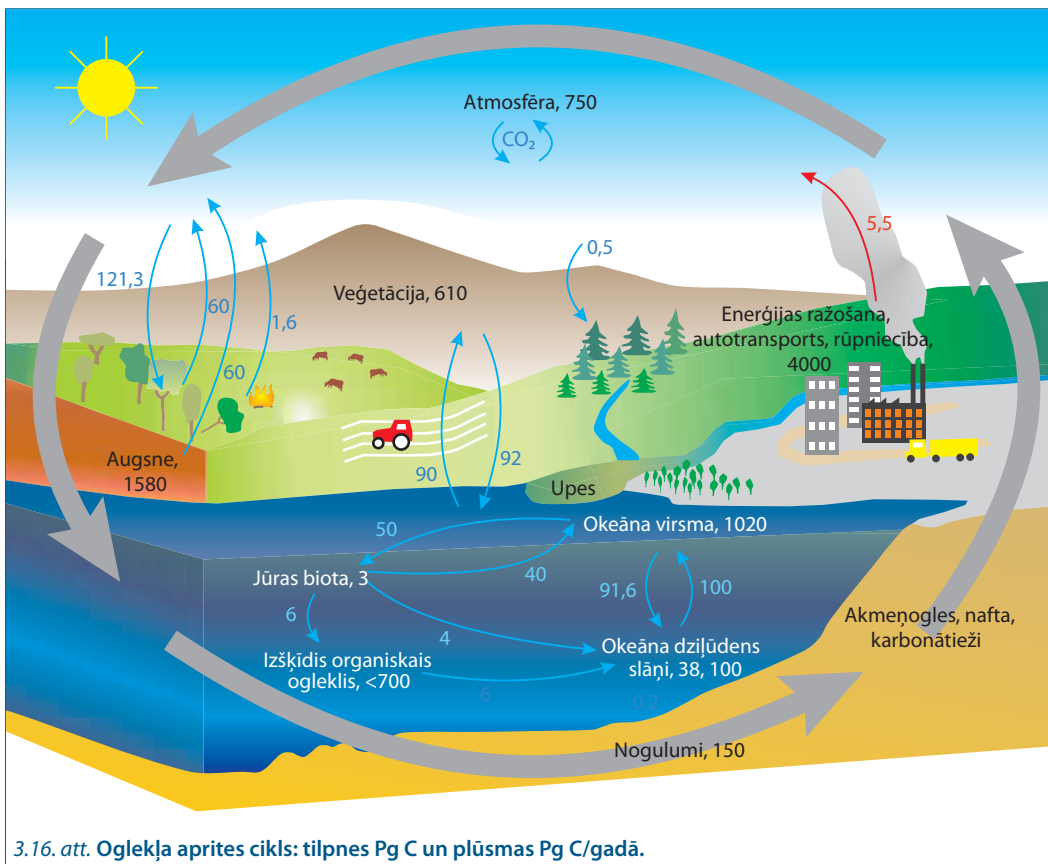
Metāns absorbē infrasarkanā starojumu daudz efektīvāk nekā CO₂, tādēļ metāna nozīme siltumnīcefekta palielināšanā ir ļoti nozīmīga, kaut arī metāna koncentrācija atmosfērā ir salīdzinoši zemāka.

Kopš 20. gs. 60. gadiem, kad uzsākti metāna koncentrāciju mērījumi atmosfērā, tā daudzums kopumā ir pieaudzis aptuveni par 1% gadā. Daļa metāna rodas rīsu audzēšanā, kā arī mājlopu, īpaši liellopu, audzēšanā. Vēsturiski metāna koncentrācijas izmaiņas, tāpat kā CO₂ koncentrācijas izmaiņas ir saistītas ar klimata izmaiņām ledus laikmetu un starpledus laikmetu laikā. Tomēr pēdējā laikā veiktie pētījumi liecina, ka ģeoloģiskie procesi var būt nozīmīgs metāna avots un, piemēram, tādas dabas parādības kā dubļu vulkāni, var būt uzskatāmi par

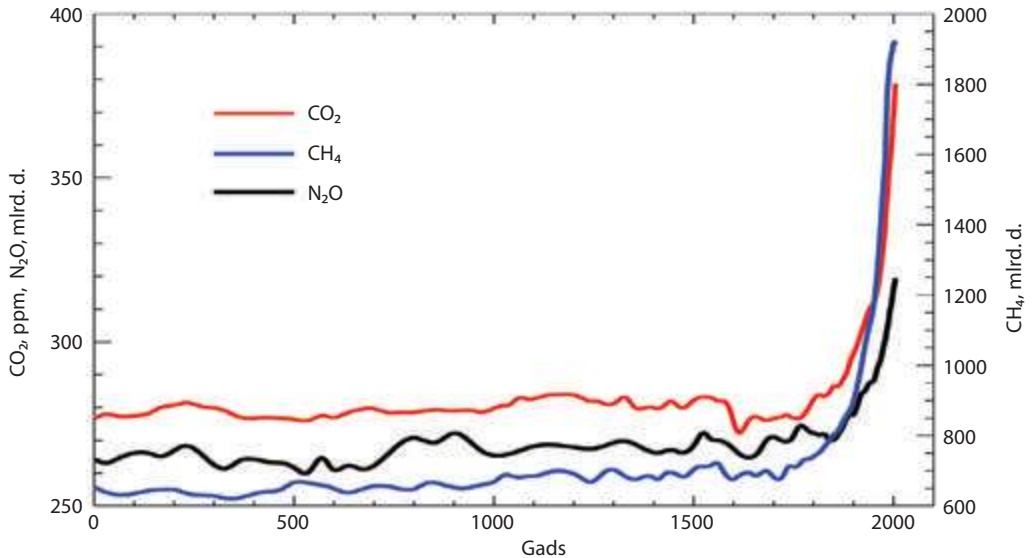
izcelsmes avotu gandrīz 10% atmosfērā nonākušā metāna.

Ogļskābās gāzes koncentrācija atmosfērā ir pieaugusi no 280 miljoniem daļiņām (ppm) pirmsindustriālajā laikmetā līdz 403 ppm 2015. gadā. Pētot kontinentālo ledāju un ledū ieslēgtā gaisa sastāvu, pierādīts, ka mūsdienās CO₂ koncentrācija ir ievērojami augstāka, nekā tā bijusi pēdējo 650 000 gadu laikā (180–300 ppm). Galvenais faktors, kas nosaka CO₂ koncentrācijas paaugstināšanos, ir cilvēka darbība. 20. gadsimta laikā ogļskābās gāzes emisija ir ievērojami pieaugusi, bet laika posmā no 2000. līdz 2005. gadam tā jau bija vidēji 26,4 Gt CO₂ gadā. Arī citu siltumnīcefekta gāzu (piemēram, metāna CH₄, slāpekļa(I) oksīda N₂O, freona) koncentrācija ir ievērojami pieaugusi.

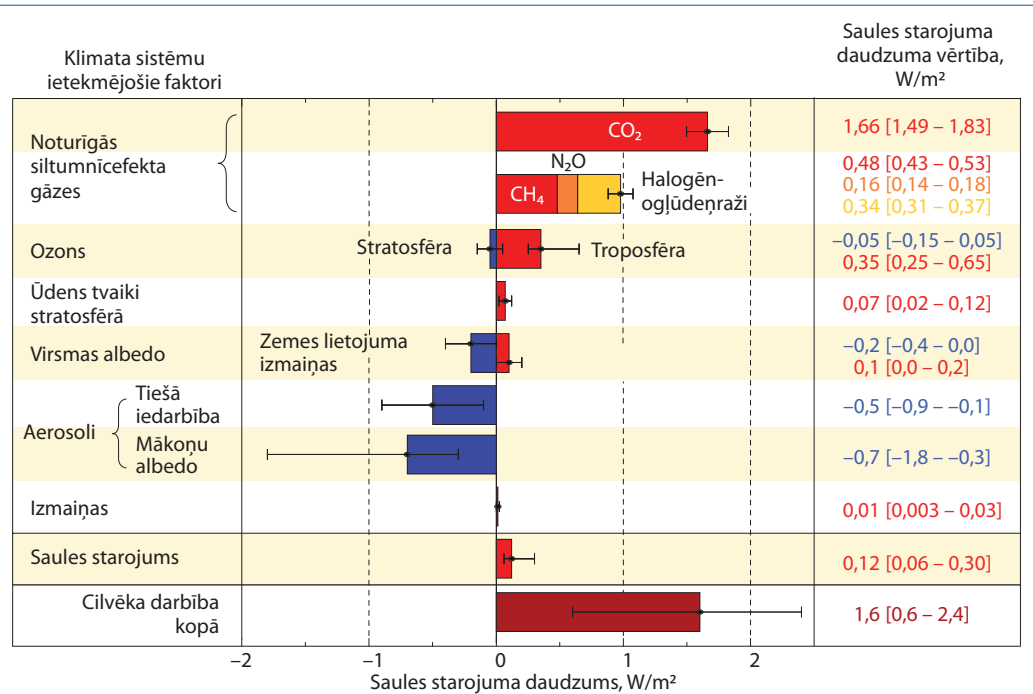
Troposfēras ozona un slāpekļa oksīda koncentrācija atmosfērā pieaug ik gadu par



3.16. att. Oglekļa aprites cikls: tilpnes Pg C un plūsmas Pg C/gadā.



3.17. att. Ogļskābās gāzes CO₂, slāpekļa(I) oksīda N₂O un metāna CH₄ koncentrāciju maiņa atmosfērā pēdējo 2000 gadu laikā.



3.18. att. Globālā vidējā Saules starojuma intensitāte attiecībā pret nozīmīgākajiem Zemes klimata sistēmu ietekmējošiem faktoriem. Saules starojuma daudzuma vērtība (radiācijas daudzums) parāda atstarotās enerģijas izmaiņas pie troposfēras augšējās robežas, kuras notiktu, ja atmosfērā nebūtu attiecīgā komponenta.

0,5–2% (O_3) un 3% (N_2O), kopumā veidojot $\approx 13\%$ no siltumnīcefekta gāzu radītā efekta.

Tropiskie meži ir svarīgs oglekļa aprites cikla elements, jo fotosintēzes gaitā tiek patērēts daudz ogļskābās gāzes. Daļa biomasā asimilētā oglekļa uzkrājas humusvielā, un tādējādi CO_2 koncentrācija atmosfērā samazinās. Mežu izciršanas samazināšana varētu būtiski palielināt vides spēju saistīt ogļskābo gāzi nākotnē. Slāpekļa(I) oksīdam, kas atbrīvojas augsnē mikroorganismu darbības rezultātā un rodas, sadedzinot koksni un fosilo kurināmo, ir daudz ilgāks dzīves laiks atmosfērā salīdzinājumā ar ogļskābo gāzi un metānu, tādēļ slāpekļa(I) oksīda koncentrācijas stabilizācija var notikt vēl ilgi pēc tā emisijas samazināšanās.

Katra siltumnīcefekta gāze citādi spēj ietekmēt infrasarkanā starojuma atgriešanu uz Zemes, un katrai no tām raksturīga konkrēta starojuma intensitātes vērtība. Novērtējot siltumnīcefekta gāzu daudzumu pirmsindustriālajā laikmetā (1750. gads) un salīdzinot to ar attiecīgo gāzu koncentrāciju mūsdienās, var novērtēt kopējās radiācijas daudzuma izmaiņas, šo izmaiņu ietekmi uz mūsdienu klimatu, kā arī prognozēt klimata mainības raksturu apstākļos, kad siltumnīcefekta gāzu koncentrācijas atmosfērā turpina pieaugt (sk. 3.18. att.). Tiek uzskatīts, ka siltumnīcefekta

gāzu koncentrācijas pieaugums atmosfērā kopš 1750. gada līdz mūsdienām ir palielinājies uz Zemes atgrieztās enerģijas daudzumu par $2,43 \text{ W/m}^2$. Nozīmīgākais siltumnīcefekta gāzu devums: $CO_2 - 1,46 \text{ W/m}^2$, $CH_4 - 0,48 \text{ W/m}^2$, $N_2O - 0,15 \text{ W/m}^2$ un halogēnogļūdeņraži $- 0,34 \text{ W/m}^2$. Ozons stratosfērā ietekmē Zemes klimata sistēmu pretēji siltumnīcefekta gāzēm, tādēļ ozona daudzuma samazināšanās stratosfērā izraisījusi starojuma daudzuma palielināšanos par $\approx 0,15 \text{ W/m}^2$. Tajā pašā laikā troposfērā ozona daudzums ir palielinājies, galvenokārt metāna CH_4 , tvaika gāzes CO , slāpekļa oksīdu N_xO_y un ogļūdeņražu pieaugošā daudzuma dēļ. Ozona koncentrācijas pieaugums troposfērā parāda, ka starojuma daudzums ir pieaudzis par $0,35 \text{ W/m}^2$. Starojuma daudzuma izmaiņas ietekmē arī dabiskā mainība, piemēram, Saules starojuma intensitātes mainība. Tomēr starojuma daudzuma pieaugums Saules aktivitātes mainības rezultātā, kaut arī tas ir neapšaubāmi nozīmīgs Zemes klimatu veidojošs faktors, laika posmā kopš 1750. gada veido tikai $+0,3 \pm 0,2 \text{ W/m}^2$. Protams, garākos laika posmos Saules starojuma intensitātes, Zemes kustības ap Sauli un kosmiskā starojuma intensitātes mainība var izrādīties būtiski vai pat izšķiroši klimatu ietekmējoši faktori.

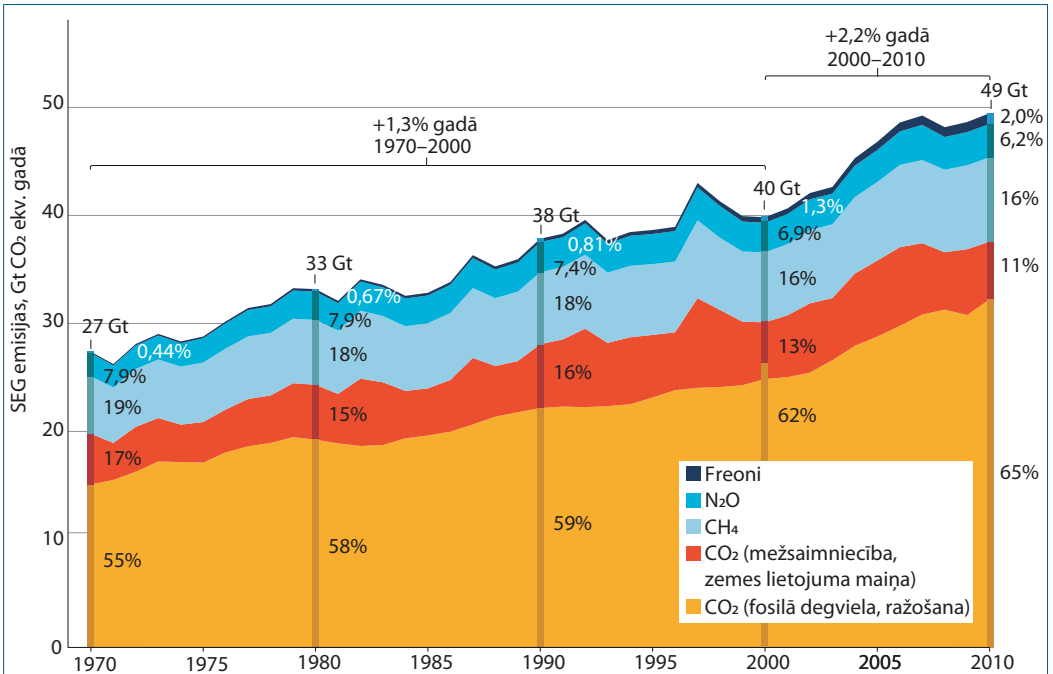
3.8. Siltumnīcefekta gāzu avoti

Cilvēka darbības rezultātā veidojas milzīgi daudzumi siltumnīcefekta gāzu un to emisijas ir pieaugušas kopš rūpnieciskās revolūcijas sākuma. Siltumnīcefekta gāzu koncentrācijas atmosfērā ir sasniegušas nebijušas vērtības salīdzinājumā ar situāciju pēdējo 800 000 gadu laikā. Galvenie faktori, kas nosaka siltumnīcefekta gāzu emisijas apjomus, ir ekonomiskā izaugsme un cilvēku skaita pieaugums.

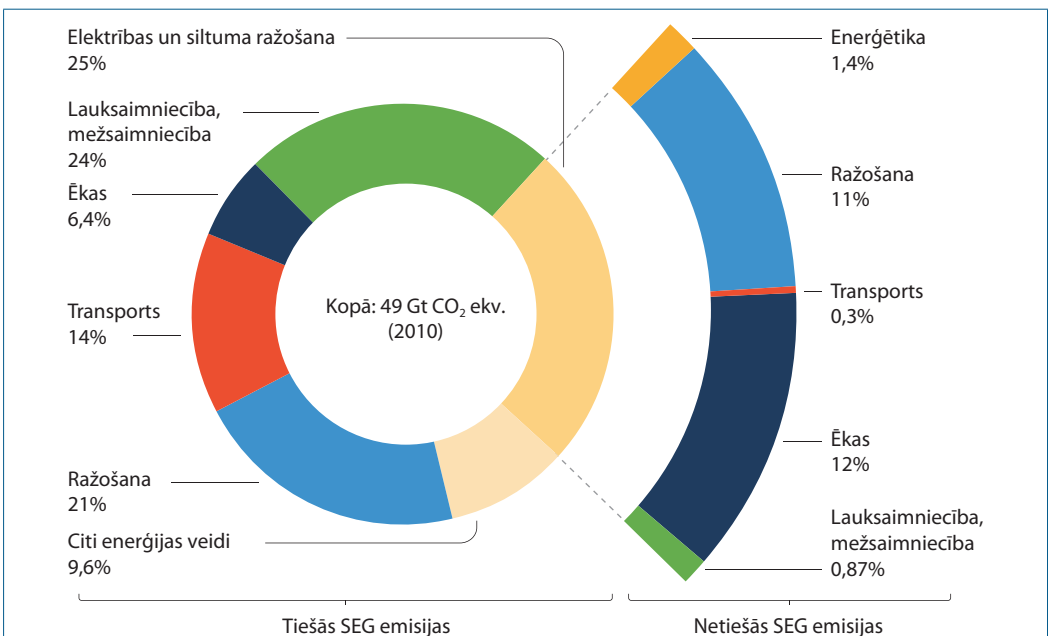
Kopējais cilvēka radīto siltumnīcefekta gāzu emisijas apjoms laika posmā starp 1750. un 2011. gadu sasniedz $2040 \pm 310 \text{ Gt CO}_2$. Apmēram 40% no šī emisiju apjoma joprojām saglabājas atmosfērā ($880 \pm 35 \text{ Gt CO}_2$), bet atlikušos

daudzumus ir saistījuši augi un augsne, bet okeānu ūdeņos ir izšķīduši ap 30% no cilvēka darbības rezultātā veidotās CO_2 , tādā veidā veicinot jūru un okeānu ūdeņu paskābināšanos. Lielākā daļa no SEG emisijām ir veidojušās pēdējo 40 gadu laikā (sk. 3.19. att.).

Kopējās antropogēno siltumnīcefekta gāzu emisiju pieaugums ir turpinājies arī pēdējās desmitgadēs, bet īpaši kopš 2000. gada. CO_2 emisijas, kas radušās fosilā kurināmā sadedzināšanas rezultātā un cita veida saimnieciskās darbības rezultātā, veido $\approx 78\%$ no kopējā emisiju apjoma, turklāt ir iedalāmas tiešajās emisijās un netiešajās emisijās (sk. 3.20. att.).



3.19. att. Kopējais antropogēnas izcelsmes siltumnīcefekta gāzu emisijas apjoms laika posmam no 1970. līdz 2010. gadam, kas radies fosilā kurināmā sadedzināšanas rezultātā, mežsaimniecības, zemes lietojuma rakstura izmaiņu rezultātā, kā arī metāna, N₂O un freonu emisijas apjomi.



3.20. att. CO₂ emisiju sadalījums atkarībā no to rašanās ekonomikas sektora.

Kaut arī pasaules attīstītās valstis sekmē energoefektīvas ražošanas augšupeju un cenšas samazināt enerģijas patēriņu, tomēr industriālo SEG emisiju apjoms kopš 1990. gada ir samazinājies tikai par dažiem procentiem. Enerģijas ekonomijas un SEG emisiju apjoma samazinājumu pozitīvo ietekmi uz SEG samazinājumu industriāli attīstītajās valstīs līdzsvaro ražošanas apjoma pieaugums trešās pasaules valstīs un attīstības valstīs (Brazīlija, Krievija, Ķīna, Indija, Dienvidāfrika), vispirms jau Ķīnā un Indijā. Tomēr emisiju pieaugums no rūpnieciskās ražošanas palielinās mazāk (< 1%) nekā kopējās

emisijas (> 2%). Citi nozīmīgi SEG emisiju avoti ir emisijas no dzīvojamām ēkām un transporta.

SEG emisiju apjoms ir ievērojami atšķirīgs dažādās valstīs. Valstu ieguldījums ir atkarīgs gan no tās industrijas apjoma, gan iedzīvotāju skaita. Kaut arī, rēķinot uz vienu iedzīvotāju (*per capita*), SEG emisiju apjomi Ķīnā ir zemi, tomēr, ņemot vērā iedzīvotāju lielo skaitu, kopējais emisiju apjoms ir milzīgs. SEG emisiju apjomu ietekmē arī zemes lietojuma veida izmaiņas, un šajā sakarībā būtiski negatīva ietekme ir tādām valstīm kā Brazīlija, Indonēzija, kurās notiek apjomīgi mežu izciršanas darbi.

Avoti tālākām studijām

Climate prediction: <http://www.climateprediction.net>

Historical climatology: <http://www.historicalclimatology.com>

Solar variability and terrestrial climate: http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2013/08jan_sunclimate

Basic information on climate change: <http://www.cruuea.ac.uk/cru/info>

Sunspots: <http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots>

Space weather: <http://www.spaceweather.com>

Greenhouse gases and climate change: <http://www.ieagreen.org.uk>

Composition and structure of the atmosphere: <http://www.met-office.gov.uk/education/training/atmosphere.html>

Sunspots and climate: <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/SORCE>

Ocean currents and climate change: http://pik-potsdam.de/~stefan/Lectures/ocean_currents.html

Greenhouses gases: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi>

Literatūra

O'Hare G., Sweeney J., Wilby R. (2005) Weather, Climate and Climate Change. Human Perspective. Prentice Hall: Edingburgh (UK).

Drake F. (2000) Global Warming: the Science of Climate Change. Arnold: London.

Burroughs W. J. (2001) Climate Change: a Multidisciplinary Approach. Cambridge University Press: Cambridge.

Henson R. (2013) A Rough Guide to Climate Change. Penguin Books: London.

Aguado E., Burt J. (1999) Understanding Weather and Climate. Prentice Hall: New Jersey.

Al Gore (2008) An Inconvenient Truth. Rodale: N.Y.

Āboltiņš O. (2010) No leduslaikmeta līdz globālajai sasilšanai. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.

Climate Change in Latvia (2007) Ed. M. Kļaviņš. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.

Eberhards G., Lapinskis J. (2009) Baltijas jūras Latvijas krasta procesi. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.

Eberhards G. (2003) Latvijas jūras krasti. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.

Universities and Climate Change (2012) Ed. W. L. Filho, Springer: Berlin.

Izmantotie attēli

3.1. Pēc <http://www.solarviews.com/cap/earth/bluemarblewest.htm>

3.3. Modificēts pēc IPCC, 2001.

3.4. Modificēts pēc Botkin and Keller, 2005.

3.5. Pēc <http://spaceweather.com/glossary/sunspotnumber.html>

- 3.6. Ar atļauju, pēc "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", IPCC.
- 3.7. Pēc <http://www.grida.no/climate>
- 3.8. Pēc Dravenieces, 2006.
- 3.9. Pēc <http://www.wetterzentrale.de>
- 3.10. Pēc <http://www.ideo.columbia.edu/NAO/>
- 3.11. Izmantoti dati no <http://www.cru.uea.ac.uk>
- 3.12. Modificēts pēc IPCC 2001.
- 3.13. Pēc <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/sio-mlo.htm>
- 3.14. Pēc Jacobson, 2002.
- 3.15. Pēc <http://ncdc.noaa.gov/paleo/icecore/antarctica/vostok>
- 3.16. Pēc <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle>
- 3.17. Ar atļauju no "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", IPCC.
- 3.18. Ar atļauju no "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", IPCC.
- 3.19. Ar atļauju no "Climate Change 2015: The Physical Science Basis", IPCC.
- 3.20. Ar atļauju no "Climate Change 2015: The Physical Science Basis", IPCC.

4.

Latvijas klimats un tā mainības raksturs



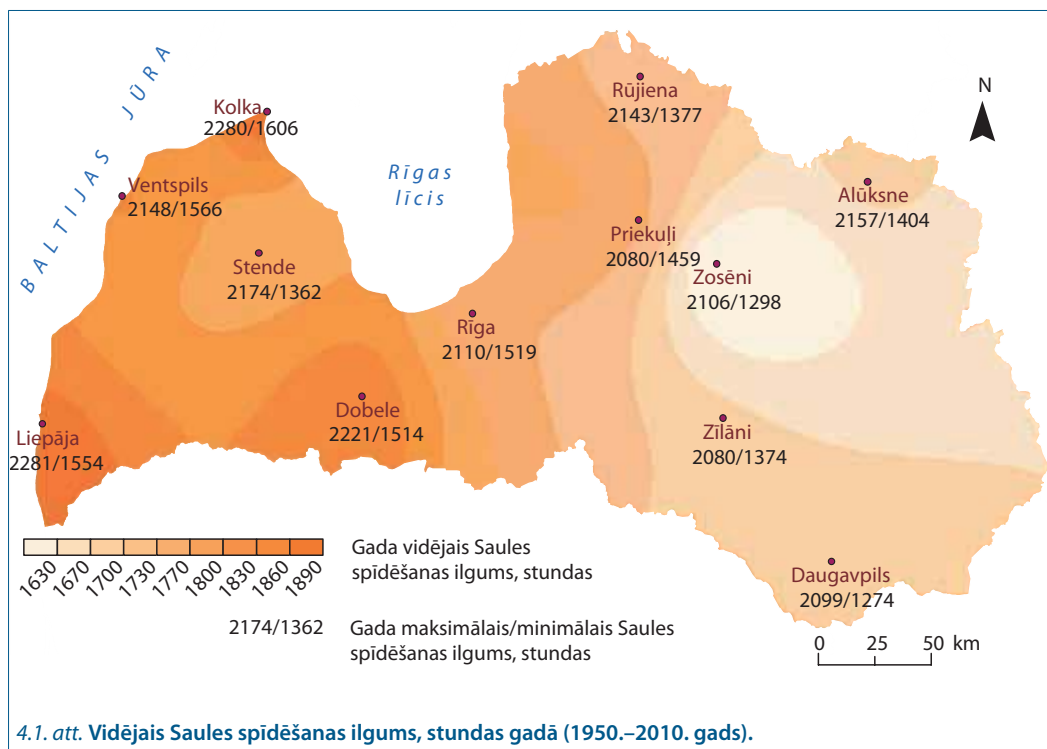
Klimatiskos apstākļus Latvijā ietekmē teritorijas novietojums Eirāzijas kontinenta ziemeļrietumos, kas nosaka kontinentālā klimata ietekmi. Savukārt, gaisa masu pārnese ar atmosfēras cirkulāciju no Atlantijas okeāna nosaka

jūras klimata ietekmi. Biežā laikapstākļu maiņa ir saistīta ar aktīvu ciklonu darbību Latvijas teritorijā. Pēc V. Kepena klimata klasifikācijas Latvijas teritorija atrodas mitrajā klimata zonā ar siltu vasaru un sniega nokrišņiem ziemā.

4.1. Saules spīdēšanas ilgums un Saules radiācija

Latvijas teritorijā dienas garums un līdz ar to Saules spīdēšanas ilgums ir mainīgs gada laikā. Vasaras saulgriežu laikā Latvijas teritorijas dienvidu daļā Saules staru krišanas leņķis pārsniedz 57 grādus, bet ziemeļu daļā ir nedaudz lielāks par 55 grādiem. Garākā diena ir 22. jūnijā (17 stundas un 52 minūtes), un īsākā – 22. decembrī (6 stundas un 43 minūtes). Ziemas saulgriežos Saules augstums virs horizonta ir tikai 8–9 grādi Latvijas ziemeļu daļā un 10–11 grādi dienvidu daļā. Kopumā vidēji Saule spīd 1790 stundas gadā (vidējais lielums aprēķināts laika periodam no 1950. līdz

2010. gadam pēc 12 meteoroloģisko staciju novērojumu rindām), variējot Latvijas teritorijā no 1600 līdz 1970 stundām (sk. 4.1. att.). Vislielākais Saules spīdēšanas ilgums gadā novērojams Baltijas jūras piekrastē (Kolka, Ventspils, Liepāja): 1840–1940 stundu gadā. Apmēram 1850 stundu gadā Saule spīd arī Zemgalē. Austrumu rajonos Saules spīdēšanas ilgums ir mazāks: 1670–1720 stundu gadā, bet Vidzemes augstienes rajonā – tikai 1580 stundu gadā. Kopumā vasarās piekrastes rajonos ir lielāks skaidro dienu skaits un mazāk nokrišņu nekā apvidos, kas atrodas tālāk no jūras. Saules



4.1. att. Vidējais Saules spīdēšanas ilgums, stundas gadā (1950.–2010. gads).

parādīšanās ilgumu bez astronomiskajiem faktoriem lielā mērā nosaka arī mākoņu daudzums. Lielās mākoņainības ietekmē Latvijas teritorijā kopumā Saule redzama nedaudz mazāk kā pusi no iespējamā Saules spīdēšanas ilguma. Ziemas mēnešos Latvijas teritorijā Saule parādās tikai 10–25% no iespējamā spīdēšanas laika. Pat vasaras mēnešos kopumā vidēji Latvijā Saule redzama tikai 50–60% no iespējamā Saules spīdēšanas ilguma. Latvijas teritorijā vidēji gada laikā ir 90–110 dienas, Vidzemes un Latgales augstieņu rajonos 110–120 dienas bez Saules. Ziemas mēnešos vidēji vairāk nekā pusi no mēneša dienām Saule neparādās. Vasaras mēnešos (jūnijs, jūlijs) visā Latvijas teritorijā ir tikai 1–2 dienas bez Saules.

Gada vidējais kopējais Saules radiācijas daudzums ir 3500–4000 MJ/m², no kuriem 600–650 MJ/m² Zemes virsma saņem jūnijā un apmēram 30 MJ/m² decembrī (sk. 4.1. tabulu). Vidēji gadā tiešā Saules starojuma un izkliedētā starojuma attiecība ir 1,1 : 1. Tas norāda, ka Zemes virsma gadā Saules enerģiju tiešās enerģijas veidā saņem nedaudz vairāk nekā izkliedētās enerģijas veidā. Rudenī un ziemā izkliedētā Saules starojuma veidā Zemes virsma saņem ievērojami vairāk enerģijas nekā tiešā starojuma veidā. Laikā no maija līdz augustam tiešā

starojuma ir vairāk. Tiešā un izkliedētā Saules starojuma sadalījumu ietekmē mākoņu daudzums, kas ir galvenais starojuma izkliedētājs atmosfērā.

Absorbējot Saules starojumu, Zemes virsma vienlaikus to zaudē garo viļņu izstarošanas veidā, ko sauc par efektīvo izstarojumu. Starojuma bilanci veido starpība starp Zemes virsmas saņemto un zaudēto Saules enerģijas daudzumu. Pēc Zilānu novērojumu stacijas datiem, starojuma bilance ir apmēram 1500 MJ/m² gadā. Novembrī, decembrī un janvārī radiācijas bilance ir negatīva, bet gada pārējos mēnešos – pozitīva.

Atstarotās radiācijas daudzums ir atkarīgs no Zemes virsmas rakstura. Procentos izteikto atstarotās radiācijas daudzumu sauc par albedo. Kopumā gada laikā vidējais albedo ir 27%. Ziemā albedo vērtības ir lielākas (vidēji 65–70%). Tas izskaidrojams ar sniega segas lielajām atstarošanas spējām. Vasarā vidējais albedo (vidēji 22%) kopumā atbilst zaļas zāles atstarošanas īpašībām.

Absorbētā radiācija iegūta, no summārās radiācijas atņemot atstaroto radiāciju. Albedo lielums iegūts aprēķinu ceļā kā procentos izteikta atstarotās radiācijas daļa no summārās radiācijas.

4.1. tabula. Vidējā mēneša un gada Saules radiācija, MJ/m², un vidējais albedo,%

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Gads
Tiešā radiācija uz horizontālu virsmu	7,7	29,2	120,8	188,2	330,3	319,5	327,7	256,5	140,4	55,5	13,5	6,5	1795,7
Izkliedētā radiācija	32,8	69,6	129,7	138,8	229,3	252,5	240,6	201,5	133,1	73,4	30,9	22,8	1600
Summārā radiācija	40,5	98,6	250,2	372	559,6	572	568,3	458	273,5	128,9	44,4	29,4	3395,9
Atstarotā radiācija	28,3	68,3	117,5	79,6	123,3	124,3	125,9	98,3	65	33,6	21,6	18,9	904,6
Absorbētā radiācija	12,3	30,5	133	292,4	436,4	447,7	442,4	359,7	208,5	95,3	22,8	10,5	2491,3
Radiācijas bilance	-12,6	5,5	58,7	173,9	294,9	310,1	322,6	242,8	105,1	30	-6,3	-14	1510,5
Albedo	70	69	47	21	22	22	22	21	24	26	49	64	27

Saules radiācijas vērtības iegūtas pēc Zilānu novērojumu stacijas datiem laika periodam no 1991. līdz 2005. gadam.

4.2. Gaisa temperatūra un tās mainības raksturs

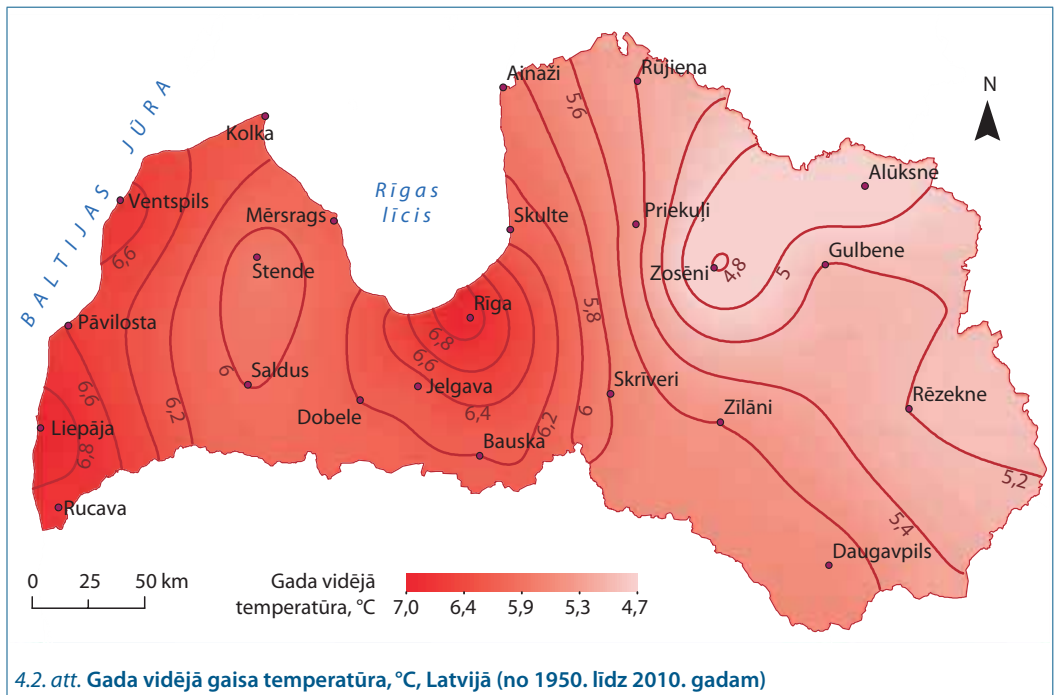
Gaisa temperatūras režīmu un sadalījumu Latvijas teritorijā nosaka saņemtais Saules starojums, atmosfēras cirkulācijas īpatnības, kā arī Baltijas jūras, Rīgas līča un reljefa ietekme.

Relatīvi līdzenais reljefs ir cēlonis tam, ka virs Atlantijas okeāna izveidojušās siltās un mitrās jūras gaisa masas planetāro plūsmu ietekmē virzās no rietumiem uz austrumiem un iespiežas tālu Eiropas kontinentā. Tādēļ Latvijā gada vidējā temperatūra par 4–6 °C, bet ziemā pat par 9 °C pārsniedz mūsu platuma grādu vidējo temperatūru. Piekrastes rajonos ir mazākas temperatūras svārstības. Tā kā jūras ūdens ir vasarā uzkrājis lielu siltuma daudzumu, ziemas un rudenī te ir siltāki nekā dziļāk sauszemē. Savukārt pavasari un vasaras piekrastē ir vēsākas, jo jūrā ūdens sasilst lēnāk nekā sauszeme.

Vidējā gada gaisa temperatūra Latvijas teritorijā pēc ilglaicīgiem novērojumiem no 1950. līdz 2010. gadam ir bijusi 6,0 °C, bet pēdējo 30 gadu periodā (1981.–2010. gads) tā ir pieaugusi līdz 6,4 °C. Augstākā gada vidējā gaisa

temperatūra ir Baltijas jūras piekrastē, zemākā – Vidzemes un Latgales augstienes teritorijā. Kopumā vidējā gaisa temperatūra (1951.–2010. gads) Latvijas teritorijā ir mainījusies no 4,8 °C (Zosēnos, Alūksnē) līdz 7,0 °C (Liepājā). Vidējās gada gaisa temperatūras teritoriālajā sadalījumā atspoguļojas Baltijas jūras un Rīgas līča ietekme, t.i., gaisa temperatūras pazemināšanās meridionālā virzienā, attālinoties no jūras. Tikai pašos dienvidaustrumos gaisa temperatūras sadalījumā izpaužas pazemināšanās dienvidu–ziemeļu virzienā. Gaisa temperatūras sadalījumu ietekmē reljefs – zemāka temperatūra ir Kurzemes augstieņu, Vidzemes augstienes un Latgales augstienes teritorijā (sk. 4.2. att.).

Siltākais mēnesis (vidēji) Latvijas teritorijā ir jūlijs. Jūlija vidējā gaisa temperatūra Latvijas teritorijā ir 16,9 °C (1950.–2010. gadā) bet, aprēķinot to pēdējo 30 gadu periodam (1981.–2010. gadam) tā ir pieaugusi līdz 17,4 °C. Jūlija vidējā gaisa temperatūra mainās robežās no +18,2 °C (Rīgā) līdz +16,3 °C (Zosēnos) un 16,4 °C (Pāvilostā, Stendē). Jūlijā gaisa



temperatūra Latvijas rietumu daļā pazeminās virzienā no Baltijas jūras uz valsts centrālo daļu (sk. 4.3. att.). Īpaši izceļas Rīgas paaugstinātā gaisa temperatūra, kas ir spilgts pilsētvides ietekmes un gaisa temperatūras sadalījuma piemērs. Savukārt teritorijas kontinentālākajā austrumu daļā gaisa temperatūra nedaudz pazeminās dienvidu–ziemeļu virzienā. Jūlija mēneša zemākās vidējās temperatūras ir novērotas Vidzemes augstienes teritorijā.

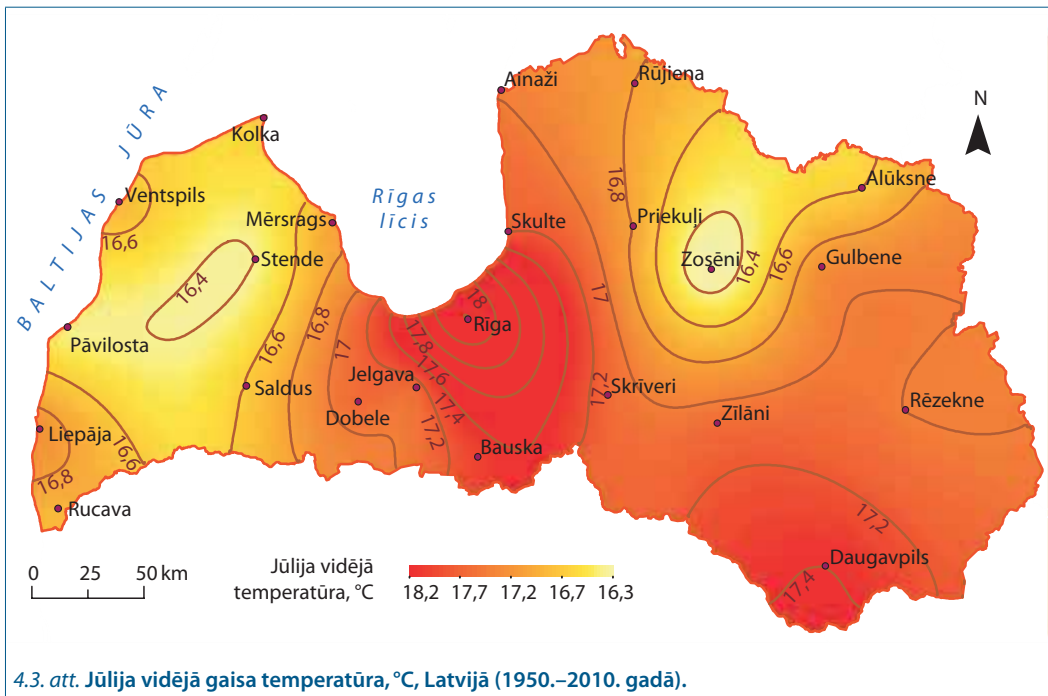
Pēdējās desmitgadēs (1981.–2010. gadā) zemākā vidējā gaisa temperatūra Latvijas teritorijā visās novērojumu stacijās kopumā ir februārī: $-3,6^{\circ}\text{C}$. Savukārt ilglaicīgā periodā (1950.–2010. gadā) tikai Latvijas kontinentālākajā daļā (Zilāni, Gulbene, Rēzekne un Daugavpils, Alūksne) februāra vidējā gaisa temperatūra bija par $0,1\text{--}0,2^{\circ}\text{C}$ augstāka par janvāra vidējo gaisa temperatūru. Aukstākā mēneša gaisa temperatūru atšķirības Latvijas teritorijā ir lielākas nekā tās ir jūlija mēnesī. Februārī tās ir robežās no $-2,5^{\circ}\text{C}$ (Ventspils) līdz $-6,5^{\circ}\text{C}$ (Alūksne). Februāra mēneša gaisa temperatūru sadalījumā labi iezīmējas Baltijas jūras un Rīgas līča ietekme (sk. 4.4. att.).

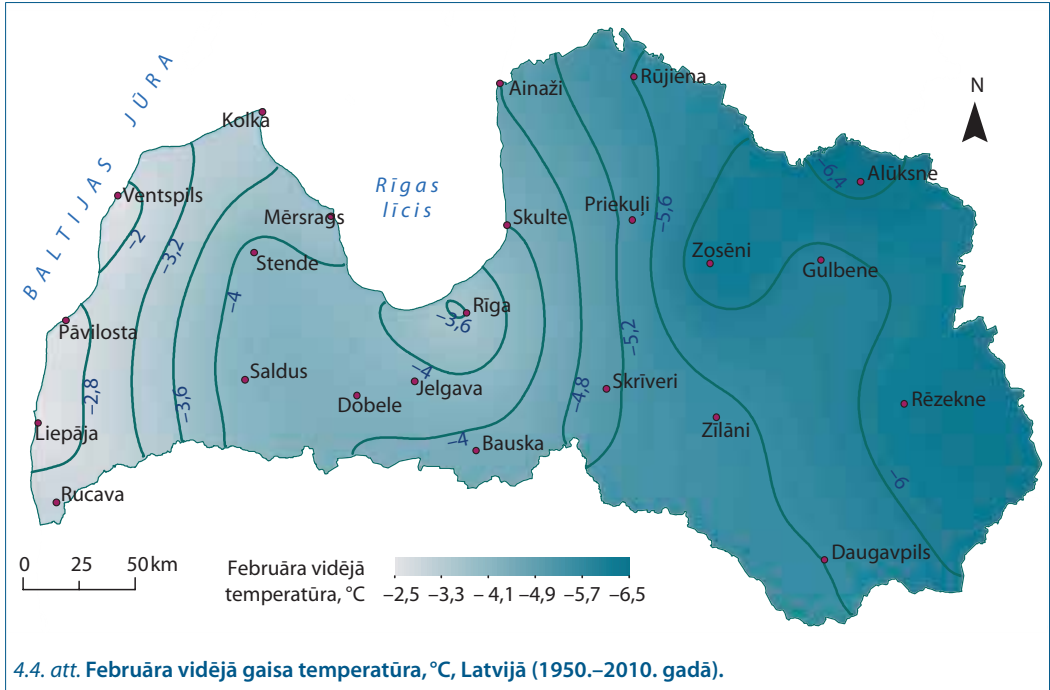
Absolūtais temperatūras maksimums $+37,8^{\circ}\text{C}$ tika fiksēts 2014. gada 8. augustā Ventspilī. Savukārt absolūtais temperatūras minimums $-43,2^{\circ}\text{C}$ Latvijas teritorijā novērots dienvidaustrumu daļā, Daugavpilī 1956. gada 8. februārī. Tādējādi ekstremālo gaisa temperatūru amplitūda veido $81,0^{\circ}\text{C}$. Mazākā gaisa temperatūras maksimālā amplitūda bijusi Baltijas jūras piekrastē (Kolkā), kur absolūtās maksimālās un absolūtās minimālās gaisa temperatūras starpība ir $63,5^{\circ}\text{C}$.

Gaisa temperatūrai Latvijas teritorijā ir raksturīga izteikta diennakts gaita ar lielākajām diennakts gaisa temperatūras svārstībām laikā no maija līdz jūlijam ($9\text{--}12^{\circ}\text{C}$), mazākas diennakts gaisa temperatūras amplitūdas ir no vembra līdz janvārim ($4\text{--}5^{\circ}\text{C}$).

21. gs. pirmā desmitgade (2001.–2010. gads) ar vidējo gaisa temperatūru $+6,7^{\circ}\text{C}$ ir bijusi siltākā visā regulāru meteoroloģisko novērojumu vēsturē Latvijas teritorijā. Jāatzīmē arī, ka tā bijusi tikai par $0,1^{\circ}\text{C}$ augstāka nekā 20. gs. pēdējā desmitgadē (1991.–2000. gads).

Nepieciešams uzsvērt, ka temperatūras pieaugums nav novērojams vienmērīgi visa gada





4.4. att. Februāra vidējā gaisa temperatūra, °C, Latvijā (1950.–2010. gadā).

garumā, bet tam raksturīgas izteiktas sezonāla rakstura izmaiņas. Ilglaicīgā periodā no 1950.–2010. gadam statistiski nozīmīgākais gaisa temperatūras pieaugums ir novērots gada vidējām temperatūrām (sk. 4.2. tabulu). Aprēķinātā vidējā skaitliskā pieauguma vērtība gada vidējām temperatūrām ir $0,26\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ gadus. Lielākā vērtība – $0,31\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ gadus ir iegūta Priekule novērojumu stacijā. Mēnešu griezumā statistiski nozīmīgākais pieaugums tika iegūts marta, aprīļa, augusta mēnešu vidējām gaisa temperatūrām. Statistiski nozīmīgas temperatūras izmaiņas periodā no 1950. līdz 2010. gadam nav konstatētas jūnijā, oktobrī un decembrī. Svarīgi ir vēlreiz atgādināt par būtiskajām atšķirībām starp klimata rādītājiem – vidējo vērtībām noteiktā reģionā, tās izsakot kā gada vai mēneša vidējo temperatūru un laikapstākļiem (laiku), kurus noteiktos posmos var raksturot neapasti augstas vai zemas temperatūras, līdz ar to ļaužu atmiņā saglabājot kādu vasaru kā “karstu” vai “aukstu un lietainu”. Tomēr klimatiskie rādītāji neapšaubāmi parāda klimata mainības raksturu un ļauj izvērtēt mainības tendences jeb trendus.

Tā kā klimatu, īpaši gaisa temperatūru, kā arī atmosfēras nokrišņus raksturo augsta mainība un noteiktu laikapstākļu veidu periodiska atkārtšanās (diennakts temperatūras mainības cikls, temperatūras mainības raksturs gada laikā), ir īpaši svarīgi, lai temperatūras un citu klimatu raksturojošo parametru mainības raksturs būtu izvērtēts, izmantojot matemātiskās statistikas metodes. Visus procesus dabā ietekmē ļoti daudz dažādu faktoru, no kuriem pētnieki parasti vēlas noskaidrot tos, kuru ietekme uz pētāmo parādību ir visbūtiskākā. Mērījumu dati satur gan informāciju par pētnieku interesējošiem faktoriem, gan arī nejausās svārstības jeb “troksni”, ko rada visi pārējie faktori. Matemātiskās statistikas metodes ļauj izdalīt un novērtēt pētnieku interesējošo faktoru ietekmi uz šī “trokšņa” fona. Ja faktora vai faktoru ietekmes vērtējums paceļas virs “trokšņa” līmeņa, t.i., pārsniedz noteikta statistiskā kritērija vērtību, tad faktora ietekme ar noteiktu varbūtību tiek uzskatīta par ticamu, turpretī, ja šis vērtējums neatšķiras no “trokšņa” jeb nesasniedz kritērija vērtību, šādu secinājumu izdarīt nevar.

4.2. tabula. Manna-Kendala testa un izmaiņu intensitātes vērtības, kas noteiktas pēc Sena metodes.

Šie lielumi raksturo, par cik °C katros 10 gados palielinājusies (pozitīvas vērtības) vai samazinājusies (negatīvas vērtības) gaisa temperatūra).

Novērojuma stacija	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Gada vidēja
Ainaži	2,08	1,47	2,57	2,11	2,01	0,05	2,37	2,72	0,60	0,18	0,89	0,47	3,32
Alūksne	2,54	1,49	2,84	2,88	1,92	0,03	2,20	2,09	1,16	0,45	1,20	0,55	4,07
Bauska	2,33	1,69	2,81	2,77	2,12	-0,27	2,52	2,70	1,32	0,19	1,18	0,61	3,75
Daugavpils	2,32	1,33	2,85	2,60	0,99	-1,18	0,92	1,17	0,57	-0,06	0,85	0,36	3,07
Dobeles	2,48	1,66	2,61	2,33	2,54	0,22	2,81	2,96	1,44	-0,31	1,49	0,78	4,00
Gulbene	2,32	1,51	2,90	3,18	1,80	-0,35	2,41	2,70	1,71	0,85	1,49	0,37	3,93
Jelgava	2,30	1,61	2,50	2,12	1,69	-1,03	2,19	1,91	0,74	-0,11	1,01	0,55	3,37
Kolka	2,30	1,61	2,50	2,12	1,69	-1,03	2,19	1,91	0,74	-0,11	1,01	0,55	3,37
Liepāja	1,90	1,73	2,38	2,73	3,28	0,72	2,30	2,70	0,47	-0,43	0,72	0,58	3,44
Mērsrags	2,34	1,84	2,26	2,42	2,60	-0,30	1,91	2,42	0,97	-0,36	1,01	0,39	3,25
Pāvilosta	2,09	1,90	2,66	2,67	2,95	0,74	2,39	3,25	1,12	0,22	1,06	0,78	3,95
Priekulji	2,50	1,64	2,86	2,66	2,38	0,25	2,85	2,81	1,58	0,59	1,31	0,68	4,21
Rēzekne	2,54	1,59	2,87	2,96	1,68	-0,37	2,07	2,07	1,17	0,52	1,24	0,47	3,81
Rīga – LU	2,18	1,62	2,61	2,28	1,82	-0,11	2,91	2,46	1,31	-0,21	1,25	0,39	3,62
Rucava	2,00	1,59	2,33	2,24	2,63	0,30	2,32	2,43	0,89	-0,40	0,72	0,41	3,30
Rūjiena	2,43	1,44	2,68	2,60	2,43	0,35	3,06	2,88	1,59	0,21	0,92	0,46	4,03
Saldus	2,23	1,82	2,48	2,28	2,28	-0,32	2,43	2,42	0,93	-0,18	1,08	0,57	3,70
Skulte	2,20	1,55	2,98	1,92	1,94	0,19	2,40	2,81	0,91	0,34	1,17	0,57	3,65
Skrīveri	2,41	1,61	2,67	2,34	1,64	-0,54	2,21	2,15	1,25	0,40	1,10	0,54	3,64
Stende	2,25	1,55	1,87	2,02	2,10	-0,50	2,15	2,35	0,92	-0,10	0,77	0,46	3,16
Zosēni	2,38	1,40	2,68	2,05	1,91	0,22	2,34	2,37	1,04	0,25	1,19	0,55	3,83
Zilāni	2,60	1,72	2,55	2,71	1,87	0,00	2,54	2,52	1,11	0,45	1,49	0,57	3,88
Ventspils	2,19	1,89	2,90	2,73	3,23	1,66	2,77	3,85	1,43	0,42	1,43	0,93	4,08
Vidējais mēneša un gada temperatūras pieaugums vai samazinājums, °C/10 gados	0,61	0,48	0,56	0,35	0,25	-0,01	0,29	0,26	0,13	0,02	0,13	0,12	0,26
Maksimālā mēneša un gada temperatūra, °C/10 gados	0,77	0,57	0,67	0,46	0,36	0,16	0,38	0,36	0,21	0,11	0,22	0,19	0,31
Minimālais mēneša un gada temperatūras pieaugums/samazinājums, °C/10 gados	0,47	0,41	0,42	0,27	0,14	-0,14	0,13	0,12	0,04	-0,05	0,08	0,07	0,20

	trends nozīmīgs, ja $\alpha = 0,001$
	trends nozīmīgs, ja $\alpha = 0,01$
	trends nozīmīgs, ja $\alpha = 0,05$
	trends ticams, ja $\alpha = 0,1$

Klimata mainības izpētē mainības tendenču izvērtēšanai izmanto Manna-Kendala testu, kas ir īpaši izstrādāts klimatisko parametru mainības tendenču (trendu) izpētei. Manna-Kendala tests ļauj analizēt datu rindas pat tad, ja tajās ir iztrūkstošas vērtības (meteoroloģisko parametru novērojumi, piemēram, ir tikuši pārtraukti 1. un 2. pasaules kara laikā), kā arī datu rindas ar netipiskām (ļoti augstām vai zemām) vērtībām. Manna-Kendala testa pamatā ir tā sauktais rangu jeb pāru princips, pēc kura salīdzina divas novērojumu vērtības. Manna-Kendala testu var izmantot datu rindām, kam ir sezonāls vai sērijveida mainības raksturs, jo tas ļauj aprēķināt testa vērtības katram mēnesim atsevišķi. Pētāmā parametra mainības tendences ir statistiski būtiskas (0,01), ja testa vērtība ir lielāka par 2 vai mazāka par -2.

Gaisa temperatūra ir klimata mainības indikators, kas visbiežāk tiek izmantots, lai raksturotu globālās sasilšanas procesus. Gaisa temperatūras mainība viegli un saprotami parāda, ka notiek gaisa temperatūras paaugstināšanās pēdējās desmitgadēs.

Gaisa temperatūras mainības raksturs Rīgā divu gadsimtu laikā parādīts 4.5. attēlā.

Gada vidējais temperatūras pieaugums Rīgā laika posmā no 1795. gada līdz 2010. gadam ir 1,3 °C, bet augstākais tas ir pavasara mēnešos (maijā, aprīlī, martā), kā arī ziemas sākumā (decembrī).

Gaisa temperatūru Rīgā raksturo ievērojama mainības amplitūda — mēneša minimālā vidējā temperatūra (-17,1 °C) novērota

1803. gada janvārī, bet maksimālā (+22,8 °C) — 1914. gada jūlijā. Temperatūras ilgtermiņa mainību raksturo izteiktas gada vidējo temperatūru fluktuācijas (svārstības), tomēr, analizējot līknes, ir acīmredzams, ka temperatūras mainību kopš 20. gadsimta vidus raksturo izteikta tās paaugstināšanās tendence. 2002., 2010. un 2011. gada vasaras sezonas ir bijušas vienas no siltākajām meteoroloģisko novērojumu vēsturē Latvijas teritorijā (sk. 4.3. tabulu), kad vidējā gaisa temperatūra bija robežās no 19,2 °C līdz 19,9 °C. Desmit aukstākās vasaras ar vidējo gaisa temperatūru no 13,6 °C līdz 15,2 °C pēc *Rīga Universitāte* novērojumiem raksturīgas 19. gs., kā arī līdz 20. gs. vidum. Novērojama arī iezīme, ka vidējās minimālās gaisa temperatūras paaugstinās vairāk nekā vidējās maksimālās gaisa temperatūras, kas ir galvenais temperatūras amplitūdas samazināšanās iemesls.

Gaisa temperatūras mainības raksturs Rīgā attēlo visai lielā reģionā norisošo klimata veidošanās procesu raksturu, kā tas redzams, salīdzinot gaisa temperatūras mainības raksturu Rīgā un Upsalā (sk. 4.6. att.), kas atrodas Zviedrijā (520 km attālumā no Rīgas). Kaut arī Upsala atrodas ievērojami tālāk uz ziemeļiem nekā Rīga un klimats šajā Zviedrijas pilsētā ir ievērojami aukstāks, tomēr gada vidējo temperatūru mainības raksturs ir līdzīgs (sinhrons). Tātad Rīgā 20. gadsimta otrajā pusē veiktie klimata pasiltināšanās procesa novērojumi ļauj analizēt norises un to raksturu Baltijas jūras reģionā.

4.3. Nokrišņi un to daudzuma mainība

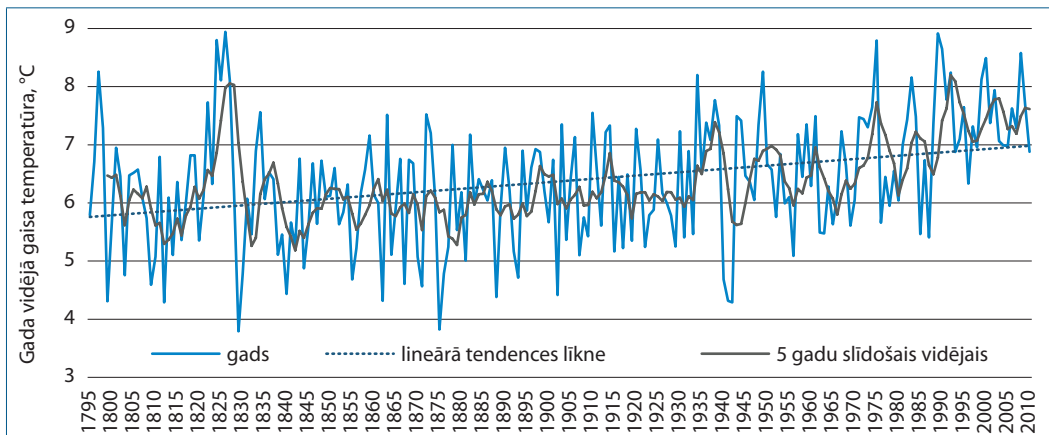
Nokrišņu daudzumu Latvijā nosaka atmosfēras liela mēroga cirkulācija (Rietumu planetārā plūsma, kas vidējos platumā grādos novērojama troposfērā un stratosfērā), kas nosaka mitro gaisa masu pārneši no Atlantijas okeāna pāri Baltijas jūrai galvenokārt cikloniskās darbības dēļ. Tāpēc Latvijas teritorijai ir pietiekami liels nokrišņu daudzums — vidēji 685 mm (sk. 4.7. att.). Kaut arī Latvijas augstienes nav

pārāk augstas, tās tomēr ietekmē temperatūras un nokrišņu sadalījumu vietējā mērogā.

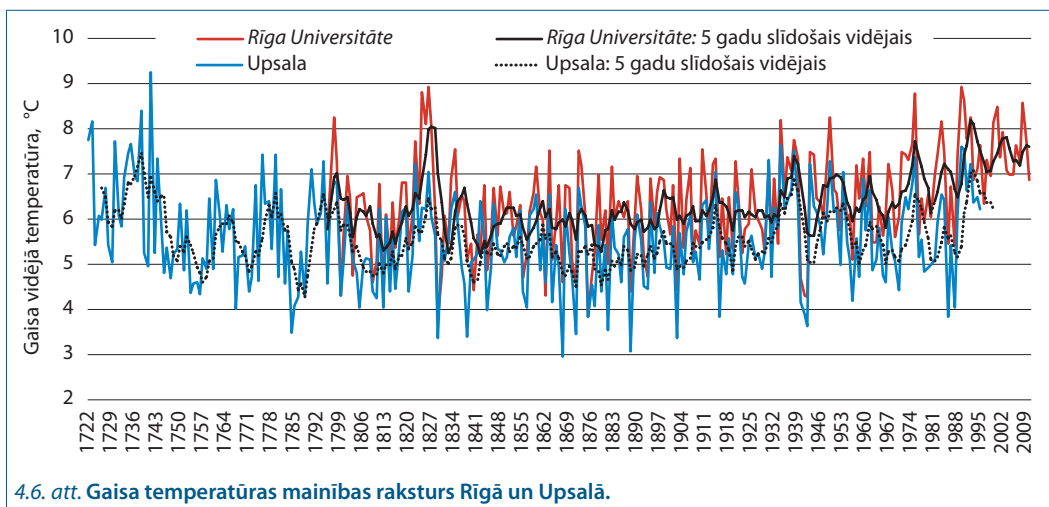
Gada vidējo nokrišņu daudzuma sadalījumā dominē kopējas likumsakarības — lielākais vidējais gada nokrišņu daudzums (760–870 mm) ir raksturīgs Vidzemes augstienes, Rietumkursas augstienes un Latgales augstienes rietumu uzvēja nogāzēm (sk. 4.8. att.). Vismazākais nokrišņu daudzums (580 mm) tiek

4.3. tabula. Desmit siltākās un aukstākās vasaras pēc Rīga Universitāte novērojumu rindām (1795.–2012. gads)

Siltākās vasaras, gads	Vidējā temperatūra siltākajās vasarās, °C	Aukstākās vasaras, gads	Vidējā temperatūra aukstākajās vasarās, °C
1826	21,1	1874	13,6
2010	19,9	1873	14
1798	19,8	1928	14,1
2002	19,7	1962	14,1
1939	19,7	1821	14,4
1972	19,6	1902	14,5
1834	19,3	1904	14,5
1868	19,2	1844	14,6
2011	19,2	1830	14,8
1973	19,1	1849	15,2



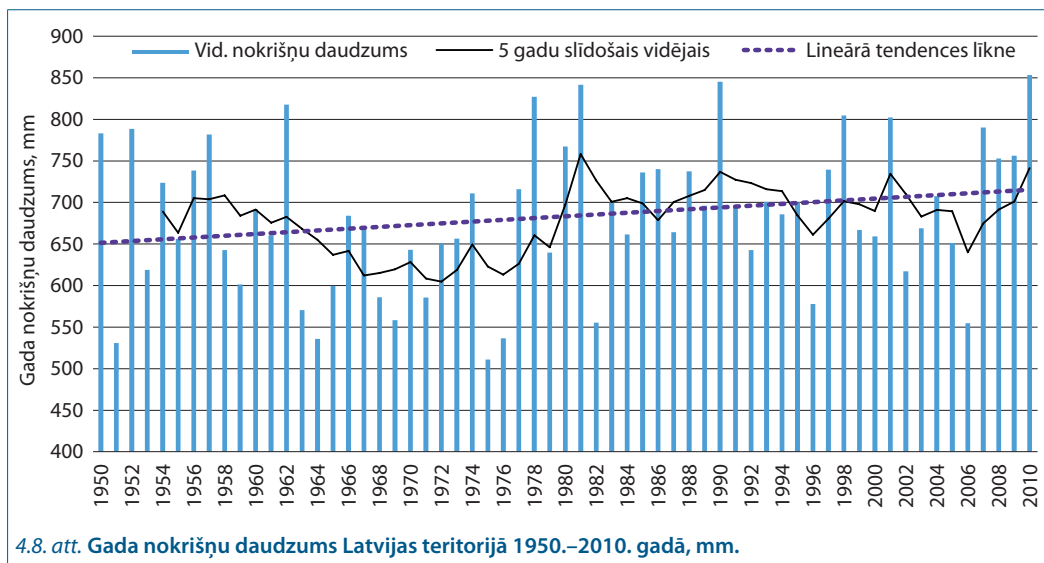
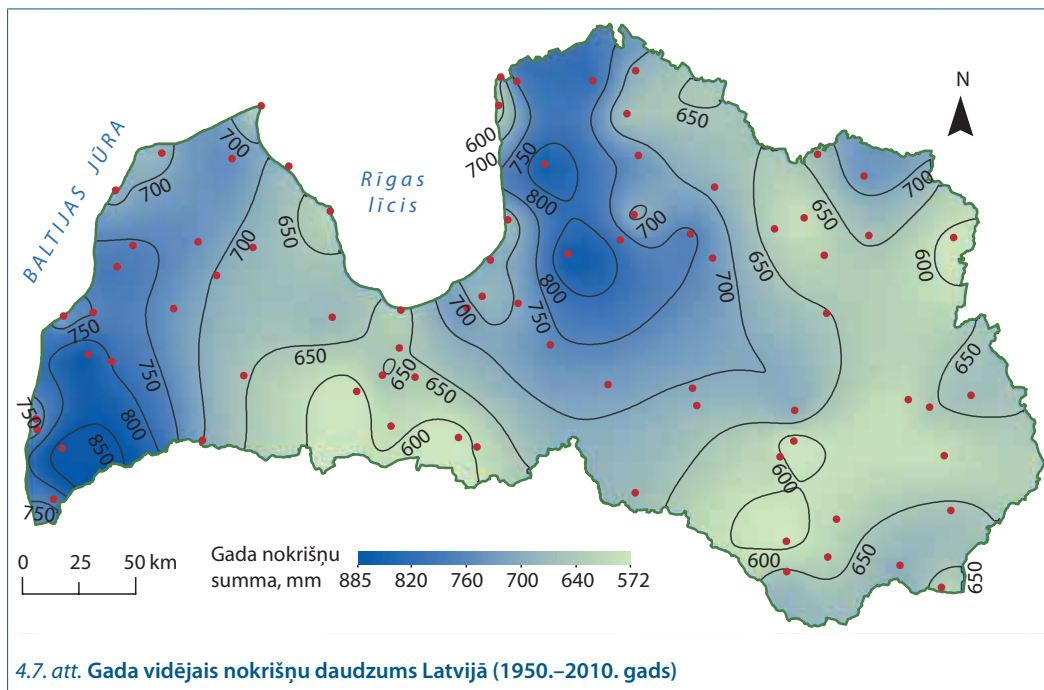
4.5. att. Vidējās gada gaisa temperatūras ilgtermiņa izmaiņas (1795.–2010. gads) un lineārās tendences likne pēc Rīga Universitāte novērojumu stacijas datiem.



4.6. att. Gaisa temperatūras mainības raksturs Rigā un Upsalā.

novērots Zemgales līdzenumā, kā arī iepakās, kas atrodas augstieņu aizvēja nogāzēs. Lielākie mēnešu nokrišņu daudzumi (> 80 mm mēnesī) tiek novēroti vasaras periodā. Aukstajā gadalaikā parasti nokrišņu daudzums ir ievērojami mazāks (apmēram 20 mm mēnesī).

Vidējais nokrišņu daudzums 853 mm Latvijas teritorijā ir reģistrēts 2010. gadā, un tas bija nokrišņiem bagātākais gads ne tikai laika periodā no 1950. līdz 2010. gadam, bet arī 89 gadu meteoroloģisko novērojumu vēsturē (sk. 4.8. att.). Taču ir reģistrēti vairāki gadi,



piemēram, 1951. un 1963. gads, kad vidējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā ir attiecīgi bijis 531 un 536 mm. Intensīvi un ļoti intensīvi nokrišņi galvenokārt raksturīgi siltajai sezonai (aprīlis–septembris). Vislielākais reģistrētais diennakts nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā ir 160 mm (novērots Ventspilī 1973. gadā). Viens no intensīvākajiem nokrišņu apjomiem pēdējo gadu laikā reģistrēts 2014. gada 29. jūlijā Siguldā, kad vienā stundā izkrita 83,9 mm nokrišņu, bet 6 stundās – 122,8 mm, kas ievērojami pārsniedza jūlija mēneša normu (99,9 mm). Vidējais dienu skaits ar diennakts nokrišņiem >10 mm un >20 mm Latvijas teritorijā ir attiecīgi 12–21 dienu un 2–4 dienas. Kopumā diennakts nokrišņi >50 mm tiek novēroti reti.

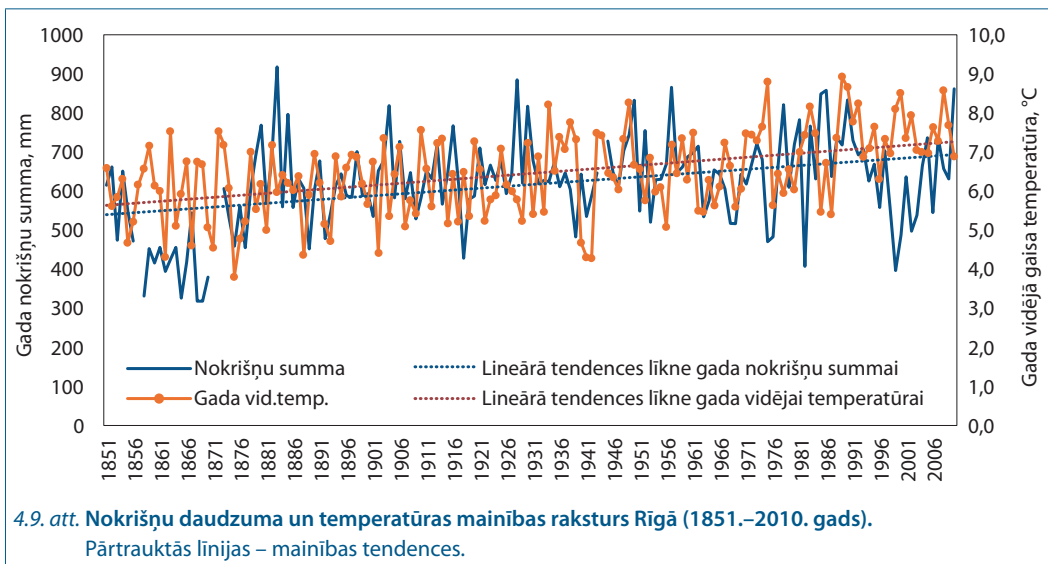
Intensīvo nokrišņu izmaiņu analīze tika veikta pēc dienu skaita, kurās diennakts nokrišņu summa >10 mm un >20 mm. Līdzīgi kā gada nokrišņu ilgtermiņa gaitai, arī atmosfēras nokrišņu ekstrēmuma rādītājiem raksturīgas cikliskas svārstības, kas visbiežāk ir spilgtāk izteiktas kā lineārās pārmaiņas. Tomēr statistiskā testa rezultāti parādīja, ka gan dienu skaitam ar intensīviem nokrišņiem, gan dienu skaitam ar ļoti intensīviem nokrišņiem ir tendence palielināties un ka daudzos gadījumos izmaiņas ir statistiski nozīmīgas.

Atmosfēras nokrišņu daudzums un tā mainības raksturs ietekmē ekosistēmas, cilvēka dzīves vidi un daudzas saimnieciskās darbības jomas, piemēram, lauksaimniecību un enerģētiku. Būtisks ir ne tikai kopējais nokrišņu daudzums noteiktā laika posmā (gads, mēnesis), bet arī tā sadalījums gada laikā (sezonaļā mainība) un intensitāte. Piemēram, nokrišņu pieejamība un to izkrišanas raksturs būtiski ietekmē lauksaimniecības kultūru attīstību.

Kopumā nokrišņu daudzums uz mūsu planētas kopš 20. gadsimta sākuma ir pieaudzis aptuveni par 2%, kaut arī nokrišņu daudzuma pieauguma sadalījums uz Zemes nav vienmērīgs. Tiek vērtēts, ka gada nokrišņu daudzums Ziemeļeiropā 20. gadsimta laikā ir palielinājies par 10–40%, kamēr vairākos Dienvideiropas rajonos nokrišņu daudzums ir samazinājies par ≈ 20%.

Latvijā, tāpat kā citās Ziemeļeiropas valstīs, pēdējā gadsimta laikā kopumā ir novērojams gan temperatūras, gan nokrišņu daudzuma pieaugums (sk. 4.9. att.).

Arī nākotnes klimata prognožu modeļi paredz, ka līdz ar siltāku klimatu palielināsies ūdens piesātinājuma kapacitāte atmosfērā. Tas nozīmē, ka palielināsies arī ekstremālo nokrišņu daudzums.



4.4. Ekstremālās parādības un to izmaiņas

Ekstremālas parādības jeb ekstremālie laikapstākļi raksturo laikapstākļu notikumus, kas ir ekstrēmi vēsturiskā griezumā, īpaši netipiski, bargi vai sezonai neraksturīgi. Tādējādi var teikt, ka ekstrēmi laikapstākļi ir ne tik bieži sastopami meteoroloģiskie notikumi, kuriem ir būtiska ietekme uz sabiedrību vai ekosistēmu. Ekstrēmi laikapstākļi to izpausmes veida un ietekmes dēļ visbiežāk tiek definēti lokāli, jo tie ir specifiski un atšķirīgi katrai vietai. Ekstrēmi laikapstākļi pēc norises veida var būt pēkšņi (intensīva lietusgāze, vētra) vai ilglaicīgi (karstuma viļņi, sausumi). Katrs ekstrēms notikums ir unikāls pēc mēroga, laika, norises, atrašanās vietas un iedarbības uz cilvēku dzīves vidi. Ekstrēmi

laikapstākļi ietekmē sektorus, kuri ir cieši saistīti ar klimatu, piemēram, lauksaimniecība, mežsaimniecība, cilvēku veselība, tūrisms u.c.

Izmaiņas mūsdienu klimatā palielina un nākotnē palielinās ekstrēmo laikapstākļu biežumu un to intensitāti. Pat, ja nav novērotas izmaiņas vidējās vērtībās, ekstrēmiem laikapstākļu notikumiem var būt novērotas būtiskas tendences. Ekstrēmie laikapstākļu notikumi klimata pārmaiņu un klimata dabiskas variabilitātes dēļ arvien vairāk tiek apzināti kā apdraudējums cilvēku veselībai, lauksaimniecībai, mežsaimniecībai u.c.

Ekstremāli laikapstākļi nav meteoroloģiska situācija, kas sastopama tikai mūsdienās.

Guntis Eberhards

Vēsturiskos avotos aprakstītie dabas apstākļi Baltijā un Latvijā vairāk nekā 900 gadu garumā sniedz ieskatu par neparastām ziemām, pavasarjiem, vasarām un rudeniem, par katastrofāliem plūdiem Daugavā un citās upēs, par lielu karstumu un neiedomājamu sausumu, kad izžūst upes un akas, deg meži un purvi, kad lietus nepārtraukti līst mēnešiem ilgi. Ziemā snieg un puteņi nepārtraukti 1–2 mēnešus. Visi sējumi izsalst pavasarī vai vasaras sākumā ap Jāņu dienu vai arī noslikst vasaras un rudens lietavās. Iestājas ilgstošs bads bez maizes visā Baltijā. Katrā gadsimtā sevišķi bargās ziemās vairākas reizes aizsalst Baltijas jūra (nemaz nerunājot par Rīgas līci) un cilvēki no Dānijas, Vācijas un Polijas kājām vai ar ragavām ceļo uz Zviedriju un Somiju, arī uz Baltiju un atpakaļ, jo pa ledu ir vieglāk pārvietoties nekā pa aizputinātiem laukiem un mežiem.

Lai iegūtu priekšstatu par to, kas ir bijis un ko varam varbūt arī sagaidīt tuvākā vai tālākā nākotnē, ieskatīsimies tālās pagātnes notikumos, to aprakstos, kas atrodami dažādos vēstures avotos — hronikās, gada grāmatās, avīzēs un monogrāfiskajos apkopojumos.

1172. gadā, kā rakstīts arhīvu materiālos, ziema Daugavas baseinā bijusi tik silta, ka kokiem izplaukušas lapas, bet putni vijuši ligzdas. Savukārt 1214. un 1216. gadā ziemas atkal bijušas tik bargas, ka Rīgas līci klājis tik biezs ledus, ka pa to brīvi pārvietojies liels rīdzinieku karaspēks karagājienā pret Vidzemes lībiešiem un latgaļiem. Arī 1219. gadā, kad satiksme no Rīgas uz Igauniju notikusi pa līča ledu, kļuvis tik auksts, ka ceļotāji masveidā guvuši sejas, kāju, roku apsaldējumus un bijuši spiesti atgriezties atpakaļ. "Livonijas hronikā" rakstīts, ka Bīskaps Alberts ar savu karaspēku no Rīgas uz Sāremā pāri Rīgas līcim karagājienā devies 1225. un 1227. gadā, kad bijušas bargas ziemas un līcis aizsalis. Kustībā esošā karaspēka radītais troksnis esot līdzinājies pārkoņam: šķindējuši ieroči, sadūrušās ragavas, klieguši ļaudis, uz slidenā ledu krituši un atkal cēlušies cilvēki un zirgi. Līdzīgi karagājieni un ceļojumi pa aizsalušo Rīgas līci no Livonijas uz Igauniju notikuši arī 1228. gadā, no 1260. līdz 1261. un no 1269. līdz 1270. gadam.

1617. gadā Baltijā bijusi ļoti silta un lietaina ziema bez sniega. Visu janvāri pūtis dienvidaustrumu vējš un lijis, augusi zāle un izplaukuši ziedi, ziedējuši ķirši. Arī pēc 7 gadiem 1624. gadā atkal iestājusies tāda pati ļoti silta ziema. 1624. gada 18. martā sākas Daugavas pali, bet aprīlī jau tik silts kā ap Jāņiem. 15. aprīlī ziedējuši ķirši. Tā rakstījis J. Broce.

1835. gadā ziema Latvijā bija ar neiedomājami biezu sniega segu, kas sasniedusi 1,8–2,1 m. Snigšana sākusies no jaunā gada, bet sevišķi daudz sasniedzis martā. Aprīlī Saule un lietus to strauji nokausējis un sākušies lieli plūdi. Ledus segas biežums upēs sasniedzis pieauguša vīrieša garumu.

1431. gada vasarā valdīja liels sausums. Par to rakstīts: “Zeme un purvi dega, dūmaka stāvēja 6 nedēļas, Sauli neredzēja, zivis ūdenī nobeidzās un putni krita zemē, neredzēja tos lidojam”.

Ļoti neparasti notikumi 1795. gada vasarā novēroti Rīgā. 10. jūnijā pāri pilsētai brāzusies viesuļvētra 2 km platā joslā un 160 km garumā ar stipru krusu. Kruzas graudu lielums bijis vistas olas lielumā. Viesulis nodarījis ļoti lielus postījumus. 1826. gads bijis ar sevišķi karstu un sausu vasaru. Deguši meži, kūdrāji un virsāji, kas bija ļoti izkaltoši. Valdījis drausmīgs sausums, bez ūdens pārstājušas darboties ūdensdzirnavas. Vidējā gaisa temperatūra jūnijā bijusi +18,9, jūlijā +22,5, bet augustā +20,7 grādi pēc Celsija.

Ļoti neparasts gads un sevišķi vasara 1827. gadā bija Kurzemē. Pēc Kurzemes draudžu hroniku datiem vasara sākusies ļoti ātri: jau jūnija beigās plāvuši rudzus (t.i., vairāk nekā mēnesi agrāk nekā tagad – ap augusta pirmo pusi). Arī rudens bijis silts un sauss.

Par drausmīgu vasaru 1844. gadā rakstīts “Rīgas avīzēs” un citos izdevumos: “Pie mums lietus un plūdi. 12 nedēļu garumā tikai 15 dienas nelija, pat divas dienas pēc kārtas bez lietus neredzējām, bet pilnīgi skaidru dienu nebija vispār. Jūlijs bija vēl lietaināks. Ūdens appludinājis ne vien pļavas un zemos laukus vairāk nekā pavasarī. Applūduši ceļi un tilti. Vairāk nekā divus mēnešus lietus lījis bez apstājas, visi grāvji pārvērtušies upēs, upes – lielās ūdens straumēs, pļavas – ezeros. Tilti, dambji un arī vairākas ūdensdzirnavas sagrautas, bet ceļi kļuvuši neizbraucami”.

Apkopojot vēsturiskos datus, P. Ludvigs rakstīja, ka visbriesmīgākie Rīgai tomēr bijuši 1709. gada plūdi. Kopējo situāciju autors apraksta šādi: “Plūdi sākušies jau iepriekšējā gada rudenī. Novembrī tad plosījusies ārkārtīgi stipra vētra, kas daudziem Rīgas namiem, daļēji arī Doma baznīcai, noārdījusi jumtu. Vētras sadzītais ūdens vietām appludinājis Daugavas krastus un salas, aizskalojot mājas, lopus un cilvēkus. Sadauzīti un izmesti krastā arī daži kuģi. Vētrai sekojis bargs sals, kas gandrīz nepārtraukti pieturējies visu ziemu. Daugavā ledus sasalis 1,5 m biežumā tā, ka upe vietām bija aizsalusi līdz dibenam. Ledū iesaluši 22 kuģi. Tanī ziemā Latvijā izsaluši gandrīz visi augļu koki. Sākoties pavasara atkusnim, straume nesusi Daugavas augšgala ledu uz leju, bet lejasgala ledus nav salūzis – tas palicis turpat, kur bijis. Tā upes lejasgalā radies ļoti liels ledus sastrēgums. Ūdens tad lauzis sev divus jaunus ceļus uz jūru un appludinājis Daugavas salas un Pārdaugavu. Ledū iesalušos kuģus nav bijis iespējams vairs glābt. Ledum sakustoties, tie saspiesti, saārdīti un aiznesti jūrā. Jūrā aizrauti arī lieli kokmateriālu daudzumi un vairākas mājas ar visiem iedzīvotājiem. Viena pati Zaķusala zaudējusi 52 mājas. Vēl sliktāk gājis pašā Rīgā. Ledus masas un plūdu ūdeņi ielauzuši pilsētas vārtus, ieplūduši pilsētā, pārpludinot tur ielas, ēkas un pagrabus. Doma baznīcā ūdens kāpis līdz altārim. Juku jukām tur peldējuši soli, zārki un izskalotie līķi”.

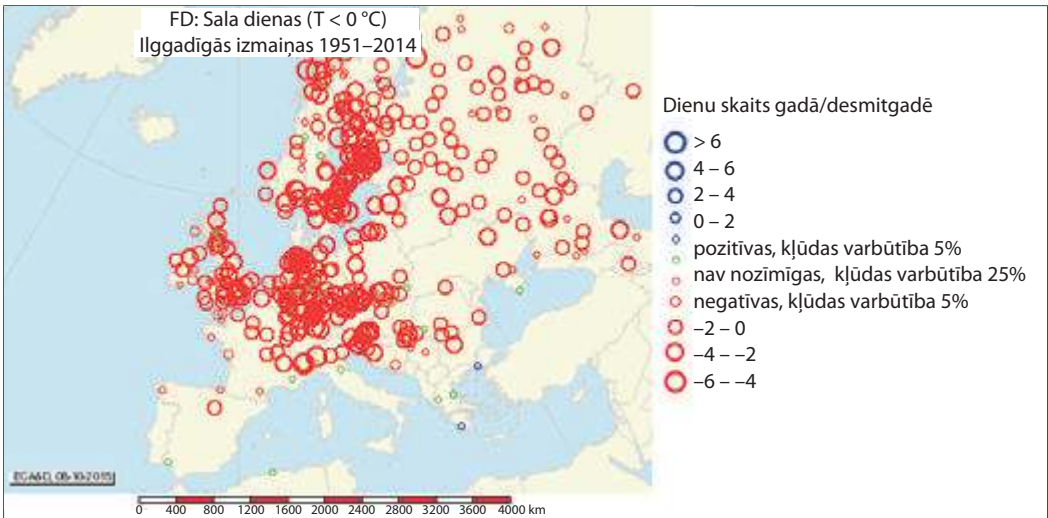
1855. gadā pēc sniegotas ziemas bez atkušņiem 11. aprīlī Daugavā sākusies ledus lūšana un virzīšanās uz jūru. Pie Baltās baznīcas, kas Vecmīlgrāvī atrodas pie upes, ledus apstājies, jo pati upes grīva vēl bijusi ar stingru ledus segu. Pie Podraga tikuši sastumti lieli ledus kalni. Līmenim strauji ceļoties, 12. aprīlī ūdens plūdis pāri aizsargdambjiem un applūdusi visa zemā Daugavas palīene kreisajā krastā, labajā krastā Ganību dambja rajons, liela daļa Maskavas forštates un Daugavas salas. Mājas uz salām bijušas līdz jumtiem ūdenī. Apejot ledus sastrēgumu, Daugavas ūdeņi un ledus izrāvuši jaunu ceļu pāri Spilves pļavām, aiznesot līdz 2 mājas un citas būves. 14. aprīlī līmenis sācis kristies. Pēc vērtējuma maksimālais palu līmenis Rīgā bijis par 8,24 m augstāks nekā vasaras laikā.

Kopumā vērtējot, turpat 600 gadu garumā no 14. gadsimta līdz 20. gadsimta sākumam Rīga un tās iedzīvotāji piedzīvojuši vairāk nekā 20 ledus sastrēgumu izraisīto katastrofālo plūdu postījumus. Tādi bijuši 1358., 1363., 1587., 1589., 1597., 1615., 1618., 1643., 1709., 1727., 1744., 1770., 1771., 1783., 1795., 1807., 1814., 1829., 1837., 1912., 1917., 1924. un 1929. gadā.

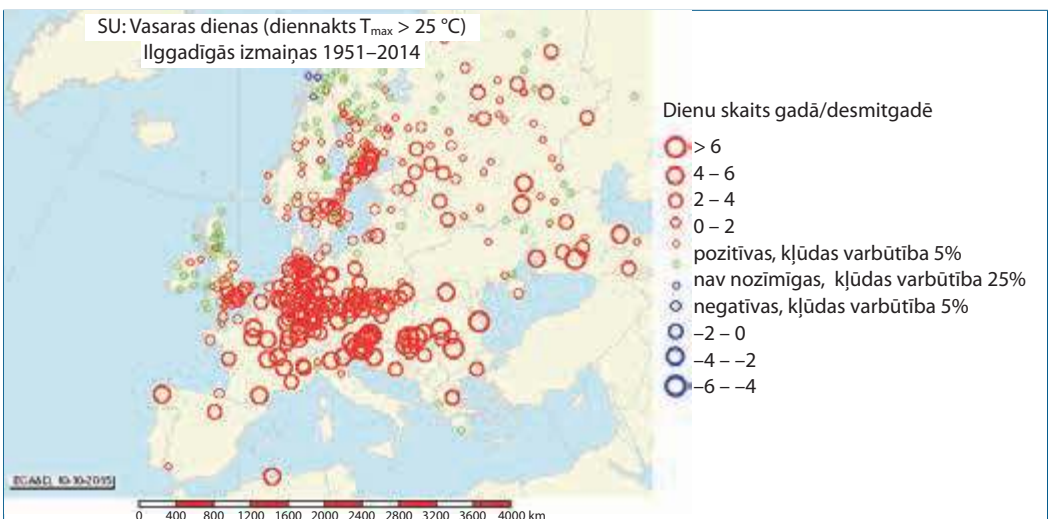
Mūsdienās veikto pētījumu rezultāti liecina, ka ilggadīgā laika periodā Latvijā novērotas būtiskas ekstremālo klimatisko parādību izmaiņas – biežākas ir kļuvušas ekstremāli karstas dienas un naktis, kā arī dienas ar stipriem nokrišņiem, savukārt ekstremāli aukstas dienas tiek novērotas aizvien retāk. Šie rezultāti ir saskaņā ar līdzīgu klimata pārmaiņu novērtējuma un analīzes pētījumu rezultātiem gan

kaimiņvalstīs un Ziemeļeiropā, gan arī Eiropas un pasaules mērogā. Kā redzams 4.10. attēlā, Eiropā ir vērojama būtiska sala dienu samazināšanās (vidēji no 2–6 dienām dekādē) un tikai atsevišķās novērojumu stacijās (zaļās krāsas aplīši) šīs izmaiņas nav nozīmīgas.

Laika posmā no 1951. līdz 2014. gadam lielākajā daļā Eiropas vasaras dienu skaits ir palielinājies vidēji par 4 dienām 10 gados, tomēr



4.10. att. Sala dienu izmaiņas Eiropā no 1951. līdz 2014. gadam.



4.11. att. Vasaras dienu izmaiņas Eiropā no 1951. līdz 2014. gadam.

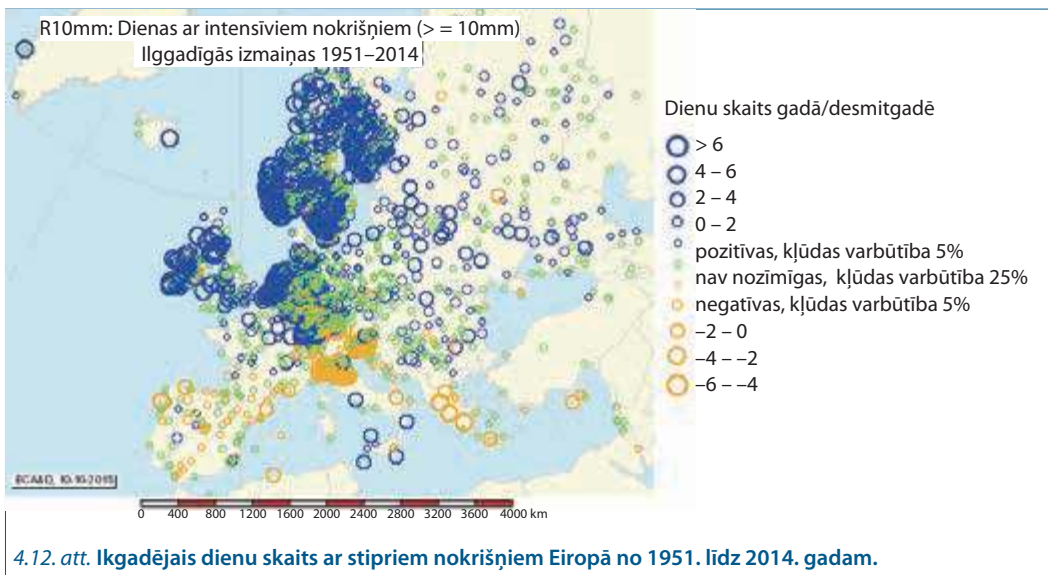
būtiski ir tas, ka lielāks to pieaugums ir bijis tieši vairāk dienvidu rajonos, kur vasaras dienu skaits palielinājies aptuveni par 4–6 dienām 10 gados, bet Eiropas centrālajos rajonos dominējis palielinājums par 2–4 dienām desmit gados (sk. 4.11. att.).

Dienu skaita izmaiņas ar stipriem nokrišņiem parāda atšķirīgas iezīmes Eiropas ziemeļdaļā, vidusdaļā un dienviddaļā (sk. 4.12. att.). Raksturīgi, ka Ziemeļeiropā dienu skaits ar stipriem nokrišņiem kopumā ir palielinājies no 1 līdz 3 dienām desmit gados. Eiropas vidusdaļā izteikti parādās zaļā krāsa. Tas nozīmē, ka nav vērojamas izmaiņas stipru nokrišņu dienu skaita ziņā laika periodā no 1951. līdz 2014. gadam. Mazākie zilie aplīši norāda izmaiņas no 0–1 vai 1–2 dienām desmit gados. Savukārt visbūtiskākā stipro nokrišņu dienu skaita samazināšanās novērota Eiropas dienviddaļā – no 1 līdz pat 3 un vairāk dienām desmit gados.

Novērojumu datu analīze Latvijā liecina, ka līdz ar vidējo gaisa temperatūru paaugstināšanos mainās arī ekstremālās gaisa temperatūras. Lielākajā daļā teritorijas ir samazinājies sala dienu skaits (sk. 4.4. tabulu). Baltijas jūras piekrastes teritorijās kļuvuši ievērojami īsāki sala periodi. Vairākas ekstremālo lielumu izmaiņu izteiktas tendences ir konstatētas Rīgas

pilsētā. Īpaši tas attiecas uz vasaras dienu skaita palielināšanos (tās ir dienas, kad diennakts maksimālā gaisa temperatūra ir augstāka par 25 °C). Palielinās arī tropisko nakšu skaits, kad gaisa temperatūra ir augstāka par 20 °C. Iespējams, ka tas ir saistīts ar pilsētas kā siltuma salas intensitātes palielināšanos un specifisko pilsētas klimata efektu.

Pētījuma rezultāti par ekstremālo rādītāju izmaiņām 10 novērojumu stacijās laika periodā no 1923. līdz 2012. gadam atspoguļoti 4.4. tabulā. Pētījumā tika lietoti ekstremālo klimatisko parādību indeksi, ar kuru palīdzību var raksturot klimata pārmaiņu procesus un izvērtēt iespējamās klimata pārmaiņu ietekmes uz dažādiem sociālajiem un ekonomiskajiem rādītājiem. Indeksu vērtības tika aprēķinātas gada griezumā. Ekstremālo rādītāju izmaiņu tendences izvērtētas ar neparametriskā Manna-Kendalla testa palīdzību, par statistiski būtiskām pieņemot testa vērtības, kas $> 1,96$ vai $< -1,96$, ja būtiskuma līmenis $\leq 0,05$. Līdzīgi līdzšinējo pētījumu rezultātiem, ekstremālo klimatisko parādību ilggadīgo izmaiņu tendenču analīze (sk. 4.4. tabulu) norāda uz būtiskām ekstremālu gaisa temperatūru un atmosfēras nokrišņu izmaiņām: ilggadīgā laika periodā būtiski paaugstinājusies temperatūra, kas izraisījis arī ekstremāli



4.4. tabula. Ekstremālo klimatisko parādību indeksu izmaiņu tendences (Manna-Kendala testa vērtības) Latvijā 1923.–2012. gadā

Ekstremālie indeksi	Ainaži	Gulbene	Kolka	Liepāja	Mērsrags	Priekulji	Rīga	Rūjiena	Stende	Ventspils
Vidējā gada maksimālā gaisa temperatūra, TX	3,48	3,91	4,05	4,22	4,06	4,87	4,50	3,71	3,54	3,86
Vidējā gada minimālā gaisa temperatūra, TN	1,98	3,29	2,96	1,68	1,43	3,92	4,97	3,83	2,12	5,64
Vidējā diennakts temperatūras amplitūda, DTR	2,29	1,08	2,67	5,37	5,18	0,84	-3,08	0,08	2,67	-5,07
Augšanas sezonas garums, GSL	1,05	2,87	3,09	2,47	1,99	2,38	3,34	3,24	1,67	2,91
Vasaras dienas (ikgadējais dienu skaits, kad TX > +25 °C), SU	0,80	2,32	1,82	2,58	4,15	2,90	2,53	1,77	1,51	0,86
Karstuma viļņa ilguma indikators, WSDI	2,56	2,55	3,30	2,61	2,29	3,33	3,72	2,54	2,68	2,39
Sala dienas (ikgadējais dienu skaits, kad TN < 0 °C), FD	-1,99	-3,19	-3,43	-1,89	-1,74	-3,61	-4,52	-3,03	-2,39	-4,18
Dienas bez atkušņa (ikgadējais dienu skaits, kad TX < 0 °C), ID	-2,51	-2,48	-1,96	-1,98	-1,32	-3,08	-1,89	-2,19	-2,03	-2,60
Aukstuma viļņa ilguma indikators, CSDI	-0,01	0,33	-1,93	-0,99	-0,13	-1,41	-2,30	-0,88	0,26	-2,49
Ikgadējā kopējā nokrišņu daudzuma summa dienās ar nokrišņiem, PTOT	2,12	4,10	3,12	3,01	5,50	3,08	2,92	1,49	4,93	2,46
Ikgadējais dienu skaits ar stipriem nokrišņiem, R10	2,28	1,61	1,77	2,11	4,14	1,61	2,85	1,54	3,82	2,09
Ikgadējais dienu skaits ar ļoti stipriem nokrišņiem, R20	-0,06	0,12	1,79	2,59	2,45	-0,64	2,13	-1,91	1,62	1,31

aukstu dienu skaita samazināšanos un ekstremāli karstu dienu skaita palielināšanos.

Laika periodā no 1923. līdz 2012. gadam Latvijā bijušas arī sezonas ar ekstremālām izmaiņām temperatūras un nokrišņu ziņā (sk. 4.5. tabulu): ievērojami samazinājies ekstremāli aukstu vasaru un pavasaru skaits un palielinājies ekstremāli siltu sezonu skaits. Pēc nokrišņu sadalījuma ekstremālu sezonu izmaiņas būtiski ietekmējušas tikai ziemas sezonu, kad mitru sezonu skaits būtiski palielinājies līdz ar būtisku sausu sezonu skaita samazināšanos, t.i., ekstremāli sausas ziemas ir kļuvušas retākas un ievērojami palielinājies ekstremāli mitru un nokrišņiem bagātu ziemu skaits.

Šie rezultāti ir saskaņā ar līdzīgu klimata pārmaiņu novērtējuma un analīzes pētījumu rezultātiem gan kaimiņvalstīs un Ziemeļeiropā, gan arī Eiropas un pasaules mērogā. Izmaiņas identificējamās arī ekstremālajiem atmosfēras

4.5. tabula. Ekstremālo sezonu ilggadīgo izmaiņu tendences (Manna-Kendala testa vērtības) Latvijā 1923.–2012. gadā

	Minimālā gaisa temperatūra			
	Vasara	Rudens	Ziema	Pavasaris
Aukstas sezonas	-2,06	0,01	-1,59	-2,3
Siltas sezonas	2,21	-0,26	0,97	2,69
	Maksimālā gaisa temperatūra			
	Vasara	Rudens	Ziema	Pavasaris
Aukstas sezonas	-1,82	-0,6	-1,48	-3,1
Siltas sezonas	2,49	0,77	1,05	1,86
	Atmosfēras nokrišņi			
	Vasara	Rudens	Ziema	Pavasaris
Mitras sezonas	1,31	0,18	4,03	-0,17
Sausas sezonas	-0,14	-1,5	-3,08	-1,66

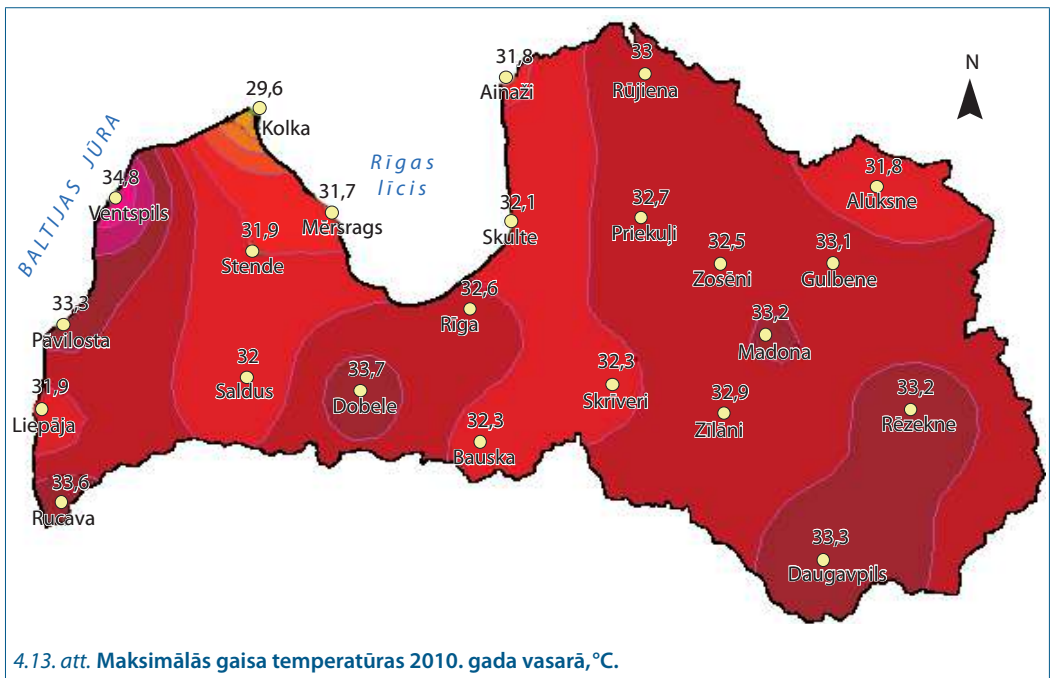
nokrišņiem, to biežums un intensitāte pārsvarā ir palielinājusies, tomēr nevienmērīgā telpiskā nokrišņu sadalījuma dēļ arī izmaiņu tendences ir teritoriāli atšķirīgas, kas no novērojumu datiem katrai meteoroloģiskajai stacijai aprēķināti gada griezumā.

Arī nesēn Latvijā ir pieredzēti ekstremālu laikapstākļu notikumi.

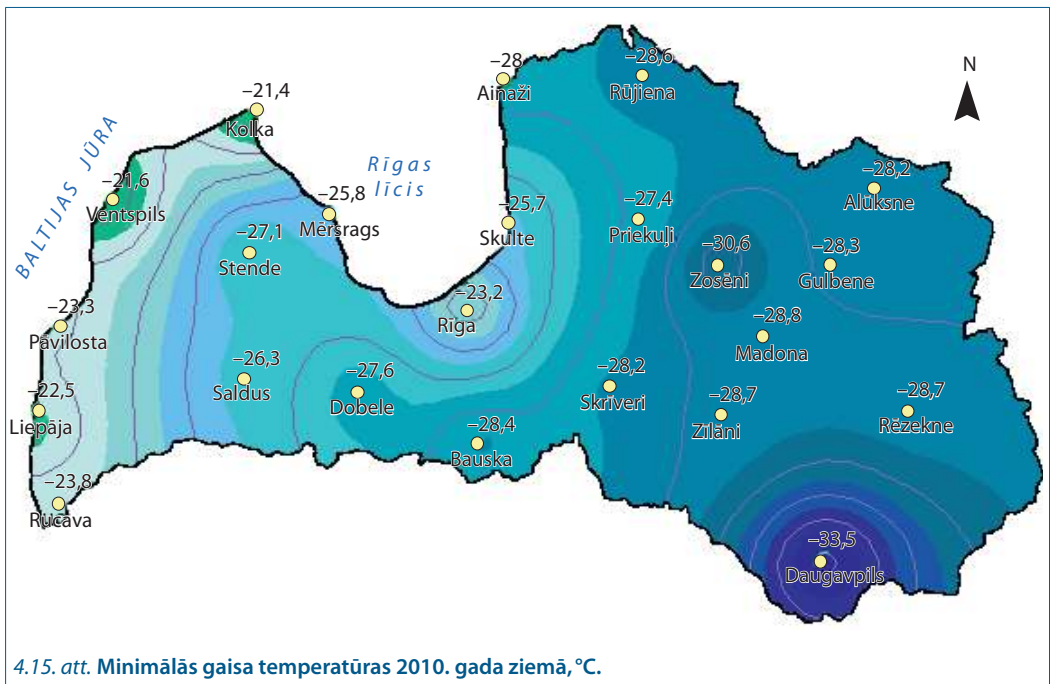
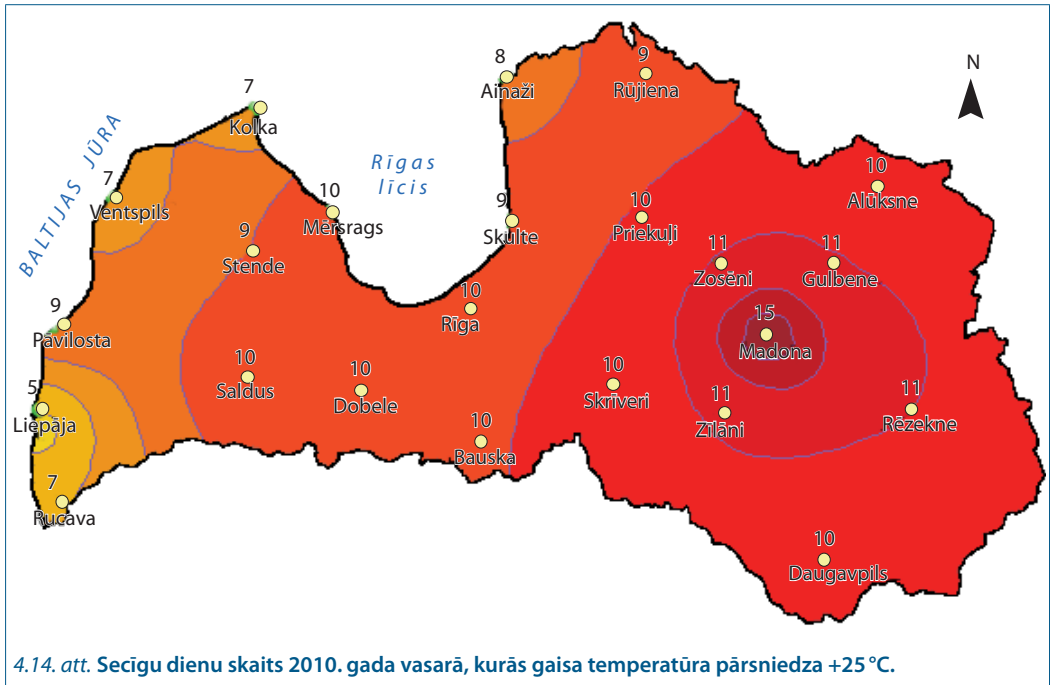
- **Spēcīgā 2005. gada ziemas vētra.** 2005. gada 8.–9. janvārī Latvija pieredzēja ļoti spēcīgu vētru. Situāciju Latvijā ietekmēja virs Botnijas līča valdošā ciklona dienvidu mala, kas noteica Latvijas atrašanos maksimālā vēja ātruma zonā. Maksimālais novērotais vēja ātrums brāzmās bija 40 m/s Ventspilī, 36 m/s Liepājas ostā, 30 m/s Rīgā. Rīgas ostā ūdens līmenis cēlās līdz 213 cm virs novērojumu stacijas nullpunkta atzīmes. Ūdens līmeņa celšanās rezultātā tika appludinātas lielas platības Mangaļsalā, Kundziņsalā, Vecāķos, Buļļos, Juglas ezera apkārtnē, Jūrmalas gatvē, kā arī Daugavgrīvā, Dubultos, Bulduros, Dzintaros. Spēcīgā vēja dēļ daudzās vietās tika pārtraukta elektrības piegāde un sakari, tika sagāzti un izrauti koki, norauti jumti, kā arī nodarīti

milzīgi zaudējumi daudziem zemes īpašumiem, lauksaimniecībai.

- **2005. gada septembris.** Pretēja hidrometeoroloģiskā situācija – augstas ūdens temperatūras un zems ūdens līmenis. Sliktā ūdens kvalitāte veicināja ekoloģisko katastrofu – zivju masveida noslāpšanu Lielupē.
- **2006. gada vasara.** Ekstrēmi augstas gaisa temperatūras un nepārtrauktais sausuma periods radīja augstu meža ugunsgrēku risku – tas bija viens no garākajiem un postošākajiem šāda veida periodiem Latvijas vēsturē. 3790,6 ha mežu tika iznīcināti ugunsgrēkos, lielas ganību platības izkalta (Valsts meža dienesta dati), karstais un sauss laiks radīja lielus zaudējumus lauksaimniecībai (nokaltuši zālāji, pavasara graudaugi, dārzeņi). Dažos reģionos Latvijā tika pasludināti ārkārtas apstākļi.
- **2010. gada temperatūras ekstrēmi.** Neparedzēts karstums iestājās 2010. gadā, kad maksimālā temperatūra gandrīz visā Latvijas teritorijā pārsniedza +30 °C un karstums turpinājās ilgu laika periodu. 4.13. attēlā ir redzamas vasaras periodā novērotās maksimālās temperatūras, kas skaidri atspoguļo



4.13. att. Maksimālās gaisa temperatūras 2010. gada vasarā, °C.



arī lokālos faktoros maksimālās temperatūras telpiskajā sadalījumā. Šajā gadījumā dominējošo austrumvēju ietekmē maksimālās un rekordaugstas temperatūras tika novērotas Baltijas jūras piekrastes rajonos, to skaitā Ventspils apkārtnē. Turklāt karstums bija stabils un Latvijas austrumdaļas reģionos secīgu vasaras dienu skaits pārsniedza pat 15 (sk. 4.14. att.).

Neskatoties uz novēroto temperatūras pieaugumu, pēdējā laikā Latvijā ir novērotas arī ļoti aukstas ziemas ar ļoti zemām temperatūrām. Temperatūras 2010. gada ziemas sezonā bija ekstremāli zemas, visā Latvijas teritorijā tās bija zemākas par -20°C , un minimums tika sasniegts Daugavpilī: $-33,5^{\circ}\text{C}$ (sk. 4.15. att.).

- **Ekstremāls apledojums un sniegs** 2010./2011. gada ziemas sezonas laikā radīja nopietnus bojājumus elektropārvades līnijām, kā arī lielai daļai Latvijas mežu.
- **Sniega segas ekstremāls biežums 2013. gada pavasarī un plūdi.** 2013. gada pavasarī sniega sega saglabājās līdz pat aprīļa otrajai dekādei, kas ir vidēji par mēnesi ilgāk nekā ilggadīgie vidējie datumi.

2013. gada martā Austrumlatvijas augstieņu rajonos sniega segas biežums līdz pat 2,5 reizēm pārsniedza normu, atsevišķās dienās sasniedzot pieaugumu par 50–60 cm. Aprīļa pirmajā dekādē Austrumlatvijā vidējais sniega segas biežums bija 40 cm, kas 10 reizes pārsniedza normu. Alūksnē 9. aprīlī sniega sega sasniedza vislielāko biežumu – 70 cm. Straujā sniega un ledus kušana aprīļa otrajā pusē izraisīja apjomīgus plūdus. Vislielākā ūdens līmeņa celšanās tika novērota Ogres upē Ogres pilsētas tuvumā. Aprēķini liecina, ka tur sasniegts tāds ūdens līmenis, kas var atkārtoties tikai reizi 200 gados.

- **Ļoti stipras pērkona lietusgāzes Siguldā 2014. gada 29. jūlijā.** Jūlija beigās pēc ilgstoša karstuma viļņa Latviju skāra ļoti spēcīgas pērkona lietusgāzes. Nokrišņu daudzums Siguldā sešās stundās sasniedza 123 mm. Pēc klimatiskajiem datiem šis nokrišņu daudzums Siguldā bijis lielāks jebkad novērotais, savukārt kopumā Latvijā – sestais lielākais. Tālab 1973. gada 9. jūlijā visstiprāk lija Ventspilī, kad nokrišņu daudzums 12 stundās sasniedza 160 mm.

4.5. Sniega segas raksturs un tā mainība

Klimata sistēmā nozīmīgi ir laikapstākļi ziemā un sniega segas izveidošanās. Aukstajā sezonā liela daļa nokrišņu izkrīt sniega veidā. Sezonālā sniega sega var saturēt lielu ūdens daudzumu, kas izkūstot ievērojami ietekmē gan virszemes, gan pazemes ūdeņu hidroloģisko režīmu. Ūdens saturs sniega segā lielā mērā ietekmē arī hidroenergoresursus, kā arī ir nozīmīgs raksturlielums plūdu riska paredzēšanai. Līdz ar to sniega sega ir būtiska ne tikai klimata mainības aspektā, bet arī no tautsaimniecības viedokļa. Sniega segas biežums, tās pastāvēšanas ilgums ir nozīmīgs daudzu augu, it īpaši lauksaimniecībā izmantojamo kultūru, izdzīvošanai un augšanai. Sniega segas pastāvēšana ir

nozīmīga arī rekreācijai un ziemas sporta veidu attīstībai, ceļu uzturēšanai.

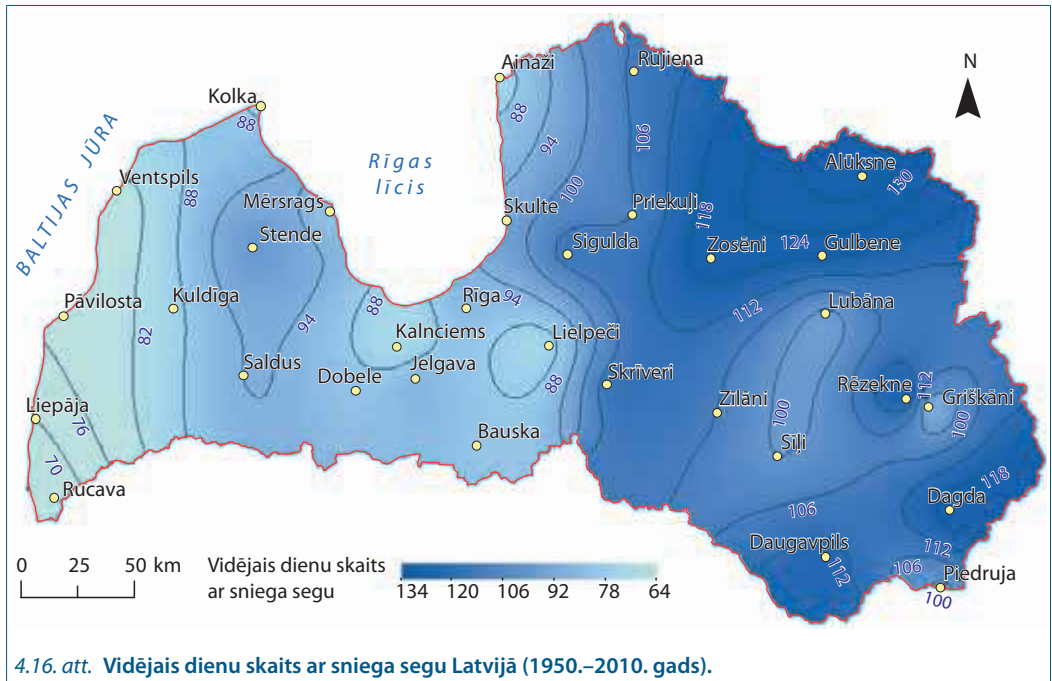
Sniega sega uzskatāma par jutīgu klimata izmaiņu rādītāju, jo ir tieši atkarīga no gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma. Kopumā sniega segu Latvijā raksturo relatīvi liela dažādība. Tas attiecas gan uz dienu skaitu, kad izveidojas un pastāv pastāvīga sniega sega, gan arī uz sniega segas biežumu. Sniega sega ir raksturīga Latvijai gada aukstajā periodā, kad gaisa temperatūra pārsvarā ir zemāka par nulli, bet tās ikgadējais pastāvēšanas ilgums ir mainīgs. Reģionālo mainību nosaka gaisa temperatūru sadalījums. Jo tālāk no Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastes, jo sniega segas pastāvēšanas

ilgums un tās biezums ir lielāks, īpaši rajonos, kur zemes virsmas augstums virs jūras līmeņa un novietojums pret valdošajiem vējiem sekme gaisa masu augšupejošu kustību. Ir pierādīts, ka Baltijas jūras ietekme skaidri izpaužas 30–100 km platā piekrastes joslā.

Pirmā sniega sega parādās laikā no 1. līdz 23. novembrim: Baltijas jūras piekrastē parasti tā pirmoreiz izveidojas tikai novembra 3. dekādē, bet 2. dekādē – Rīgas līča piekrastē un Zemgales līdzenumā, kā arī Kurzemes augstienēs. Visagrāk, jau novembra 1. dekādē, sniega sega izveidojas Vidzemes augstienē un rajonos uz ziemeļiem no tās, Austrumlatvijas zemienē un Latgales augstienē. Pēc ilggadējiem rādītājiem, Alūksnē sniega sega parasti izveidojas 1. novembrī, bet Dagdā un Zosēnos – 5. novembrī. Noturīga jeb stabila sniega sega Latvijā izveidojas vidēji 30–45 dienas pēc pirmās sniega segas parādīšanās, t.i., laikā no 6. decembra līdz 6. janvārim (Alūksnē un Ventspilī), bet lielākajā teritorijas daļā – decembra 2. un 3. dekādē. Vidējais dienu skaits ar sniega segu ir tieši atkarīgs no novērojumu stacijas izvietojuma (vietas augstuma virs jūras līmeņa). Tas palielinās

virzienā no rietumiem uz teritorijas austrumu daļu – no 62 dienām Rucavā, Baltijas jūras piekrastē līdz 133 dienām Alūksnes augstienē (sk. 4.16. att.), un dienu skaits ar stabilu sniega segu attiecīgi ir no 50 līdz 110 dienām. Gadu no gada sniega segas raksturlielumos ir iespējamas ievērojamas svārstības. Ziemā bieža parādība ir atkušņi. Tiem parasti raksturīga maza intensitāte, kā arī īslaicīgums (vidēji 5–6 dienas). Tādēļ samērā plašā Latvijas teritorijas daļā noturīga sniega sega dažkārt vispār neizveidojas, bet valsts austrumu rajonos, savukārt, ļoti retas ir ziemas ar nenoturīgu sniega segu.

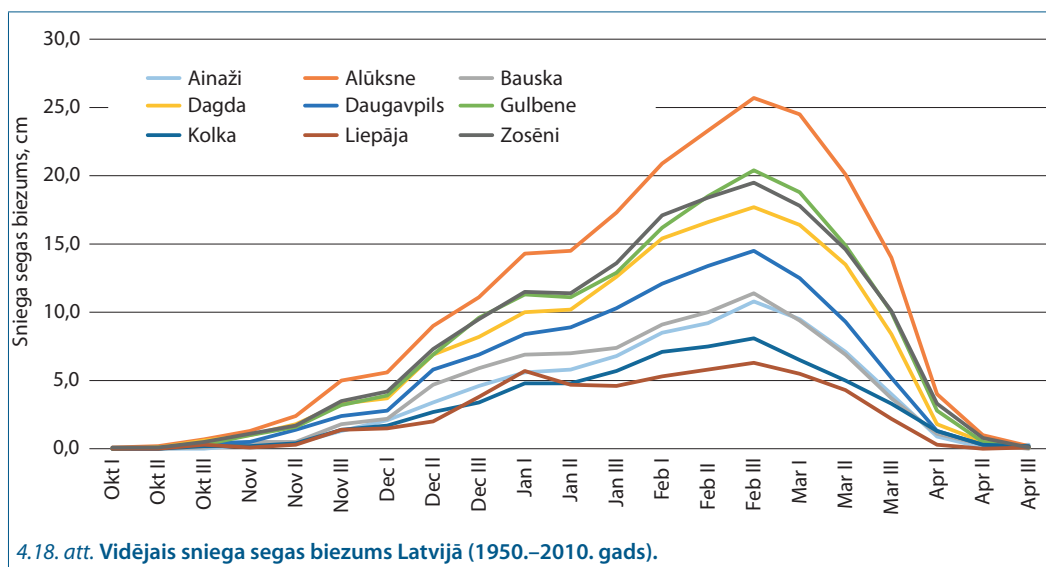
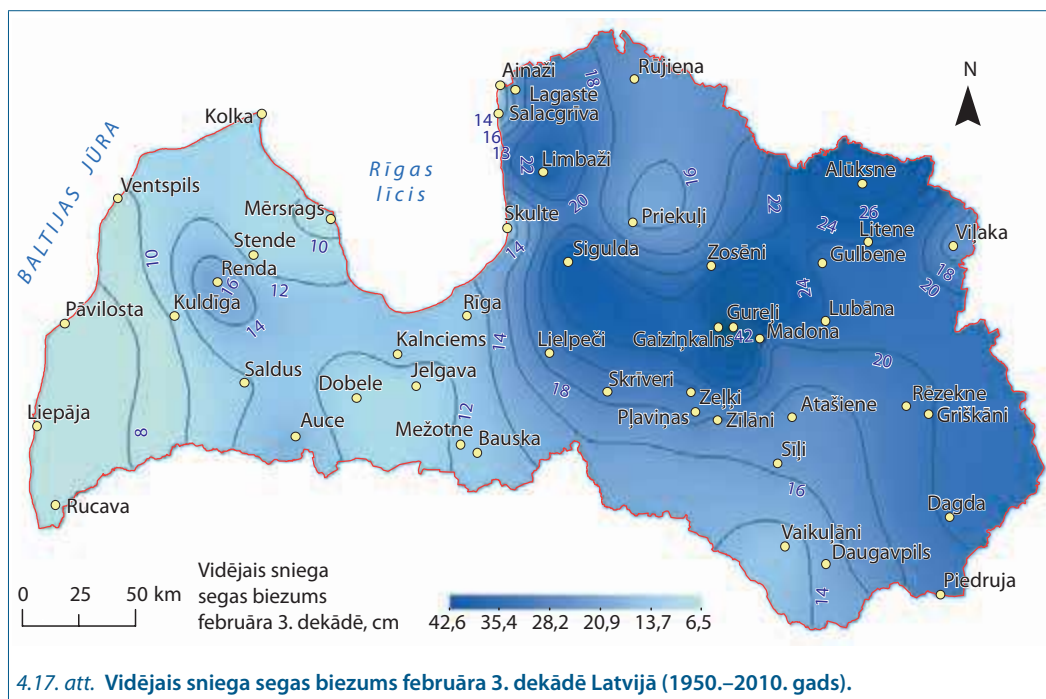
Vietas ģeogrāfiskais novietojums ietekmē ne tikai sniega segas pastāvēšanas ilgumu, bet arī sniega segas biezumu (gan sezonas vidējo, gan arī dekādes maksimālo). Biezums ir uzskatāms par vienu no būtiskākajiem sniega segas rādītājiem. Vidējā sniega segas biezuma izmaiņas ziemas sezonā Latvijā ir atspoguļotas 4.17. attēlā. Izvēlētajām stacijām Latvijas teritorijā raksturīgi atšķirīgi fiziogeogrāfiskie apstākļi (augstums virs jūras līmeņa un attālums no Baltijas jūras vai Rīgas līča). Visās stacijās sniega sega maksimālo biezumu sasniedz

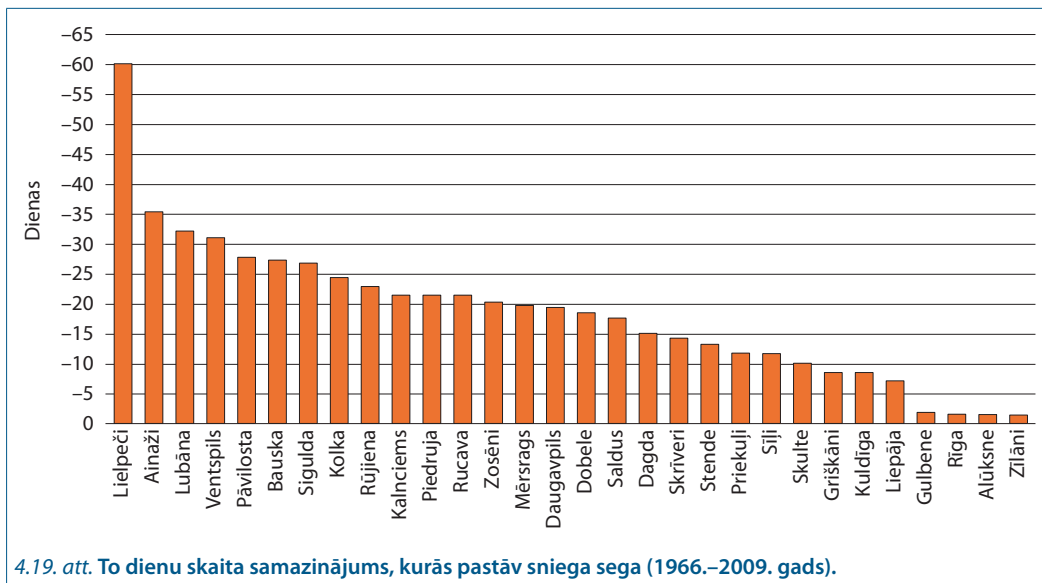


4.16. att. Vidējais dienu skaits ar sniega segu Latvijā (1950.–2010. gads).

februāra 3. dekādē. Sniega segas biezuma maiņšanās stacijās ir līdzīga – uzkrāšanās periods maksimumu sasniedz februārī un pēc sniega uzkrišanas ir pakāpenisks un viennmērīgs, turpretim sniega kušanas periods pēc maksimuma sasniegšanas notiek straujāk.

Vidēji visbiezākā sniega sega ziemas sezonā izveidojas februāra mēneša 3. dekādē (no 7 cm teritorijas rietumu daļā līdz pat 42 cm centrālajā daļā, sk. 4.18. att.). Visbiezākā novērojumu stacijās reģistrētā sniega sega ir bijusi 130 cm. Tā reģistrēta Vidzemes augstienē.





4.19. att. To dienu skaita samazinājums, kurās pastāv sniega sega (1966.–2009. gads).

Laika posmā no 1966. līdz 2009. gadam sniega segas pastāvēšanas ilgums Latvijā ir samazinājies no 1–2 dienām (Zilānos, Alūksnē, Rīgā un Gulbenē) līdz 30–35 dienām (Ainažos, Lubānā un Ventspilī) un Lielpečos pat līdz 60 dienām (sk. 4.19. att.). Manna-Kendala tests apliecina, ka statistiski būtiskas izmaiņas dienu skaitā ar sniega segu ir bijušas tikai Lielpečos. Turpretim izteiktas samazinājuma tendences parādās arī Ainažos, Lubānā un Ventspilī.

Nemot vērā Manna-Kendala testa rezultātus un dienu skaitu ar sniega segu, var secināt,

ka sniega segas režīmam ir raksturīga liela mainība ikgadējā griezumā, kā arī zināms periodiskums, kuru raksturo laika posmi ar ievērojami biežāku sniega segu, kā arī posmi, kuros dienu skaits ar sniegu segu ir mazāks un sniega sega ir plāna.

Noturīga sniega sega atsevišķās Baltijas jūras piekrastē esošās novērojumu stacijās var pat vispār neizveidoties. Pašreizējam sniega segas pastāvēšanas un biezuma mainības periodam raksturīga sniega segas noturīguma samazināšanās tendence.

4.6. Veģetācijas periods un tā izmaiņas

Gaisa temperatūras režīms var būt izmantojams kā viens no rādītājiem, lai raksturotu veģetācijas jeb augšanas sezonu. Visbiežāk Latvijā par veģetācijas perioda sākšanos pieņem laiku, kad vidējā diennakts temperatūra pārsniedz 5 °C vismaz 5 dienas pēc kārtas. Pasaulē eksistē un lieto dažādas veģetācijas perioda definīcijas. Piemēram, veģetācijas periods tiek definēts arī kā gada periods, kurā augšanas

apstākļi gan vietējiem, gan kultivētajiem augiem ir izdevīgākie:

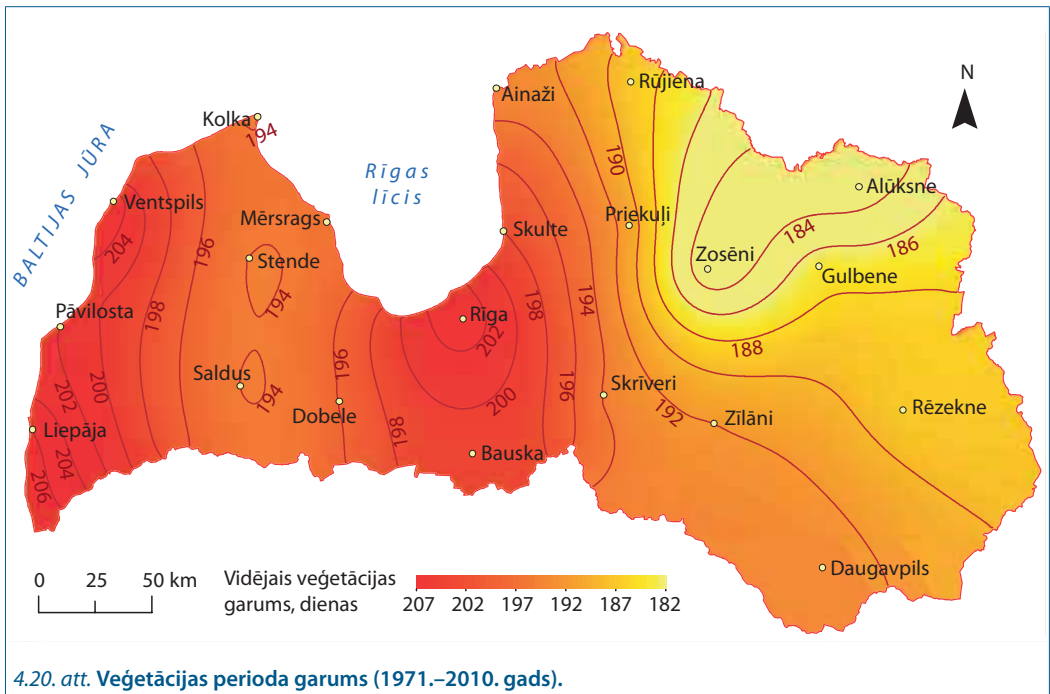
- 1) vidējā temperatūra ir virs temperatūras sliekšņa, kad kultūra izdīgst un turpina augšanu (ši temperatūra ir atkarīga no attiecīgās kultūras),
- 2) veģetācijas periods ir bezsala dienu skaits jeb dienu skaits starp pēdējo pavasara salnu un pirmo rudens vai ziemas salnu.

Eiropas mērogā veiktie pētījumi norāda, ka izmaiņas vidējā veģetācijas perioda sākumā Eiropā kopš 1989. gada labi korelē ar vidējās gaisa temperatūras izmaiņām no februāra līdz aprīlim. No 1969. līdz 1988. un no 1989. līdz 1998. gadam vidējā pavasara temperatūra Eiropā pieauga par $0,8^{\circ}\text{C}$, vidējais veģetācijas perioda sākums iestājās par 8 dienām ātrāk. Atšķirība starp vidējo gaisa temperatūru un veģetācijas perioda sākumu ir nozīmīgi, ja būtiskuma līmenis $< 0,05$.

Labi veģetācijas perioda izmaiņas raksturo augšanai labvēlīgo temperatūru dienas, t.i., dienas, kad vidējā diennakts gaisa temperatūra ir augstāka par 4°C . Veiktie pētījumi, izmantojot *Rīga Universitāte* meteostacijas novērojumus, apliecināja, ka kopumā visā 211 gadu novērojumu periodā (1795.–2006. gads) ievērojami pieaugusi augšanai labvēlīgo temperatūru dienu grādu summa. Pētījumā tika konstatēts, ka pastāv cieša korelācija starp augšanas grādu dienām un vidējo gaisa temperatūru aprīlī–oktobrī. Tas liecina, ka nākotnē, paaugstinoties vidējai gaisa temperatūrai, ir paredzams arī augšanas grādu dienu pieaugums. Pēc *Rīga*

Universitāte novērojumiem ir konstatēts, ka straujākās augšanas sezonu izmaiņas notikušas 20. gs. laikā, kad augšanas sezona pakāpeniski iestājusies agrāk un beigusies vēlāk. Augšanas sezonas garums 20. gs. laikā ir palielinājies par 25,9 dienām.

Latvijā kopumā vidējais veģetācijas perioda dienu skaits variē vairāk nekā trīs nedēļu amplitūdā, ko ietekmē ne tikai attiecīgās vieta reģionālā mērogā, bet arī augstums virs jūras līmeņa un reljefs. Baltijas jūras piekrastē novērojams vidēji garākais veģetācijas periods. Arī Rīgas pilsētā pēc *Rīga Universitāte* ilglaicīgajām novērojumu rindām ir viens no garākajiem veģetācijas periodiem, ko nosaka ne tikai tās ģeogrāfiskais novietojums, bet arī pilsētas centra "siltuma sala". Noteicošais faktors, kas ietekmē augstāku gaisa temperatūru Rīgas pilsētā salīdzinājumā ar ārpus pilsētas teritorijām, ir aktīvo virsmu absorbēšanas spējas. Arī Bauskā un Dobeļē ir salīdzinoši garāks veģetācijas periods, kas saistāms ar to atrašanos Zemgales līdzenumā, kur ir viens no lielākajiem Saules spīdēšanas ilgumiem Latvijā. Mazākais veģetācijas periods ir Latvijas A un ZA daļās, īpaši augstienēs (sk. 4.20. att.).



Statistiski nozīmīgas izmaiņas veģetācijas perioda garumā tika iegūtas Latvijas A un ZA daļās esošajās novērojumu stacijās.

Laika posmā no 1981.–2010. gadam vidēji visagrākā veģetācijas perioda iestāšanās fiksēta Rīgā, vidēji 8. aprīlī, kas ir par 6 dienām agrāk nekā vidēji šajā periodā Latvijā. Agra veģetācijas perioda iestāšanās vērtības konstatētas arī Bauskas, Skrīveru un Zilānu novērojumu stacijās – vidēji 10. aprīlī. Visvēlākā iestāšanās datēta Kolkā – vidēji 24. aprīlī. Veģetācijas perioda iestāšanās amplitūda Latvijā starp stacijām ar agrāko un vēlāko datumu ir aptuveni 2 nedēļas (sk. 4.21. att.).

Statistiski nozīmīgas veģetācijas perioda iestāšanās laika izmaiņas visā pētāmajā periodā tika konstatētas 9 no 21 novērojumu stacijas (Stendē, Rēzeknē, Alūksnē, Ventspilī, Pāvilostā, Ainažos, Kolkā, Mērsragā un Saldū). Visās šajās stacijās tendences vērtība ir negatīva, kas norāda uz arvien agrāku veģetācijas perioda iestāšanos.

Laika periodā no 1971. līdz 2010. gadam vidējais veģetācijas perioda iestāšanās laiks Latvijā ir 13. aprīlis, kaut arī atsevišķos gados tas izteikti variē. Piemēram, 1990. gadā vidēji visās novērojumu stacijās veģetācijas periods iestājās jau 6. martā, kas ir par 39 dienām agrāk nekā vidēji. Savukārt, ja aplūko katru novērojumu staciju atsevišķi, tad ir redzams, ka veģetācijas periods Kolkas, Liepājas, Ventspils, Mērsraga un Stendes stacijās 1990. gadā

ir iestājies jau 20. februārī. 1990. gada februārī ne tikai Latvijā, bet arī visā Eiropā iezīmējas ar neparasti agro pavasara sākumu. Turpretim visvēlākais veģetācijas perioda iestāšanās laiks Latvijā datēts 1981. un 1985. gadā, kad vidēji tas ir iestājies 3. maijā, kas, savukārt, ir par 19 dienām vēlāk par normas perioda vidējo vērtību. Absolūti visvēlākais veģetācijas periods laika posmā no 1971. līdz 2010. gadam iestājies 1979. gada 12. maijā (Liepājas novērojumu stacijas dati).

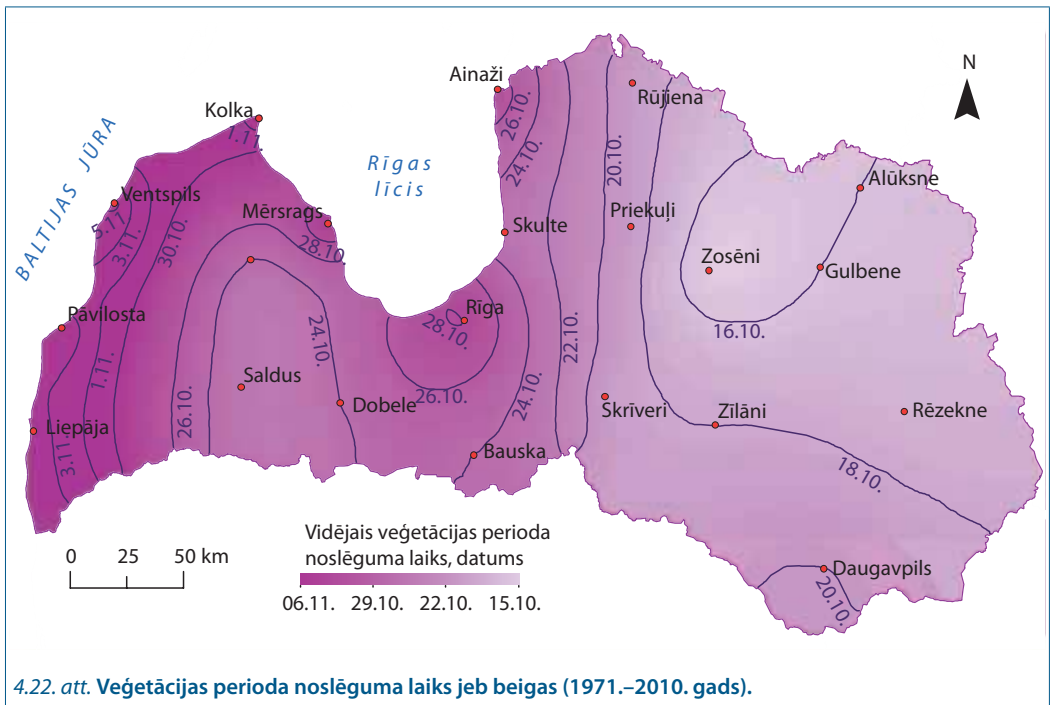
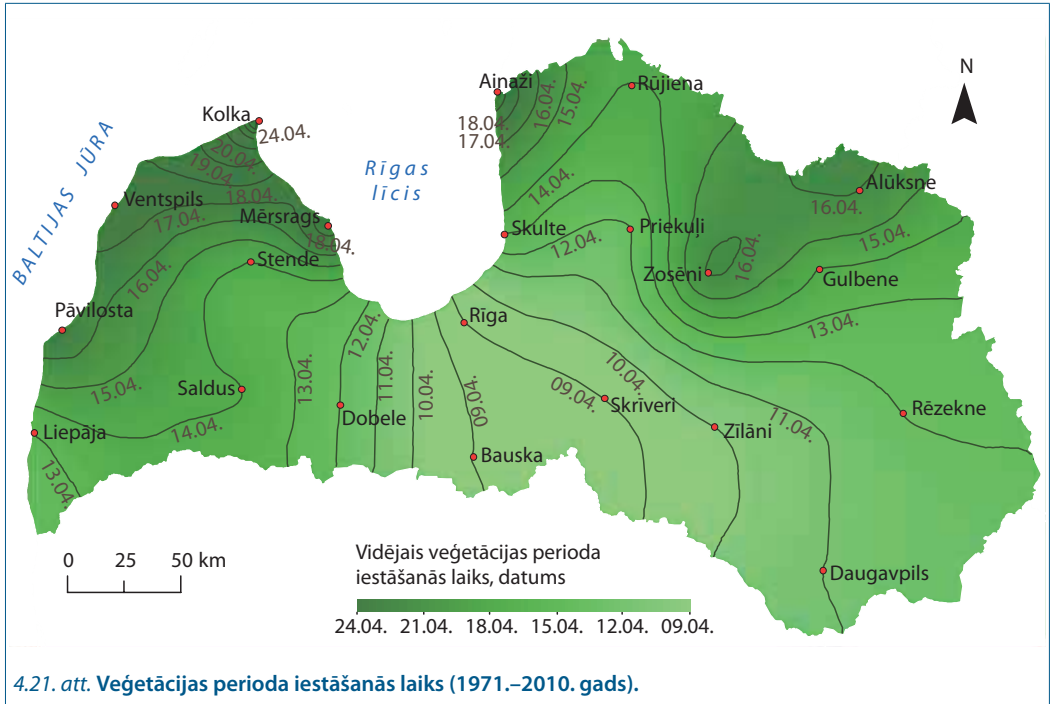
Attiecībā uz veģetācijas perioda beigām Latvijas teritorijā izteikti iezīmējas reģionālās atšķirības – Latvijas R daļa ar vēlāku veģetācijas perioda beigu datumu un kontinentālā Latvijas centrālā un ZA daļa, īpaši augstieņu teritorijas, kur veģetācijas periods beidzas visagrāk (sk. 4.22. att.). No visām novērojumu stacijām Zosēnos un Alūksnē veģetācijas periods noslēdzas visagrāk – oktobra otrajā dekādē (15.–16. oktobris). Visvēlāk veģetācijas periods beidzas piekrastes teritorijās, īpaši Baltijas jūras, kā arī Rīgas līča piekrastē, ko nosaka jūrā uzkrātais siltuma daudzums siltajā gada laikā un tā atdošana rudens sezonas laikā. Kolkā, Liepājā, Pāvilostā un Ventspilī veģetācijas periods pēc vidējiem ilggadīgajiem datiem beidzas novembra pirmās dekādes sākumā. Manna-Kendala iegūtās testa vērtības nav statistiski būtiskas, norādot, ka ilgākā laika periodā (1971.–2010. gads) nav notikušas nozīmīgas izmaiņas veģetācijas perioda beigu datumos.

4.7. Vējš un tā raksturojošo lielumu ilglaicīgās izmaiņas

Atmosfēras spiediena sadalījums, kas nosaka arī vēja raksturu, Latvijas teritorijā ir cieši saistīts ar atmosfēras cirkulācijas īpatnībām. Reģionālās atmosfēras spiediena un vēja virziena atšķirības Latvijas teritorijā neizpaužas tik spilgti kā vēja ātruma sadalījums.

Atmosfēras spiediena gada gaita ir atkarīga no valdošajām bāriskajām sistēmām dažādās sezonās un aktīvās virsmas sasilšanu un atdzišanu radiācijas bilances izmaiņu rezultātā. Visā Latvijas teritorijā atmosfēras spiediena gada

sadalījumā spilgti izpaužas maksimumi februārī, maijā un oktobrī un minimumi aprīlī, jūlijā un decembrī. Teritorijas kontinentālākajā daļā galvenais maksimums ir februāra mēnesī, bet Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē – maija mēnesī. Visā Latvijas teritorijā gada vidējā atmosfēras spiediena amplitūda ir salīdzinoši neliela, 4–5 mb. Atsevišķos gados atkarībā no dažādu bārisko veidojumu intensitātes ir iespējamas lielas atmosfēras spiediena novirzes no ilggadīgā vidējā rādītāja.



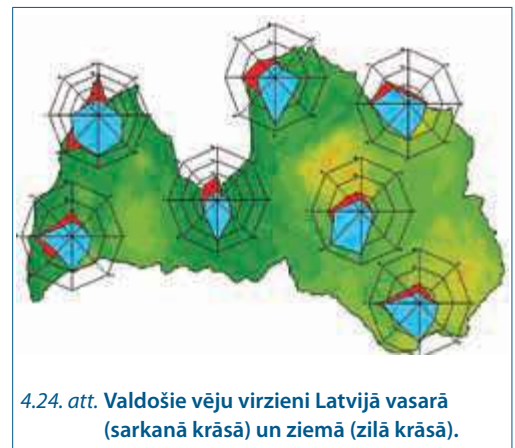
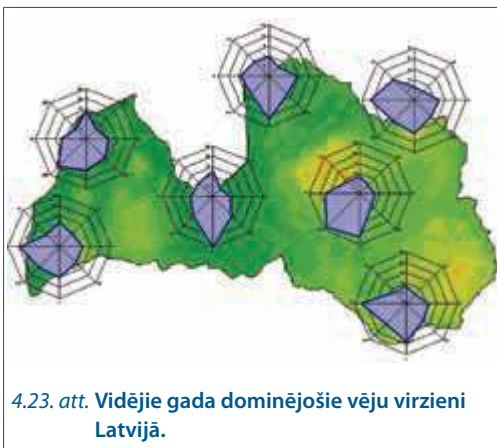
Kopumā gada griezumā Latvijā valdošie ir dienvidrietumu, rietumu un dienvidu virzienu vēji (sk. 4.23. att.). Latvijas lielākajā daļā vējš gada laikā biežāk pūš no dienvidrietumiem. Rīgas līča dienvidu un austrumu daļā ir izteiktāks dienvidu virziena vēju īpatsvars, bet teritorijas austrumos (Daugavpils, Rēzekne, Alūksne) – rietumu virziena vēji.

Aukstajā gadalaikā galvenie bāriskie veidojumi, kas ietekmē Latvijas klimatiskos apstākļus, ir plašs stacionārs anticiklons virs Āzijas (Āzijas maksimums) un zema spiediena apgabals Atlantijas okeāna ziemeļu daļā (Islandes minimums). Ziemas periodā, padziļinoties Islandes depresijai un Āzijas maksimuma rietumu atzaram, izobāras ir vērstas virzienā no dienvidrietumiem uz ziemeļaustrumiem, un tām ir raksturīgi lieli horizontālie bāriskie gradienti. Līdz ar to valdošie vēju virzieni aukstajā gada laikā ir dienvidu un dienvidrietumu vēji, kas pūš ar mērenu vai stipru spēku. Vasaras periodā sakarā Āzijas anticiklona transformāciju un depresijas izveidošanos, Islandes minimuma pavājināšanos un plaša augsta spiediena apgabala aktivizēšanos Atlantijas okeānā virs Azoru salam, bāriskie gradienti virs teritorijas pavājinās. Ar to saistīta vēja ātruma samazināšanās, kā arī rietumu un ziemeļu virziena vēju īpatsvara palielināšanās (sk. 4.24. att.).

Gada vidējais vēja ātrums variē no apmēram 5 m/s Baltijas jūras piekrastes teritorijās, bet kontinentālajā daļā – ap 3–4 m/s. Lielākie

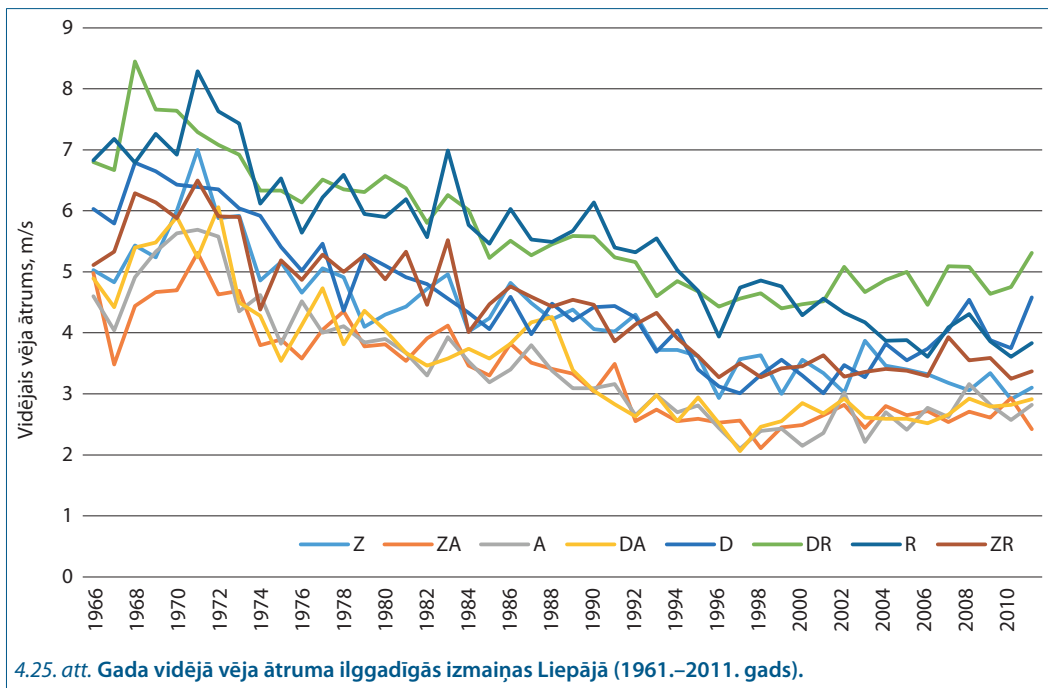
vidējie vēja ātrumi tiek reģistrēti novembrī un janvārī (piekrastes teritorijās 4–6 m/s, bet iekšzemē 3 m/s). Mazākie vēja ātrumi tiek novēroti jūlijā un augustā (piekrastē 4 m/s, iekšzemē 2 m/s). Latvijas teritorijā reģistrētās lielākās vēja brāzmas sasniegušas ātrumu 48 m/s. Spēcīgas vētras teritorijā neatkārtojas katru gadu. Parasti vētras ilgst vienu dienu, tomēr dažkārt to ilgums sasniedz 2–3 dienas. Vēja ātrums brāzmās, kas sasniedz vētras spēku 20 m/s, Latvijas teritorijā ir iespējams visās vietās un visās sezonās. Novembra mēnesī Baltijas jūras piekrastē vētru atkārtošana biežums ir reizi 10–15 gados. Tomēr ļoti spēcīgi vēji ar ātrumu brāzmās līdz 30 m/s ir iespējami arī vasaras sezonā Latvijas iekšzemes teritorijās. Vasarās virpuļviesuļi var veidoties visā teritorijā. Bezvēja apstākļi ir samērā reti. Periodā no septembra līdz martam bezvēja apstākļi Latvijas teritorijā tiek reģistrēti vidēji 1–15% no novērojumiem, periodā no aprīļa līdz augustam – 2–24%.

Lai izvērtētu vēja izmaiņu raksturu, tika analizētas piekrastes novērojumu staciju ilggadīgās novērojumu rindas. Iegūtie rezultāti apstiprināja, ka laika periodā no 1966. līdz 2011. gadam Liepājā, Pāvilostā, Mērsragā, Skultē, Ainažos novērojama būtiska vidējā un maksimālā vēja ātruma samazināšanās visu virzienu vējiem, ko apstiprina Manna-Kendala testa rezultāti (sk. 4.6. tabulu) un parāda 4.25. attēls Liepājas piemērā.



4.6. tabula. Manna-Kendala testa rezultāti gada vidējā un maksimālā vēja ātruma izmaiņām (1966.–2011. gads)

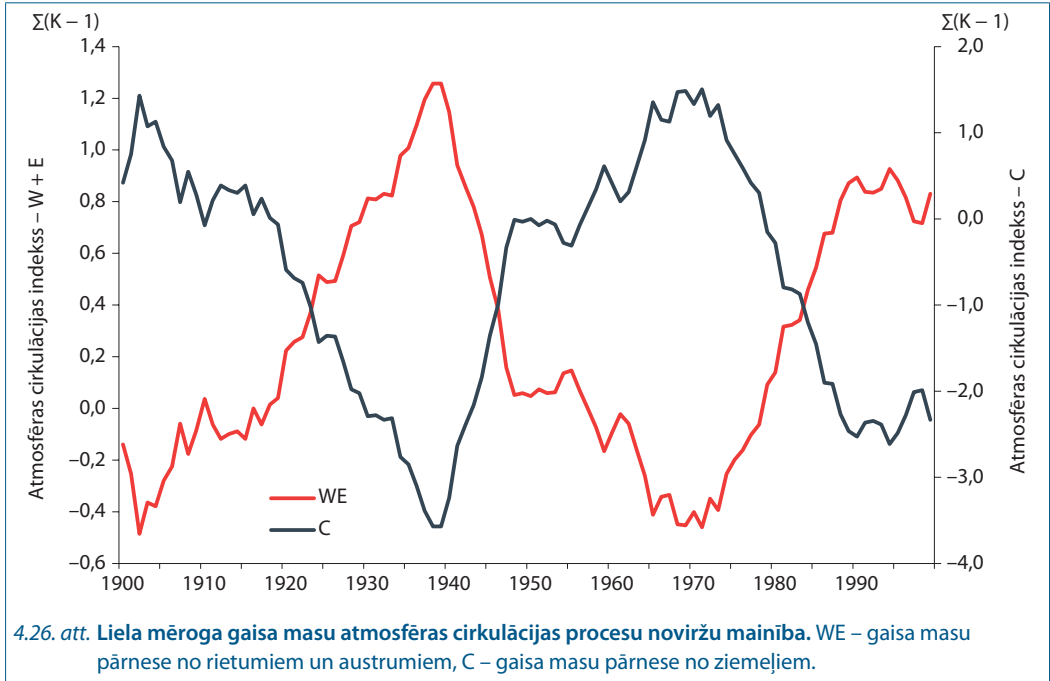
Meteoroloģisko novērojumu stacija	MK testa vērtība vidējam vēja ātrumam	MK testa vērtība maksimālam vēja ātrumam	p vērtība
Liepāja	-7,43	-7,11	0,00
Pāvilosta	-7,89	-6,13	0,00
Ventspils	-1,07	-0,54	0,59
Kolka	-1,56	-0,96	0,34
Mērsrags	-6,05	-4,76	0,00
Skulte	-6,30	-4,10	0,00
Ainaži	-5,31	-4,23	0,00



4.8. Atmosfēras cirkulācijas procesu mainība

Gan klimatu, gan laikapstākļus ietekmē atmosfēras gaisa masu cirkulācijas un pārneses process. Tomēr gaisa masu pārneses procesi var mainīties ne tikai nedēļas un mēneša ietvaros, bet arī ilgākā laika posmā, mainoties dominējošam gaisa masu pārneses veidam. Latvijā ieplūst dažādas izcelsmes okeāniskas un

sauszemes gaisa masas, kas veidojušās dažādos platuma grādos un tāpēc ir ļoti atšķirīgas pēc siltuma satura, mitruma satura, vēja stipruma un citām īpašībām. Gada laikā, mainoties Saules radiācijas pieplūdumam pa ģeogrāfiskā platuma grādiem, mainās gaisa masu pārvietošanās intensitāte starp dažādiem ģeogrāfiskiem



platumiem, starp Atlantijas okeānu un sauszemi un līdz ar to cikloniskās rietumu plūsmas izpausmes. Atkarībā no gadalaika, bāriskās sistēmas, diennakts laika un citiem faktoriem katrs gaisa masas tips var veidot atšķirīgus laikapstākļus.

Šāda mainība var ietekmēt ne tikai laikapstākļus, bet arī klimatu ilgākā laika periodā. Dominējošie liela mēroga atmosfēras gaisa masu cirkulācijas procesi – gaisa masu zonālā pārnese, galvenokārt no rietumiem (W) un austrumiem (E) vai arī gaisa masu meridionālā pārnese, galvenokārt no ziemeļiem (C),

ko apraksta atmosfēras cirkulācijas indekss (sk. 4.26. att.). Atmosfēras cirkulācijas indeksi, kas atspoguļo gaisa masu pārneses variabilitāti, virs Latvijas pēdējā gadsimta laikā ir izteikti mainījušies, tādējādi ietekmējot laikapstākļus. Piemēram, arktisko gaisa masu pārneses dominēšana noteica aukstās ziemas 20. gs. 40. gados. Gaisa masu pārneses izmaiņas būtiski ietekmē klimatu, piemēram, tieši nokrišņu daudzumu un upju noteci. Atmosfēras gaisa masu cirkulāciju ļoti lielā mērā ietekmē arī dabiski norisoši procesi, tomēr ir pierādīts, ka arī cilvēka darbība var mainīt tās raksturu.

4.9. Klimata pārmaiņu ietekme uz Latvijas upju hidroloģisko režīmu

Klimata mainības rakstura novērtēšanai ir svarīgi analizēt klimata mainības rādītājus dažādos telpiskos un laika mērogos, jo tikai tā var iegūt izpratni par mainības raksturu. Izpratne par klimata mainību ir būtiska, lai izprastu globāli norisošo procesu raksturu un precizētu globālos klimata modeļus, kā arī lai

tālāk attīstītu dabas vidē norisošo procesu pētījumus. Klimata mainības pētījumi Latvijas apstākļos var sniegt nozīmīgu informāciju, jo novērojumi dabā daudzos gadījumos veikti jau ilgu laiku, bet galveno klimata raksturojošo rādītāju regulāri novērojumi (monitorings) visā Latvijā notiek kopš 20. gadsimta 20. gadiem.

Atsevišķi parametri, piemēram, ledus iešanas sākums Daugavā, atzīmēts jau kopš 1536. gada, bet neparastu dabas parādību apraksti atrodami jau vissenākajās hronikās par Latviju. Vēsturiskos avotos aprakstītie dabas apstākļi Baltijā un Latvijā vairāk nekā 900 gadu garumā sniedz ieskatu par neparastām ziemām, pavasarjiem, vasarām un rudenjiem, par katastrofāliem plūdiem Daugavā un citās upēs, par lielu karstumu un neiedomājamu sausumu, kad izžūst upes un akas, deg meži un purvi, kad lietus nepārtraukti līst mēnešiem ilgi, vai arī ziemā snieg un putņi 1–2 mēnešus, kad visi sējumi izsalst pavasarī vai vasaras sākumā ap Jāņu dienu, vai arī noslikst vasaras un rudens lietavās un iestājas ilgstošs bads bez maizes visā Baltijā, kad katrā gadsimtā sevišķi bargās ziemās vairākas reizes aizsalst Baltijas jūra un cilvēki no Dānijas, Vācijas un Polijas kājām vai ar ragavām ceļo uz Zviedriju un Somiju, arī uz Baltiju un atpakaļ, jo pa ledu ir vieglāk pārvietoties nekā pa aizputinātiem laukiem un mežiem.

Klimata pārmaiņas būtiski ietekmē virszemes un pazemes ūdeņu hidroloģisko režīmu. Pieaugot nokrišņu daudzumam, palielinās upju notecē. Ar vārdu “notecē” tiek apzīmēts ūdens daudzums, kas plūst pa zemes virsmu, kā arī pa augsni un iežu slāņiem. Notece ir ūdens aprites sauszemes posms dabā. Atbilstoši tam izdala virszemes noteci, augsnes noteci un pazemes noteci, kas kopumā veido upju noteci. Noteci var raksturot ar caurplūdumu m^3/s vai mazās

upēs arī L/s , ar noteces apjomu m^3 , noteces slāni mm, noteces moduli un noteces koeficientu.

Temperatūras pieaugums ietekmē iztvaikošanas procesus un līdz ar to sekmē upju noteces samazināšanos vai arī ezeru ūdens līmeņa pazemināšanos. Tāpat gaisa temperatūra ir viens no galvenajiem faktoriem, kas ietekmē upju un ezeru ledus režīmu. Klimata pārmaiņas var būtiski ietekmēt arī ekstremālās dabas parādības, piemēram, plūdus, kuru cēlonis var būt strauja sniega segas kušana pavasarī, kā arī intensīvas lietavas vasaras vai rudens periodā (sk. 4.27. att.).

Ne mazāk nozīmīgas var būt ilgstoša sausuma radītās ietekmes. Gan ūdeņu režīma, gan arī ekstremālo parādību ietekmes var būtiski iespaidot iedzīvotājus, tautsaimniecību, lauksaimniecisko ražošanu un hidroenerģētiku (sk. 4.28. att.).

Klimata pārmaiņu ietekmi uz ūdeņiem var analizēt, izmantojot upju caurplūdumu un ezeru līmeņu ilglaicīgās izmaiņas un to savstarpējo saistību ar gaisa temperatūras un nokrišņu mainības raksturu.

Gaisa masu pārnesei no Atlantijas okeāna ir liela nozīme nokrišņu daudzuma sadalījumā un līdz ar to arī upju noteces režīmā ar periodiski mainīgu raksturu (sk. 4.29. att.).

Upju caurplūduma mainību nosaka gan ilgtermiņa mainības raksturs, gan arī sezonāli norisošu procesu ievērojamās atšķirības (sk. 4.30. att.). Piemēram, upes caurplūduma



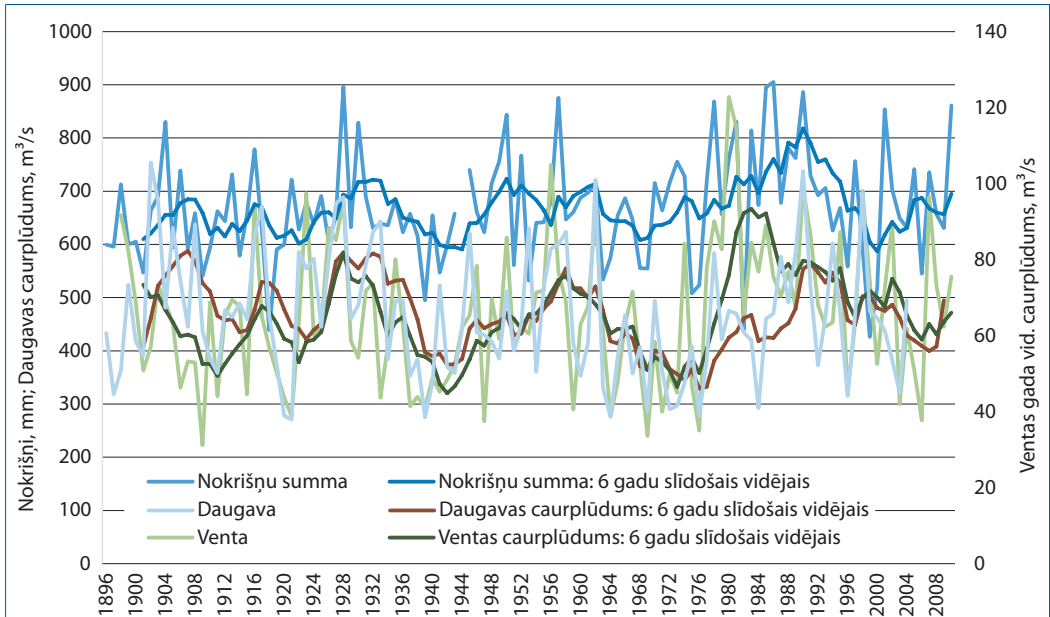
4.27. att. Ļoti stipras pērkona lietussgāzes Siguldā 2014. gada 29. jūlijā.



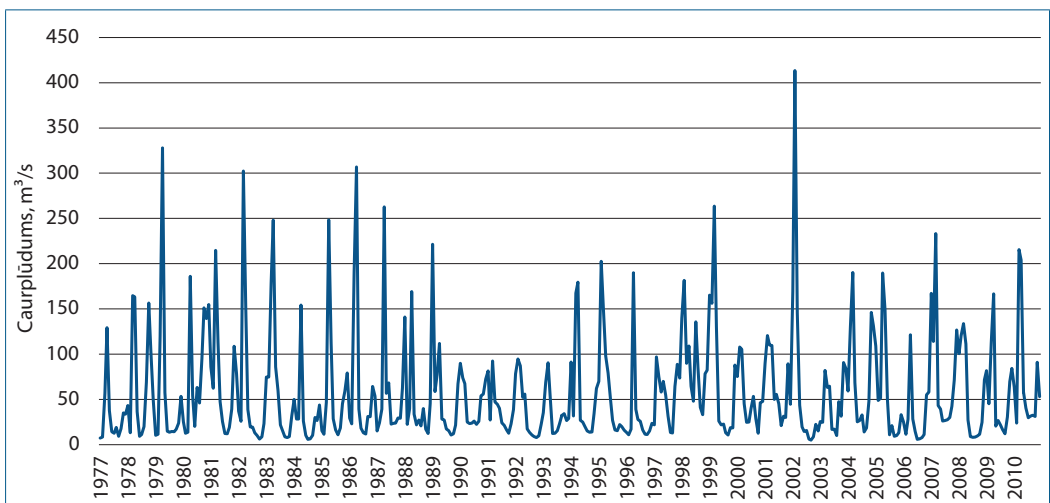
4.28. att. Ilgstošs sausums mežos ievērojami paaugstina ugunsbīstamību.

atkarība no sezonāli norisošiem procesiem, plūdu un mazūdens periodu ietekmes apgrūtinā mainības tendences izvērtēšanu. Lai analizētu upju režīma mainības raksturu, parasti var izmantot gada vidējo upju caurplūduma vērtību, datus statistiski apstrādājot.

Izmantojot datu apstrādes metodes, redzams, ka upju caurplūdumu (gan Latvijas lielākajām upēm, gan arī pēc noteces apjoma vidējām upēm) raksturo ne tikai augsta caurplūduma sezonālā mainība, bet arī izteikta mazūdens jeb zema ūdens periodu nomaiņa ar laika



4.29. att. Kopsakarības starp nokrišņu daudzumu un Ventas un Daugavas gada vidējo mēneša caurplūdumu.



4.30. att. Lielupes (Mežotne) caurplūduma mainība (ikmēneša vidējie caurplūdumi no 1977. līdz 2010. gadam).

posmiem, kuros upju caurplūdums ir izteikti lielāks (sk. 4.31. att.). Augstūdens un mazūdens periodu mainības raksturs ir izteikts visām Latvijas upēm sezonālā un ilggadīgā skatījumā, bet gadījumos, kad to sateces baseinā novērojamas būtiskas upes hidroloģiskā režīma izmaiņas (hidrotehniskās būves, zemes lietojuma rakstura izmaiņas, piemēram, Lielupes baseinā), caurplūdumi var ievērojami atšķirties. Šāds mainības raksturs parāda upju caurplūdumu izmaiņu vispārējās tendences un laika periodu, kurā vidējie caurplūdumi ir relatīvi augsti vai zemi.

Latvijas lielāko upju gada noteces izmaiņas visā novērojuma periodā ir apkopotas

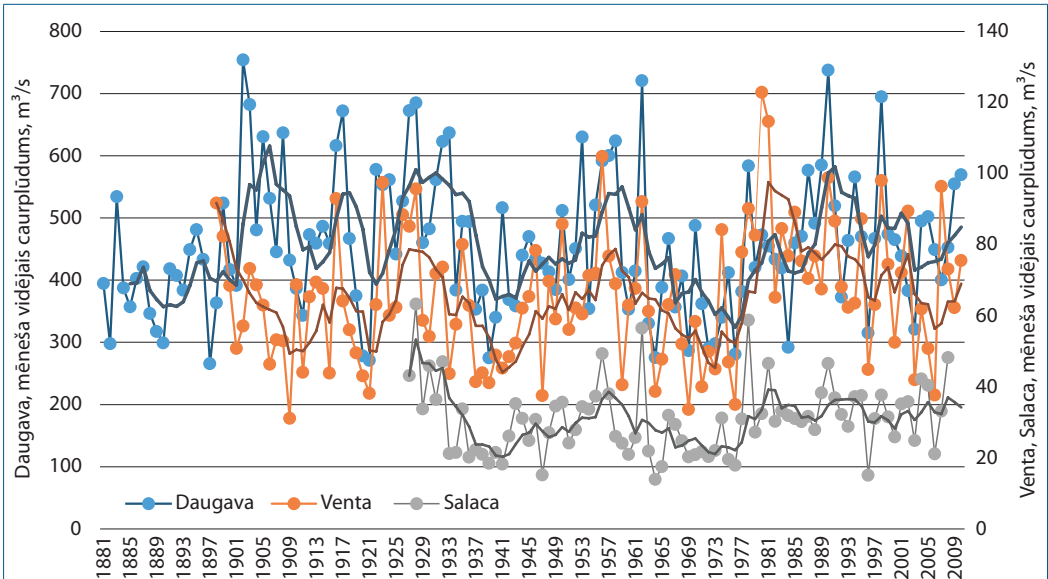
4.7. tabulā un 4.31. attēlā. Noteces līknes indīcē ne tikai iekšgada svārstības, bet arī noteces veidošanās īpatnības noteiktos hidroloģiskajos reģionos, kā arī to saistību ar klimatisko situāciju 130 gadu ilgā laika posmā. Upju ūdens noteces integrālās līknes ļauj saskatīt ilglaicīgākus ciklus svārstībām nekā datu lineārā analīze, izmantojot vidējos slidošos lielumus periodu identificēšanai.

Latvijas upēs atšķirības starp caurplūdumiem augstūdens un mazūdens periodos var veidot pat līdz 15–20% no vidējām caurplūdumu vērtībām, bet periodu ilgums jeb cikliskums, kurā viens tipiskais upes režīms

4.7. tabula. Mazūdens un augstas noteces periodu mainība Latvijas lielākajām upēm

Zemas noteces periodi	Ilgums, gadi	$Q_{vid,r}$, m^3/s	K^*	Augstas noteces periodi	Ilgums, gadi	$Q_{vid,r}$, m^3/s	K
Daugava (1881–2010)							
1881–1901	21	401	0,88	1902–1908	7	595	1,31
1909–1921	13	442	0,97	1922–1936	15	549	1,21
1937–1952	16	419	0,92	1953–1958	6	555	1,22
1959–1985	27	401	0,88	1986–2010	25	490	1,08
Venta (1897–2010)							
1900–1923	24	60,2	0,92	1924–1930	7	72,1	1,10
1931–1949	19	57,0	0,87	1950–1959	10	69,9	1,07
1960–1977	18	57,1	0,88	1978–2002	25	79,1	1,21
2003–2010	8	60,6	0,93				
Salaca (1927–2010)							
1933–1952	20	25,6	0,82	1927–1932	6	44,9	1,44
1963–1976	14	22,4	0,72	1953–1962	10	34,6	1,14
				1977–2010	34	34,9	1,12
Gauja (1940–2010)							
1940–1952	13	62,5	0,88	1953–1962	10	84,5	1,21
1963–1977	15	55,8	0,79	1978–1999	27	77,4	1,10
2000–2007	8	64,4	0,91	2008–2010	3	86,2	1,22
Lielupe (1921–2010)							
1933–1942	10	49,4	0,89	1921–1932	12	71,9	1,27
1963–1977	15	39,8	0,71	1943–1962	20	61,8	1,10
1984–1997	14	48,9	0,87	1978–1983	6	66,3	1,18
				1998–2010	13	63,0	1,12

* K (noteces modulis) – vidējā caurplūduma visā novērojuma periodā attiecība pret vidējo caurplūdumu konkrētajā gadā.

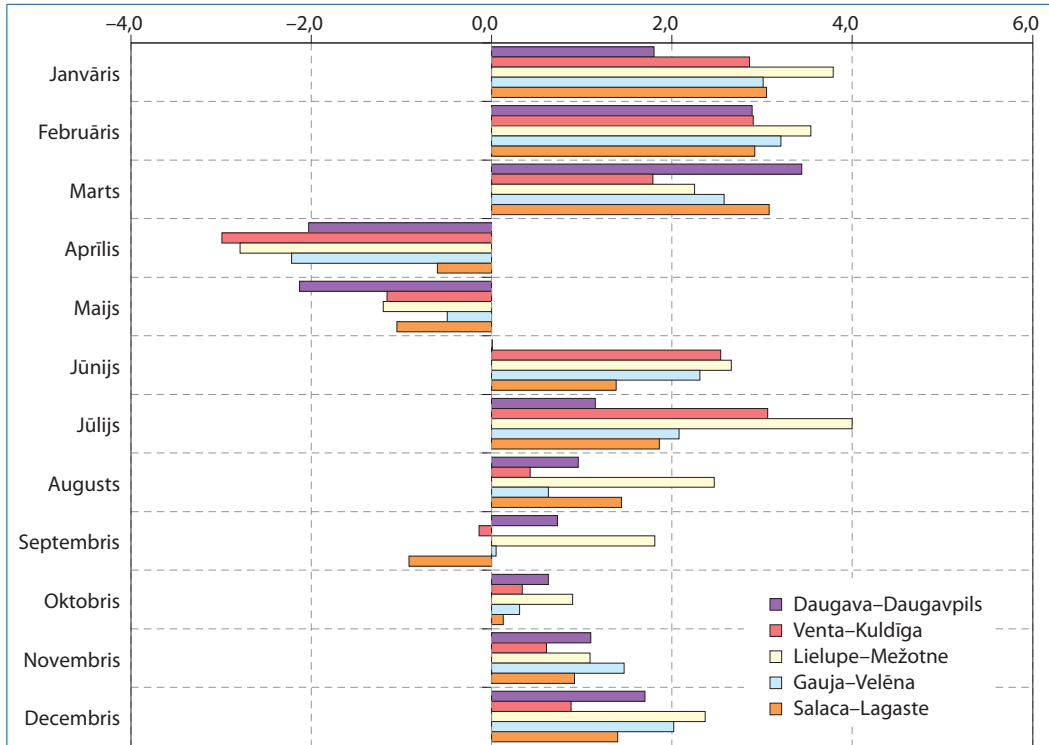


4.31. att. Daugavas, Ventas un Salacas caurplūdumu mainības raksturs. Dati izlīdzināti, izmantojot 5 gadu slidošo vidējo vērtību.

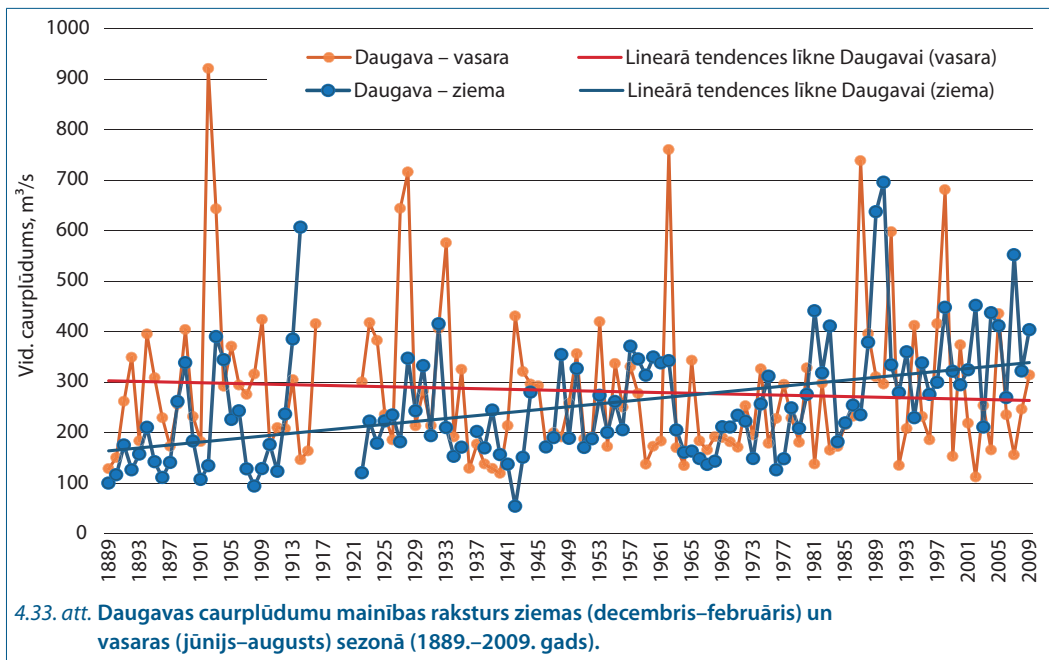
nomaina citu, ir no 6 līdz 34 gadiem (sk. 4.7. tabulu). Ja no 20. gs. pirmās puses un līdz 20. gs. vidum šie cikli vairāk vai mazāk sakrīta visām upēm, tad, sākot no 20. gs. septiņdesmitiem gadiem, perioda ilgums un sinhronitāte visu upju cikliem vairs nesakrīt. Piemēram, Gaujai, Ventai un Salacai no 1976. līdz 1977. gadam un Daugavai no 1986. gada iezīmējās augstas noteces periods ar ilgumu 25–34 gadi, savukārt, Lielupei augstas noteces periods ilga tikai no 1978. līdz 1983. gadam (6 gadi) un to nomainīja 14 gadu ilgs zemas noteces periods (1998.–2010. gads). Šo minēto ciklu iekšienē iezīmējās arī mazi (līdz 3 gadiem) periodi, kuriem raksturīga noteces samazināšanās vai pieaugums. Iespējams, ka to nosaka klimatiskā un hidroloģiskā ziņā anomāli gadi, kuru biežums pēdējās četrās desmitgadēs ir ievērojami pieaudzis.

Tāpat kā citu meteoroloģisko parametru gadījumā, arī upju hidroloģisko režīmu būtiski ietekmē sezonāli norisošie procesi. Caurplūdumu mainība ir būtiski atkarīga no gada sezonas: caurplūdumu pieaugums ir būtisks un statistiski ticams kopumā visām piecām upēm

ziemas mēnešos — februārī, janvārī (izņemot Daugavu, kur redzama izteikta pieauguma tendence, bet tā nav statistiski nozīmīga), kā arī Gaujai un Lielupei decembrī. Savukārt pavasara sezonā pieaugums attiecas tikai uz marša mēnesi (izņemot Ventu, kur redzama izteikta pieauguma tendence, bet tā nav statistiski nozīmīga). Savukārt, aprīlī visām upēm (izņemot Salacu), un maijā tikai Daugavai caurplūdumu samazinājums ir būtisks un statistiski ticams (sk. 4.32. att.). Šāds upju noteces mainības raksturs sakrīt ar temperatūras, atmosfēras nokrišņu un ledus segas mainības sezonālo raksturu. Proti — rudens, ziemas, pavasara sezonā paaugstinās gaisa temperatūra, pieaug nokrišņu daudzums, īpaši Latvijas rietumu daļā esošajām upēm, vēlāk notiek ledus segas veidošanās un ātrāk sākas ledus iešana. Pavasara, vasaras sezonā caurplūdumi palielinās Ventā un Lielupē, bet pārējos reģionos upju noteces procesi būtiski nemainās. Arī Daugavā caurplūdumi ziemā pieaug ievērojami straujāk nekā vasarā, kad caurplūdumi novērojumu laikā nav mainījušies. Ziemas caurplūdumi īpaši būtiski ir palielinājušies pēdējo gadu desmitu laikā.



4.32. att. Mēneša vidējo caurplūdumu mainības tendences Latvijas upēm (1951.–2010. gads) pēc Manna-Kendala testa vērtībām.



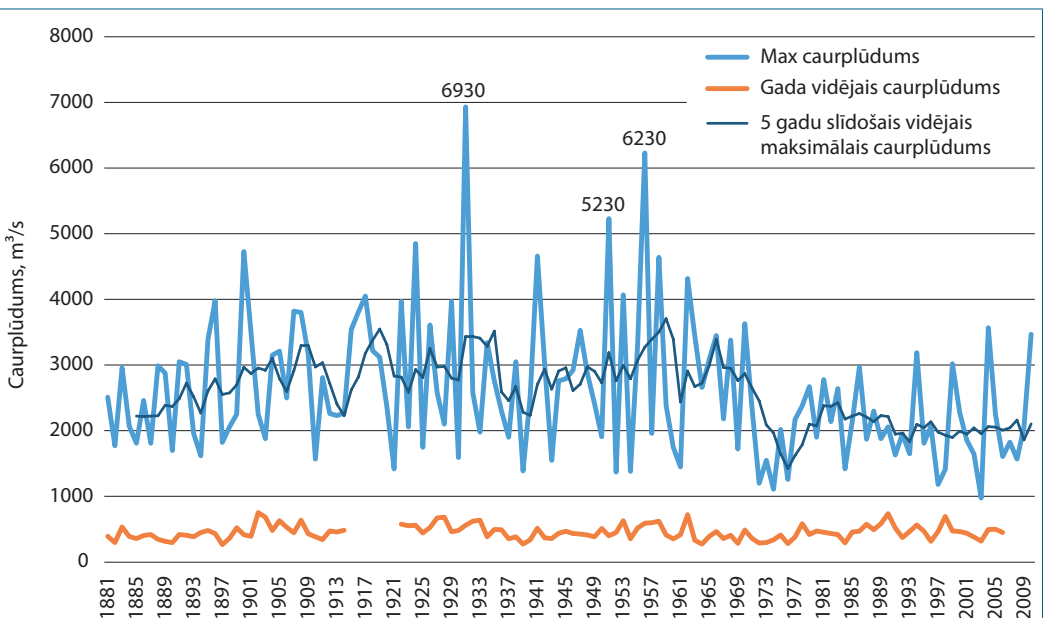
4.33. att. Daugavas caurplūdumu mainības raksturs ziemas (decembris–februāris) un vasaras (jūnijs–augusts) sezonā (1889.–2009. gads).

Kopumā var uzskatīt, ka upju noteces mainības raksturu nosaka galvenokārt dabiski norisoši procesi, tomēr upju noteces režīma izmaiņas neapšaubāmi ir saistītas ar klimata mainību, kā tas redzams, analizējot gada noteces mainību (sk. 4.7. tabulu, 4.31. att.). Līdz ar to var teikt, ka klimata pārmaiņas Latvijā ietekmē ne tikai noteces ilgtermiņa mainības procesu, bet arī sezonālās noteces rakstura izmaiņas, kas ir saistāmas ar izteiktu noteces pieaugumu ziemā (sk. 4.33. att.), tādējādi, iespējams, ietekmējot arī augstūdens/mazūdens periodu cikliskumu.

Cits būtisks klimata mainības rādītājs ir ekstremālu klimatisku parādību biežums. Upju gadījumā īpaši nozīmīgi ir plūdi, vispirms jau ņemot vērā to radītos materiālos zaudējumus. Ja Daugavā vidējais caurplūdums ir $450 \text{ m}^3/\text{s}$, tad plūdu apstākļos tas var sasniegt vairāk nekā $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ (sk. 4.34. att.). Pēdējā laikā augsti caurplūdumi ir kļuvuši ievērojami retāki. Līdzīga tendence raksturīga arī citām Latvijas upēm, arī to minimālie caurplūdumi ir pieauguši, bet maksimālie – samazinājušies.

Pētījumā par klimata pārmaiņu ietekmi uz Latvijas upju hidroloģisko režīmu ir

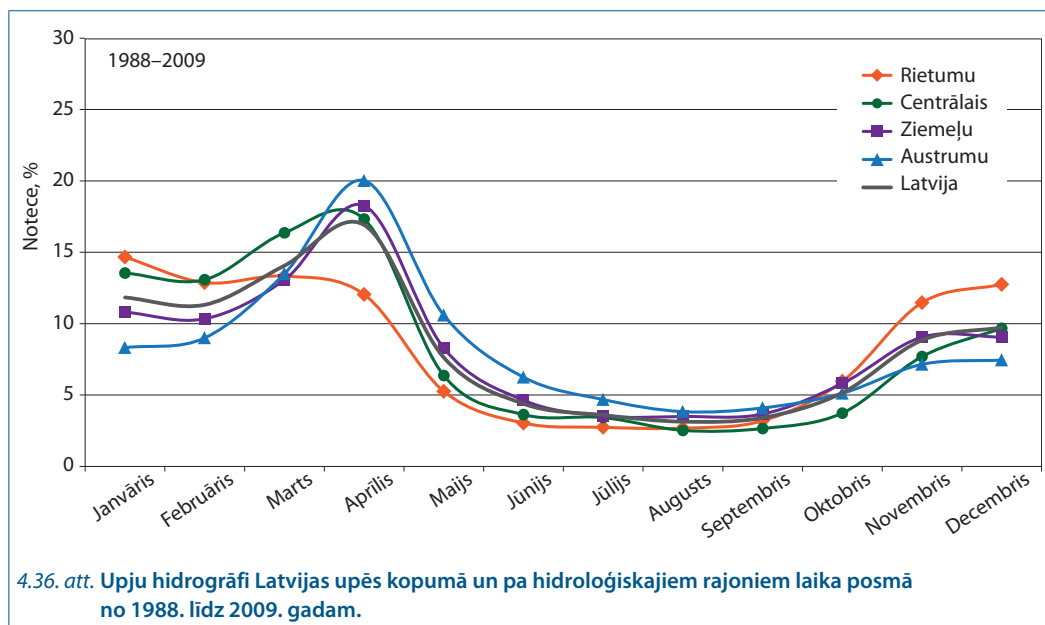
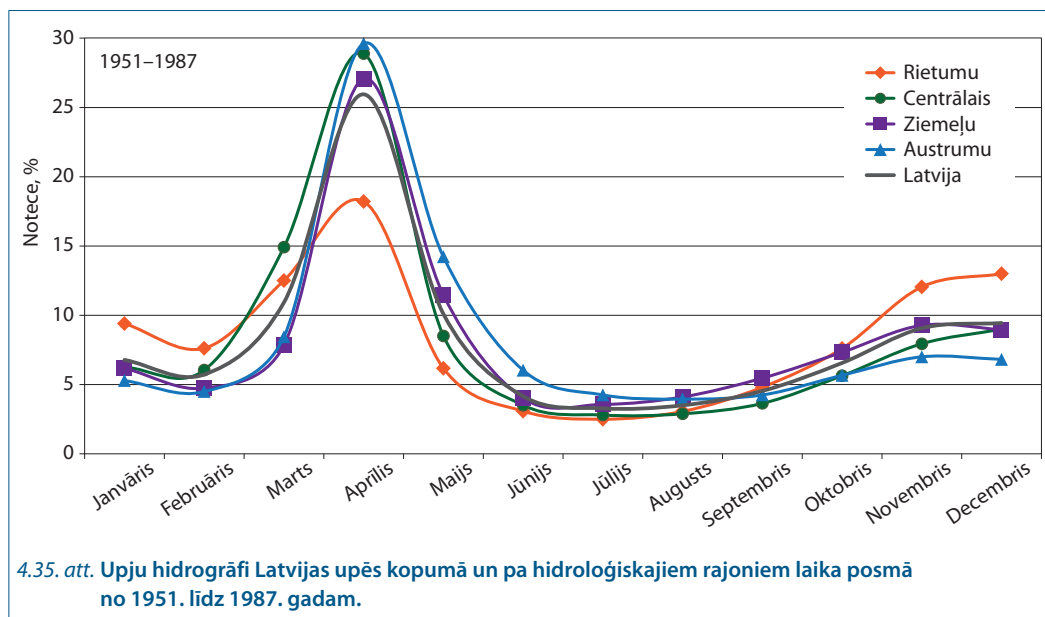
apstiprinājies pierādījums, ka globālās klimata pārmaiņas pēdējos gadu desmitus ir noteikušas arī ilgtermiņa un sezonālās izmaiņas Latvijas upju notecē, novērojot būtiskas izmaiņas upju hidrogrāfos tieši ziemas un pavasara sezonās. Pētījuma periodā no 1951. līdz 1987. gadam (sk. 4.35. att.), kas ir uzskatāms kā periods bez būtiskām klimata pārmaiņu iezīmēm, upēs no gada kopējās noteces lielākais apjoms veidojās pavasara sezonās (37–52%) ar lielāko caurplūdumu līdz 30% tieši aprīļa mēnesī, pēc tam ziemas notece (17–30%), rudens notece (17–25%) un vasaras notece (9–14%) Zemākais caurplūdums bijis jūlijā un augustā (2–4%). Savukārt pēdējās desmitgades iezīmējās ar sezonālām izmaiņām upes kopējā notecē. Vidējos platuma grādos, kur hidroloģisko režīmu galvenokārt nosaka sniega uzkrāšanās un kušana, tiek novērotas būtiskas izmaiņas noteces režīmā tieši ziemas un pavasara sezonās. Lai arī pētījuma rezultāti periodam no 1988. līdz 2009. gadam rāda, ka no kopējās noteces lielākais noteces apjoms joprojām veidojas pavasara sezonā, tomēr ir konstatēta izteikta tendence notecei palielināties janvārī un februārī un samazināties aprīlī un maijā (sk. 4.36. att.).



4.34. att. Daugavas vidējo un maksimālo caurplūdumu mainības raksturs.

Lai vērtētu klimata mainību un vidē norisēšos procesus, kā arī to likumsakarības, nepieciešams analizēt dažāda veida aspektus. Dati par upju ledus sasalšanu un atkuššanu, kā arī izmaiņām ledus segas biezumā ļauj novērtēt ilgtermiņa un sezonālo klimata mainīgumu, jo

tieši gaisa temperatūra ir viens no galvenajiem faktoriem, kas būtiski ietekmē ledus režīma izmaiņas. Ir pētījumi, kas pierādījuši, ka gaisa temperatūras pieaugums ziemas sezonā statistiski nozīmīgi izskaidro 60–70% gadījumu izmaiņas ledus režīmā.



Ledus režīma pētījumi ir svarīgi triju iemeslu dēļ:

- jau pirms instrumentālo novērojumu veikšanas Latvijā ir reģistrēti daudz upju un arī atsevišķu ezeru aizsalšanas un atkuššanas datumi, kas netieši ļauj spriest par konkrētās ziemas bargumu. Tādējādi šie klimatu raksturojošie dati ir pieejami ilgāku laika periodu nekā dati par meteoroloģiskajiem parametriem pēc instrumentālajiem mērījumiem;
- ledus režīms ietekmē hidroloģisko režīmu akumulēto atmosfēras nokrišņu maksimālās noteces laikā;
- ledus režīms ir izmantojams kā precīzs un objektīvs klimata mainības indikators.

Ledus segas izveidošanās vai ledus iešanas sākšanās ir viens no rādītājiem, kas ir visnenāk dokumentēts. Arī Rīgas saimnieciskā dzīve kā ostas pilsētai un tirdzniecības centram bija atkarīga no tā, vai Daugavas ūdeņi bija izmantojami kuģošanai. Tāpēc ledus iešanas sākumu Daugavā sākts atzīmēt jau vairāk nekā pirms piecsimt gadiem. Ledus iešanas sākuma laikam Daugavā raksturīga liela mainība (sk. 4.37. att.). Izteikta tendence agrākam ledus

iešanas sākumam Daugavā ir novērota kopš 19. gs. 60. gadiem, pirms šī perioda tendences izmaiņas ir nenozīmīgas.

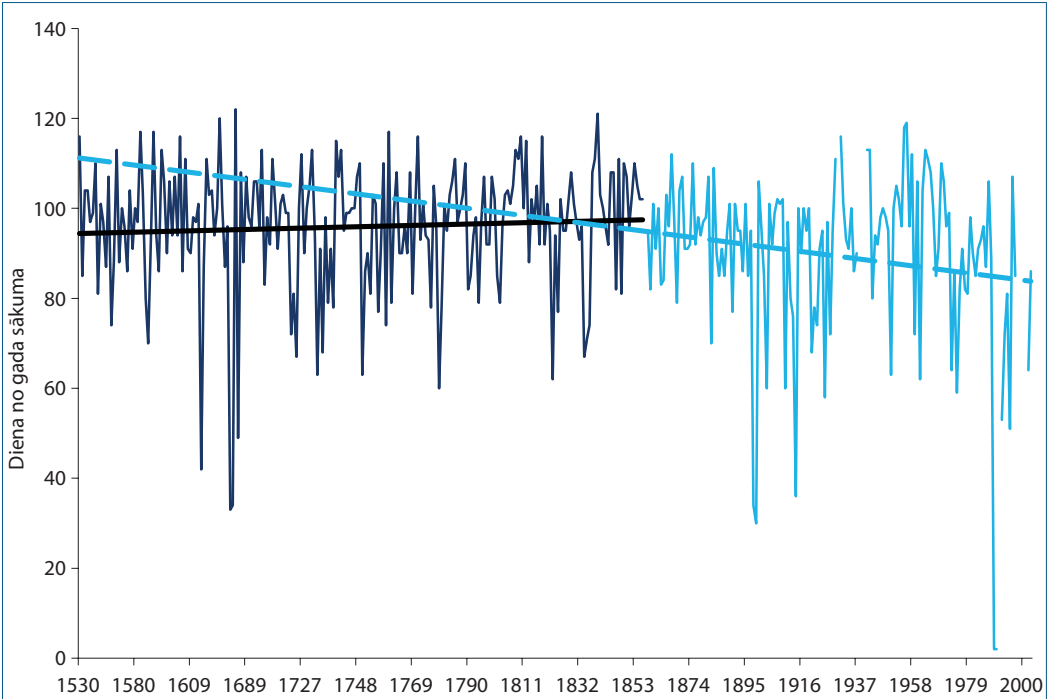
Par būtiskiem faktoriem, kas ietekmē ledus režīmu iekšzemes ūdeņos, var uzskatīt gaisa temperatūru, nokrišņu daudzumu un vēja ātrumu (īpaši stiprās vētras). Pastāv tieša saikne starp temperatūru un ledus režīmu upēs. Lai notiku ledus segas izveidošanās, viens no galvenajiem priekšnosacījumiem ir negatīvas gaisa temperatūras, taču, ja negatīvās gaisa temperatūras ziemas laikā samazinās, tad būtiski tiek ietekmēts ledus režīms un ledstāves ilgums upēs (sk. 4.38. att.) samazinās un atsevišķos gados ledus var neizveidoties nemaz. Ledus iešanas sākuma laika datumiem upēs ir tendence kļūt agrākiem, tāpēc ātrāk sākas arī pali, kas izskaidro ziemas sezonas ūdens noteces palielināšanos Latvijas upēs.

Ledstāves ilgums Latvijas lielākajās upēs laika periodā no 20. gs. 20. gadiem līdz 2000. gadam ir samazinājies par 2,8–5,1 dienām 10 gados un par 6–15 dienām 10 gados laika periodā no 1945. līdz 2012. gadam. Sākot ar 20. gs. 70. gadiem arvien vairāk ir sastopami gadījumi, kad ledus sega uz upēm vispār neizveidojas (tieši Latvijas rietumdaļā).

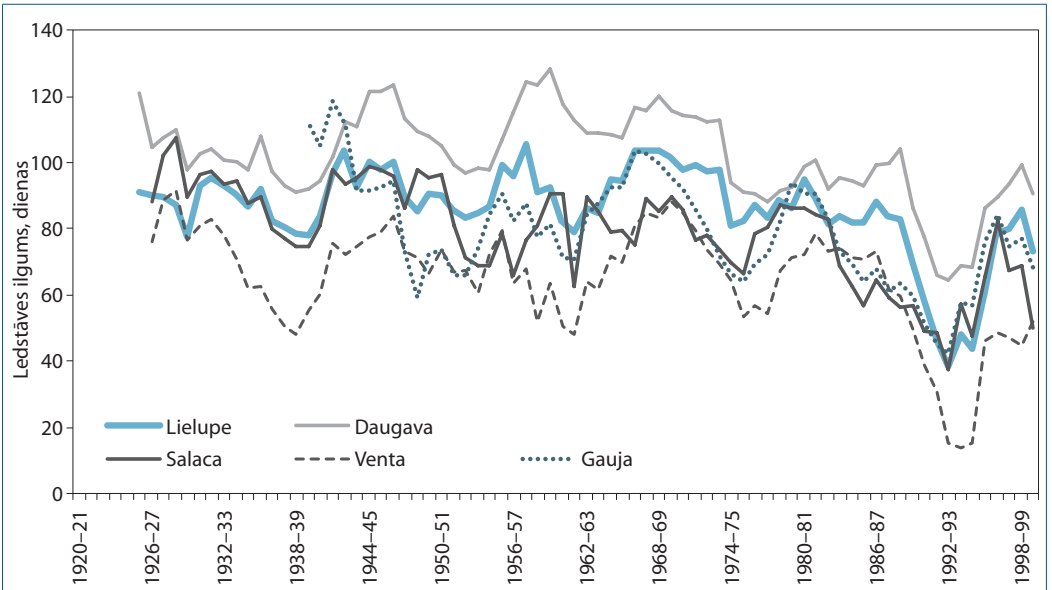
4.10. Iespējamās klimata pārmaiņas Latvijā 21. gadsimta laikā

Klimats visos laika periodos ir bijis mainīgs, un viens no iemesliem, kas to nosaka, ir klimatisko parametru cikliskums. Jāuzsver, ka atšķirīga ir bijusi klimatisko rādītāju izmaiņu amplitūda. Mūsdienās satraukumu rada fakts, ka klimata pārmaiņas ir intensificējušās, ko visticamāk nosaka cilvēka saimnieciskā darbība. Piemēram, globālā mērogā deviņi no desmit siltākajiem gadiem kopš 1880. gada ir novēroti 21. gadsimtā. Globālā vidējā temperatūra šajā periodā ir pieaugusi par 0,8 °C. Tāpēc mūsdienās īpaši aktuāli ir jautājumi par to, kāds klimats Latvijā būs tuvā un tālā nākotnē. Atbildi uz šo jautājumu, kaut arī ar zināmu nenoteiktību, var sniegt klimata nākotnes modeļi.

Klimata modelēšana paver iespējas prognozēt klimata mainības raksturu nākotnē. Par pamatu klimata mainības modelēšanai tiek izmantoti globālie atmosfēras cirkulācijas modeļi, kuri savukārt izveidoti saskaņā ar iespējamajiem siltumnīcefekta gāzu emisijas izmaiņu scenārijiem. Baltijas jūras reģionā reģionālie klimata mainības scenāriji izstrādāti Zviedrijā (Zviedrijas Meteoroloģijas un hidroloģijas institūts) projekta SWECLIM ietvaros, Vācijā (Potsdamas Klimata mainības institūts) un Somijā (Somijas Vides institūts). Reģionālajos klimata mainības modeļos ir iekļauta arī Latvijas teritorija. Tie ļauj novērtēt mainību tādiem klimata rādītājiem kā gaisa vidējā temperatūra, diennakts maksimālā



4.37. att. Ledus iešanas sākuma laika mainība Daugavā. Pārtrauktā trenda līnija – periodam no 1860. līdz 2003. gadam, nepārtrauktā trenda līnija – periodam no 1530. līdz 1859. gadam.



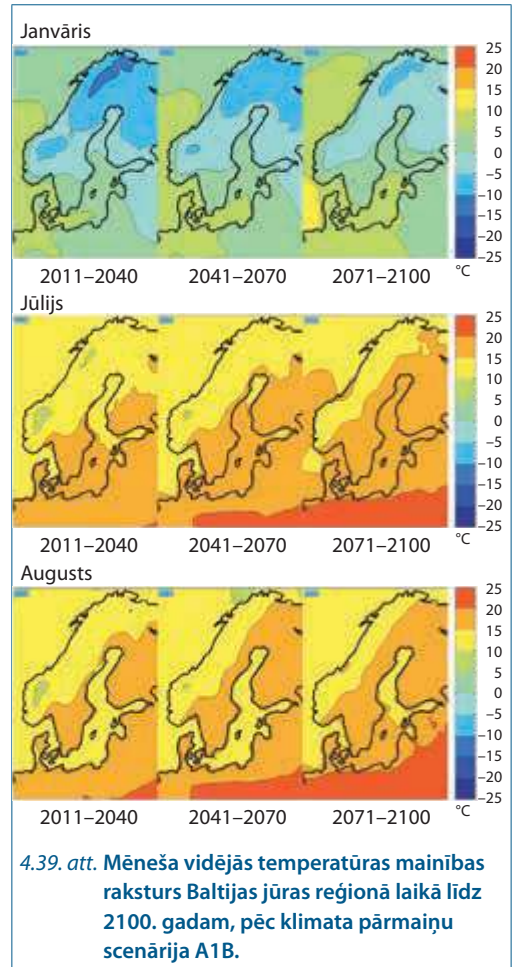
4.38. att. Ledstāves ilguma mainība Latvijas upēs. Līknes izlīdzinātas ar 6 gadu slidošo vidējo vērtību.

temperatūra, nokrišņu daudzums, Saules spīdēšanas ilgums, notece un citi. Izstrādātie klimata mainības modeļi ļauj novērtēt ne tikai klimata mainības vidējotās vērtības, bet arī ekstremālo dabas parādību varbūtību un to mainību pētītājā laika posmā, kas parasti ir līdz 2100. gadam. Tā kā Baltijas reģiona klimata mainības modeļi izstrādāti, izmantojot globālos atmosfēras cirkulācijas modeļus, uz to pamata izdarītie secinājumi par globālās sasilšanas raksturu nav pretrunā ar modeļiem, kas raksturo globāli norisošos procesus. Ja globālajos modeļos Latvijas teritorija aptver tikai vienu vai dažas zemes virsmas platības vienības (šūnas), tad reģionālajos modeļos jau iespējams izsekot klimata mainības raksturam visā Latvijas teritorijā.

Reģionālie klimata mainības modeļi apbēti, pārbaudot to sniegto klimata raksturojumu salīdzinājumā ar novērotajiem datiem, un līdz ar to tie ievērojami precīzāk atspoguļo Latvijas teritorijā norisošos procesus. Nepieciešams uzsvērt, ka Zviedrijā, Somijā un arī Vācijā izstrādāto klimata mainības modeļu mērķis ir analizēt klimata mainības iespējamo raksturu šajās valstīs un viens no Latvijas zinātnieku būtiskiem uzdevumiem ir izveidot klimata mainības modeli, kas ļautu novērtēt iespējamās klimata pārmaiņas Latvijas teritorijā nākotnē. Tomēr arī esošie klimata mainības modeļi ļauj iegūt priekšstatu par klimata mainības raksturu un pamatot darbības, lai samazinātu siltumnīcefekta gāzu emisiju pieauguma radītās sekas, kā arī izstrādātu risinājumus, lai piemērotos klimata pārmaiņām.

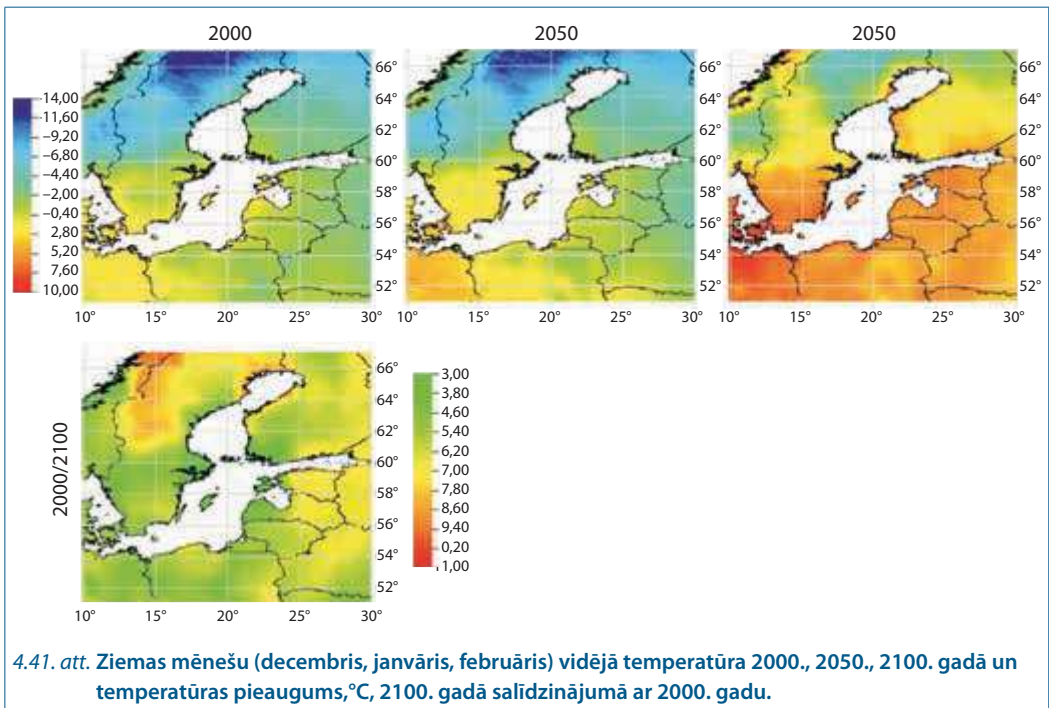
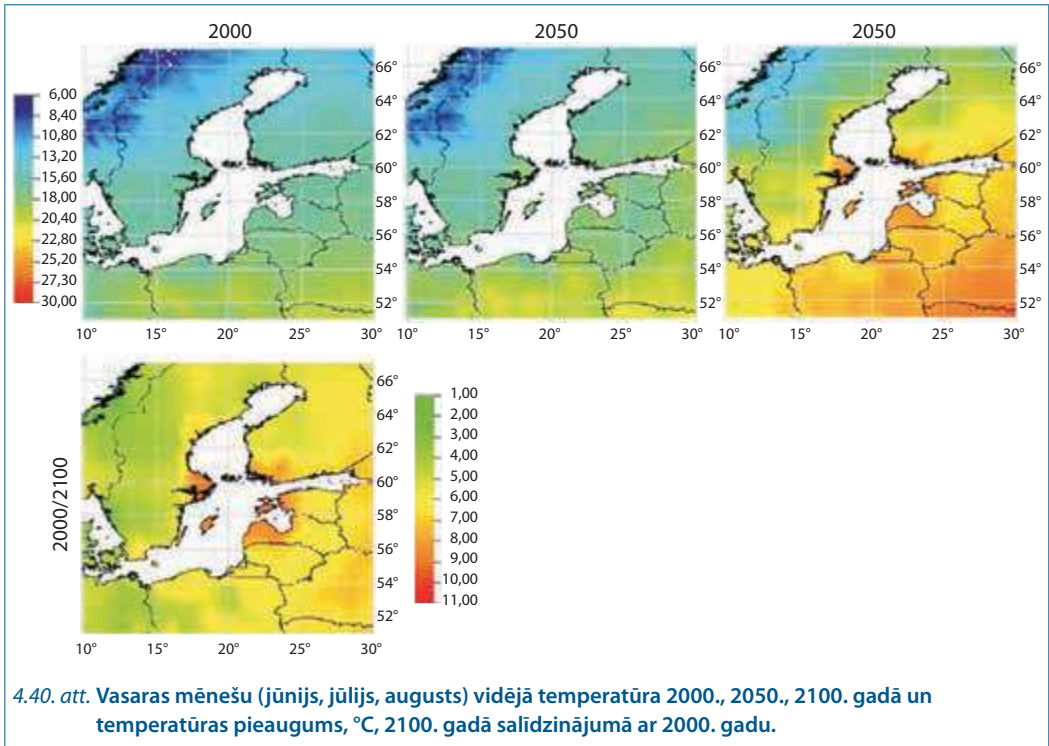
Zviedrijā izstrādātais klimata mainības modelis SWECLIM ļauj novērtēt ikmēneša vidējās temperatūras mainības raksturu laika posmā līdz 2100. gadam. Kā redzams 4.39. attēlā, janvāra vidējā temperatūra līdz 2100. gadam būtiski mainīsies — Skandināvijas ziemeļos tā var pieaugt par $\approx 10^\circ\text{C}$, bet Latvijas teritorijā janvāra vidējā temperatūra, sākot no 2040. gada, var būt $0\text{--}5^\circ\text{C}$, kas ir ievērojami augstāka nekā pašlaik. Tāpat būtiskas klimata izmaiņas var raksturot gaisa temperatūru vasaras mēnešos (jūlijs, augusts).

Līdzīgu klimata mainības raksturu parāda arī Vācijā (Potsdamas Klimata mainības



institūtā) izstrādātais klimata mainības modelis (sk. 4.40., 4.41. att.), kas izveidots atbilstoši klimata mainības scenārijam A2. Pēc šā modeļa laika posmā līdz 2100. gadam gada vidējā temperatūra salīdzinājumā ar gada vidējo temperatūru 2000. gadā pieaugs par $5\text{--}7^\circ\text{C}$.

Klimata mainības modeļi ļauj novērtēt arī mēneša maksimālās temperatūras paaugstināšanos, un atbilstoši SWECLIM mainības modelim mēneša maksimālā temperatūra var paaugstināties par 6°C , īpaši vasaras mēnešos var ievērojami palielināties maksimālo temperatūru biežums. Taču atbilstoši Potsdamas Klimata mainības institūta modelim gada maksimālā temperatūra var pieaugt pat par $+8^\circ\text{C}$.



Respektīvi, biežāk var parādīties tā saucamie karstuma viļņi.

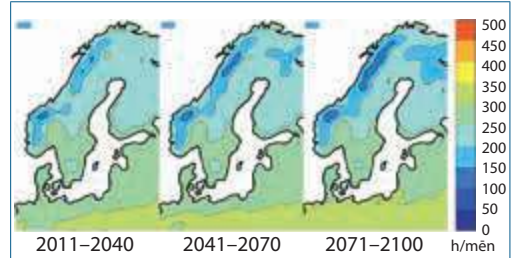
Citu klimata mainības parametru izmaiņas atbilstoši izstrādātajiem modeļiem nav tik būtiskas. Piemēram, Saules spīdēšanas ilgums vasaras mēnešos, pēc SWECLIM modeļa, praktiski nemainīsies, bet pavasarī (piemēram, martā) tas var nedaudz samazināties (sk. 4.42. att.).

Izstrādātie klimata mainības modeļi paredz to, ka visai būtiski var mainīties klimats ziemas sezonā. Pēc SWECLIM klimata mainības modeļa, sniega segas biezums laikā līdz 2100. gadam būtiski samazināsies Skandināvijas valstīs un Somijā, bet Latvijā tipiskas var kļūt bezsniega ziemas (sk. 4.43. att.). Arī ledus segas izveidošanās iekšējos ūdeņos var nenotikt (4.44. att.). Šis klimata izmaiņu veids var izrādīties īpaši būtisks Skandināvijas pussalas centrālajos rajonos un Somijā.

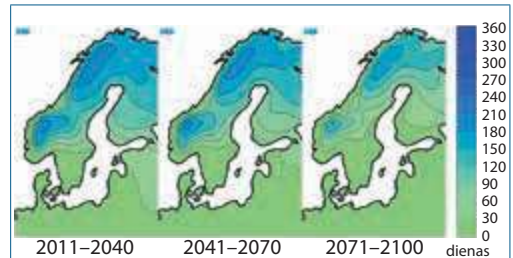
Modelēšanas rezultātā iegūtie dati par Latvijas upju noteces izmaiņām nākotnē pēc A2 un B2 scenārija paredz, ka gada griezumā maksimālās noteces apjoms būs vērojams no janvāra līdz martam, augstāko vērtību sasniedzot februārī A2 scenārija gadījumā (sk. 4.45. att.). Līdz ar to būtiskas izmaiņas salīdzinājumā ar situāciju mūsdienās būs raksturīgas aprīļa un maija mēnešos. Pēc abiem nākotnes klimata scenārijiem arī gada otrajā pusē prognozēta noteces apjoma samazināšanās ar izteiktām izmaiņām tieši septembra un oktobra mēnešos.

Citu būtisku klimata pārmaiņu ietekmju nozīmība atbilstoši Potsdamas Klimata mainības institūta pētījumu rezultātiem saistās ar jūras līmeņa izmaiņām, kurš līdz šī gadsimta beigām var pieaugt par 0,8 m, līdz ar to ietekmējot zemāk izvietotu teritoriju applūšanas risku, kā arī pastiprinātu piekrastes eroziju.

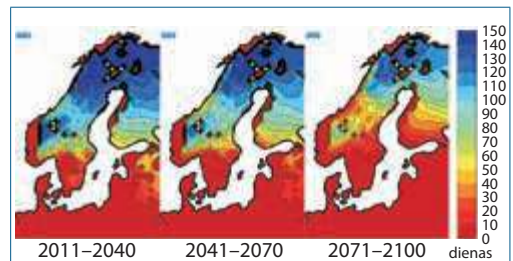
Meteoroloģisko parametru mainības un globālās sasilšanas iespējamās ietekmes saistāmas ne tik daudz ar noteiktu meteoroloģisko parametru izmaiņām jau visai pārredzamā nākotnē, bet ar to, ka šīs pārmaiņas var ietekmēt daudzas ikvienam cilvēkam nozīmīgas dzīves jomas. Globālās sasilšanas sekas var skart lauksaimniecību, mežsaimniecību, zvejniecību, rekreācijas un tūrisma nozari, enerģētiku, īpaši hidroenerģētiku, pārtikas rūpniecību,



4.42. att. Saules starojuma ilguma (stundas mēnesī) izmaiņu raksturs augustā laikā līdz 2100. gadam pēc klimata pārmaiņu scenārija A1B.

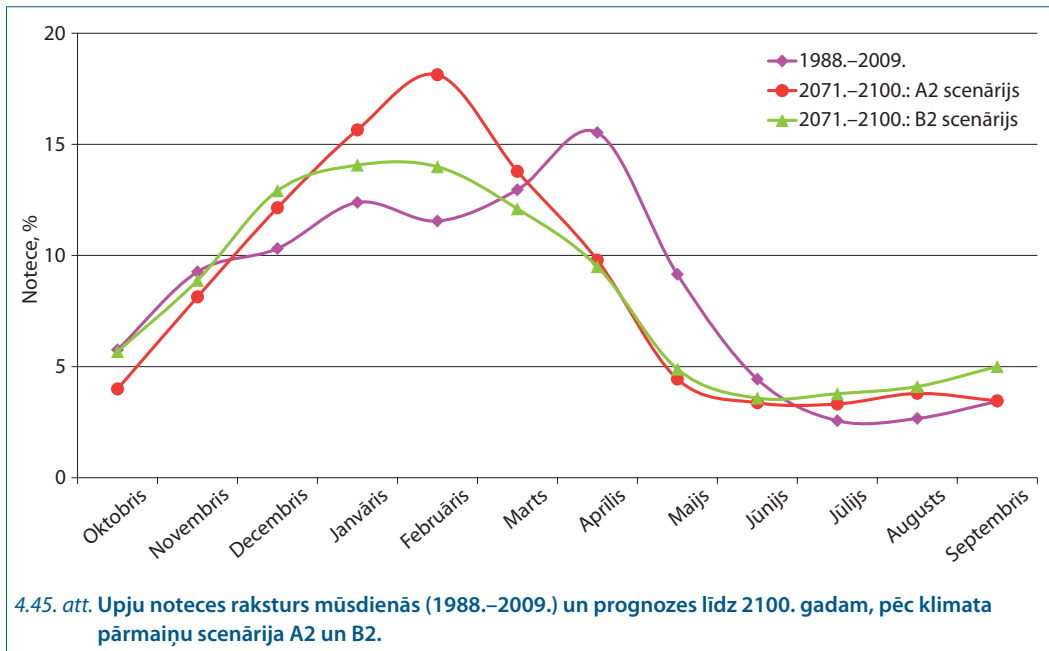


4.43. att. Sniega segas ilguma (dienās) izmaiņu raksturs laikā līdz 2100. gadam, pēc klimata pārmaiņu scenārija A1B.



4.44. att. Ledus segas pastāvēšanas ilgums iekšējos ūdeņos (dienās) laikā līdz 2100. gadam, pēc klimata pārmaiņu scenārija A1B.

medicīnisko aprūpi un daudzas citas jomas. Dabas katastrofu varbūtības pieaugums, kurš saistāms ar klimata mainību, var ietekmēt ikvienu. Tāpēc ir nozīmīgi turpināt pētīt klimata pārmaiņu raksturu un izstrādāt risinājumus, lai mazinātu šo pārmaiņu nelabvēlīgās sekas.



Avoti tālākām studijām

Website of the European Climate Assessment & Dataset project <http://eca.knmi.nl>

<https://www.meteo.lv/lapas/laiks/fakti-un-noderiga-informacija/fakti-un-noderiga-informacija?id=1717&nid=573>

http://www.varam.gov.lv/lat/darbibas_veidi/Klimata_parmainas

Literatūra

Apsīte E., Bakute A., Elferts D., Kurpniece L., Pallo I. (2011) Climate Change Impacts on River Runoff in Latvia. *Clim Res* 48. pp. 57–71.

Apsīte E., Elferts D., Zubaničs A., Latkovska I. (2014) Long-term Changes in Hydrological Regime of the Lakes in Latvia. *Hydrology Research*, 45 (3), pp. 308–321 doi: 10.2166/nh.2013.435/ scopus.

Apsīte E., Rudlapa I., Latkovska I., Elferts D. (2013) Changes in Latvian River Discharge Regime at the Turn of the Century. *Hydrology Research*, 44 (3), 554–569 IWA Publishing 2013 doi:10.2166/nh.2012.007, (upju noteces un Salaca), <http://www.editorialmanager.com/hydrology/> scopus.

Avotniece Z., Rodinov V., Lizuma L., Briede A., Kļaviņš M. (2010) Trends in the Frequency of Extreme Climate Events in Latvia. *Baltica* 23, pp. 135–148.

Beķere A. (2015) Veģetācijas periods un tā izmaiņas Latvijā. Bakalaura darbs, 48 lpp.

Chmielewski F. M., Rotzer T. (2002) Annual and Spatial Variability of the Beginning of Growing Season in Europe in Relation to Air Temperature Changes. *Climate Research*. 19(1), pp. 257–264.

Eberhards G. Unusual Weather Conditions in Latvia (900-1860). In: *Climate Change in Latvia and Adaptation to It*. Editors: Māris Kļaviņš and Agrita Briede. Rīga, University of Latvia Press, 2012, p. 188.

Klavins M., Rodinov V. (2010) Influence of Large-Scale Atmospheric Circulation on Climate in Latvia. *Boreal Env Res* 15, pp. 533–543.

Klimata mainība un globālā sasilšana (2008) Kļaviņš M., Briede A. (red.). Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 174 lpp.

Latkovska I. (2015) Latvijas upju hidroloģiskā režīma ilgtermiņa un sezonālās izmaiņas. Rīga, LU, 123 lpp.

Latkovska I., Apsīte E., Elferts D., Kurpniece L. (2012) Forecasted Changes in the Climate and the River Runoff Regime in Latvian River Basins. *Baltica*, 25(2), pp. 143–152. Vilnius. ISSN 0067-3064.

Latvia's sixth National Communication and First Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change, MEPRD, December 2013, pp. 139.

Lizuma L. (2008) Klimata pārmaiņas Rīgā: gaisa temperatūra un atmosfēras nokrišņi. Promocijas darbs, LU, 240 lpp.

Lizuma L., Kļaviņš M., Briede A., Rodinovs V. (2007) Long-term Changes of Air Temperature in Latvia. In: Kļaviņš M. (ed.) Climate change in Latvia, pp. 11-20.

Pāps K. (2014) Sniega segas raksturs un tā izvērtējums Latvijā. Bakalaura darbs, 52 lpp.

Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin (2015) The BACC II Author Team, Heidelberg, Springer.

Izmantotie attēli

4.10. European Climate Assessment & Dataset.

4.11. European Climate Assessment & Dataset.

4.12. European Climate Assessment & Dataset.

4.27. <http://www.meteo.lv>

4.28. <http://www.tvnet.lv>

4.39. Ar atļauju pēc Zviedrijas Meteoroloģijas un hidroloģijas institūta (SMHI) kartogrāfiskā materiāla.

4.40. Ar atļauju pēc Potsdamas Klimata mainības institūta kartogrāfiskā materiāla.

4.41. Ar atļauju pēc Potsdamas Klimata mainības institūta kartogrāfiskā materiāla.

4.42. Ar atļauju pēc Zviedrijas Meteoroloģijas un hidroloģijas institūta (SMHI) kartogrāfiskā materiāla.

4.43. Ar atļauju pēc Zviedrijas Meteoroloģijas un hidroloģijas institūta (SMHI) kartogrāfiskā materiāla.

4.44. Ar atļauju pēc Zviedrijas Meteoroloģijas un hidroloģijas institūta (SMHI) kartogrāfiskā materiāla.



5.

Globālā sasilšana un tās sekas

5.1. Zemes klimata pārmaiņu raksturs

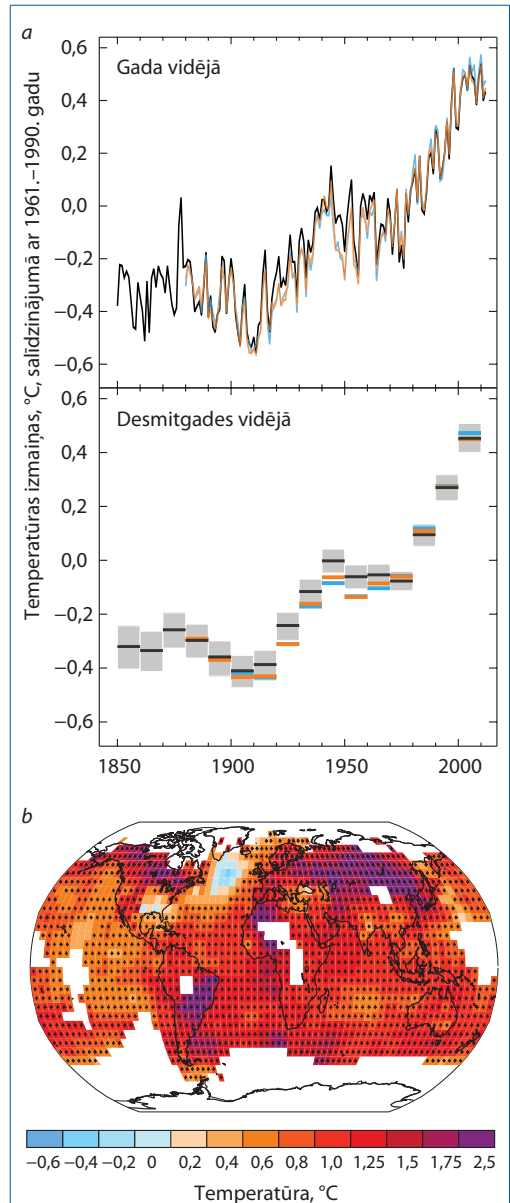
Zemes klimata mainības tendenču analīze sniedz pārliecinoši daudz pierādījumu tam, ka pēdējā gadsimta laikā Zemes klimats ir būtiski mainījies. Pārmaiņas skar gan klimata kopējos rādītājus, piemēram, Zemes temperatūra, nokrišņu daudzums, sniega segas stabilitāte Zemes ziemeļu reģionos un kalnos, gan arī izmaiņas Zemes biofizikālajās sistēmās (piemēram, vielu apritē, plūsmā).

Ir pamats uzskatīt, ka siltumnīcefekta gāzu emisijas apjoms un koncentrācijas pieaugums atmosfērā uzskatāms par galveno faktoru, kas nosaka Zemes klimata būtiskās izmaiņas – globālo sasilšanu.

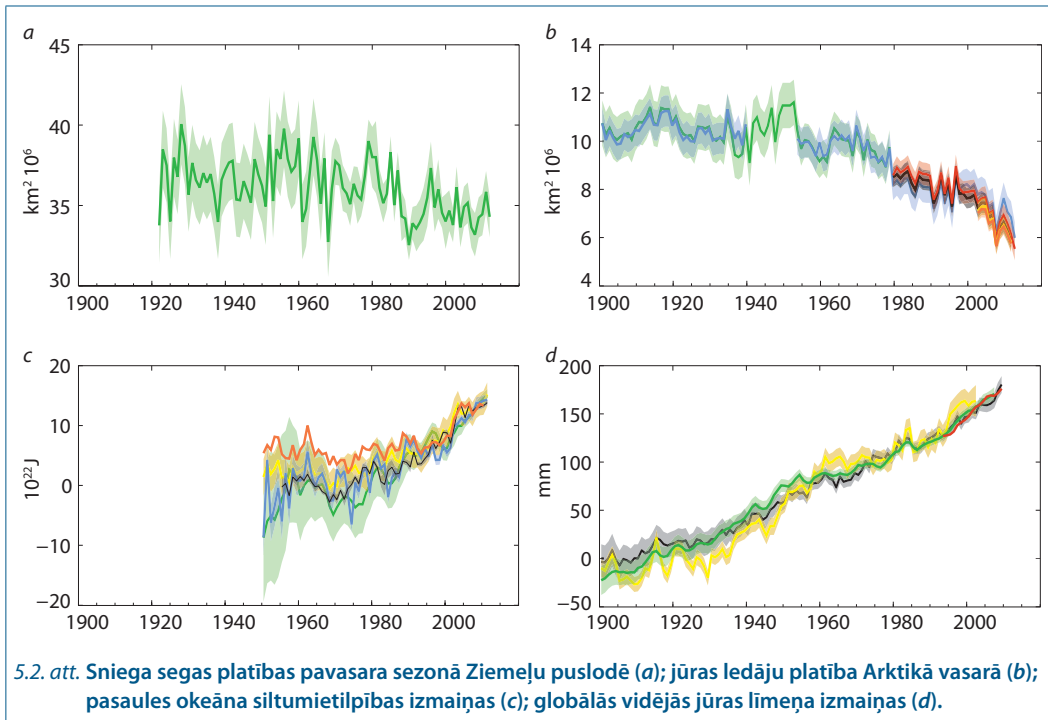
Katra no pēdējām trim desmitgadēm ir bijusi ar augstāku temperatūru nekā jebkura desmitgade kopš 1850. gada. Laika posms no 1983. līdz 2012. gadam ir bijis siltākais laika periods pēdējo 1400 gadu laikā Ziemeļu puslodē, kur šādu klimata rekonstrukciju ir iespējams veikt. Globālā gada vidējā temperatūra virs sauszemes un okeāniem uzrāda lineāru pieauguma tendenci laika posmam no 1880. līdz 2012. gadam, ko apliecina daudzi neatkarīgi veikti novērojumi un aprēķini.

Globālā sasilšana pēdējos 150 gados ir notikusi ne tikai temperatūras paaugstināšanās, bet ietekmējusi jūras līmeņa celšanos un ziemeļu puslodes sniega segas platības samazināšanos (sk. 5.1. un 5.2. att.). Būtiskākās sasilšanas ietekmes apkopotas 5.1. tabulā.

Tomēr temperatūras paaugstināšanās uz Zemes nav bijusi vienmērīga. Visstraujāk temperatūra ir paaugstinājusies Zemes polu reģionos – Arktikā un Antarktīdā. Ir pierādīta ne tikai ziemas temperatūras, bet arī troposfēras temperatūras paaugstināšanās (izmantojot satelītu novērojumus un meteoroloģiskās zondes), turklāt temperatūras paaugstināšanās ātrums pētītajā atmosfēras masā ir līdzīgs. Paliecinājies arī ūdens tvaiku daudzums atmosfērā, ko savukārt nosaka temperatūras paaugstināšanās. Ūdens tvaiku koncentrācijas pieaugums atmosfērā var pastiprināt siltumnīcefektu nākotnē, jo ūdens ir viena no siltumnīcefektu veicinošām vielām. Kopš 1960. gada veiktie



5.1. att. Globālās gada vidējās gaisa temperatūras (virš sauszemes un okeāniem), desmitgades vidējās gaisa temperatūras novirzes (salīdzinājumā ar vidējo temperatūru 1961.–1990. gadā) laika posmam no 1850. līdz 2012. gadam (a) un novērotās temperatūras izmaiņas laikā no 1901. līdz 2012. gadam (b).



mērījumi pierāda, ka paaugstinājusies okeānu ūdeņu temperatūra (līdz pat 3000 m dziļumam), jo ūdens absorbē lielāko daļu pieplūstošā siltuma daudzuma. Okeānu ūdeņu temperatūras paaugstināšanās var sekmēt ūdens tilpuma palielināšanos un jūras līmeņa celšanos, kā arī ietekmēt ūdeņu plūsmu raksturu.

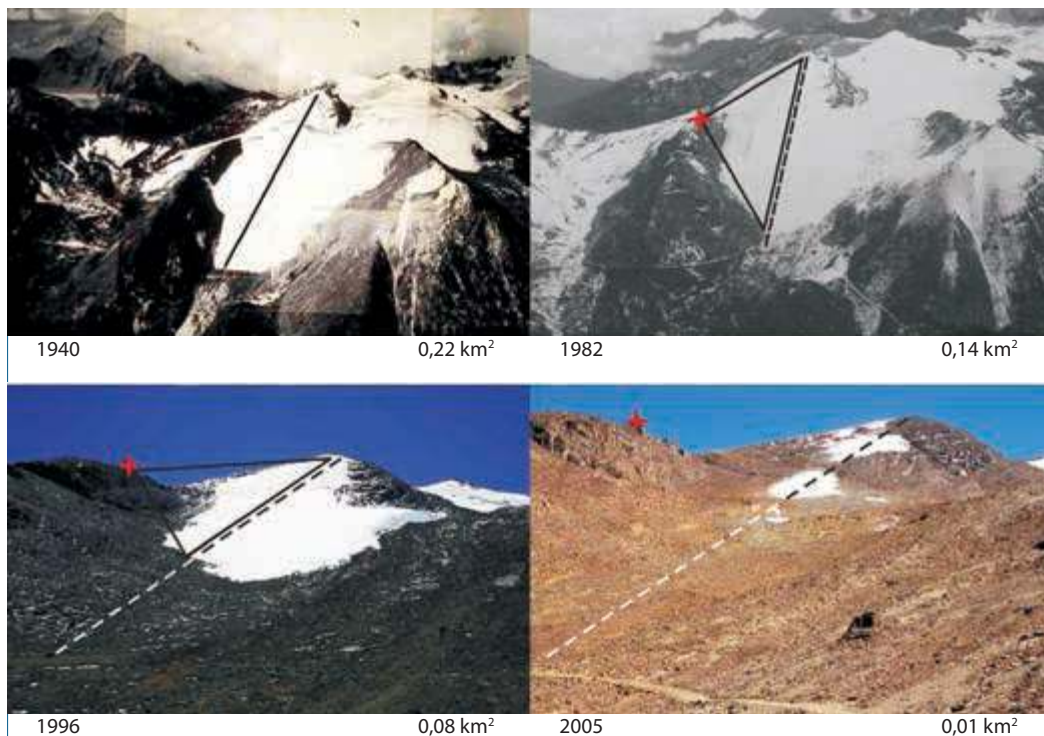
Pēdējā gadsimta laikā ir samazinājusies ne tikai sniega segas platība ziemeļu puslodē, bet arī kalnu un kontinentālo ledāju aizņemtā platība, kā arī mūžīgā sasaluma aizņemtās platības, kuras uzskatāmas par nozīmīgu faktoru, kas sekmē jūras līmeņa celšanos. Īpaši būtiski tiek ietekmēti Antarktīdas un Grenlandes ledāji (sk. 5.3. att.). Reģionālo pētījumu rezultāti parāda, ka kalnāju ledāji kļūst arvien īsāki un plānāki. Piemēram, Vidusāzijā un Dienvidsibīrijas kalnājos daudzi šļūdoņi pēdējo 200 gadu laikā ir kļuvuši īsāki par 4 km. Alpu kalnu ledāju platība samazinājusies par 30 līdz 40% salīdzinājumā ar platību, kādu tie aizņēma Mazajā ledus laikmetā. Eiropā šļūdoņu straujā samazināšanās ir tieši saistīta ar Alpu reģiona

klimata pasiltināšanos 20. gadsimta laikā. Samazinās arī Zemes sasaluma platība mūžīgā sasaluma apgabalos.

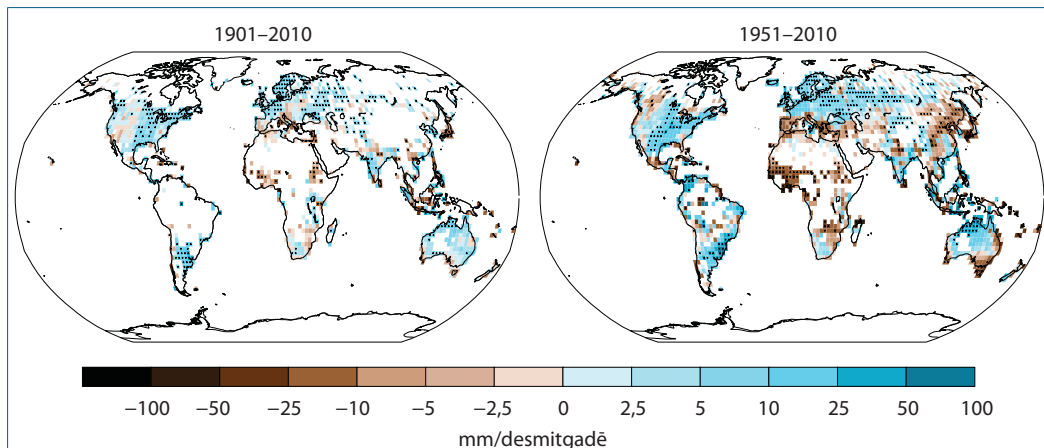
Tā kā temperatūras paaugstināšana īpaši ietekmē Zemes polāros reģionus, ir samazinājusies arī ledus aizņemtā platība jūrās. Jūras līmeņa mainība ir ievērojami ietekmējusi krasta erozijas procesus un sekmējusi piekrastes teritoriju degradāciju.

Novērojumi pierāda, ka nokrišņu daudzums, lai arī nevienmērīgi, bet vidēji uz Zemes ir palielinājies par 2% kopš 20. gadsimta sākuma, kā arī ievērojami ir pieaudzis ekstremālu nokrišņu biežums (sk. 5.4. att.). Nokrišņu daudzums ir palielinājies Ziemeļamerikā un Dienvidamerikā, Ziemeļeiropā, Ziemeļāzijā un Centrālāzijā. Taču nokrišņu daudzums samazinājies Sāhela reģionā, Vidusjūras reģiona valstīs un Dienvidāfrikā.

Globālā sasilšana tiek saistīta arī ar klimata sistēmas stabilitātes ietekmēšanu un ekstremālu klimatisko parādību biežuma pieaugumu. Tas attiecas gan uz tropisko ciklonu un



5.3. att. Kalnu ledāja platības izmaiņas 60 gadu laikā.



5.4. att. Novērotās nokrišņu daudzumu izmaiņas virs sauszemes laika posmam no 1901. līdz 2010. gadam un no 1951. līdz 2010. gadam.

viesuļvētru biežuma un intensitātes mainību Karību jūras reģionā, gan arī uz musonu lieta-vām Āzijā.

Klimata mainība tieši ietekmē ne tikai dabas vidi, bet arī cilvēkvidi. Vasaras globālās sasilšanas ietekmē daudzos reģionos ir kļuvušas siltākas, kā arī biežāki ir kļuvuši laika posmi, kad novērojami ekstremāli augstas temperatūras “karstuma viļņi”, kas ietekmē cilvēku veselību. Negatīvo ietekmi ļoti karstās vasarās pastiprina pieaugošais gaisa mitrums. Konstatēts, ka mērenā klimata reģionos ļoti karstos

laika apstākļos nāves gadījumu skaits dienā palielinās. Karstuma viļņi ASV pilsētās, Francijā 2003. gadā un Grieķijā 2007. gada vasarā prasīja vairāku simtu cilvēku dzīvības. Piemēram, karstuma viļņi Londonā palielināja mirstību par 15%. Ar klimata mainību tiek saistīta arī konkrētajam reģionam netipisku sugu invāzija.

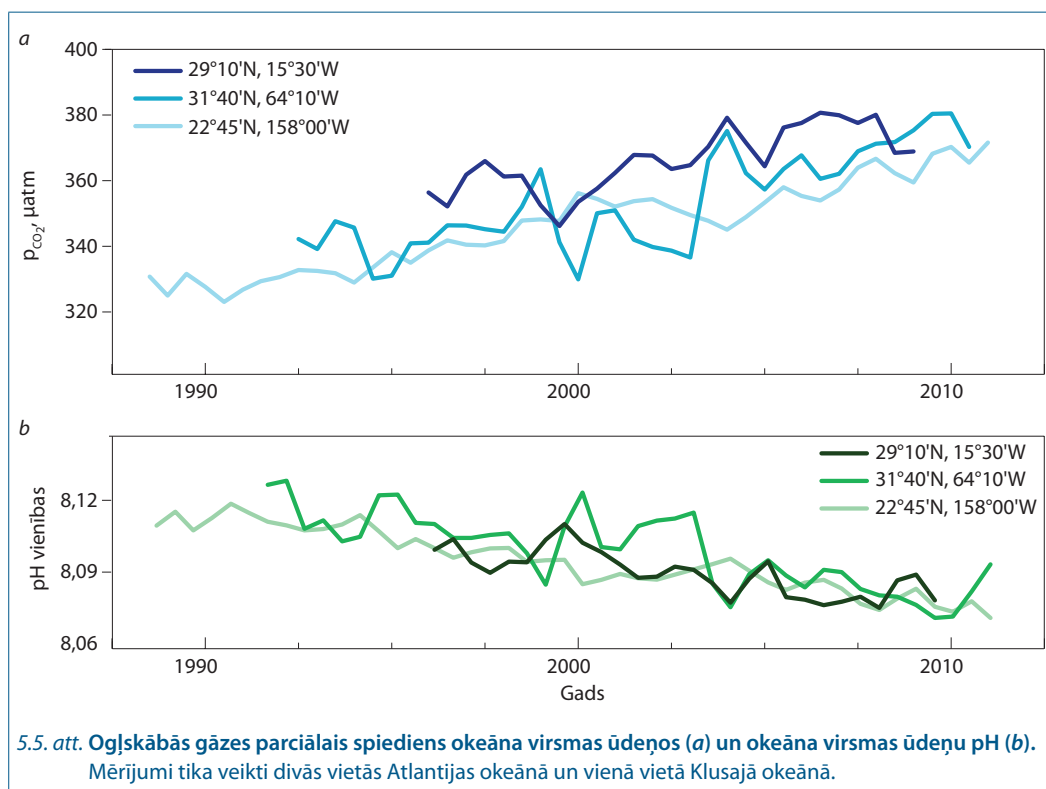
Ogļskābās gāzes koncentrācijas pieaugums atmosfērā ietekmē ne tikai Zemes klimatu. Ogļskābajai gāzei izšķīstot ūdenī, palielinās izšķīdušās CO₂ koncentrācija un pazeminās okeānu ūdeņu pH (sk. 5.5. att.), t.i., tie kļūst skābāki.

5.1. tabula. Novērotās izmaiņas Zemes atmosfērā

Indikators	Novērotās izmaiņas
<i>Koncentrācijas indikatori</i>	
CO ₂ koncentrācija atmosfērā	No 1000. līdz 1750. gadam CO ₂ koncentrācija atmosfērā bijusi 280 ppm, 2016. gadā – 400 ppm (40 ± 4% pieaugums)
CO ₂ saistīšanās spēja Zemes biosfērā	No 1800. līdz 2012. gadam piesaistītā oglekļa dioksīda daudzums bijis aptuveni 30 Gt C; 20. gs. 90. gados tas samazinājies par 14 ± 7 Gt C
CH ₄ koncentrācija atmosfērā	No 1000. līdz 1750. gadam – 700 mlrd.d., 2016. gadā – 1834 mlrd.d. (262 ± 25% pieaugums)
N ₂ O koncentrācija atmosfērā	No 1000. līdz 1750. gadam – 270 mlrd.d., 2016. gadā – 328 mlrd.d. (22 ± 2% pieaugums)
O ₃ koncentrācija troposfērā	No 1750. līdz 2016. gadam pieaugusi līdz 337 mlrd.d. (30 ± 3% pieaugums)
O ₃ koncentrācija stratosfērā	Samazinājusies no 1970. līdz 2016. gadam, variē atkarībā no augstuma virs jūras līmeņa un ģeogrāfiskā platuma grādiem
Citas siltumnīcefekta gāzes	Vispārējs pieaugums pēdējos piecdesmit gados
<i>Laika apstākļu indikatori</i>	
Zemes virsmas temperatūra	20. gadsimta laikā paaugstinājusies par 0,84 ± 0,2%, turklāt vairāk uz sauszemes nekā okeānā
Temperatūra ziemeļu puslodē	Salīdzinājumā ar citiem laika posmiem pēdējos 1000 gados temperatūra 20. gadsimtā paaugstinājusies visvairāk; 20. gs. 90. gadi ir tūkstošgades siltākā desmitgade
Diennakts temperatūras amplitūda	No 1950. līdz 2016. gadam sauszemes teritorijā samazinājusies. Temperatūras minimums naktī pieaudzis divas reizes salīdzinājumā ar dienas maksimālo temperatūru
Karstās dienas/karstuma indekss	Pieaudzis
Aukstums/sals (dienas ar temperatūru zem 0°C)	Samazinājies sauszemē 20. gadsimtā
Nokrišņi (kontinentāli)	20. gadsimtā ziemeļu puslodē pieauguši par 5–10%, tomēr dažos reģionos – Āfrikas rietumos un ziemeļos, Vidusjūras reģionos – samazinājušies
Dabas kataklizmas ar palielinātu nokrišņu daudzumu	Pieaug vidējos un augstākajos ziemeļu platuma grādos
Sausuma periodu biežums un intensitāte	Sausuma pieaugums vasaras mēnešos saistīts ar sausuma perioda biežuma palielināšanos dažos apgabalos – teritorijās Āfrikā un Āzijā sausuma periodu intensitātes un biežuma pieaugums novērots pēdējā desmitgadē

5.2. tabula. Novērotās izmaiņas Zemes biofizikālajās sistēmās

Indikators	Novērotās izmaiņas
<i>Bioloģiskie un fizikālie indikatori</i>	
Jūras līmenis	20. gadsimtā paaugstinājies vidēji par 1–2 mm gadā
Ledus segas pastāvēšanas perioda ilgums upēs un ezeros	20. gadsimtā samazinājies aptuveni par 2 nedēļām vidējos un augstākajos platuma grādos ziemeļu puslodē
Ledus segas biezums un platība Ziemeļu Ledus okeānā	Vasaras beigās un agros rudenos pēdējā desmitgadē ledus segas biezums samazinājies par 40%. Kopš 1950. gada pavasara un vasaras par 10–15% samazinājusies ar ledu klātā teritorija
Ledāji	Izplatīta ledāju atkāpšanās 20. gadsimtā
Sniega sega	No 20. gs. 60. gadiem, kad novērojumiem sāka izmantot satelītus, samazinājusies par 10%
Mūžīgais sasalums	Sācis atkust un sarukt polārajos, subpolārajos un kalnu reģionos
<i>El Niño</i> parādība	Pēdējos 20–30 gados salīdzinājumā ar iepriekšējo simts gadu periodu kļuvusi biežāka, pastāvīga un spēcīga
Veģetācijas sezona	Pēdējo 40 gadu laikā pagarinājusies par 1–4 dienām desmitgadē ziemeļu puslodē, it īpaši augstākajos platuma grādos
Augu un dzīvnieku izplatība	Augu, kukaiņu, putnu un zivju izplatības areāls paplašinājies uz ziemeļiem un augstkalnu rajoniem
Ziedēšanas, vairošanās un migrācijas sezona	Agrāka augu ziedēšana un putnu atceļošana, agrāka vairošanās sezona, kā arī kukaiņu strauja savairošanās Ziemeļu puslodē
Koraļļu rifu izbalošana	Palielinās, īpaši <i>El Niño</i> efekta ietekmē



Pašas par sevi šādas ietekmes izsaka visai maz ko, bet pH līdzsvars ir būtisks visu jūru un okeānu dzīvo organismu sekmīgai attīstībai. Šādu izmaiņu tiešās sekas var būt jutīgu sugu iznīkšana un nozvejas samazināšanās, bet netiešās izmaiņas var būt visu dzīvo kopienu izmaiņas.

Klimata mainība vispirms ietekmē sociāli neaizsargātos iedzīvotājus, kā arī nabadzīgākās

valstis, tādējādi padziļinot sociāli ekonomisko krīzi un sekmējot nabadzības pieaugumu.

Neapšaubāmi, ka klimata mainība un klimata veidošanas ietekmējošie procesi un to mijiedarbības raksturs ir sarežģīta un maz izpētīta parādība un šo jautājumu risināšana ir tagadnes un nākotnes uzdevums, kura pamatā ir klimatoloģiskie pētījumi un klimata mainības prognozēšana.

5.2. Zemes klimata modelēšana un klimata mainības scenāriji

Klimata sistēmas mainību un procesus var pētīt un prognozēt, izmantojot klimata modelēšanu. Modelis ir procesu, sistēmu vai darbības aprakstīšana vai attēlošana ar matemātisku vienādojumu palīdzību. Izziņas metodi, kur pētāmo objektu aizstāj ar modeli, lieto gadījumos, kad objekti tiešai izpētei grūti pieejami.

Klimata modelēšana pamatojas uz klimatu ietekmējošo elementu sakarību un kādā konkrētā laika periodā novērotu to vērtību kopumu, kuru tālākās pārmaiņas (modelēšanu) veic ar ļoti jaudīgiem datoriem, lai iegūtu ieskatu šīs sistēmas izmaiņās, kādas tās varētu būt nākotnē un ir notikušas pagātnē.

Ideālam klimata modelim jāatbilst šādām prasībām:

- 1) pilnīga izpratne par visu klimata veidošanā iesaistīto faktoru savstarpējo mijiedarbību niansēm, šo sakarību matemātisks formulējums, kas ietvertu
 - atmosfēras cirkulāciju,
 - Zemes reljefu,
 - okeānu cirkulāciju,
 - Saules enerģijas pieplūduma īpatnības,
 - ģeoloģiska rakstura ietekmes (vulkāni, augsnes atbrīvotās siltumnīcefekta gāzes),
 - ārējo kosmisko apstākļu ietekmes (magnētiskās vētras, meteorīti u.tml.),
 - antropogēnās ietekmes,
 - atmosfēras — biosfēras mijiedarbības raksturu;
- 2) precīzi dati par šīm vērtībām konkrētos laika periodos visā pētāmajā teritorijā;

- 3) skaitļošanas jaudas, kuras ļauj matemātiski apstrādāt izmantojamo informāciju (klimata modelēšana ir viena no vadošajām superdatoru izmantošanas jomām pasaulē). Datiem ir nepieciešama arī augsta izšķirtspēja, lai spētu iekļaut visas izmaiņas modelēšanai dažādos telpiskos mērogos.

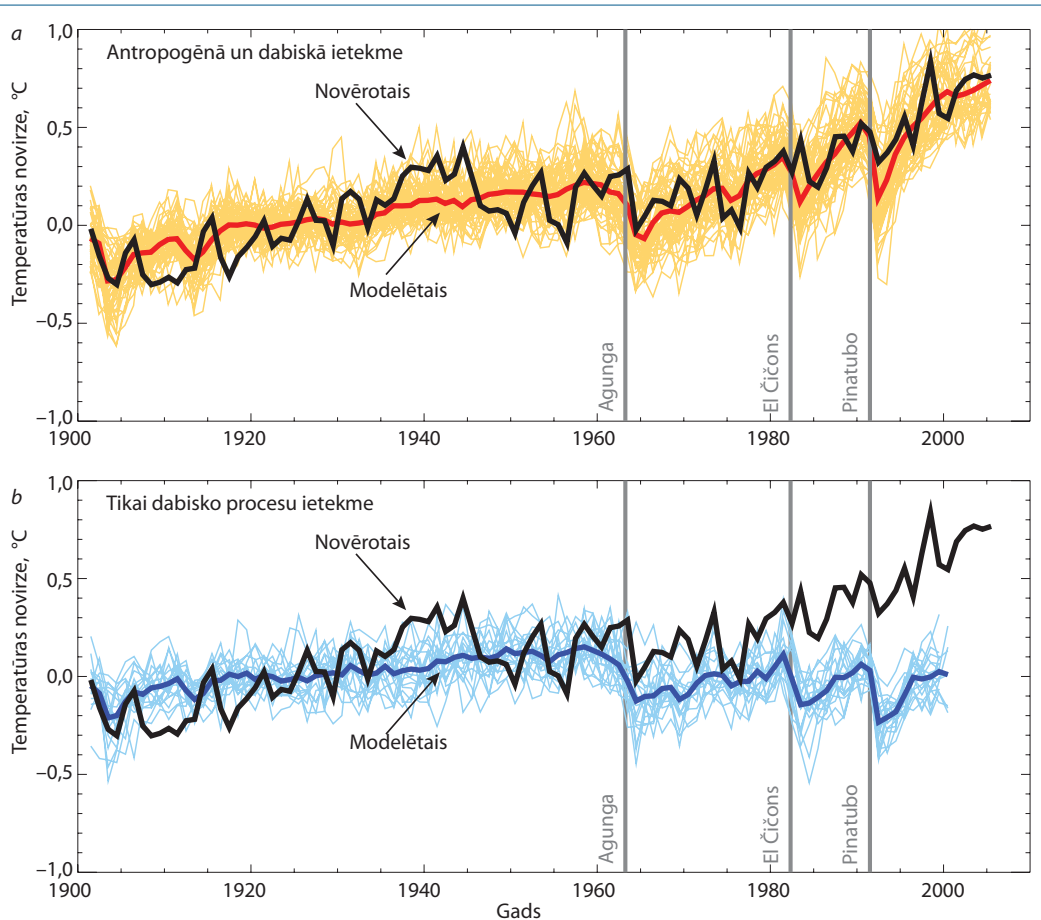
Kaut arī klimata sistēma ir ļoti sarežģīta un ir gūti neapšaubāmi sasniegumi klimata un tā mainības modelēšanā, klimata pētniecība joprojām ir aktīvas izpētes stadijā. Klimata modelēšanā tiek izmantoti vairāki modeļu veidi, kas tiek savstarpēji savienoti. Parasti ar laikapstākļu vai klimata modeļiem tiek saņemti vispārējās atmosfēras cirkulācijas modeļi (angļu val. GCM — *General Circulation Models*) jeb globālie klimata modeļi. Vienkāršie vispārējās cirkulācijas modeļi sastāv no pamatvienādojumiem, kas apraksta enerģijas plūsmas sistēmā un enerģijas izkliedēšanas mehānisma algoritmu. Ar šiem modeļiem var modelēt vietēja mēroga procesus atmosfērā. Atmosfēriskie vispārējās cirkulācijas modeļi parasti aptver atmosfēras un Zemes virsmas mijiedarbības procesu raksturu. Okeāna modeļi apraksta atmosfēras un jūru un okeānu virsmas mijiedarbību, enerģijas apmaiņu, iztvaikošanas un kondensācijas procesus, kā arī mijiedarbību, ņemot vērā ledus segas ietekmi uz gaisa masu plūsmām. Kompleksie jeb saistītie modeļi ietver iepriekšējos elementus un vēl citus faktorus.

Klimata modelēšanā jāastopas ar daudzām un dažādām problēmām. Dabā ir ļoti

daudz faktoru, kas savstarpēji ir cieši saistīti un ko grūti objektīvi atspoguļot modelī. Tāpat ir vērojamas problēmas ar cilvēka darbības ietekmes neprognozējamo faktoru, kas saistāms ar ekonomiskās izaugsmes ātrumu un attīstību (piemēram, kādu attīstības scenāriju izvēlēties modelējot).

Laika prognozēm izmanto īstermiņa modeļus, kurus papildina ar jaunākajiem novērojumiem no satelītiem un meteoroloģiskajām stacijām, lai iegūtu pēc iespējas precīzāku iespējamo laika prognozi. Dažādām saimniecības nozarēm ir nepieciešamas ļoti precīzas laikapstākļu prognozes, un šie modeļi ir ļoti noderīgi.

Dažādu klimata sistēmas komponentu modeļi tiek savstarpēji sasaistīti, kas nodrošina kompleksās sistēmas iespējami precīzāku aprakstu. Izstrādājot modeļus, vispirms tiek pārbaudīts, cik precīzi izmantotais matemātiskais aparāts ļauj aprakstīt situāciju, par kuru ir pieejami dati meteoroloģisko novērojumu periodā vai arī pagātnē. Nākotnes klimata izmaiņu modelēšana dod ieskatu iespējamās klimata izmaiņās atbilstoši noteiktām izmaiņām modeļa darbībai izmantojamajos datos, ņemot vērā faktorus, kuri var izraisīt klimata mainību. Būtiska vieta klimata mainības modelēšanā ir antropogēno faktoru novērtēšanai un dabisko klimata



5.6. att. Novērotās vidējās gada Zemes temperatūras novirzes no normas (1901.–1951. gads) un modelējot noteiktais temperatūras mainības raksturs, ņemot vērā: (a) dabiskās un antropogēnās ietekmes; (b) tikai dabiskās ietekmes.

mainību ietekmējošo faktoru analīzei. Kaut arī pašlaik izmantotie modeļi, neapšaubāmi, neapver visus klimata mainību ietekmējošos procesus, tomēr tie ļauj pietiekami precīzi aprakstīt izmaiņas, kuras notiek pašlaik, un novērtēt antropogēno ietekmju nozīmi kā būtisku klimata mainības cēloni.

Kā redzams, klimata mainības modeļi ļauj novērtēt vulkānu izvirdumu ietekmes uz klimatu, un tie pierāda, ka klimata mainību nav iespējams izskaidrot tikai ar dabiskiem faktoriem un antropogēnās ietekmes uzskatāmas par galveno klimata mainību ietekmējošo faktoru kopš 20. gadsimta sākuma.

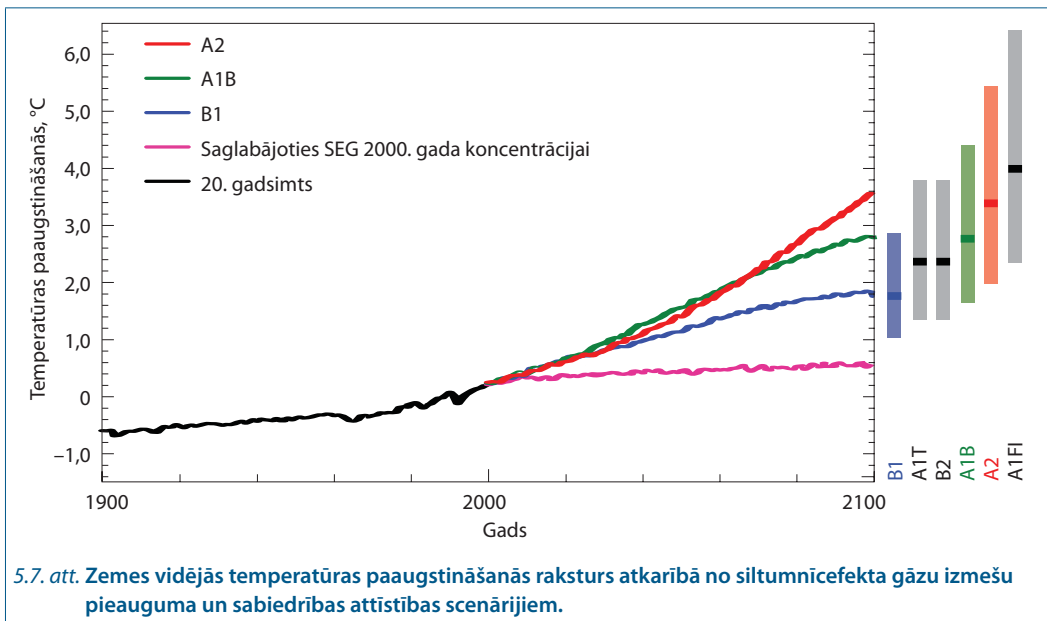
Atkarībā no siltumnīcefekta gāzu emisijas apjoma un cita veida antropogēnās slodzes izmaiņām 21. gadsimtā var ievērojami mainīties temperatūras paaugstināšanās raksturs (sk. 5.7. att.). Līdz ar to klimata izpētē būtiska ir izpratne par to, kā var attīstīties pasaules valstis un sabiedrība kopumā. Apvienoto Nāciju Organizācijas Starpvaldību klimata pārmaiņu komisijas eksperti izšķir vairākus iespējamus sabiedrības attīstības un klimata mainības scenārijus:

1. A1 scenārijs. Saglabājoties 2000. gada SEG koncentrācijai un nepalielinoties iedzīvotāju skaitam un ekonomiskajai izaugsmei,

temperatūras izmaiņu raksturu noteiks klimata sistēmas inerce. Kaut arī temperatūras paaugstināšanās šādā gadījumā ir vismazākā, protams, šāds attīstības raksturs nevar apmierināt lielāko daļu Zemes iedzīvotāju.

2. B1 scenārijs (ilgtspējīgas attīstības scenārijs) paredz to, ka pasaules iedzīvotāju skaits pieaugs līdz 21. gadsimta vidum, bet pēc tam sāksies tā samazināšanās. Ekonomiskā izaugsme notiek, palielinoties pakalpojumu apjomam un attīstoties informācijas tehnoloģijām. Samazinoties materiālietilpīgām tehnoloģijām, kā arī izstrādājot un ieviešot tīrās un resursus saudzējošās tehnoloģijas, tiek nodrošināta valstu un sabiedrību attīstība, kas sekmē nevienlīdzības samazināšanos un globālus risinājumus vides aizsardzības, ekonomiskās izaugsmes un sociālās labklājības jomās.

3. A2 scenārijs ("rīcība kā līdz šim") apraksta visai neviendabīgu pasauli, kurā galvenā tēma ir paļaušanās uz pašu spēkiem un resursiem. Pasaules iedzīvotāju skaits turpina pieaugt, līdz ar to nosakot aizvien lielāku resursu un enerģijas patēriņu. Ekonomiskā attīstība un tehnoloģiskais progress pamatā notiek atsevišķos reģionos.



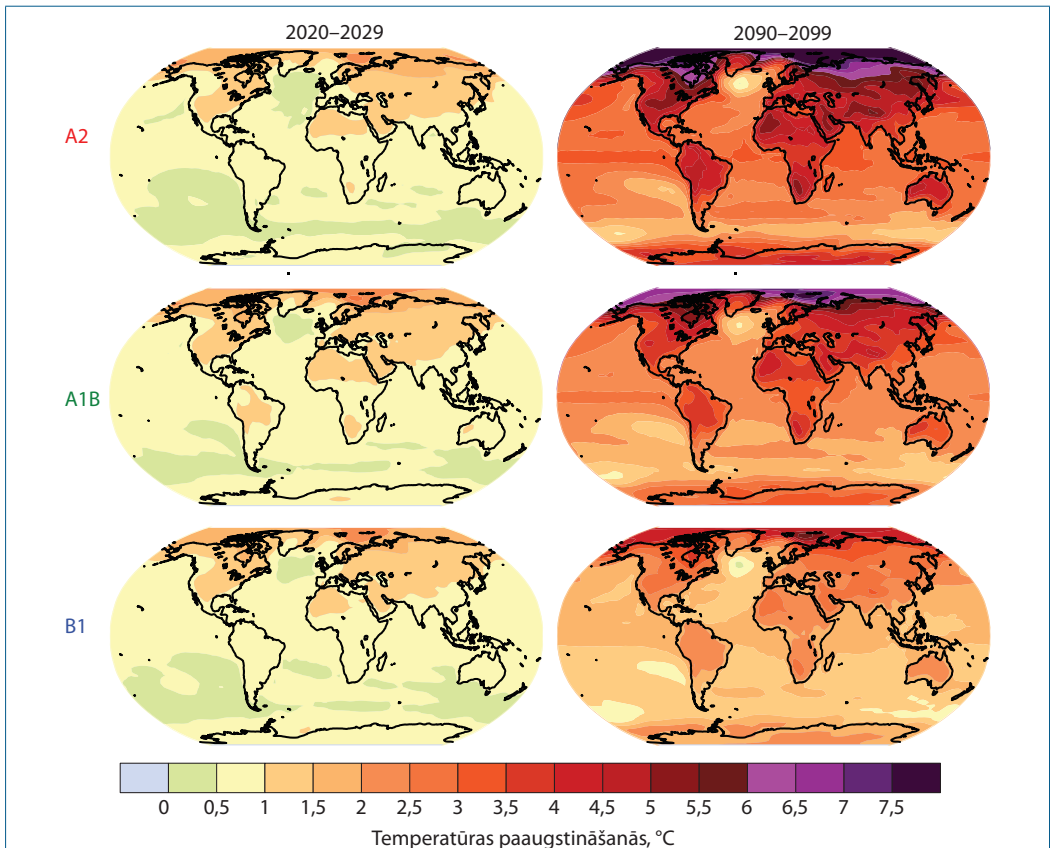
5.7. att. Zemes vidējās temperatūras paaugstināšanās raksturs atkarībā no siltumnīcefekta gāzu izmešu pieauguma un sabiedrības attīstības scenārijiem.

4. A1B scenārijs apraksta nākotnes pasauli, kuru raksturo, no vienas puses, strauja ekonomiskā izaugsme un iedzīvotāju skaita pieaugums, bet, no otras puses, tehnoloģiskais progress (īpaši enerģijas ieguves jomās), kas gadsimta otrajā pusē ļauj samazināt materiālu un resursu patēriņa pieaugumu. Sabiedrības attīstību raksturo nevienlīdzības samazināšanās starp reģioniem un dažādu kultūru mijiedarbība.

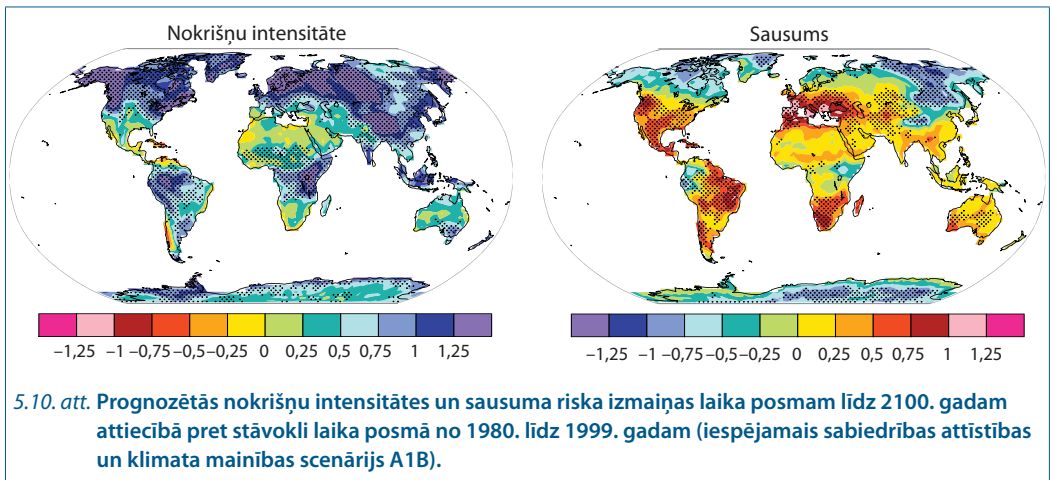
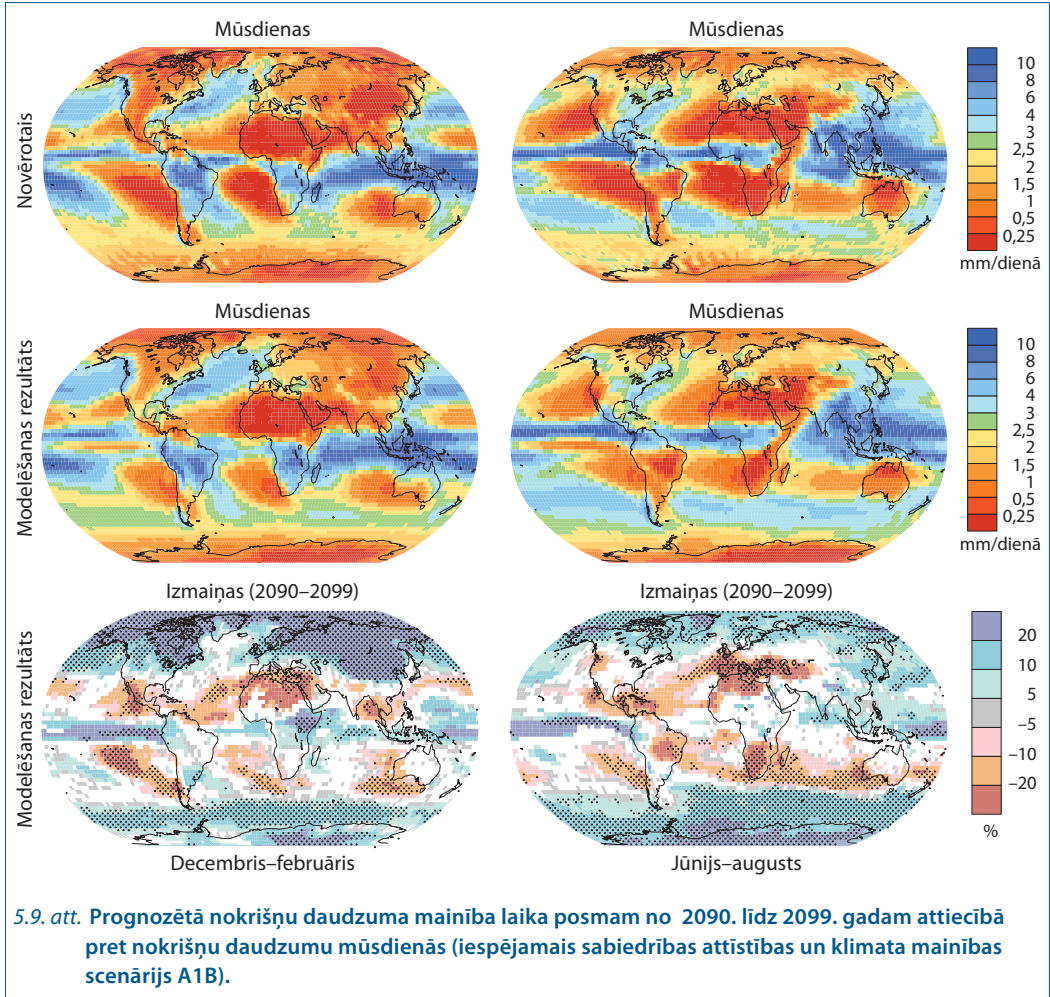
Nākotnes klimata izmaiņu scenāriji paredz, ka globālā vidējā temperatūra paaugstināsies par 1,4–5,8 °C un paredzamais sasilšanas temps būs daudz straujāks, nekā tas bija novērots 20. gadsimtā un pēdējo 10 000 gadu laikā. Atkarībā no prognozētā siltumnīcefekta gāzu

koncentrācijas pieauguma scenārijā ievērojami atšķiras ne tikai Zemes gada vidējās temperatūras paaugstināšanās prognozes, bet arī temperatūras paaugstināšanās sadalījums uz Zemes laika posmā līdz 21. gadsimta beigām (sk. 5.10. att.). Saistībā ar siltumnīcefekta gāzu emisiju apjomu Zemes temperatūra var ievērojami paaugstināties, turklāt temperatūras celšanās ir izteikti nevienmērīga un maksimāli var paaugstināties Arktikā un ekvatoriālajos apgabalos.

Globālā sasilšana neizbēgami ietekmēs nokrišņu daudzumu, un klimata mainības modeļi paredz, ka 21. gadsimta laikā pieaugs globālā vidējā ūdens tvaiku koncentrācija atmosfērā un nokrišņu daudzums. Turklāt ir paredzama



5.8. att. Prognozētā Zemes gada vidējās temperatūras paaugstināšanās laika posmiem no 2020. līdz 2029. gadam un no 2090. līdz 2099. gadam attiecībā pret temperatūru laika posmā no 1980. līdz 1999. gadam atkarībā no iespējamiem sabiedrības attīstības un klimata mainības scenārijiem.



lielāka nokrišņu daudzuma mainība no gada uz gadu reģionos ar pieaugošu prognozēto nokrišņu daudzumu.

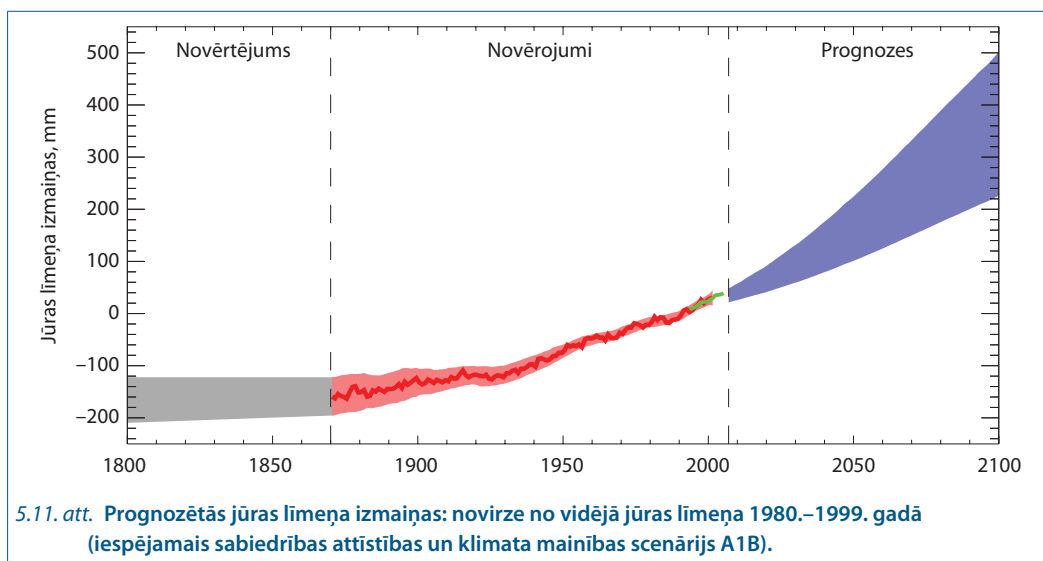
Izmaiņas musonu klimatā saistītas ar pasiltināšanos un pieaugošu nokrišņu daudzumu vasaras musonu laikā Āzijā, Āfrikā, kā arī Vidusjūras reģionā paredzama nokrišņu daudzuma samazināšanās. Šie modelētie rezultāti sakrīt ar jau 20. gadsimtā novērotajām nokrišņu daudzuma mainības tendencēm, kas apliecina izstrādāto klimata mainības modeļu spēju prognozēt klimatu nākotnē.

Kopējā nokrišņu daudzuma mainība ir saistīta gan ar nokrišņu intensitātes pieaugumu, gan arī ar sausuma periodu risku (sk. 5.10. att.). Šajā gadījumā ietekmes ir izteikti reģionālas, bet visvairāk ietekmētajos reģionos izmaiņas var būt ļoti nozīmīgas. Piemēram, nokrišņu daudzuma pieaugums polārajos reģionos var ietekmēt ledāju stabilitāti un līdz ar to arī okeānu ūdeņu straumju raksturu, bet Vidusjūras reģionā un Āfrikas dienvidu daļā nokrišņu daudzuma samazināšanās var veicināt pārtuksnešošanās procesus.

Klimata mainības modeļi paredz, ka iespējama jūru un okeānu līmeņu celšanās no 0,09 līdz 0,88 m laika posmā līdz 2100. gadam (sk. 5.11. att.). Globālā vidējā jūru un okeānu ūdeņu

virsmas temperatūra paaugstināsies un jūras līmeņa celšanās no okeāna siltuma ekspansijas turpināsies pat simtiem gadu pēc siltumnīcefekta gāzu stabilizēšanās perioda (pat ja saglabāsies tagadējais SEG koncentrācijas līmenis). Taču pašreizējie modeļi neparedz pilnīgu termohalīnās cirkulācijas izbeigšanos līdz 2100. gadam, kas varētu izraisīt straujas klimata izmaiņas.

Izvērtējot klimata mainības prognozēšanas iespējas, jāpiebilst, ka klimata sistēma uzskatāma par nelineāru (nelielas ietekmes var radīt būtiskas sekas). Līdz ar to, tāpat kā laikapstākļu prognozēšana, arī klimata mainības modelēšana nenodrošina 100% precīzus rezultātus, tādēļ jāizmanto jēdzieni "varbūtīgs", "iespējams" un "ļoti iespējams". To, ka klimata mainība var būt strauja, pierāda sugu bojāeja, kas vēsturiski ir notikusi vairākas reizes, kā arī straujas klimata izmaiņas pēdējā ledus laikmeta laikā. Straujas klimata izmaiņas var saistīties, piemēram, ar okeānu cirkulācijas rakstura izmaiņām, putekļu un aerosolu nokļūšanu atmosfērā vulkānu darbības vai kodolkara gadījumā. Lai apzinātu un izprastu šādas ietekmes, nepieciešams turpināt pētīt klimata mainības raksturu un pilnveidot modelēšanas metodes.



5.11. att. Prognozētās jūras līmeņa izmaiņas: novirze no vidējā jūras līmeņa 1980.–1999. gadā (iespējamais sabiedrības attīstības un klimata mainības scenārijs A1B).

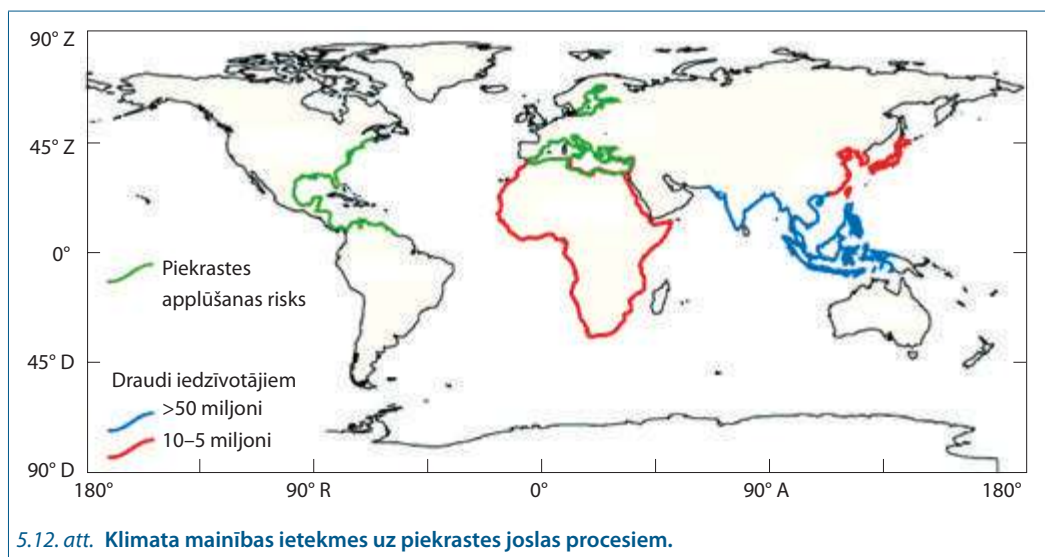
5.3. Globālās sasilšanas iespējamās sekas

Pastāvošo klimata mainību raksturo strauja temperatūras paaugstināšanās, kas jau pašlaik var radīt ievērojamas izmaiņas mūsu dzīves vidē. Kā iespējamās negatīvās sekas tiek minētas ievērojamas laikapstākļu izmaiņas. Būtiski, ka globālā sasilšana nozīmē ne tikai temperatūras paaugstināšanos, bet tās sekas saistāmas ar klimata sistēmas stabilitātes ietekmēšanu. Piemēram, noteiktās teritorijās var būt novērojama arī reģionāla temperatūras pazemināšanās un nokrišņu daudzuma ievērojama mainība. Globālās sasilšanas sekas var būt jūru un okeānu līmeņu paaugstināšanās, krasta joslas erozijas pastiprināšanās un mitrzemju pārplūšana (sk. 5.12. att.), veģetācijas mainība, upju un ezeru līmeņu un noteces mainība. Šīs ietekmes savukārt var skart ne tikai cilvēka veselību, sabiedrībā norisošos procesus un ražošanu, lauksaimniecību, zivsaimniecību, mežsaimniecību, bet arī ietekmēt, piemēram, ostu sektoru (sk. 5.12. att.). Īpaši dramatiska klimata mainības ietekme var būt zemieņu reģionos (pie kuriem pieskaitāma arī Latvija) un Zemes tropiskajos reģionos, kuros tuksneša zonas ievērojams pieaugums var būtiski ietekmēt cilvēku izdzīvošanas iespējas. Protams, ka šādas ietekmes ir satraucošas. Arī

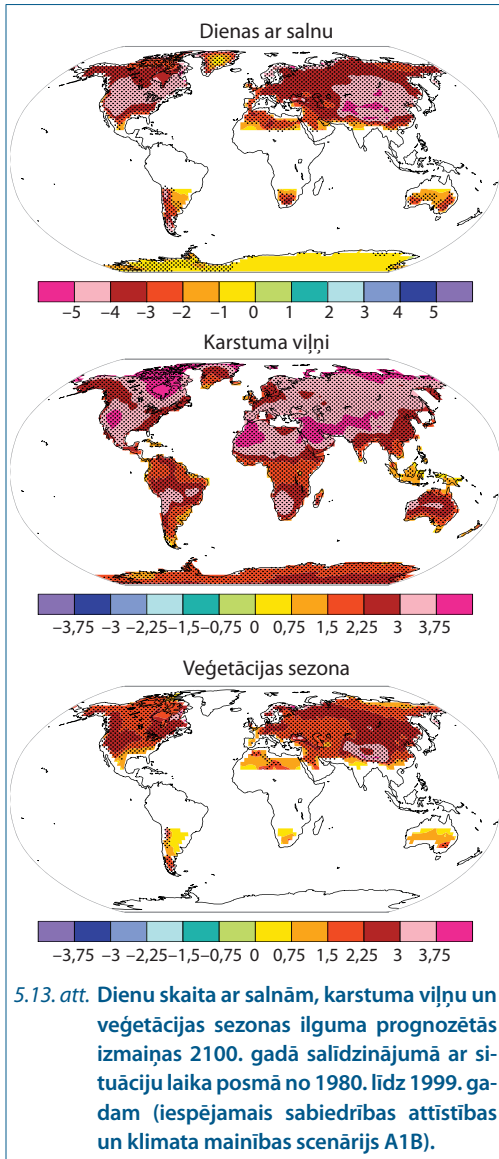
Baltijas jūras reģionā veikta klimata mainības un tās iespējamo seku izpēte un modelēšana, izstrādāti iespējamie klimata mainības modeļi, ar kuru palīdzību, ņemot vērā gaisa masu cirkulācijas raksturu un atmosfēras sastāva mainību, var prognozēt klimatu šajā reģionā.

Būtiskas ietekmes saistāmas ar temperatūras izmaiņām un to ietekmi uz biosfēru (sk. 5.13. att.). Temperatūras paaugstināšanās vispirms ietekmēs salnu varbūtības samazināšanos un izraisīs būtisku augšanas sezonas ilguma palielināšanos, kas ietekmēs lauksaimnieciskās ražošanas iespējas Ziemeļamerikā un Eirāzijas ziemeļu daļā. Var pieaugt "karstuma viļņu" varbūtība, bet ekstremāli karsti laikapstākļi var kļūt tipiski teritorijās, kurās līdz šim tie nav bijuši raksturīgi.

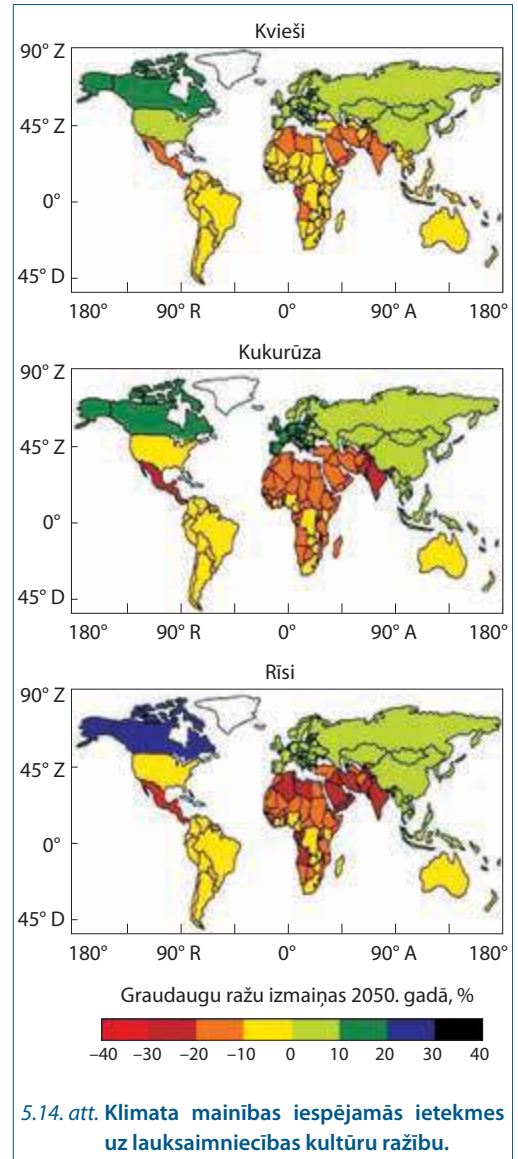
Klimatisko rādītāju izmaiņas savukārt var nozīmīgi ietekmēt lauksaimniecisko ražošanu un svarīgāko lauksaimniecisko kultūru ražību (sk. 5.14. att.). Tiek prognozēts, ka, piemēram, ievērojami var pieaugt graudaugu ražība ziemeļu puslodē, vienlaikus tai ievērojami samazinoties Āfrikā un Āzijas dienviddaļā. Klimata mainība var sekmēt invazīvo sugu izplatību un lauksaimniecības kultūru kaitēkļu migrāciju.



5.12. att. Klimata mainības ietekmes uz piekrastes joslas procesiem.



Augstākas vasaras temperatūras var veicināt ablācijas procesu, tādēļ var ievērojami samazināties kalnu ledāju platības zemos un vidēji augstos kalnājos. Polārajam jūras ledum raksturīgs augsts albedo, samazinoties ledus platībai, samazināsies išviļņu Saules starojuma atstarošana kosmosā, tādējādi palielinot siltuma daudzumu, ko absorbē okeāns.



Globālās sasilšanas ietekme uz bioloģisko daudzveidību kopumā ir maz pētīta. Ir pamats apgalvot, ka, klimātam strauji mainoties un kļūstot siltākam, lielas izmaiņas ir sagaidāmas mitrājos, kas aizņem 4–6% sauszemes. Mitrājos mainīsies hidroloģiskais režīms, dabas norišu sezonālitate un tiks ietekmētas mitrāju bioloģiskās, bioķīmiskās un hidroloģiskās

funkcijas. Iespējams, ka notiks izteikta dabas zonu pārvirze polu virzienā un vertikālā joslojuma izmaiņas kalnājos.

Globālā sasilšana var būtiski ietekmēt visdažādākās cilvēka dzīves un darbības jomas, un līdz ar to jau konstatētās ietekmes var izpausties visai negaidītos veidos. Klimata mainība ir kļuvusi par vienu no svarīgākajām globālajām vides aizsardzības problēmām, kas ietekmē cilvēku veselību un sekmē dažādu slimību izplatību uz Zemes.

Cilvēka veselība ir atkarīga no ļoti daudziem faktoriem: sociālajiem, politiskajiem, ekonomiskajiem, ekoloģiskajiem faktoriem, tehnoloģiju attīstības, apdzīvotības, zinātnes attīstības, iedzīvotības u.c. Atbilstoši prognozēm dažas no paredzamajām klimata izmaiņām var būt cilvēku veselībai labvēlīgas. Piemēram, pateicoties maigākam klimatam ziemas mēnešos, mērenā platuma grādos samazināsies cilvēku mirstība no aukstuma. Karstajos pasaules reģionos, paaugstinoties temperatūrai, atsevišķās vietās samazināsies infekcijas slimību pārnēsātāju (piemēram, moskītu) izplatība. Tomēr vairumā gadījumu klimata radītās izmaiņas būs nelabvēlīgas cilvēku veselībai un veicinās dažādu

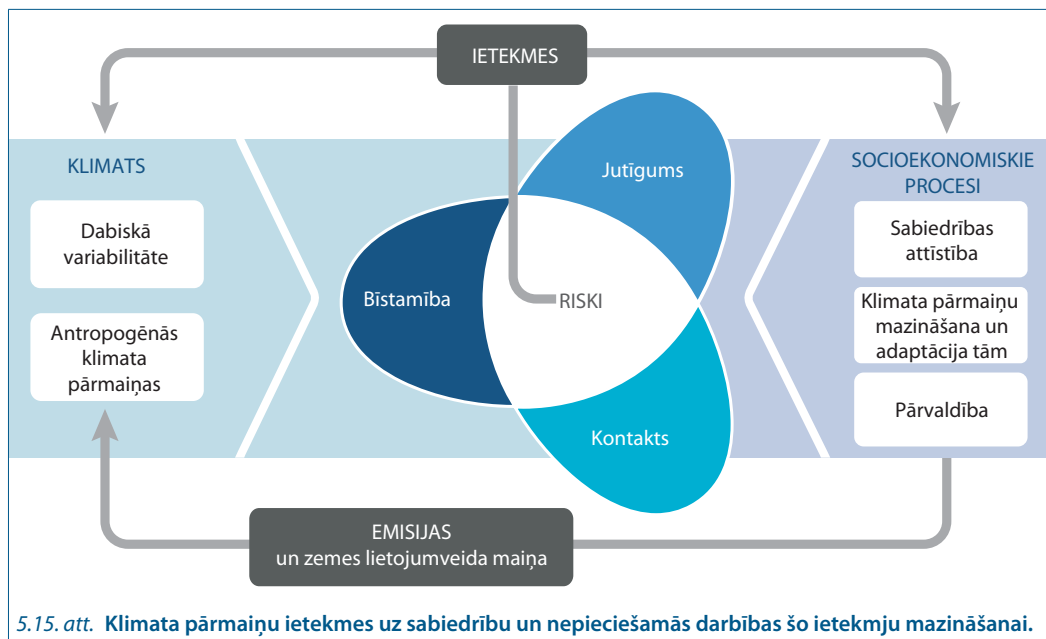
slimību izplatību. Spēcīgāk tas izpaudīsies nabadzīgās valstīs. Valstīs ar labvēlīgiem vides, sociāli ekonomiskiem apstākļiem, stabilu veselības aprūpes sistēmu un tehnoloģijām būs iespējams vieglāk pielāgoties klimata mainībai.

Klimata mainības ietekmi uz cilvēka veselību var iedalīt trīs galvenajās grupās:

- tieša ietekme uz cilvēku veselību, ko parasti izraisa dabas katastrofas (ievainojumi, nāve),
- ietekmes, kas saistītas ar izmaiņām apkārtējā vidē, vides stāvoklī,
- dažādas veselības problēmas, slimības, kas saistītas ar klimata pārmaiņu izraisītām kritiskām situācijām, piemēram, cilvēku evakuāciju, ietekmēm uz ekonomisko situāciju.

Lai izvērtētu klimata ietekmes un ar tām saistītos riskus kopumā, ir izstrādāts Globālais klimata risku indekss¹, kas raksturo valstu jutību un pakļautību ekstremālām klimatiskām parādībām, ļauj novērtēt to atkārtojāmību (biežumu) un līdz ar to iespējamus riskus nākotnē.

¹ Global Climate Risk Index
<https://germanwatch.org/en/cri>

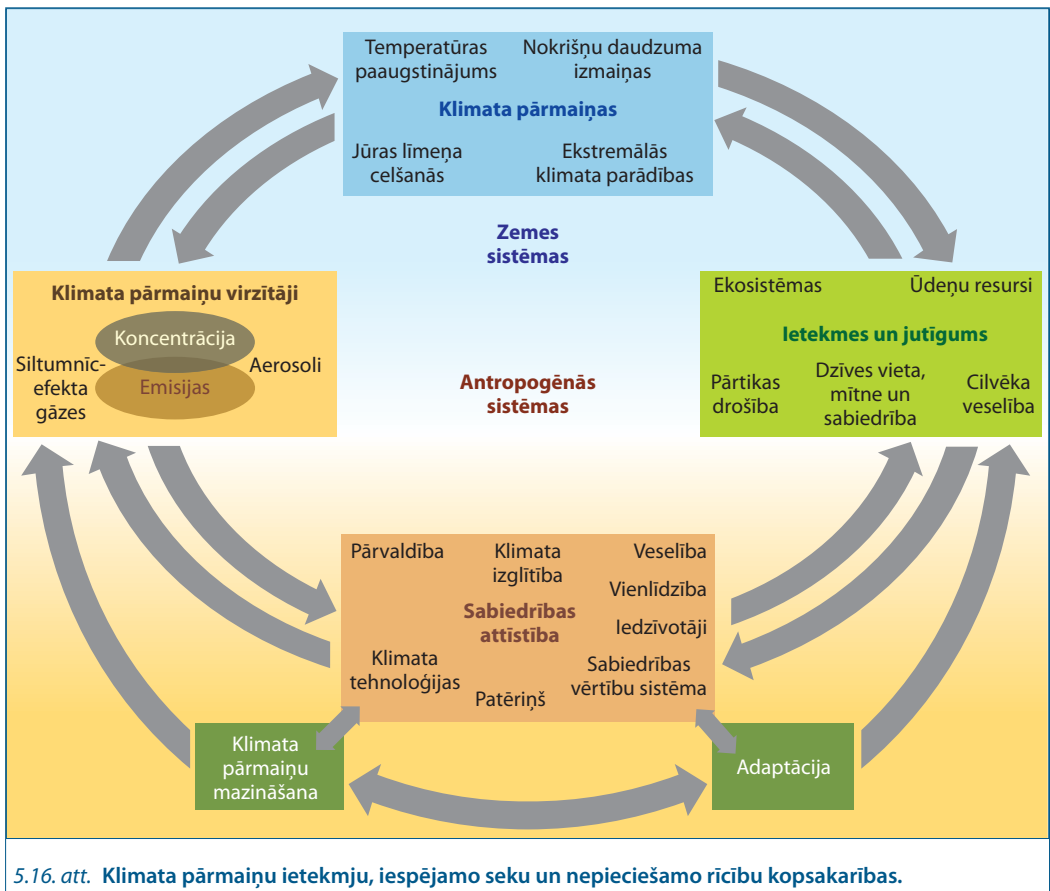


5.15. att. Klimata pārmaiņu ietekmes uz sabiedrību un nepieciešamās darbības šo ietekmju mazināšanai.

Klimata risku noteikšanas pamatā ir ekstremālo klimatisko parādību skaitliski izmērāmas ietekmes: gan attiecībā uz nāves gadījumiem, gan materiāliem zaudējumiem. Saskaņā ar Globālo klimata risku indeksu laikā no 1994. līdz 2013. gadam vairāk nekā 530 000 cilvēku miruši apmēram 15 000 ekstremālu klimata gadījumu rezultātā, bet materiālie zaudējumi par šo periodu ir $\approx 2,2$ triljoni ASV dolāru. Protams, augstākais klimata risks raksturīgs jaunattīstības valstīm, piemēram, Hondurasai, Mjanmai, Haiti, Filipīnām, Bangladešai. Lielāko nāves gadījumu skaitu rada gan plūdi, gan bads, kuru izraisa ilgstošs sausums. Taču lielākos materiālos zaudējumus veido ekstremāli klimata gadījumi tieši attīstītajās valstīs, piemēram, plūdi 2002. gadā Vācijā un citās Centrāleiropas valstīs radīja zaudējumus 14,6 miljardu ASV dolāru apmērā. Arī attīstītās valstīs klimata

ekstrēmi prasa cilvēku upurus, piemēram, 2003. gada karstuma vilņa dēļ Eiropā bija $\approx 70\,000$ nāves gadījumu, bet 2010. gada karstuma vilnis Krievijas federācijā bija cēlonis 55 000 nāves gadījumu.

Svarīgs cilvēka veselības riska faktors ir paaugstinātas temperatūras ietekme. Karstajā laikā riskam ir pakļauti cilvēki gados, it īpaši vecāki par 75 gadiem, cilvēki ar hroniskiem veselības traucējumiem, elpceļu vai sirds un asinsvadu slimnieki, zīdaiņi un mazi bērni. Karstums var būt iemesls karstuma dūrienam un Saules dūrienam, kas atsevišķos gadījumos var izraisīt pat nāvi. Arī jauni un veseli cilvēki nav pasargāti no karstuma radītā vājuma. Pilsētu un apdzīvotu vietu iedzīvotāji ir vairāk pakļauti karstuma negatīvajai ietekmei nekā laukos dzīvojoši cilvēki. Gaisa piesārņojums, kas parasti ir augstāks apdzīvotās vietās, vēl vairāk



5.16. att. Klimata pārmaiņu ietekmju, iespējamo seku un nepieciešamo rīcību kopsakarības.

pastiprina karstuma ietekmes negatīvo efektu. Postošāk karstums var ietekmēt nabadzīgākos reģionos un jaunattīstības valstīs, kur ir vājāk attīstīta veselības aprūpes sistēma, trūkst resursu un līdzekļu, lai varētu pielāgoties temperatūras izmaiņām, kā arī ir ierobežotas iespējas izmantot gaisa kondicionētājus.

Globālā sasilšana var ietekmēt arī dabas katastrofu biežumu un intensitāti. Daļa šo klimata anomāliju tiek saistītas ar *El Niño* fenomenu: neparasti stipras lietavas, viesuļvētras un plūdi. Arī šo dabas parādību sekas postošāk izpaudīsies nabadzīgajās un jaunattīstības valstīs, jo glābšanas dienestu gatavība kritiskām situācijām un medicīnas infrastruktūra industriāli attīstītās valstīs ir samazinājusi bojā gājušo cilvēku skaitu.

Globālā sasilšana var sekmēt straujāku tādu infekcijas slimību izplatīšanos kā malārija, Denges drudzis, dzeltenais drudzis. Malārija ir daudzos tropu un subtropu reģionos izplatīta un cilvēku dzīvībai bīstama slimība. Slimības ierosinātāju pārnēsā malārijodu sugas. Apmēram 40% pasaules iedzīvotāju mīt teritorijās, kur pastāv iespēja inficēties ar malāriju. Pasaulē katru gadu no šīs slimības mirst aptuveni 1 miljons cilvēku, pārsvarā bērni. Zinātnieki prognozē, ka, temperatūrai paaugstinoties par 2–3 °C (par 3–5%), palielināsies to indivīdu skaits (t.i., par vairākiem simtiem miljonu cilvēku), kas dzīvos malārijas riska teritorijās.

Arī Denges vīrusa infekcija, ko pārnēsā moskīti, ir izplatīta Centrālamerikas un Dienvidamerikas tropu un subtropu rajonos, Dienvidāzijā un Dienvidaustrumāzijā, kā arī Āfrikā. Vairāk nekā puse pasaules iedzīvotāju mīt teritorijā, kurā pastāv risks ar to saslimt. Tā ir slimība, kas novērota tropu rajonos visu gadu, bet izplatības maksimumu sasniedz mitros un lietainos

mēnešos. Globālās sasilšanas dēļ var ievērojami pieaugt Denges vīrusa izplatības areāls. Klimata mainība ietekmē arī laimas slimības baktēriju un encefalīta vīrusa izplatību. Laimas slimības izplatības areāls maigo un silto ziemu dēļ var paplašināties uz ziemeļiem.

Lielu dabas katastrofu laikā, paaugstinoties gaisa temperatūrai, pasliktinoties ūdens kvalitātei un ūdenim sajaucoties ar lietus un zemes daļām, var attīstīties patogēni mikroorganismi, kas izraisa dažādas slimības un pat to epidēmijas (dizentēriju, holeru, tifu, A hepatītu u.c.). Zemes rajonos, kur ir problēmas ar dzersmo ūdeni, ar diareju saistīto slimību iespējamība klimata mainības ietekmē līdz 2030. gadam palielināsies par desmit procentiem.

Arī antropogēnais gaisa piesārņojums un putekļi nopietni ietekmē un apdraud cilvēku veselību. Gaisa piesārņojuma problēma ir aktuāla pilsētās, kuras strauji aug un attīstās. Dažādi gaisa piesārņotāji var izraisīt elpošanas ceļu slimību saasināšanos un pat nāvi. Nopietnas problēmas cilvēku veselībai rada alergēni (piemēram, ziedputekšņi). Vējā ziedputekšņi pārvietojas ļoti tālu. Augu ziedēšanas laiks un ziedputekšņu izplatība ir atkarīga no laikapstākļiem. Zinātnieki prognozē, ka, iestājoties agrākam pavasarim un vēlākam rudenim, būs ilgāka alergiju izraisīto augu ziedēšanas sezona. Bērzu ziedputekšņu daudzums (galvenais sezonālo alergiju izraisītājs Ziemeļeiropā) palielinās, paaugstinoties sezonālajai temperatūrai. Radona koncentrācijas pieaugums zemākajos atmosfēras slāņos, pasliktinoties klimatam, palielina risku saslimt ar plaušu vēzi. Sausuma periodos pieaugs postošu ugunsgrēku (īpaši meža ugunsgrēku) skaits, kas piesārņo gaisu un izraisa elpošanas ceļu slimības un acu iekaisumus.

Avoti tālākām studijām

Intergovernmental panel on climate change: <http://www.ipcc.ch/>

Climate change and global warming: <http://climate.nasa.gov/>

Climate change resources: http://www.sourcewatch.org/index.php?title=Climate_change:_Resources

Basic information on climate change <http://www.cruuea.ac.uk/cru/info>

Greenhouse gases and climate change <http://www.ieagreen.org.uk>

Climate science: <http://www.metoffice.gov.uk/climate-guide>

Sceptical science: <http://www.skepticalscience.com/>

State of the climate: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/>

Literatūra

Aguado E., Burt J. (1999) Understanding Weather and Climate. Prentice Hall: New Jersey.

Burroughs W. J. (2001) Climate Change: a Multidisciplinary Approach. Cambridge University Press: Cambridge.

Drake F. (2000) Global Warming: the Science of Climate Change. Arnold: London.

Henson R. (2013) A Rough Guide to Climate Change. Penguin Books: London.

IPCC 2013 Climate change (2013) The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge UK.

O'Hare G., Sweeney J., Wilby R. (2005) Weather, Climate and Climate Change. Human Perspective. Prentice Hall: Edingburgh (UK).

Izmantotie attēli

- 5.1. Ar atļauju no IPCC 2015.
- 5.2. Ar atļauju no IPCC 2015.
- 5.3. Ar atļauju no IPCC 2015.
- 5.4. Ar atļauju no IPCC 2015.
- 5.5. Ar atļauju no IPCC 2015.
- 5.6. Ar atļauju no IPCC 2013.
- 5.7. Ar atļauju no IPCC 2015.
- 5.8. Ar atļauju no IPCC 2015.
- 5.9. Ar atļauju no IPCC 2013.
- 5.10. Ar atļauju no IPCC 2013.
- 5.11. Ar atļauju no IPCC 2013.
- 5.12. Modificēts pēc IPCC 2001.
- 5.13. Ar atļauju no IPCC 2013.
- 5.14. Modificēts pēc IPCC 2001.
- 5.15. Modificēts pēc IPCC 2015.
- 5.16. Modificēts pēc IPCC 2015.

Izmantotās tabulas

- 5.1. Pēc IPCC 2015.
- 5.2. Pēc IPCC 2015.

A single feather with a dark shaft and lighter, translucent barbs lies on a textured, brown, wood-grain-like surface. The background is a light blue gradient.

6.

Klimatisko faktoru ietekme uz dzīvajiem organismiem

6.1. Vides faktoru ietekme uz dzīvajiem organismiem: Šelforda likums

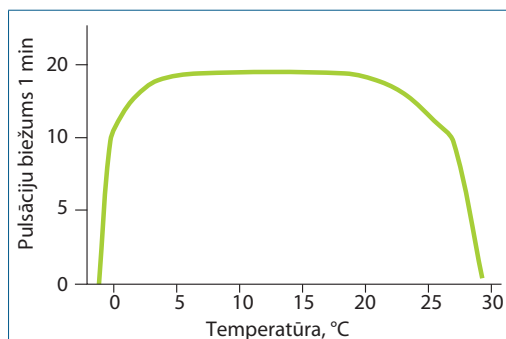
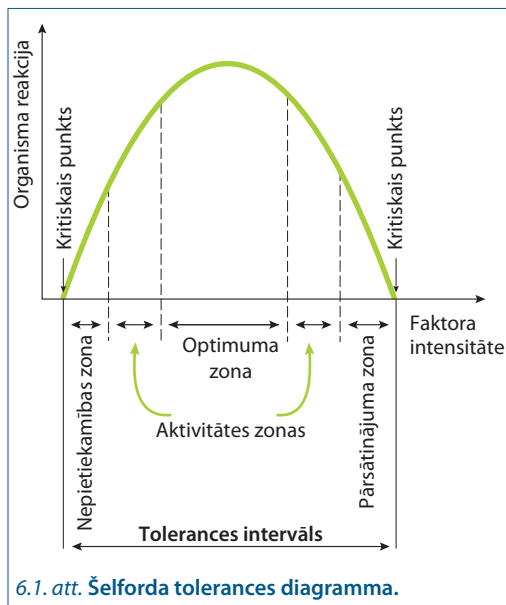
Klimatu veido vides faktoru komplekss – temperatūra, nokrišņu daudzums, Saules enerģija, atmosfēras cirkulācija. Šie faktori, savukārt, ir atkarīgi no konkrētās ģeogrāfiskās vietas, ģeogrāfiskā platuma, reljefa, okeāna straumju un gaisa masu cirkulācijas īpatnībām. Vides faktori iedarbojas uz dzīvajiem organismiem, nosaka to sadalījumu telpā, skaitu un sugu sastāvu konkrētajā vietā.

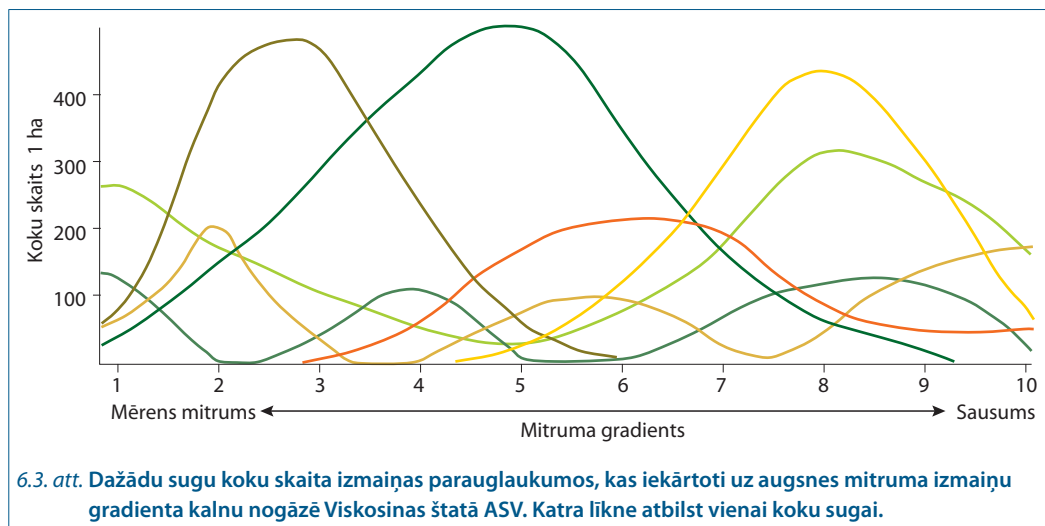
Dzīvo organismu reakciju uz katru atsevišķo vides faktoru apraksta Šelforda diagrammas teorētiskais modelis – viena maksimuma līkne (6.1. att.). Kā organisma reakcijas skaitliskās vērtības var izmantot dažādas organismu dzīvības procesus raksturojošas īpašības, piemēram, kustīgumu, organismu skaitu, vairošanās vai vielmaiņas intensitāti, u.tml., bet kā faktora iedarbību raksturojošas vērtības – faktora intensitāti. Šelforda diagrammā līknes maksimums atbilst tādām faktora intensitātes vērtībām, pie kurām organisms jūtas vislabāk, tāpēc šo faktora vērtību apgabalu dēvē par faktora optimuma zonu (6.1. att.). Pa labi un pa kreisi no optimuma zonas atrodas nepietiekamības

un pārsātinājuma zonas – faktora intensitātes vērtību apgabali, kuros organisma stāvoklis vērtējams kā tuvs kritiskam. Nokļūstot šādos apstākļos, organisms parasti cenšas veikt darbības, lai atgrieztos optimuma zonā. Šīs darbības sauc par izvairīšanās reakcijām.

Izvairīšanās reakcijas var būt, piemēram, organisma bēgšana no nelabvēlīgās vides, dienakts un sezonālās migrācijas, snaudošo stadiju (cistu, sporu, sēkļu) veidošana, ziemas vai vasaras guļa. Katram organismam attiecībā uz konkrētu vides faktoru pastāv noteiktas izturības robežas. Faktora intensitātes apgabalu starp minimālo un maksimālo kritisko punktu sauc par organisma tolerances intervālu. Ja faktora intensitāte atrodas ārpus tolerances intervāla, organismi iet bojā.

Organisma tolerances intervālus sīkākai organismiem, piemēram, kukaiņiem, nosaka laboratorijā, izmantojot īpašus standus vai kamearas, kurās var regulēt pētāmā faktora intensitāti, turpretī lielākiem organismiem jāveic pētījumi dabā, uzskaitot organismus vietās ar atšķirīgu pētāmā faktora intensitāti. Jāatzīmē, ka šādos pētījumos iegūtās Šelforda līknes ne vienmēr ir simetriskas (sk. 6.2., 6.3. att.) tāpēc, ka pētījumos ir grūti pilnībā izslēgt citu faktoru ietekmi.













6.2. Vides faktoru mijiedarbība

Uz dzīvajiem organismiem dabā vienlaikus iedarbojas ļoti daudz dažādu vides faktoru. Tādēļ, analizējot organismu reakciju uz šiem faktoriem, bieži vien jārunā ne tik daudz par katra atsevišķa faktora ietekmi, kā par vairāku faktoru mijiedarbības ietekmi. Faktoru mijiedarbība izpaužas tādejādi, ka, pastāvot viena faktora vienām un tām pašām intensitātes vērtībām, organisma reakcija ir atšķirīga atkarībā no citu faktoru iedarbības intensitātes. Piemēram, augu izturība pret sausumu ir atkarīga ne vien no mitruma daudzuma, bet arī no organisko vielu satura augsnē. Ja organisko vielu saturs ir lielāks, auga izturība pret vienu un to pašu pazeminātā mitruma līmeni augsnē ir lielāka. Tādējādi organiskās vielas saturs darbojas kā kompensējošs faktors sausuma ietekmei. Tomēr, ja kāda organismam vitāli svarīga faktora iedarbības intensitāte pārsniedz tolerances intervāla robežas, nekāda citu faktoru kompensējošā iedarbība nespēj to glābt no bojāejas. To izsaka Šelforda tolerances likums:

neatkarīgi no pārējo vides faktoru nodrošinātības, organisma darbību limitē tas faktors, kas atrodas tuvāk minimālajam vai maksimālajam kritiskajam punktam.

Mūsdienās papildus dabiskajiem vides faktoriem dzīvos organismus ietekmē arī dažādi antropogēnie faktori – vides piesārņojums, zemes apsaimniekošana, būvniecība un transports, invazīvo sugu parādīšanās apgabalos, kur tās agrāk nav bijušas sastopamas, resursu pārekspluatācija (6.4. att.). Turpat 83% no planētas sauszemes atrodas tiešā cilvēka ietekmē un 36% sauszemes cilvēka darbība dominē pār dabas procesiem. Gandrīz 60% planētas ekosistēmu mūsdienās ir uzskatāmas par degradētām. Cilvēks izmanto pusi no planētas saldūdens resursiem. Saimnieciskā darbība mūsdienās kontrolē daudz lielākus slāpekļa aprites apjomus nekā slāpekļa dabiskā aprīte. Antropogēno faktoru mijiedarbība ar dabiskajiem vides faktoriem, to skaitā klimatiskajiem faktoriem, var būt ļoti sarežģīta. Pat tādā gadījumā, ja visi dabiskie vides faktori, arī temperatūra un mitrums ir optimāls, suga var aiziet bojā no vides piesārņojuma vai tās dzīvotnes izmaiņu dēļ, ja cilvēks ar savu saimniecisko darbību ir padarījis ekoloģiskos apstākļus sugas eksistencei nepiemērotus. Un otrādi, ja cilvēks ar savu saimniecisko darbību ir mainījis temperatūras vai mitruma režīmu un barības

Ekosistēmas	Faktori				
	Dzīvotņu izmaiņas	Klimata izmaiņas	Invazīvās sugas	Pār-ekspluatācija	Piesārņojums (slāpekļis, fosfors)
Mežu					
Boreālo	↗	↑	↗	→	↑
Mērenās joslas	↘	↑	↑	→	↑
Tropisko	↑	↑	↑	↗	↑
Sauszemes					
Mērenās joslas zālāju	↗	↑	→	→	↑
Vidusjūras	↗	↑	↑	→	↑
Tropisko zālāju un savannas	↗	↑	↑	→	↑
Tuksnešu	→	↑	→	→	↑
Iekšzemes ūdeņu	↑	↑	↑	→	↑
Piekastes	↗	↑	↗	↗	↑
Jūras	↑	↑	→	↗	↑
Salu	→	↑	→	→	↑
Kalnu	→	↑	→	→	↑
Polārās	↗	↑	→	↗	↑

Dažu galveno faktoru ietekme uz biodaudzveidību pēdējā gadsimta laikā	Dažu galveno faktoru ietekmes pašreizējo izmaiņu tendences
Maza 	Samazināšanās 
Mērena 	Bez izmaiņām 
Liela 	Palielināšanās 
Ļoti liela 	Ļoti strauja palielināšanās 

6.4. att. Dažādu faktoru salīdzinošā ietekme uz planētas ekosistēmām 20. gs. laikā, un šo faktoru ietekmes pašreizējās izmaiņu tendences.

vielu koncentrāciju konkrētā vietā, tā var kļūt piemērota kādas sugas attīstībai un tad tā pār-mērīgi savairojas.

Piemēram, ir aprēķināts, ka 42% Dienvid-austrumāzijas sugu līdz 2100. gadam var iz-zust mežu izciršanas un ainavu fragmentācijas dēļ. Visu šo faktoru sarežģītās mijiedarbības dēļ sugu izmiršanas process uz planētas notiek

simtiem un tūkstošiem reižu ātrāk nekā visā Zemes ģeoloģiskās vēstures laikā.

Vērtējot klimata izmaiņu ietekmi uz sugām, parasti tiek apskatīta divu visiem dzīvajiem or-ganismiem vitāli svarīgu vides faktoru – tem-peratūras un mitruma ietekme. Apskatīsim sīkāk tieši šo faktoru ietekmi uz dzīvajiem or-ganismiem.

6.3. Temperatūras ietekme uz dzīvajiem organismiem

Vides temperatūra ir viens no svarīgākajiem organismus ietekmējošiem klimatiskajiem faktoriem. Ja vides temperatūra ir mazāka vai pārsniedz noteiktu kritisko robežlielumu, organisms nespēj nodrošināt dzīvības procesus un iet bojā, vai nu nosalstot vai pārkarstot. Dažādu sugu organismu tolerances intervāli attiecībā uz temperatūru ļoti atšķiras. Primitīviem organismiem, tādiem kā baktērijas un sēnes, tolerances intervāli parasti ir ievērojami plašāki nekā augstāk attīstītajiem. Sēņu sporas saglabā dzīvotspēju pat temperatūrās, kas tuvas absolūtajai nullei (-273°C) vai ievērojami pārsniedz ūdens viršanas temperatūru ($+100^{\circ}\text{C}$). Augstāk attīstītajiem organismiem tolerance pret temperatūru ir daudz mazāka un svārstās robežās no 0°C līdz $+50^{\circ}\text{C}$.

Minētie adaptācijas mehānismi vides temperatūras izmaiņām ir izveidojušies ilgstošā sugu evolūcijas procesā, pielāgojoties konkrēta klimatiskā apgabala temperatūras režīmam. Gadījumos, ja notiek krasas izmaiņas šajā režīmā, sugas masveidā iet bojā. Konkrētas sugas eksistencei ir svarīgas šādas temperatūras: minimālās temperatūras ziemā, maksimālās temperatūras vasarā un pozitīvo temperatūru summas. Pēdējās iegūstamas, ja saskaita visas mēneša vai sezonas diennakts temperatūras, kuras nav mazākas par noteiktu normu, teiksim $+4^{\circ}\text{C}$ (tiek izmantotas arī citas vērtības, piemēram $+5^{\circ}\text{C}$ vai $+6^{\circ}\text{C}$). Pozitīvo temperatūru summai kā rādītājam ir ļoti liela bioloģiska jēga; organisma fizioloģiskie procesi — augšana, dzimumšūnu nobriešana un vairošanās nevar notikt temperatūrā, kas

zemāka par attiecīgo normu. Respektīvi, ja laika periods ar temperatūrām, kas augstākas par konkrēto normu, nav pietiekami ilgs, organisms nepagūst izaugt, nobriest vai savairoties. Līdz ar to pilnvērtīga sugas eksistence tādos apstākļos nav iespējama. Tāpēc daudzi dienvīdu augi mērenajā zonā var gan uzziedēt, bet dod augļus tikai apsildāmas oranžērijas apstākļos. Ja klimata pasiltināšanās rezultātā palielinās temperatūru summa, veģetācijas sezona kļūst garāka un attiecīgais reģions kļūst piemērotāks dienvīdu sugu attīstībai. Taču ļoti būtiskas sugas eksistencei ir arī gada maksimālās un minimālās temperatūras. Pietiek, ja sezonas laikā kaut uz dažām stundām temperatūra pazeminās vai pārsniedz attiecīgās sugas kritisko punktu, lai tās eksistence konkrētajā reģionā nebūtu iespējama. Tas nozīmē, neraugoties uz to, ka pārējā laikā temperatūras svārstības ir sugai pieņemamas.

Jebkurai dzīvo organismu sugai piemīt ekspansijas tieksmes. Suga savā izplatības areālā ir sastopama lielāku vai mazāku indivīdu grupu — populāciju veidā. Temperatūra ir viens no sugas ekspansiju ierobežojošiem faktoriem, kas nosaka tās izplatības areāla robežas. Siltākos gados dienvīdu sugu populācijas izlaužas uz ziemeļiem, gluži tāpat vēsākos gados ziemeļu populācijas paplašina savus areālus uz dienvidiem. Tādējādi sugu areālu robežas ir izplūdušas, un atšķirībā no valstu robežām nemitīgi mainās. Klimata pasiltināšanās ir viens no būtiskiem iemesliem dienvīdu sugu ekspansijai ziemeļu reģionos un vēsāku klimatu mīlošu sugu izzušanai dienvidu reģionos.

6.4. Mitruma ietekme uz dzīvajiem organismiem

Mitruma ir otrs svarīgākais vides faktors, kas ietekmē sugu izplatību gan reģionālā, gan lokālā mērogā sauszemes ekosistēmās. Mitrums ir cieši saistīts, no vienas puses, ar nokrišņu daudzumu, konkrētajai vietai pieplūstošajiem gruntsūdeņiem vai pazemes ūdeņiem un, no otras puses, ar iztvaikošanu. Ja

iztvaikošanas intensitāte ievērojami pārsniedz pieplūstošā ūdens daudzumu, iestājas sausums. Tajos dienvīdu reģionos, kur valda ilgstošs sausums, veidojas stepes, pustuksneši un tuksneši. Ja nokrišņu un pieplūstošā ūdens daudzums pārsniedz iztvaikošanu, veidojas pārmitri apstākļi. Mērenās joslas un ziemeļu

reģionos, kur nokrišņi dominē pār iztvaikošanu, zemākās reljefa vietās veidojas purvi.

Sauszemes ekosistēmās galvenais mitruma rezervuārs ir augsne. Augsnē ietilpstošais ūdens veido augsnes mitrumu. Atmosfēras gaisa mitrumu veido iztvaikojušais ūdens.

Ūdenim ir vitāli svarīga nozīme sauszemes organismu dzīvē. Ūdens ir svarīga jebkura organisma ķīmiskā sastāvdaļa. Bez ūdens nevar notikt bioķīmiskās reakcijas organismu šūnās. Visu sauszemes organismu dzimumšūnu saplūšanai un embriju attīstībai nepieciešama ūdens vide.

Atmosfēras gaisa mitrums nodrošina dzīvnieku elpošanas orgānu mitrināšanu. Pastiprināta iztvaikošana veicina dzīvnieku un augu organismu atdzišanu, tādējādi kompensējot Saules siltuma starojuma ietekmi. Taču pārāk intensīva iztvaikošana ir arī kaitīga, piemēram, abiniekiem, gliemjiem, sēnēm tā var būt nāvējoša.

Augsnes mitrums ir limitējošs faktors daudziem augsnes organismiem, piemēram, baktērijām, vienšūņiem, augsnes nematodēm, sliekām, kas spēj eksistēt tikai mitrā vidē, ūdens plēvītēs vai starp augsnes daļiņām ieslēgtos pilienos.

Tā kā mitrums sauszemes organismiem bieži vien ir limitējošs faktors, tie evolūcijas procesā ir izstrādājuši dažādus pielāgojumus, lai izdzīvotu nepietiekama vai pārmērīga mitruma apstākļos. Pēc spējas regulēt ūdens daudzumu šūnās, atkarībā no tā daudzuma vidē,

organismus iedala poikilohidros un homohidros organismos. Poikilohidriem organismiem ūdens saturs organismā mainās atkarībā no ūdens pieejamības vidē. Ja ūdens nav, šie organismi sažūst, bet, mitrumam atjaunojoties, atkal spēj uzņemt ūdeni šūnās un nodrošināt dzīvības procesus. Tipiski poikilohidrie organismi ir aļģes un sēnes. Homohidrie organismi turpretī cenšas saglabāt organismā noteiktu ūdens daudzumu un, ja tas samazinās, organisms iet bojā.

Dzīvie organismi ūdeni nemitīgi zaudē transpirējot (augi) vai elpojot un izvadot ar vielmaiņas atkritumproduktiem – urīnu, ekskrementiem, sviedriem (dzīvnieki). Tādēļ visiem dzīvajiem organismiem jābūt jāspēj vai nu par zaudētā ūdens atjaunošanu, vai taupīšanu. Dzīvnieki trūkstošo ūdens daudzumu kompensē, dzerot vai ēdot sulīgu barību. Augi pārsvarā uzņem ūdeni ar saknēm no augsnes. Ūdens saknēs nokļūst osmozes ceļā. Tas ir fizikāls process: ūdens molekulas no augsnes, kur šķīduma koncentrācija ir mazāka, pārvietojas saknes šūnās, kur šķīduma koncentrācija ir augstāka. Augi aptuveni 90–95% ūdens zaudē, transpirējot caur atvērtnēm – īpašām mikroskopiskām atverēm lapu virsmā. Ar transpirāciju augi nodrošina nemitīgu augsnes ūdeni izšķīdušo barības elementu pārvietošanos no saknēm uz auga virszemes daļām. Ja augsnē ūdens pietrūkst vai arī tajā izšķīdušo vielu koncentrācija kļūst lielāka nekā auga sulā, ūdens plūsma apstājas un augs novirst.

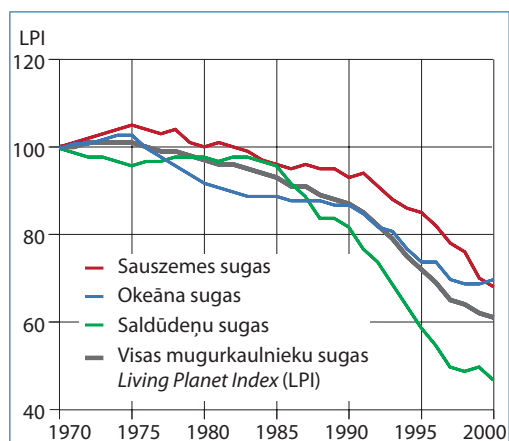
6.5. Klimata izmaiņu ietekme uz globālo biodaudzveidību

Jaunā gadu tūkstoša sākumā meteoroloģisko datu analīze nepārprotami liecināja, ka klimata pasiltināšanās ir neapstrīdams fakts. Zinot dzīvo organismu atkarību no temperatūras, radās jautājums, vai nav vērojamas arī izmaiņas dabā. Literatūrā bija uzkrājies ne mazs datu par dažādu sugu populāciju skaita un dzīves ritma jeb fenoloģijas izmaiņām temperatūras izmaiņu ietekmē. Taču kritiski noskaņotiem zinātniekiem šie dati nešķita pietiekami pārlicinoši, lai varētu apgalvot, ka

novērotās izmaiņas tik tiešām ir skaidrojamas ar klimata pasiltināšanos, nevis ar kaut kādu lokālu faktoru, piemēram, zemes lietojumveida maiņu, vides piesārņojuma līmeņa izmaiņu, dabiskās sugu nomaiņas ekosistēmu attīstības procesu jeb ekoloģisko sukcesiju u.tml. Skeptiķi norādīja uz nepietiekami ilgiem novērojumiem un kļūdām datu statistiskajā analīzē, līdz ar to noliedzot, ka būtu novērojama jebkāda klimata pasiltināšanās ietekme uz biodaudzveidību.

Lūzumu šajā problemātiskajā situācijā radīja divi raksti, kas 2003. gadā tika publicēti vienā no pasaules respektablākajiem zinātniskajiem žurnāliem *Nature*. To autori, galvenokārt, ASV pētnieki, bija veikuši pēdējos 50 gados vairāk nekā tūkstoš izdotu literatūras avotu un dokumentu analīzi, izmantojot jaunas pieejas datu statistiskajā apstrādē. Analīzē bija iekļautas vairāk nekā 1700 sugas no visdažādākajām dzīvo organismu grupām, to skaitā kokaugiems, zālaugiems, ķērpjiem, putniems, abiniekiem, rūpuļjiem, kukaiņiem, zivīm un zīdītājiem. Turklāt tika analizēti tikai tie dati, kas bija iegūti vismaz 10 gadu ilgā laika posmā. Galvenokārt tās bija izmaiņas sugu fenoloģijā un izplatībā uz temperatūras izmaiņu fona. Nepārprotama reakcija uz klimata pasiltināšanos tika pierādīta 279 sugām.

Vēlāk vairāki pētnieki pauda viedokli, ka par biodaudzveidības izmaiņām nevajadzētu īpaši uztraukties, jo galu galā paleontoloģisko atradumu analīze liecina, ka masveida sugu izmiršana uz mūsu planētas ir notikusi jau vairākkārt, pirms vēl zemi sāka apdzīvot cilvēks, un arvien dzīvība ir atradusi jaunas eksistences formas – jaunu dzīvnieku un augu sugu veidolā. Arī klimata izmaiņas uz Zemes ir notikušas vairākkārt un nekas neliecinot, ka arī šoreiz tās varētu būt planētas biodaudzveidībai kritiskas.



6.5. att. LPI (Living Planet Index) izmaiņas planētas mugurkaulnieku sugām laika periodā no 1970. līdz 2000. gadam.

Kādi argumenti tad tomēr liek bažīties par planētas ekosistēmu stāvokli šobrīd notiekošo biodaudzveidības izmaiņu kontekstā?

Pirmkārt, tie ir ļoti straujie tempi, kādos tās notiek. Biodaudzveidības samazināšanās tempu raksturošanai WWF (*World Wide Fund for Nature*) sadarbībā ar UNEP WCMC (*The United Nations Environment Programme's World Conservation Monitoring Centre*) izstrādāts LPI indekss (*Living Planet Index*), kas tiek aprēķināts kā 1145 planētas mugurkaulnieku sugu populācijas sarukums procentos kopš 1970. gada (6.5. att.). Starplaikā līdz 2000. gadam tas samazinājies par 40%, to skaitā sauszemes sugām par 30%, saldūdens sugām par 50%, bet okeāna sugām par 30%.

Ja klimata izmaiņu gaitā, kādas bija novērojamas pirms 7–15 tūkstoš gadiem, temperatūra mainījās tikai aptuveni par 0,005 °C desmit gados, tad šobrīd sasilšanas temps ir 0,2–0,6 °C desmitgadē un turpmāk draud paātrināties. Pēc optimistiskām prognozēm temperatūra uz Zemes 21. gs. pieaugs vidēji par 2 °C. Tā ir temperatūra, kāda uz planētas nav pieredzēta kopš vidējā Pliocēna pirms 3 milj. gadu. Ja Zemes atmosfēras vidējās temperatūras paaugstinājums pārsniegs 4 °C, mēs piedzīvosim no ledus brīvu pasauli, kāda tā bija pirms 35 milj. gadu. Aprēķināts, ka sugas “dzīves ilgums” ir caurmērā 3 miljoni gadu. Tas nozīmē, ka viena gadsimta laikā iestāsies tādi apstākļi, kādus savā evolūcijā nav piedzīvojuši neviens no šodien sastopamajām dzīvo organismu sugām.

Otrkārt, ir svarīgi saprast, ka 21. gs. ekosistēmām būs jāsāk pārstrukturēties, pastāvot ļoti nestabilai bāzei, jo cilvēks ar savu saimniecisko darbību un vides piesārņojumu ir tās daļēji vai jau pilnīgi degradējis. Šādā situācijā šo sistēmu adaptācija sasilšanai, okeāna paskābināšanās procesam, piemērotu dzīvotņu izušanai, ķīmiskā piesārņojuma un invazīvu sugu ietekmei izraisīs sugu izmiršanas kaskādes efektu. Tādējādi mijiedarbībā ar antropogēnajiem faktoriem klimata pasiltināšanās ietekme uz biodaudzveidību būs vēl izteiktāka.

Treškārt, sugu adaptācija klimata izmaiņām planētas pagātnē notika, lielākoties pārbīdoties to izplatības robežām uz augstākiem vai

zemākiem ģeogrāfiskiem platumiem, vai augšup un lejup pa kalnu nogāzēm, atkarībā no tā, vai klimats kļūva siltāks vai aukstāks. Līdz ar to sugu populācijām, lai izdzīvotu, bija nepieciešams kļūt ģenētiski daudzveidīgākām. Taču uz mūsdienu klimata pasiltināšanās fona tas vairs nebūs iespējams, jo sugām vienkārši nebūs kur paslēpties.

Izmirstot augstāk attīstīto organismu sugām, protams, dzīvība uz planētas saglabāsies termofilu zemāko dzīvības formu veidā, taču lieki atzīmēt, ka cilvēka populācijas eksistence, neraugoties uz iespējamajiem tehnoloģiskajiem sasniegumiem, šādos apstākļos kļūs problemātiska.

Sistemātiski vāktu ilgtermiņa datu trūkums par biodaudzveidības izmaiņām bija viens no galvenajiem iemesliem, kāpēc 1993. gadā pēc ASV pētnieku iniciatīvas tika izveidots starptautiskais ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu tīkls ILTER (*International Long Term Ecological Research*), kura uzdevums bija veikt ilgtermiņa pētījumus dažādās ekosistēmās, dažādās klimatiskajās zonās, lai iegūtu ticamus datus par ekosistēmu izmaiņām dabisko un antropogēno faktoru ietekmē. Šobrīd ILTER tīkls apvieno 40 pasaules valstis, to skaitā arī Latviju. Par vienu no centrālajiem uzdevumiem ILTER tīkls pasludināja pētījumus par biodaudzveidības izmaiņām klimata pasiltināšanās ietekmē.

Klimata izmaiņu ietekme uz biodaudzveidību var būt tieša un netieša. Klimats ietekmē gan sugu gan tām nepieciešamo eksistences resursu, pirmām kārtām barības, izplatību telpā un laikā. Klimata izmaiņu ietekmi uz globālo biodaudzveidību galvenokārt saista ar temperatūras paaugstināšanos, taču kā nozīmīgs blakus faktors tiek minēts arī nokrišņu daudzums. Īstenībā dzīvajiem organismiem nozīmīga ir abu šo faktoru mijiedarbība. Ja tiek runāts par kādas sugas skaita izmaiņām temperatūras paaugstināšanās ietekmē, būtībā tiek pieņemts, ka mitruma režīms saglabājas nemainīgs.

Netiešas ietekmes gadījumā būtiska nozīme ir barības attiecībām un invazīvajām sugām. Ja plēsēja tolerance pret temperatūras vai mitruma izmaiņām ir pietiekami liela, bet upuris — plēsēja barības objekts, ir jutīgāks pret šīm

izmaiņām, klimata izmaiņu ietekme uz plēsēju būs netieša. Jaunu sugu ieviešanās reģionos, kur tās līdz šim nav bijušas sastopamas, var būtiski ietekmēt šo reģionu ekosistēmas. Tā kā jaunienācējām sugām bieži vien šajās ekosistēmās nav dabisko ienaidnieku, kas regulētu to populāciju skaitu, tās nereti savairojas milzīgā daudzumā un nomāc vai pilnīgi izkonkurē vietējās sugas. Sugu invāzija notiek gan tīšas, gan netīšas cilvēka darbības rezultātā, kā arī pašām sugām veicot migrāciju uz apgabaliem, kuri klimata pasiltināšanās dēļ kļuvuši to eksistencei piemērotāki. Tīša svešu sugu ieviešana saistīta ar lauksaimniecisko darbību, krāšņumaugu introdukciju un medību faunas papildināšanu, bet netīša ieviešana notiek ar transporta līdzekļiem, to skaitā ar kuģu balasta ūdeņiem, dzelzeļa vagoniem un preču konteineriem.

Kopumā pasaulē pētnieku rīcībā esošie dati par sugu daudzveidības izmaiņām uz klimata pasiltināšanās fona joprojām ir nepilnīgi. Visvairāk novērojumu datu ir par lielām, viegli pamanāmām vai ekonomiski svarīgām sugām, kā arī par tādām sugām, kurām piešķirts īpašs aizsardzības statuss. Pētniekiem lielākoties neredzamas ir palikušas norises mikropasaulē, it īpaši augsnē. Un tikai reizi pa reizei tās par sevi atgādina negaidītu, konkrētajam reģionam neraksturīgu augu, dzīvnieku vai cilvēka slimību uzplaiksnījumus.

Par vispārliciecināšāko pierādījumu temperatūras paaugstināšanās ietekmei uz dzīvajiem organismiem tiek uzskatīti fenoloģisko novērojumu dati — augu ziedēšanas un lapu plaukšanas sākums pavasarī, lapu dzeltēšanas sākums rudenī, dažādu sugu gājputnu atlidošana vai aizlidošana un citas sezonālās dabas parādības.

Ziemeļu puslodē veģetācijas sezona pēdējo 40 gadu laikā ir pagarinājusies par 1–4 dienām, it īpaši augstākajos platumu grādos. Daudzi novērojumi liecina par būtiskām nobīdēm fenoloģiskās parādībās 20. gs. laikā. Piemēram, Eiropā lapu plaukšana sākas vidēji par 6,3 dienām agrāk, bet lapu dzeltēšana aizkavējas par 4,5 dienām. Kopumā veģetācijas perioda ilgums no 60. gadu sākuma caurmērā ir palielinājies par 10,8 dienām. Rietumkanādā apses *Populus tremuloides* sāk ziedēt par 26 dienām

agrāk. Igaunijā pēdējos 80 gados pavasara atnākšana notiek caurmērā par 8 dienām agrāk, turklāt visstraujākās izmaiņas novērotas tieši pēdējos 40 gados. Lietuvā fenoloģiskais pavasaris 20. gs. beigās sākās 8–16 dienas agrāk nekā 70. gados. Vācijā laukaugu un dekoratīvo augu fenoloģiskie procesi, arī uzziedēšana un nobriešana laikā no 1951.–2004. gadam ir paātrinājušies vidēji par 6–7 dienām.

Jāatzīmē tas, ka rudens fenoloģiskās parādības atšķirībā no pavasara parādībām ir daudz mazāk nobīdītas laikā, tādēļ kopumā veģetācijas periodam ir tendence pagarināties, kas sekmē pozitīvo temperatūru summu pieaugumu un līdz ar to nodrošina mērenās joslas un ziemeļu reģionos ienākušo dienviņu sugu izdzīvošanu un savairošanos.

Mainoties dažādu sugu fenoloģijai, atzīmēta dzīvības procesu sinhronitātes izjaukšana starp ekoloģiskās barības ķēdes posmiem, piemēram, putnu mazuļu izšķilšanās laiks vairs nesakrīt ar viņu barības objektu — kukaiņu masveida izlidošanas laiku. Eiropā un Ziemeļamerikā 45 ligzdojošo putnu sugām konstatēts agrāks ligzdošanas sākums, taču nesakrītība ar kukaiņu masveida izlidošanu samazina mazuļu izdzīvošanu.

Lielbritānijā parastajai vardei *Rana temporaria* pārošanās, nārsts un kurkuļu šķilšanās sākas agrāk un norisinās ilgāk. Reģistrēts, ka 2004. gadā pēc 2003. gada karstuma viļņa varžu auglība samazinājās.

Ja mērenās joslas un ziemeļu reģionos kā galvenais faktors tiek minēta temperatūra, tad dienviņu rajonos pirmajā vietā izvirzās nokrišņi un mitrums režīms. Īpašas bažas rada augstkalnu ledāju pakāpeniskā izkušana, kas samazina no kalniem plūstošo upju ūdens resursus. Piemēram, Himalaju ledāji ir svarīgs ūdens resurss liela Dienvidāzijas reģiona ekosistēmām un būtībā nodrošina šo reģionu lauksaimniecību.

Tā kā globālās sasilšanas dēļ strauji kūst arktiskie ledāji, pamazām ceļas pasaules okeāna ūdens līmenis. Aplūšanas riskam tiek pakļautas lielas kontinentu piekrastes un salu teritorijas, piemēram, Nīlas delta un Maldīvu salas. Tam būs negatīva ietekme uz piekrastes mitrājiem — mangrovēm, kuras veido koku sugas,

kas sakņojas jūras piekrastes dibenā un kuru lapotnes atrodas virs ūdens. Tiek prognozēts, ka 20% no tām izzudīs. Tas savukārt pastiprinās krastu eroziju vētru laikā, jo mangrovu audzes darbojas kā savdabīgs viļņu slāpētājs. To izrušana vēl vairāk veicinās jūru ūdeņu ieplūšanu dziļāk iekšzemē, un līdz ar to notiks radikālas izmaiņas applūstošo teritoriju ekosistēmās — praktiski tiks iznīcināta lauksaimniecība plašās piekrastes teritorijās.

Joprojām zinātnieku rīcībā ir maz reālu datu par augu un dzīvnieku sugu izplatības un skaita izmaiņām. Kopumā tiek uzsvērts, ka augu, kukaiņu, putnu un zivju izplatības areāli ir paplašinājušies uz ziemeļiem un augstkalnu rajoniem.

Kritiska situācija veidojas arktisko reģionu iemītniekiem. Izpētīts, ka pēdējos gadu desmitos leduslāču izplatības areāls atvērījies tālāk uz ziemeļiem — vietām, kur jūru visu gadu klāj ledus. Izmantojot ģenētiskās analīzes metodes, ASV pētnieki ir kartējuši leduslāču migrācijas ceļus (6.6. att.). Agrāk lāči dzīvojuši četros dažādos apgabalos plašā teritorijā, taču kopš pagājušā gadsimta beigām biežāk uzturas vienā daudz mazākā reģionā Kanādas ziemeļrietumos.



6.6. att. Leduslāču populāciju migrācijas ceļi, kas kartēti pēc ģenētiskās analīzes datiem.

No bezmugurkaulniekiem sauszemes ekosistēmās vispilnīgākie dati ir par tauriņu sugu skaita un izplatības areālu izmaiņām Lielbritānijā. Temperatūrai paaugstinoties, daudzu tauriņu sugu izplatības areāli ir pavisājušies uz ziemeļiem un līdz ar to ziemeļu reģionos sugu daudzveidība ir pieaugusi. Tomēr kopumā tā ir pieaugusi uz eiribiontu rēķina (tās ir sugas ar plašiem tolerances diapazoniem pret vitāli svarīgiem vides faktoriem), kamēr daudzas stenobiontas sugas ar šauriem tolerances diapazoniem to nespēj, jo tām šajās teritorijās vienkārši nav piemērotu dzīvotņu. Tādējādi Lielbritānijas tauriņu sugu biokopās sāk dominēt eiribiontās sugas un šo sabiedrību struktūra kļūst teritoriāli viendabīga. Spānijā tauriņu sugu daudzveidība ir samazinājusies, izņēmums ir augstkalnu rajoni. Dažas sugas ir paplašinājušas izplatību kalnos. Taču kopumā tauriņu sugu daudzveidība Spānijas dienvidos ir samazinājusies.

Konstatētas ar klimata pasiltināšanos saistītas ūdens bezmugurkaulnieku struktūras izmaiņas Ronas upē: termofilie ūdens dzīvnieki ir aizstājuši auksto ūdeņu iemītniekus. Pēdējos gados ilgstošo sausuma periodu laikā Dienvideiropas upes bieži vien cieta no ūdens trūkuma. Vidusjūras reģionā upēs dominēja bezmugurkaulnieku sugas, kurām raksturīga augsta izplatīšanās spēja un kuras noteiktos apstākļos varētu ātri kolonizēt arī mērenās joslas upes gadījumā, ja turpmāko klimata izmaiņu dēļ izzustu tām raksturīgie ūdens dzīvnieki.

Līdz šim ir ļoti maz datu par netiešo klimata izmaiņu ietekmi uz dzīvajiem organismiem. Piemēram, konstatēts, ka tauriņu suga *Aporia crataegi* (6.7. att.) nespēj pārvarēt savu augšējo izplatības robežu Spānijas kalnos, jo tās barības augs vilkābele neaug augstāk par 1800 m virs jūras līmeņa. Mainoties sugas izplatības areālam, dažkārt var novērot īslaicīgu tās savairošanos jaunajās vietās, kamēr šeit vēl nav nokļuvuši tās dabiskie ienaidnieki, kas cenšas sekot savam barības objektam pa pēdām. Taču šāda rakstura parādības ir visai grūti pierādīt, jo attiecībā uz bezmugurkaulniekiem, arī daudzām kukaiņu sugām, viņu dabiskie ienaidnieki zinātniekiem vēl nav zināmi.

Konstatēts, ka spāres ir pagarinājušas savu aktīvās lidošanas periodu, pavasarī izlidojot agrāk un vasaras beigās turpinot lidot ilgāk. Līdzīgs aktīvās sezonas "pagarinājums" novērots daudziem kukaiņiem, to skaitā tauriņiem, siseņiem, sienāžiem un lapsenēm.

Klimata pasiltināšanās ir nopietni skārusi okeāna ekosistēmas, it īpaši koraļļu rifus. Koraļļu rīfi ir viena no sugu ziņā bagātākajām planētas ekosistēmām. Rifos dzīvo aptuveni ceturtdaļa visu okeānos sastopamo sugu, to skaitā 5000 zivju un 1000 koraļļu sugu. Koraļļu attīstībai nepieciešami dzidri, Saules gaismas caurausti ūdeņi, kas bagāti ar kalcija savienojumiem. Koraļļi ir stenotermi dzīvnieki, kuru temperatūras optimuma zona ir no +25 °C līdz +29 °C. Temperatūrai paaugstinoties, iet bojā



6.7. att. Tauriņš *Aporia crataegi*, kura kāpuri attīstās uz vilkābelēm Spānijas kalnos.



6.8. att. Koraļļu izbalēšana okeāna temperatūras paaugstināšanās ietekmē.

alģes, kas ir simbiozē ar koraļļiem. Drīz pēc tam iet bojā arī paši koraļļi. Dzīvniekiem atmirstot, paliek to veidotie baltie kaļķa skeleti, tādēļ koraļļu masveida atmiršanas parādību dēvē par koraļļu izbalēšanu (6.8. att.). 1998. gadā, kas reģistrēts kā līdz šim karstākais gads, okeānos aizgāja bojā aptuveni 16% koraļļu rifu. Jāatzīmē, ka koraļļi, veidojot savu kaļķa skeletu, pieasaista ievērojamu daudzumu okeāna ūdenī izšķīdušā CO₂, tādējādi mazinot siltumnīcefektu.

Tādēļ koraļļu nozīme oglekļa piesaistīšanā pasaules okeānā ir salīdzināma ar mežu nozīmi uz sauszemes.

Jūras ūdens temperatūras paaugstināšanās var ietekmēt ūdens dzīvniekus arī netieši, veicinot slimību un parazītu izplatības pieaugumu. Vidusjūrā tika novērota jūras dibena iemītņieku, to skaitā sūkļu un gorgoniju masveida bojāeja kādas patogēnās baktērijas ietekmē, kas savairojās, pasiltinoties ūdenim.

6.6. Hipotēzes un prognozes

Saprotot to, ka klimata izmaiņu dēļ biosfērā jau parādījušās izmaiņas, ko šobrīd vairs nevar noliegt pat skeptiķi, cilvēku sabiedrība arvien uzstājīgāk uzdod jautājumus pētniekiem par nākotnē sagaidāmajām prognozēm arī attiecībā uz biodaudzveidības transformāciju. Prognožu izstrādāšanas pamatā ir ekspertu vērtējumi un matemātiskie modeļi. Attiecībā uz biodaudzveidības izmaiņām ļoti noderīgi būtu tādi modeļi, kas dotu iespēju prognozēt sugu areālu izmaiņas, norādot uz draudiem lauksaimniecībai, mežsaimniecībai, veselības aizsardzībai un dabas aizsardzībai konkrētā reģionā. Matemātiskā modeļa vērtība ir precizitātē, ar kādu tas apraksta modelējamo parādību. Tādējādi, lai izveidotu šādu modeli,

- 1) ir nepieciešams veikt padziļinātus pētījumus par modelējamo parādību,
- 2) ievākt pietiekami daudz datu, lai veiktu modeļa pārbaudi.

Līdz ar to modelēšana kā instruments prognožu izstrādāšanai par sugu areālu izmaiņām klimata pasiltināšanās ietekmē būtībā ir iespējama tikai par labi izpētītām sugām. Tādas sugas ir starp kokaugiem, tauriņiem, abiniekiem, rāpuļiem un putniem.

Koku sugu izplatīšanās spēja ir atkarīga no vairākiem faktoriem. Kā viens no nozīmīgiem faktoriem ir minamas sēkļu īpašības. Kokiem ar mazām sēklām, kuras izplata vējš, raksturīga augsta izplatīšanās spēja, turpretī sugas ar smagām sēklām, ko pārvieto dzīvnieki vai ūdeņi, izplatās relatīvi lēni. Apšu un kārķu sīkās

sēklas ar gaisa masām var izplatīties pat simtiem kilometru tālu. Arī kļavu sēklas var pārvietoties vairākus kilometrus. Ņemot vērā kokiem raksturīgo lielo sēkļu skaitu, arī sugas ar smagākām sēklām, kuras pārnēs putni un zīdītāji, spēj migrēt ievērojamā attālumā. Tomēr, vērtējot sugu migrāciju vēsturi, šķiet, ka galvenais faktors koku sugu pārvietošanā ir cilvēks.

Lai prognozētu mežu kokaugu sastāva izmaiņas, Eiropā ir izveidoti vairāki matemātiskie modeļi. Vairums no tiem paredz, ka tuvāko 60 gadu laikā nemorālo sugu izplatības areāli paplašināsies uz ziemeļiem, izspiežot ziemeļu sugas, arī parasto priedi. Šīs prognozes balstītas uz klimata izmaiņu scenārijiem, kas paredz temperatūras paaugstināšanos Ziemeļeiropā un ilgākus sausuma periodus Centrāleiropā. Tādējādi sagaidāms, ka tuvākajās desmitgadēs notiks koku sugu nomaiņa. Eiropas dienvidu daļā izplatīsies Vidusjūras reģionam raksturīgas koku sugas.

Eiropas tauriņiem izstrādāts klimata riska atlants. Tas prognozē 294 tauriņu sugu izplatību pēc trim klimata pasiltināšanās scenārijiem. Pieņemot, ka līdz 2080. gadam vidējā temperatūra pieaugs par 2,4 °C, 140 sugām paredzama izplatības areālu samazināšanās vairāk nekā par 50%, bet 9 sugām vairāk nekā par 95%. Ja temperatūras pieaugums būs 4,1 °C, sagaidāmais iznākums ir vēl skarbāks — 229 sugām izplatības areāli saruks par 50%, bet 70 sugām par 95%, kas praktiski nozīmē to, ka tās atrastos uz izmiršanas robežas. Modeļa autori

papildus mēģinājuši prognozēt izplatību 15 no 23 ar Bernes konvenciju aizsargātām tauriņu sugām. Šīs konvencijas mērķis ir aizsargāt savvaļas floru un faunu un to dabiskās dzīvotnes, īpaši tās sugas un dzīvotnes, kuru aizsardzībai nepieciešama vairāku valstu sadarbība. Deviņām no tām klimata izmaiņu radītais risks ir augsts vai ļoti augsts. Jāatzīmē, ka precīzākus rezultātus modelēšana var dot par izplatītākām tauriņu sugām. Stenobiontiem, kam raksturīga mozaīkveida izplatība, to prognozēt tikai pēc temperatūras izmaiņām nav iespējams. Šajā gadījumā to izdzīvošana ir atkarīga no piemērotu dzīvotņu vai barības augu sastopamības, uz kuriem attīstās šo sugu kāpuri. Taču, ja attālumam starp teritorijām ar sugām piemērotiem dzīves apstākļiem pārsniedz 10–50 km, sugu pārcelšanās uz tām kļūst neiespējama. Astoņām no atlikušajām Bernes konvencijā minētajām sugām modelēšana netika veikta vispār, jo tās ir endēmas, proti, sastopamas nelielās teritorijās uz salām vai kalnu nogāzēm. Līdz ar to tām nav kur atkāpties, ja klimata izmaiņas kļūst turpmākai eksistencei nelabvēlīgas.

Tiek prognozēts, ka klimata izmaiņas apdraud arī vairākas citas Bernes konvencijas sarakstā ietilpstošās kukaiņu sugas. Pie tām pieder, piemēram, lielais ozolu koksngrauzis, *Cerambyx cerdo* (6.9. att.), kura kāpuru attīstībai nepieciešami lieli izretināti augoši koki, kādi dažviet veido Eiropas retmežu ganību ainavu, lapkoku praulgrauzis *Osmoderma barnabita* (6.10. att.), kas sastopams tikai vecu ozolu audzēs un kurš nespēj veikt tālas migrācijas. Abas minētās sugas ir īpaši aizsargājamas un ietvertas arī Latvijas Sarkanajā Grāmatā.

Tauriņu izplatības modelēšanā nav iespējams ņemt vērā visus vides faktoros, piemēram, vides piesārņojumu, kas sugu izplatību var būtiski mainīt. Tā, piemēram, slāpekļa piesārņojuma telpiskais sadalījums Ziemeļeiropā korelē ar to tauriņu sugu populāciju samazināšanos, kuru kāpuru attīstība notiek pavasarī. Tika izteikta hipotēze, ka slāpekļa piesārņojums saistībā ar ilgāku veģetācijas periodu ir radījis izmaiņas augu sugu savstarpējā konkurencē. Dažu augu pastiprināta augšana izraisīja siltu, nenoenotu dzīvotņu sarukumu, kas

pasliktināja šo sugu kāpuru attīstības apstākļus. To, cik liela ir vides piesārņojuma kā papildu faktora nozīme klimata ietekmes pastiprināšanā vai pavājināšanā, liecināja pētījumi par upju bezmugurkaulniekiem Lielbritānijā. Analīze parādīja, ka šie organismi varētu vieglāk pārciest klimata izmaiņas, ja vien tiktu novērsts ūdens piesārņojums.

Līdzīgs atlants ir izveidots par Eiropas ligzdojošo putnu klimatisko nišu izmaiņām. Modelis pārbaudīts uz esošajiem ligzdojošo putnu atlanta datiem, tādēļ lielākajai daļai sugu



6.9. att. Lielais ozolu koksngrauzis *Cerambyx cerdo*.



6.10. att. Lapkoku praulgrauzis *Osmoderma barnabita*.

konstatēta ļoti laba atbilstība starp modelēto un reālo sugas izplatību. Veikta sugu klimatisko nišu prognozēšana, iegūstot kartes, kas rāda to iespējamo izplatību 21. gs. beigās. Modelis izstrādāts trim scenārijiem — vidējai, pesimistiskai un optimistiskai prognozei. Pēc vidējās prognozes Eiropas putnu izplatības areāli pārvietosies uz ziemeļaustrumiem vidēji par 550 km, turklāt tie samazināsies caurmērā par 20%. Pēc vidējā scenārija tagadējās un prognozētās klimatiskās nišas ģeogrāfiski nepārklāsies 21 sugai, bet 10 sugām tās nepārklāsies nevienā no scenārijiem. Tas nozīmē, ka šo sugu izžušanas varbūtība ir ļoti liela. Diemžēl modeļi, līdzīgi kā tauriņu gadījumā, var nodrošināt prognozes, balstoties vienīgi uz temperatūras un nokrišņu/iztvaikošanas attiecību datiem, bet neņem vērā sugu prasības pēc citiem ekoloģiskajiem faktoriem, piemēram, sugas izplatīšanās spēju, stāvokli sugu ziemošanas vietās un uz migrācijas trasēm.

Abinieku un rāpuļu izplatības modelēšana veikta vairākos pētniecības projektos gan globālā, gan reģionālā mērogā. Atšķirībā no putniem un kukaiņiem (daudzi no tiem spēj veikt pārlidojumus ievērojamos attālumos, tādējādi kaut daļēji izmantojot spēju migrēt, lai izvairītos no nelabvēlīgām klimata izmaiņām savās dzīves vietās) abinieku un rāpuļu migrācijas iespējas ir ļoti ierobežotas. Tādēļ šajā gadījumā vairāk jārunā nevis par izplatības robežu pārbīdīšanos, bet gan par to sašaurināšanos un sugu izmiršanu. Starptautiska pētnieku grupa veica abinieku globālās izplatības modelēšanu. Pavisam tika izmantoti dati par 5527 sugām. Vienlaikus ar klimata izmaiņām abinieku populācijas visā pasaulē īpaši ietekmē dzīvotņu degradācija lauksaimniecības un mežsaimniecības pasākumu dēļ, vides piesārņojums un hitridiomikoze — abinieku slimība, ko izraisa parazitiska sēne *Batrachochytrium dendrobatidis*, kas izraisa abinieku masveida bojāeju bez jebkādiem ārēji redzamiem simptomiem. Daudzos planētas reģionos šie faktori mijiedarbojas. Tādēļ modeļa autori apskata visu šo trīs faktoru iedarbību uz pasaules abinieku populācijām. Tika konstatēts, ka vislielākās negatīvās izmaiņas notiks Āfrikā, Dienvidamerikas ziemeļu

daļā un Andu piekalnēs. Tie ir reģioni ar visbagātāko abinieku faunu, un tur arī tiek prognozēti vislielākie zaudējumi. Tiek prognozēts, ka līdz 2080. gadam izmirs 73% no visām zināmajām abinieku sugām. Hitridiomikozes izplatības sakarā modeļa autori īpaši norāda uz mērenā klimata joslas zemēm.

Spāņu autoru grupa veikusi vairāku modeļu salīdzinošo analīzi attiecībā uz abinieku un rāpuļu izplatību Eiropā. Lai gan pētnieki atzīst abinieku ierobežotās migrācijas iespējas, viņi tomēr uzskata, ka klimata pasiltināšanās, pieņemot, ka nesamazinās pieejamā ūdens daudzums, varētu veicināt abinieku izplatības robežu pārbīdīšanos ziemeļu virzienā. Gan abinieki, gan rāpuļi ir poikilotermi (aukstasiņu) organismi, kuru attīstībai būtisks ir siltums. Pēc spāņu pētnieku veiktās analīzes rezultātiem, nelabvēlīgākie vides apstākļi klimata pasiltināšanās gadījumā veidosies Dienvidrietumeiropā, bet labākie — Dienvidaustrumeiropā.

Angļu pētnieki veikuši abinieku un rāpuļu izplatības analīzi Lielbritānijas teritorijai pēc abu minēto modeļu rezultātiem. Projicējot globālā modeļa rezultātus uz Lielbritānijas teritoriju, viņi secinājuši, ka krupju un varžu sugu skaits šajā zemē līdz 2080. gadam varētu samazināties par 30–70%, bet salamandru un tritonu sugu skaits par 60–80%. Tai pašā laikā spāņu pētnieku prognozes Lielbritānijai izrādījušās optimistiskākas: 26% abinieku un 44% rāpuļu sugu izplatība varētu pat palielināties, un tikai 5% abinieku un 5% rāpuļu sugām tā varētu samazināties. Tik radikāli atšķirīgas prognozes lika angļu pētniekiem izstrādāt savu abinieku un rāpuļu izplatības reģionālos modeļus tieši Lielbritānijas teritorijai. Kā papildus faktors, veidojot šos modeļus, tika ņemts vērā vides piesārņojuma līmenis: pirmais scenārijs, pastāvot zemam, bet otrs — augstam piesārņojuma līmenim. Modelēšanas rezultāti izrādījās līdzīgāki spāņu variantam. Pastāvot zemam vides piesārņojuma līmenim, 9 no 13 modelētajām abinieku un rāpuļu sugām varētu saglabāt vai pat paplašināt savu izplatības areālu. Tikai 4 sugas varētu saglabāt vai paplašināt savu izplatību, pastāvot abiem scenārijiem. Taču, pastāvot augstam piesārņojuma

līmenim, vairumam sugu izplatība ievērojami samazinātos. Papildus atzīmēts, ka, izstrādājot prognozes, jāņem vērā arī starpsugu attiecības, to skaitā plēsēja – upura attiecības, kas pastāv starp daudzu rāpuļu un abinieku sugu populācijām. Turklāt pastiprināta uzmanība jāpievērš tām sugām, kas dažādu iemeslu dēļ (pārsvārā cilvēku ievestām un ievazātām sugām), mainoties klimatam, ir ienākušas un jau naturalizējušās Lielbritānijas faunā. Tādas ir divas varžu un viena krupju suga, kā arī pa vienai tritonu, ķirzaku un čūsku sugai.

Pēc ekspertu vērtējuma tiek prognozēts, ka 2–30% no pašreiz zinātnei pazīstamajām augu un dzīvnieku sugām nespēs pielāgoties vidējās temperatūras pieaugumam un tās izraisītajām pārmaiņām to dabiskajās dzīvotnēs. Šīs pārmaiņas visvairāk skars polāros zidītājus – leduslāčus, roņus, valzirus un putnus, it īpaši pingvīnus, kuriem ir ierobežotas migrācijas iespējas. Nākamo 50 gadu laikā leduslāču populācija varētu samazināties par divām trešdaļām. Apdraudēti ir arī okeānu iemītnieki. Ūdens sasilšana okeānā ir sasniegusi 700 m dziļumu. Daudzi jūras zidītāji optimāli jūtas vēsākos ūdeņos, tādēļ tie tiks atspiesti uz okeāna ziemeļu rajoniem. Aizejot bojā koraļļu

rifiem, izmirs arī tie organismi, kas ir saistīti ar tiem barības ķēdē – dažādi bezmugurkaulnieki un zivis. Pēdējo skaita samazināšanās katastrofāli ietekmēs okeāna piekrastes un salu zvejniecību.

Mainoties temperatūrai, mainās augsnes mikroorganismu sugu sastāvs un skaitliskās attiecības – siltākos laika apstākļos mikroorganismi var aktīvi darboties ilgāk. Tādēļ gaisa temperatūras paaugstināšanās palielina augsnes organisko vielu noārdīšanas intensitāti un arī CO₂ izdalīšanos. Kūdrai žūstot, tās sadalīšanās process notiek straujāk un CO₂ izdalīšanās intensitāte pieaug. Šajā procesā producētais siltumnīcefekta gāzu daudzums varētu būt samērojams ar rūpniecības un transporta emitēto gāzu daudzumu. Īpaši liels drauds šajā ziņā ir mūžīgā sasaluma atkušana simtiem tūkstošu kvadrātkilometru lielās teritorijās Sibīrijā un Aļaskā, kur kopš pēdējā ledus laikmeta uzkrāti 70 miljardi tonnu oglekļa (savienojumu veidā), kas sāks izdalīties atmosfērā, sasalumam atkūstot.

Kopumā tiek prognozēts, ka klimata pasiltināšanās radītās izmaiņas pamatā sekmīgāk pārdzīvos sugas, kurām raksturīgi augsti vairošanās tempi un kosmopolītiska izplatība.

6.7. Draudi pasaules lauksaimniecībai un mežsaimniecībai

Saskaņā ar ANO Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) 5. novērtējuma ziņojumu klimata pārmaiņas pēdējos 30 gados ir samazinājušas pasaules lauksaimniecības produkciju par 3–15%. Nesen veiktie pētījumi rāda, ka, globālajai temperatūrai pieaugot tikai par 2 °C, sagaidāma katastrofāla lauksaimniecības produkcijas samazināšanās, it īpaši tropu reģionos.

Klimata izmaiņu ietekmē notiek mājdzīvnieku un kultūraugu slimību ierosinātāju un parazītu migrācija pāri ģeogrāfiskajām un valstu robežām, apdraudot pārtikas ražošanu un drošību. Lai ierobežotu tādu slimību kā putnu gripas, mutes un nagu sērgas izplatīšanos,

valstīm jātērē ievērojami līdzekļi. Angļu zinātnieki, analizējot augu kaitēkļu un slimību izplatību, konstatējuši, ka vairumam no tiem kopš 1960. gada izplatības robežas intensīvi pārbīdās no ekvatora zemeslodes polu virzienā ar vidējo ātrumu 3,2 km gadā. Vienlaikus tiek atzīmēta strauja jaunu formu veidošanās vienas sugas robežās. Tā, piemēram, rīsu puves ierosinātāja sēne *Magnaporthe grisea*, kas izplatīta daudzās dienvidu valstīs, ir pielāgojusies dzīvei arī uz kviešiem un tādējādi Brazīlijā kļuvis par nopietnu lauksaimniecības problēmu. Ja graudaugu kaitēkļu uzvaras gājiens turpināsies, tas radīs nopietnus draudus pasaules pārtikas drošībai, īpaši tāpēc, ka Zemes iedzīvotāju skaits palielinās. Pastāv liela varbūtība, ka kāda

6.11. att. Kviešu dzeltenā rūsa *Puccinia striiformis*.6.12. att. Bruņutu *Icerya purchasi* kolonija.

jauna vai ievazāta augu slimība varētu pilnībā iznīcināt vienu no trim svarīgākajām pasaules graudaugu kultūrām – rīsus, kviešus vai kukurūzu. Jau ir konstatējami šādas iespējas pirmie signāli – kviešu dzeltenā rūsa *Puccinia striiformis* (6.11. att.), kas iznīcina šīs kultūras sējumus Āfrikā, jau ir paguvusi iespieties gandrīz visās kviešu audzētājās zemēs.

Eiropā līdz šim jau uzskaitītas 11 kukaiņu sugas – lauksaimniecības augu kaitēkļi, kuru izplatību ir veicinājusi galvenokārt klimata pasiltināšanās. Piemēram, *Helicoverpa armigera* – tauriņš, kura kāpuri agrāk bija pazīstami vairāk kā kokvilnas kaitēkļi zemēs, kur šo kultūru audzē, šobrīd ir izplatījies vairākās Eiropas valstīs, arī Lielbritānijā, Austrijā un Vācijā, kur uzbrūk 120 dažādām kultūraugu sugām, to skaitā tomātiem, pupām, kartupeļiem, lucernai, kukurūzai, tabakai u.c. Līdzīgs izplatības pieaugums ir divām bruņutu sugām: *Icerya purchasi* (6.12. att.), kas šobrīd konstatēta uz 50 dažādām augu sugām, un *Chloropulvinaria floccifer*, kas agrāk bija pazīstama kā dažādu kultūraugu kaitēklis Vidusjūras reģiona valstīs, bet pašlaik ir palielinājusi izplatības areālu Eiropā uz ziemeļiem un sastopama uz 34 dažādu dzimtu augiem. Piemēram, Zviedrijā šī suga līdz šim bija konstatēta kā siltumnīcu kaitēklis, bet šobrīd ir jau sastopama āra apstākļos.

2015. gada jūnijā Londonas centrā parādījās ozolu kaitēkļa – kodes *Thaumetopoea processionea* kāpuru sakopojumi, kuri nekavējoties

tika savākti un iznīcināti. Cilvēki tika brīdināti, ka kāpuru ķermeņa viegli lūstošie sariņi ieduras ādā un rada nopietnus iekaisumus, tādēļ jābūt īpaši uzmanīgiem, tiem pieskaroties. Līdz šim šī suga bija sastopama Dienvidēiropā un Centrālajā Eiropā, bet pēdējos gados reģistrēta Lielbritānijā, Zviedrijā, Nīderlandē, Beļģijā un Dānijā. Kodes savairošanās ziemeļu reģionos ir notikusi tāpēc, ka sinhronizējies olu izšķilšanās laiks ar vēlo pavasara salnu iestāšanās laika pārbīdi.

Vaboles – dzeltenās priedes lūksngraūža *Dendroctonus ponderosae* savairošanās Ziemeļamerikas ziemeļrietumu reģionos tiek skaidrota ar siltākām ziemām, kas veicina kukaiņu izdzīvošanu zem koku mizas, kā arī ar ilgstošiem sausuma periodiem vasarās, kas novājina kokus un līdz ar to pakļauj tos kaitēkļu uzbrukumiem. Vabole ir paplašinājusi izplatības robežas ne tikai uz ziemeļiem, bet arī augstkalnu zonā, vietās, kur tā nekad agrāk nebija sastopama.

Japāņu zinātnieki ziņo par 40 tauriņu sugu izplatības robežu pavirzīšanos uz Japānas ziemeļiem. Šajā procesā bija novērojamas specifiskas starpsugu konkurences izpausmes. Kāds tropu un subtropu augu kaitēklis – tauriņš *Nezara viridula*, pamazām virzoties uz Japānas ziemeļiem, izkonkurējis tur mērenā klimata reģioniem raksturīgo radniecīgo sugu *Nazara antennata*.

Klimata izmaiņas ir uzskatāmas par vienu no galvenajiem faktoriem augu kaitēkļu un mājdzīvnieku slimību, kā arī invazīvo ūdens organismu pārrobežu izplatībā pasaulē. Tomēr

nevar noliegt, ka šajā procesā ļoti būtisks faktors ir arī starptautiskā tirdzniecība un transports. Augu un dzīvnieku sugas uz planētas ir nevienmērīgi izplatītas, to migrāciju ierobežo dažādas ģeogrāfiskās barjeras, piemēram, kalnu grēdas, jūras un tuksneši. Cilvēku ceļošanas aktivitātes straujais pieaugums, kā arī augu stādāmā materiāla un mājdzīvnieku pārvietošana starp valstīm un kontinentiem, neraugoties uz daudzās valstīs pieņemtajiem stingrajiem ievadamo nedzīvo un dzīvo kravu kontroles un karantīnas noteikumiem, šīs ģeogrāfiskās barjeras praktiski ir nojaukusi. Līdz ar to, dzīvajiem organismiem nonākot teritorijās, kur tie līdz šim nav bijuši, to iedzīvošanās ir atkarīga no spējām izdzīvot un uzsākt vairošanos. Daudzos gadījumos tas tiem ir lieliski izdevies, radot lielus finansiālus zaudējumus valstīm, kur tas ir noticis. Pietiek minēt, piemēram, mutes un nagu sērgu Ziemeļeiropā un Dienvidamerikā, cūku mēri Eiropā, Rīfta ielejas drudži Āfrikā, kafijas krūmu lapu rūsu *Hemileia vastatrix* (6.13. att.), kas izplatījusies visās pasaules kafijas audzētājās zemēs, sojas rūsu *Phakopsora pachyrhizi* Amerikā un citrusu *tristeza* (spāņu val. skumjas) vīrusslimību, kas pieder *Closterovirus* ģintij, Dienvidamerikā un Vidusjūras reģionā.

Turklāt mūsdienās visai bieža kļūst jaunu slimību formu parādīšanās. Tas saistīts ar jaunu pārnēsātāju ieslēgšanos slimību cirkulācijas ciklos, jaunu ģenētisku rekombināciju veidošanos uz jaunu saimniekaugu vai dzīvnieku šķirņu bāzes, kā arī tad, kad kaitēkļi un to pārnēsātāji nonāk teritorijās, kur tiem nav dabisko ienaidnieku, kas varētu bremzēt to savairošanos.

Sagaidāms, ka klimata izmaiņas īpaši ietekmēs to vīrusslimību izplatību, kuras mājdzīvnieku populācijās pārnēsā kukaiņi. Ir iegūti pārlicinoši pierādījumi, ka klimata pasiltināšanās ir izraisījusi, piemēram, tādas slimības izplatību vairākās mērenā klimata zemēs kā "zilā mēle" atgremotājdzīvniekiem. Šo slimību pārnēsā asinssūcēji divspārņi — miģeles. Arī Rīfta ielejas drudža izraisītājus pārnēsā dzelējodi un, mainoties ekoloģiskajai situācijai, nav izslēgta šīs slimības "pārcelšanās" uz mērenās joslas zemēm. Nevar izslēgt jaunu slimību pārnēsātāju, kā arī jaunu saimnieku ieslēgšanos



6.13. att. Kafijas krūmu lapu rūsa *Hemileia vastatrix*.

slimību ierosinātāju cirkulācijas ciklos. Netiešo ietekmju komplekss, ko radījusi klimata pasiltināšanās uz mājlopu slimību attīstību, var būt visai sarežģīts. Šobrīd aktuālais Āfrikas cūku mēris cirkulē starp mājas un meža cūku populācijām. Taču nesēn šīs vīrus ir atklāts ziloņroņu populācijā, kas mājo Kalifornijas piekrastē. Šie dzīvnieki gan neslimo, bet ir vīrusa nēsātāji, un pētniekiem nav skaidrs, kāds ir šīs invāzijas mehānisms.

Ļoti sarežģīta situācija attiecībā uz lauksaimniecības dzīvnieku slimībām un jaunu to formu parādīšanās varbūtību, protams, ir jaunattīstības valstīs. Tomēr, klimatam pasiltinoties, tieši mērenā klimata zonas valstīs izjutīs pastiprinātu kukaiņu pārnēsāto slimību un parazītu invāzijas izplatīšanos. Īpaši bīstama ir tā saukto arbovīrusu parādīšanās mūsu platuma grādos. Šo vīrusu pārnēsātāji ir galvenokārt kukaiņi, to skaitā dzelējodi, miģeles, asinssūcējas ērces, blusas u.c. Kamēr tie cirkulē dabiskajās ekosistēmās, savvaļas dzīvniekiem tie parasti problēmas nerada, jo ilgstošā evolūcijas procesā dzīvniekiem ir izstrādājusies imunitāte. Tropiskās joslas zemēs šo vīrusu dabiskais rezervuārs ir sikspārņi, putni, grauzēji, kā arī citi dzīvnieki. Taču ar minētajiem asinssūcējiem šie vīrusi visai viegli nokļūst arī cilvēka organismā, kur parādās to graujošā iedarbība — hemorāģiskie drudži, encefalīts un citas izpausmes, kuru sekas bieži vien ir letālas. Arbovīrusu

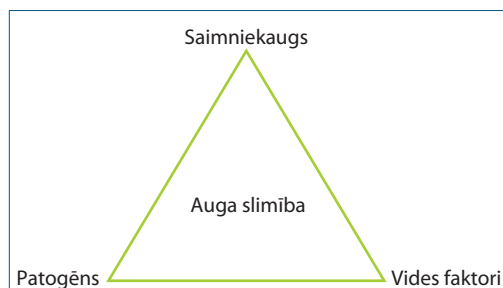
daudzveidība un augstā pielāgošanās spēja dažādiem saimniekiem uz klimata pasiltināšanās fona būs 21. gadsimta globālā problēma gan lopkopībā, gan veselības aizsardzībā.

Paplašinoties teritorijām, kurās ir dzelējodiem, knišļiem un citiem asinssūcējiem divspārņiem, kā arī asinssūcējām ērcēm labvēlīgi klimatiskie apstākļi, izplatīsies arī šo kukaiņu pārnēsātās slimības, piemēram, malārija, leišmanioze, Denges drudzis un citas slimības. Daži aprēķini liecina, ka 2080. gadā Denges drudzis apdraudēs jau 5–6 miljardus cilvēku. Latvijā līdz šim reģistrēti vairāki ievesti Denges drudža gadījumi (slimnieks ar to inficējies tropiskajās valstīs).

Izmaiņas mājlopu infekcijas slimību izplatībā uz klimata pasiltināšanās fona ir atkarīgas no dažādu blakus faktoru tiešas un netiešas ietekmes. Blakus faktori var būt slimību pārnēsēju kukaiņu populāciju skaits un telpiskais sadalījums, pārnēsēju kukaiņu dabisko ienaidnieku un konkurentu populāciju stāvoklis, saimniekorganismu – gan mājlopu, gan savvaļas sugu populāciju skaits un izplatība, sausums un citi faktori. Tā, piemēram, Austrumāfrikas ganību platībās ilgstoša sausuma apstākļos samazinās dzīvniekiem pieejamo dzeramā ūdens vietu skaits. Līdz ar to palielinās mājlopu koncentrācija atsevišķās vietās, un tie nonāk ciešākā saskarē ar savvaļas zālējādājiem.

Attiecībā uz augu kaitēkļiem līdzās temperatūras paaugstinājumam un nokrišņu daudzuma izmaiņām liela nozīme ir CO₂ koncentrācijai gaisā, jo šo gāzi augi uzņem kā barības vielu. Ne mazāka ietekme ir ekstrēmiem laikapstākļiem – vētrām un orkāniem, pašu kaitēkļu populāciju stāvoklim, to skaitā diapauzes jeb snaudošās stadijas ilgumam, paaudžu skaitam veģetācijas sezonā un citiem faktoriem.

Piemēram, kukurūzas kā lauksaimniecības kultūras izplatība mērenajā klimata zonā uz klimata pasiltināšanās fona izraisa arī sakņu kaitēkļa – vaboles *Diabrotica virgifera virgifera* savairošanos un izplatību. Vaboles kāpuri ieurbjas un nograuz kukurūzas saknes. Arī dažādas raibspārnmušu (dz. Tephritidae) sugas, kuru kāpuri ir ne tikai augu atlieku noārdītāji, bet bojā arī dažādus kultūraugus, klimatam



6.14. att. Auga slimības attīstība ir atkarīga no triju faktoru – patogēna, paša saimniekauga un vides faktoru, to skaitā temperatūras un mitruma mijiedarbības.

pasiltinoties, izplatīsies uz ziemeļiem, it īpaši, ja netiks ievēroti fitosanitārijas un starptautiskās tirdzniecības noteikumi.

Temperatūras paaugstināšanās, protams, ir uzskatāma par būtisku priekšnoteikumu kaitēkļu un slimību izplatībā, taču ļoti svarīga ir arī kaitīgā organisma un saimniekauga savstarpējā mijiedarbība uz vides faktoru fona. ASV pētnieki iesaka augu slimību apskatīt kā triju faktoru – patogēna, saimniekauga un vides faktoru mijiedarbības rezultātu (6.14. att.).

Pietiek izmainīties kaut vienam no minētajiem trim faktoriem, lai būtiski mainītos saslimstība. Vides faktori – temperatūra, mitrums un CO₂ ietekmē augu slimību attīstību dažādos veidos, tāpēc klimata izmaiņu ietekmi uz augu slimībām ir visai sarežģīti prognozēt. Pētījumi rāda, ka kultūraugu kviešu un auzu jutība pret mikroskopisko sēņu izraisītiem rūsu uzbrukumiem augstākās temperatūrās palielinās, bet dažām lopbarības zālaugu sugām, gluži otrādi, samazinās. Kopumā augu slimības izraisošām sēnēm optimālas ir mērenas temperatūras. Tādēļ tieši mērenā klimata zona, kurai raksturīgas relatīvi zemas vidējās gada temperatūras, klimatam pasiltinoties, kļūs piemērotāka patogēno mikroorganismu attīstībai. Piemēram, modeļi, kas prognozē kartupeļu un tomātu lakstu puvi, ko izraisa *Phytophthora infestans*, rāda, ka šīs sēnes attīstības temperatūras optimums ir no +7,2 līdz +26,8 °C. Ātrāka silta laika iestāšanās pavasarī varētu izraisīt

augu agrāku saslimšanu un straujāku epidēmiju izplatību.

Mitrumam ir daudzveidīga ietekme gan uz saimniekaugu, gan patogēnu. Dažu sugu patogēnie organismi, piemēram, ābeļu kraupis, kartupeļu lakstu puve un dažī sakņaugu patogēni, aktivizējas, palielinoties nokrišņu un mitruma daudzumam. Turpretī dažī citi patogēni, piemēram, miltrasas, straujāk izplatās un vairojas, pastāvot mazākam vides mitrumam. Daži klimata prognožu modeļi paredz biežākus ekstremālu nokrišņu periodus, kas varētu radīt labvēlīgākus apstākļus dažu augu patogēnu attīstībai. Savukārt, saimniekaugu sugas, kas parasti cieš no sausuma, šādos apstākļos veidos bagātīgāku lapojumu, kas veicinās mitruma saglabāšanos piezemes atmosfēras slānī un līdz ar to nodrošinās labvēlīgākus apstākļus mitrumu mīlošo patogēnu attīstībai. Ja vienlaikus paaugstināsies temperatūra un atmosfēras mitrums, uzvaras gājienā mērenajā klimata joslā dosies daudzas dienvīdu augu patogēnu sugas.

Arī CO₂ koncentrācijas palielināšanās atmosfērā var dažādos veidos ietekmēt gan patogēno organismu sugu, gan saimniekaugu attīstību. Eksperimenti ir parādījuši, ka, pastāvot augstākai CO₂ koncentrācijai, veidojas bagātīgāks un blīvāks augu lapojums, kas nodrošina mitrāku mikroklimatu un līdz ar to labākus apstākļus patogēno organismu attīstībai. Augstākas CO₂ koncentrācijas palēninās augu atlieku sadalīšanās ātrumu, tās ilgāk uzglabāsies augsnē un nodrošinās labākus patogēnu dīglu pārziemošanas apstākļus un ātrāku to parādīšanos pavasarī. Augstākas CO₂ koncentrācijas veicina arī patogēno sēņu sporu intensīvāku producēšanu. Taču nav izslēgti arī gadījumi, kad ogleņskābē gāze izraisa tādas fizioloģiskās izmaiņas saimniekaugā, kas palielina tā rezistenci pret patogēnu uzbrukumiem.

Klimata izmaiņas var radīt būtiskas problēmas mežsaimniecībā. Temperatūras paaugstināšanās mijiedarbībā ar tādiem vides faktoriem kā nokrišņu daudzums, vētras, plūdi, kā arī pašu koku jutības un konkurētspējas izmaiņas var kļūt par jaunu, postošu kokaugu slimību izplatības cēloni mērenajā un ziemeļu joslā. Daudzām patogēnajām sēnēm šīs izmaiņas

veidos īpaši labvēlīgu vidi sporu producēšanai un izplatībai kokaudzēs. Šādos apstākļos patogēni var izvēlēties kā izplatītājas jaunas kukaiņu sugas un pārceļot uz jauniem saimniekaugiem. Atsevišķu sugu koku novājināšanās un bojāeja radīs strukturālas izmaiņas augu sabiedrībās un kokaugu sugu daudzveidības izmaiņas.

Vairākas patogēnās sēnes, kuru izplatību ietekmē siltāks laiks, jau atrastas Viduseiropas un Ziemeļeiropas valstīs. Piemēram, *Mycosphaerella pini* izraisa skuju sarkansvīt-raino plankumainību priedēm un palēnina to augšanu. Tā izplatās ar vēju un pārsvarā inficē priedes, bet ir konstatēta arī uz duglāzījām, lapeglēm un eglēm. Nereti vainaga bojājumi izraisa koka bojāeju. Sēnes izplatību ietekmē triju faktoru – mitruma, temperatūras un gaismas intensitātes mijiedarbība. Priežu rezistence pret sēnes izraisīto slimību ir atkarīga no priežu sugas un vecuma. Agrāk tika uzskatīts, ka šī slimība ir izplatīta tikai dienvīdos un uz eksotiskām priežu sugām. Nesen tā konstatēta arī Latvijā.

Nepilnīgi pazīstamā sēne *Sphaeropsis sapinea* ir pazīstama kā izplatītākais skujkoku patogēns, kas rada nopietnus ekonomiskos zaudējumus eksotisko priežu sugu plantācijās Jaunzēlandē, Austrālijā un Dienvidāfrikā. Slimība ir sastopama arī Ziemeļamerikas centrālajā daļā un dienviddaļā ne tikai uz introducētām, bet arī uz vietējām skuju koku sugām. Nesen tā atrasta arī Igaunijā. Šīs sēnes izplatību veicina divu vides faktoru – sausuma un minerālvielu



6.15. att. Sakņu piepe *Heterobasidion annosum*.

deficīta mijiedarbības radītais stress un straujā koku augšana paaugstinātas temperatūras apstākļos.

Klimata pasiltināšanās radīs labākus apstākļus sakņu piepes *Heterobasidion annosum* s.l. (6.15. att.) attīstībai, jo to sporu produkcija palielinās temperatūrās virs +5 °C. Pagarināsies sporu veidošanās periods un līdz ar to koku inficēšanās iespējas, radot koksnes zaudējumus. Pēdējos gados aktivizējusies šīs piepes forma, kas spēj inficēt ne tikai skuju kokus, bet arī lapu kokus. Sagaidāms, ka intensificēsies arī vairākas agrāk par maznozīmīgiem patogēniem uzskatītas celmeņu *Armillaria* spp. sugas, kas varētu inficēt karstuma stresa novājinātus kokus. Gan melnalkšņus, gan baltalkšņus apdraud patogēns *Phytophthora alni*, kas šobrīd intensīvi izplatās visā Eiropā. Šī patogēna izplatību lielā mērā veicina plūdi un ūdens vidējās temperatūras paaugstināšanās vasarā.

Kā papildu faktors kokaugu patogēno sēņu attīstībai jāmin koku kaitēkļi, kas ar savu

darbību novājina kokus un paver ceļu infekcijai. Augstākas gaisa temperatūras labvēlīgi ietekmē daudzu kaitēkļu attīstību, to skaitā priežu koksnes nematožu un mizgraužu attīstību. Sagaidāma egles un priedes dendrofāgo kukaiņu populāciju masveida savairošanās, jo tās ir pamatā siltummiļošas, tolerantas pret karstumu. Ja notiks ievērojama temperatūras paaugstināšanās (vidēji par 5 °C), sāksies strauja invazīvo kokaugu kaitēkļu sugu ienākšana mērenās un ziemeļu joslas zemēs. Šādu sugu aklimatizācijai sekotu to masveida savairošanās dabisko ienaidnieku trūkuma dēļ. Īpaši ciestu ekonomiski nozīmīgi lapu koki, piemēram, ozoli, bērzi, apses, oši un alkšņi, jo tikai uz šiem kokiem dzīvojošas lapgraužu sugas īpaši strauji attīstās temperatūrās, kas pārsniedz +25 °C.

Ņemot vērā klimata izmaiņu prognozes, kopumā 21. gs. visvairāk slimību un kaitēkļu apdraudēti mērenajā joslā būs skuju koki, bet vēlākajā laika periodā, ja klimata pasiltināšanās turpināsies, arī lapu koki.

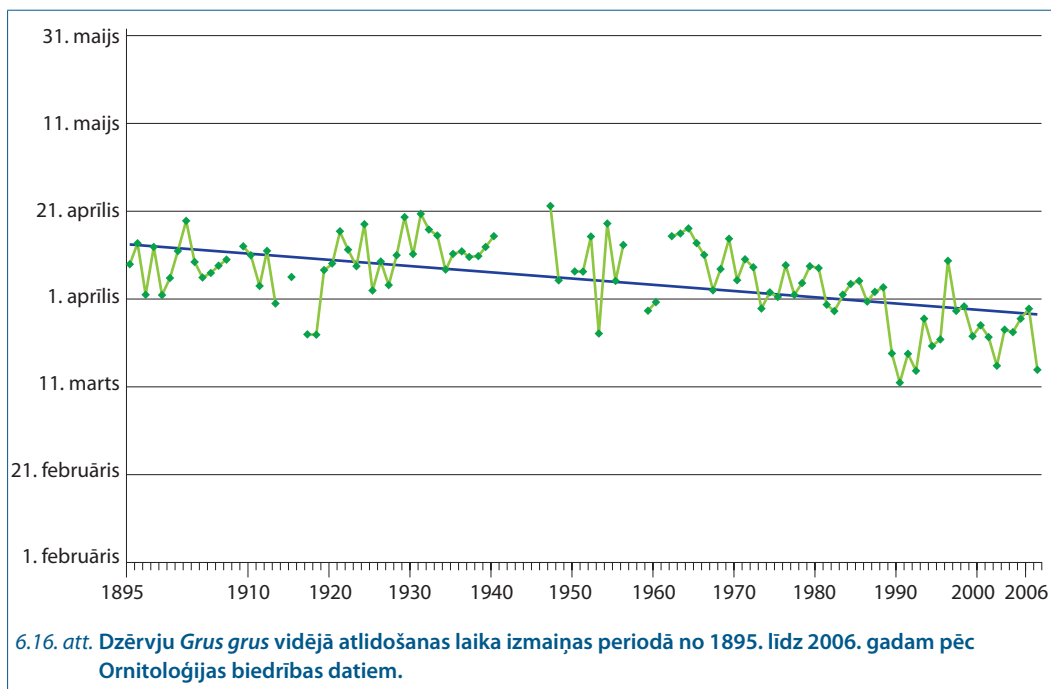
6.8. Klimata izmaiņu ietekme uz Latvijas ekosistēmām un to bioloģisko daudzveidību

6.8.1. Klimatisko un antropogēno faktoru mijiedarbības ietekme

Tāpat kā citur pasaulē, arī Latvijā sistemātisku ilgtermiņa pētījumu datu, kas nepārprotami liecinātu par klimata izmaiņu ietekmi uz ekosistēmām un to bioloģisko daudzveidību, ir ļoti maz.

Arī Latvijā par pārliecinošāko pierādījumu temperatūras paaugstināšanās ietekmei uz dzīvajiem organismiem tiek uzskatīti fenoloģiskie novērojumi, kas aptverti garum garās datu rindās par dzīvo organismu stāvokļa izmaiņām. Dažu fenoloģisko parādību dati ir uzkrāti pat kopš 19. gs. beigām, pateicoties entuziastu — dabas pētnieku novērojumiem. Analizējot 9 augu sugu (baltalkšņa *Alnus incana*, apses *Populus tremula*, sarkano jāņogu *Ribes rubrum*, kļavas *Acer platanoides*,

dziedniecības pienenes *Taraxacum officinale*, oša *Fraxinus excelsior*, pīlādža *Sorbus aucuparia*, ceriņu *Syringa vulgaris*) fenoloģisko fāžu iestāšanās datumus, konstatēts, ka pēdējo 30 gadu laikā tām ir tendence iestāties arvien agrāk. Laika periodā no 1971. līdz 2000. gadam pavasara un vasaras sākums, vērtējot pēc minēto augu fenofāzēm, iestājās caurmērā par 4 dienām agrāk. Taču dažādām sugām tas ievērojami atšķiras. Piemēram, baltalksnim ziedēšanas fāze minētā perioda beigās salīdzinājumā ar sākumu iestājās par 33 dienām agrāk. Turpretī lapu dzeltēšanas fāze rudenī ir nobīdīta ļoti nedaudz — tikai par 1–2 dienām. Līdz ar to pagarinājās arī veģetācijas sezona. Bērzam tā bija 157, bet kļavai 155 dienas. Caurmērā veģetācijas periods bērzam un kļavai sākās 1. maijā un beidzās attiecīgi 5. un 2. oktobrī. Bērzam un kļavai tas pagarinājās caurmērā par



14 dienām. Analizējot nokrišņu daudzuma ietekmi uz fenoloģiskajām parādībām, būtiska ietekme netika konstatēta.

Daudzām gājputnu sugām, kas atgriežas Latvijā līdz ar sniega nokušanu, kopš 20. gs. 70. un 80. gadiem ir tendence atlidot aizvien ātrāk (6.16. att.). Šī tendence ir kļuvusi īpaši izteikta kopš 20. gs. 70.–80. gadiem.

Ar klimata pasiltināšanos Latvijā tiek skaidrota baltā zaķa *Lepus timidus* skaita svārstības un aļņa *Alces alces* skaita samazināšanās. Pēdējos gadu desmitos, biežākām kļūstot ziemām ar niecīgu sniega segu, zaķa baltais kažoks vairs nekalpo kā maskēšanās krāsa un zaķis biežāk kļūst par upuri plēsējiem. Savukārt aļņa populācijas samazināšanos skaidro ar nobīdēm barības augu kvalitātē saskaņā ar šī dzīvnieka barošanās ciklu. Aļņa populācijas skaita samazināšanās novērojama visā ziemeļu puslodē, arī Ziemeļamerikā, kur tas tiek skaidrots ar dažu no dienvidu rajoniem ienākušu zālējūņu parazītu savairošanos.

2013. gadā Latvijā pirmoreiz tika nometīts zeltainais šakālis *Canis aureus* (6.17. att.),

kas pamatā apdzīvo Eiropas Vidusjūras reģiona austrumus, Tuvos Austrumus un Dienvidāziju. Konstatēts, ka Eiropā zeltainie šakāļi pēdējās desmitgadēs izplatās uz ziemeļiem. Tie ir sastopami Balkānos, Ungārijā, Rumānijā, Ukrainā, Austrijā, Slovākijā, Slovēnijā un Itālijā. Šo dzīvnieku populācijā Baltijas valstis ir tālākā vieta uz ziemeļiem, kur tie līdz šim sastapti un, domājams, liela nozīme šakāļa izplatības procesā ir klimata izmaiņām. Spriežot pēc barošanās īpatnībām, tas varētu kļūt par nopietnu



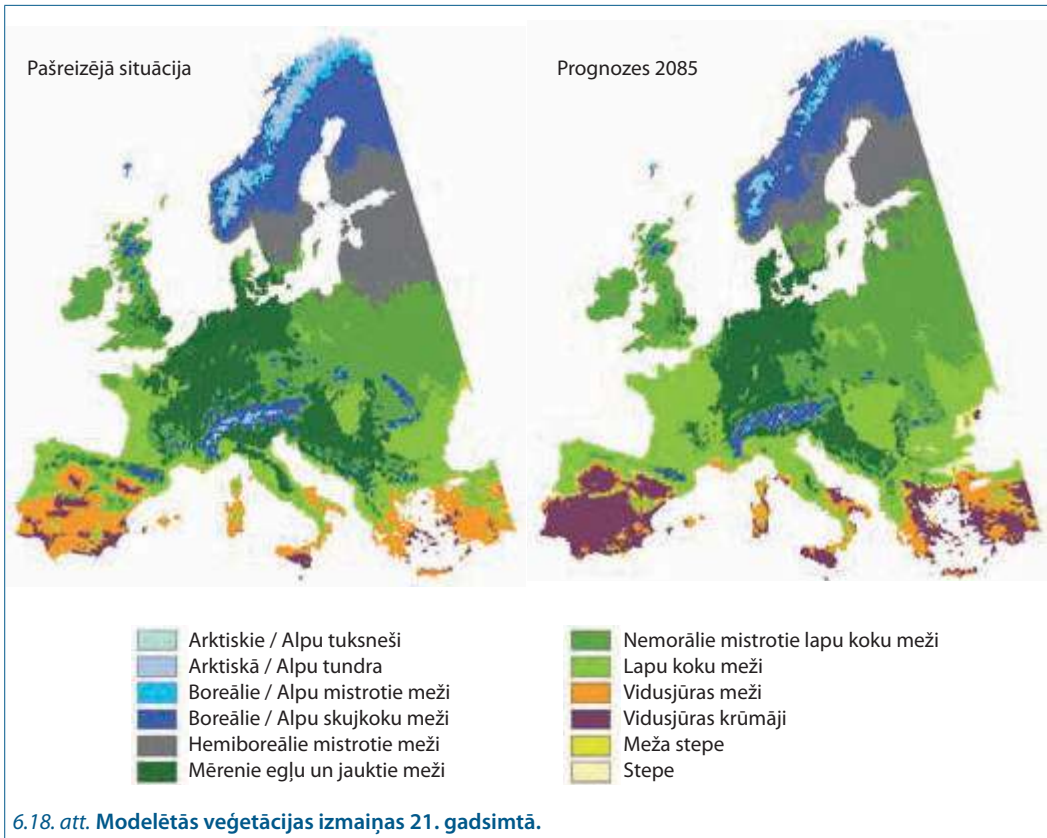
6.17. att. Zeltainais šakālis *Canis aureus*.

konkurentu gan rudajai lapsai, gan agrāk Latvijā introducētajam jenotsunim.

Attiecībā uz augiem ir visai grūti nosaukt sugu, kuras ieviešanās Latvijas florā būtu saistāma tikai un vienīgi ar klimata pasiltināšanos. Jāatzīmē, ka 2/3 mūsdienu Latvijas floras sugu gadsimtu gaitā ir tīši vai netīši ievazāti svešzemju augi. Pētniekiem nav pierādījumu, ka pagājušā gadsimtā Latvijā ienākušo svešzemju augu sugu, piemēram, Kanādas zeltslotiņas *Solidago canadensis*, puķu spriganes *Impatiens glandulifera*, parastās sērmūkšspirejas *Sorbaria sorbifolia*, Japānas un Sahalīnas dižsūrenes *Reynoutria japonica* un *R. Sachalinensis* masveida savairošanās varētu būt skaidrojama ar klimata pasiltināšanos, jo tās kā krāšņumaugi nākušas no teritorijām ar visai līdzīgu temperatūras režīmu. Atzīmēts tikai, ka sūreņu izplatību līdz šim ierobežojušas vēlās pavasara salnas. Vienīgā līdz šim zināmā augu suga, kuru

varētu uzskatīt par klimata pasiltināšanās indikatoru, ir pusparazītiskā suga baltais āmulis *Viscum album*, kurš parazitē lapu koku lapotnēs un kuram caur Latviju iet izplatības ziemeļu robeža. Šī suga 19. gs. bija konstatēta tikai Kurzemes un Latgales dienvidu rajonos. Sākot ar pagājušā gs. 90. gadiem, tās atrašanās vietu skaits Latvijā ir strauji pieaudzis.

Tomēr prognozes liecina, ka, paaugstinoties temperatūrai, daudzu Eiropas augu sugu potenciālais areāls varētu pārvietoties vairākus simtus kilometru uz ziemeļiem un ziemeļaustrumiem. Šāda tendence sagaidāma arī attiecībā uz koku sugām. Rezultātā Baltijas jūras reģiona mežos iespējama platlapu koku dižskābarža *Fagus sylvatica*, klinšu ozola *Quercus petraea* izplatīšanās un parastās liepas *Tilia cordata* un parastās kļavas *Acer platanoides* īpatsvara palielināšanās. Protams, tas ietekmēs arī citu, ar šīm koku sugām saistītu augu



6.18. att. Modelētās veģetācijas izmaiņas 21. gadsimtā.

un dzīvnieku sugu izplatības areālus. Skuju koki, kam Latvijā var prognozēt piemērotu klimatisko apstākļu iestāšanos 21. gs., ir lapegles *Larix* spp. To augšanai nepieciešama pakāpeniska temperatūru samazināšanās rudenī un ziemas sākumā, lai koks iegūtu salcietību. Līdz ar to nākamajā gadsimtā Latvijas teritorijā līdzšinējo hemiboreālo mistroto mežu vietā varētu dominēt nemorālie mistrotie lapu koku meži (6.18. att.) ar iepriekš minētājām koku sugām.

Vienīgie sistemātiskie ilgtermiņa dati, kas reģistrē atsevišķu putnu sugu izplatības areālu izmaiņas un to populāciju skaita izmaiņas, apkopotu un iegūti LU Bioloģijas institūtā Latvijas Nacionālā ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu tīkla pētījumu programmas ietvaros. Latvija ir Starptautiskā ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu tīkla (*International Long-Term Ecological Research network, ILTER*) dalībvalsts. Veikt pētījumus par globālā klimata izmaiņu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību ir viens no *ILTER* tīkla uzdevumiem. Zināmu ieskatu par putnu sugu sastāva izmaiņām kopš pagājušā gadsimta beigām Latvijā sniedz arī divu ligzdojošo putnu atlantu salīdzinājums, no kuriem pirmais tapis 1980.–1984. gadā, bet otrs 2000.–2004. gadā kopā ar Latvijas ornitologu biedrību.



6.19. att. Jūras kraukļi jeb kormorāni
Phalacrocorax carbo.

Bioloģijas institūta Ornitoloģijas laboratorijā uzkrāti dati par putnu faunas un populāciju skaita izmaiņām kopš 20. gs. 50. gadiem vienā no Latvijas LTER pētījumu vietām Engures ekoreģionā – Engures ezerā un tā sateces baseinā. Šajā laika periodā konstatēta vairāku dienvidu sugu ienākšana reģionā, kā arī vairāku ziemeļu sugu aiziešana no tā.

Engures ekoreģionā pastāvīgi sākusi ligzdot meža zoss *Anser anser*, pelēkā pīle *Anas strepera*, gredzenūbele *Streptopelia decaocto*, vidējais dzenis *Dendrocopus medius*, bārdzīlīte *Panurus biarmicus*, Seivi ķauķis *Locustella luscinioides*. Neregulāri sācis ligzdot baltacis *Aythya nyroca* un lielgalvis *Netta rufina*. Vienlaikus atzīmēts, ka reģionā vairs neligzdo garknābja gaura *Mergus serrator*, lauku lija *Circus cyaneus*, parastais šņibītis *Calidris alpina*, gugatnis *Philomachus pugnax*, un purva tilbīte *Tringa glareola*, no pastāvīgi par epizodiski ligzdojošu sugu kļuvis garkaklis *Anas acuta*.

Pēc ligzdojošo putnu atlantu salīdzināšanas redzams, ka no regulārajām ligzdotājām izzudušas arī tādas putnu sugas kā brūnkakla gārgale *Gavia stellata*, baltirbe *Lagopus lagopus* un vistilbe *Lymnocyptes minimus*. Pēc ornitologu domām šo sugu izplatības areālu dienvidu robežas pārbīdīšanās uz ziemeļiem vai ziemeļaustrumiem 20. gs. gaitā galvenais iemesls varētu būt klimata pārmaiņas. Toties Latvijā sākušas ligzdot četras jaunas putnu sugas, kas ienākušas no dienvidiem – bišu dzenis *Merops apiaster*, baltkakla mušķērājs *Ficedula albicollis*, baltais gārnis *Ardea alba* un tumšā čakstīte *Saxicola rubicola*. Latvijā pamanīts arī tuksneša ķauķis *Sylvia nana* un tuksneša čakstīte *Oenanthe deserti*.

Pēdējos gados ļoti strauji palielinājusies jūras kraukļa jeb kormorāna *Phalacrocorax carbo* (6.19. att.) populācija Latvijā. Nav īsti skaidrs, vai šīs sugas ekspansija Eiropā varētu būt saistīta ar klimata pasiltināšanos. Taču šo putnu ekoloģija, ligzdošana lielās kolonijās un lielā zivju daudzuma patērēšana radījusi nopietnas problēmas dīķsaimniecībā un ezeru apkārtnē, kā arī uz salām esošajās mežaudzēs, kur putni apmetušies. Kolonija īsā laikā spēj pilnībā degradēt kokaudzi, piesātinot augsni ar saviem ekskrementiem.

Klimata pārmaiņas varētu jūtami ietekmēt arī putnu migrāciju. Dažas putnu sugas, kuru sezonālās migrācijas notiek nelielos attālumos, piemēram, baltā cielava *Motacilla alba*, dažkārt novērota pārziemojam Latvijā. Tāpat no sezonālajām migrācijām varētu atteikties daži vārnveidīgie putni, svilpis *Pyrrhula pyrrhula* un zīdaste *Bombycilla garrulus*. Turpretī sugas ar ligzdošanas areālu ziemeļos, piemēram, žubīšu dzimtas sugas, varētu Latvijas teritorijā pat izzust. Putni, kuru migrācija ir starpkontinentāla, jādodomā, savas ziemošanas vietas saglabās, tomēr šo sugu izdzīvošanu varētu apdraudēt klimata pasiltināšanās dēļ notikušās izmaiņas to migrācijas ceļos. Daudzu Latvijā ligzdojošo putnu sugu migrācijas ceļi ved pāri Sahāras tuksnesim. Šajā pārlidojumā putniem jāveic aptuveni 2000 km bez atpūtas. Ja klimata pasiltināšanās turpināsies, notiks pārtuksnešošanās process Sahāras tuksneša perifērijā. Tādēļ, tuksnesim izplešoties, putniem pārlidojamais attālums var ievērojami palielināties un kļūt tiem nepārvarams.

Tomēr maldīgi būtu domāt, ka izmaiņas ligzdojošo sugu sastāvā ir atkarīgas tikai un vienīgi no temperatūras. Ilgtermiņa pētījumi par dažu citu putnu sugu populāciju skaita izmaiņām un to noteicošajiem faktoriem Engures ekoreģionā parādīja, ka šīs izmaiņas ir radušās sarežģītas antropogēnā faktora un klimatisko faktoru mijiedarbības rezultātā. Analizētas lauča *Fulica atra*, vairāku bridējputnu, pīļu, dūkuru un kajiveidīgo sugu populāciju, kā arī jūras kraukļa *Phalacrocorax carbo* populāciju ilgtermiņa izmaiņas laikā no 1948. līdz 2012. gadam. Kopš 19. gs. sākuma, kad zemes platību palielināšanas nolūkā 1842. gadā tika izrakts Mērsraga kanāls un pazemināts ezera ūdens līmenis, izveidojās plašas lopu ganišanai un siena ieguvei piemērotas piekrastes pļavu teritorijas. Pļavu izveidošanās un vēlākā kļūdainā to izmantošanas aizlieguma dēļ, 1975. gadā izveidojot dabas liegumu, neapšaubāmi tika veicināta tārņveidīgo putnu, to skaitā ķīvītes *Vanellus vanellus*, pļavu tilbītes *Tringa totanus*, melnās puskuitalas *Limosa limosa* ligzdošana un attiecīgs šo putnu populāciju pieaugums. Sienu ieguvei tika izmantotas pat zemo purvu sliksņas, kuru augāju izplāva ar izkaptīm un sienu žāvēja

un glabāja uz speciāli šim nolūkam ierīkotām virs ūdens līmeņa paceltām kaudžu vietām. Ziemā šis siens pa ledu tika nogādāts lopu novietnēs. Taču, ziemām kļūstot siltākām, siena kaudzes nebija iespējams transportēt un tās palika ezerā, veidojot saliņu tīklu, kas izrādījās ļoti piemērots pīļu, arī priekšķes *Anas querquedula* ligzdošanai un veicināja to populācijas pieaugumu. Tādējādi pīļu populāciju palielināšanās ir cilvēka saimnieciskās darbības un klimatisko faktoru mijiedarbības rezultāts. 50. gadu beigās pēc lieguma režīma ieviešanas un it īpaši 90. gadu sākumā, kad ekonomisko izmaiņu dēļ pļavas un ganības masveidā tika pamestas un aizauga ar krūmiem, pļavās ligzdojošo putnu dzīves apstākļi krasi pasliktinājās. Līdz ar to samazinājās arī to populācijas.

Būtisku ietekmi uz ūdensputnu ligzdošanas sekmēm atstāj ezera ūdens līmeņa svārstības, kas lielā mērā atkarīgas no nokrišņu daudzuma un gaisa temperatūras vasarā. Augsts ūdens līmenis un ezera vēlā aizsalšana uz klimata pasiltināšanās fona samazina ūdensputniem piemērotu virsūdens augāja sliksņu platību. Pētījumi rāda, ka kajiveidīgo un pīļu ligzdošanai piemērotākā ir nelielu niedru un citu purva augu sliksņu mozaika, nevis lieli niedru masīvi. Ja ūdens līmenis ir augsts, mazās sliksņas saliņas tiek atrautas no ezera dibena un spēcīgo rudens vētru laikā izpūstas krastā. Savukārt augu barības vielu ieneses pastiprināšanās ar ezerā ieplūstošajām upēm no sateces baseina intensīvās lauksaimniecības teritorijām veicina ezera aizaugšanu. Visu šo procesu gaitā notiek ūdensputnu ligzdošanai labvēlīgo sliksņu mozaikveida struktūras homogenizācija. To īpaši veicina veģetācijas perioda pagarināšanās. Savukārt, sliksņu saplūšana un milzīgu masīvu veidošanās ar niedru audzēm un krūmājiem nodrošina labus apstākļus divu invazīvo plēsēju — Usūrijas jenotsuņa *Nyctereutes procyonoides* un Amerikas ūdeles *Mustela vison* dzīvei, kuri šeit nereti veido midzeņus un bez grūtībām piekļūst masīvu perifērijā ligzdojošiem ūdensputniem un masveidā tos iznīcina. Tādējādi ūdensputnu populāciju stāvokli Engures ezerā kopumā ietekmē sarežģīta klimatisko un antropogēno faktoru mijiedarbība.

Kukaiņi un ērces ir tās organismu grupas, ko klimata izmaiņas potenciāli var ietekmēt visvairāk, ņemot vērā to straujo vairošanos, īsos attīstības periodus un lielo jutību pret temperatūras un mitruma izmaiņām.

Siltākās ziemās labāk pārziemo parazitiskās asinssūcējas ērces, kas pārnēsā nopietnu slimību — encefalīta un boreliozes jeb laimas slimības izraisītājus. Klimatam kļūstot siltākam, ērces kļūst aktīvas jau martā un saglabā augstu aktivitāti līdz pat vēlam rudenim, tā palielinot cilvēku inficēšanās varbūtību.

Sugu daudzveidības ziņā kukaiņi neapšaubāmi ir dominējošā organismu grupa. Lielā sugu daudzveidība un indivīdu skaits, kā arī daudzveidīgā sugu ekoloģija nosaka kukaiņu kā ekosistēmu komponenta milzīgo nozīmi. Bažas par klimata izmaiņu ietekmi uz cilvēkam labi pamanāmām sugām, tādām kā putni un zīdītāji, pārsvarā ir saistītas ar šo sugu aizsardzību. Taču attiecībā uz kukaiņiem, kuru izmēri lielākoties sasniedz tikai dažus milimetrus un kuru ekoloģiskā nozīne to lielā skaita un straujās vairošanās dēļ nereti ir daudz lielāka, bažas rada pašu ekosistēmu funkcionēšanas izmaiņas un to sniegto pakalpojumu samazināšanās. Tādēļ kukaiņi tika iekļauti kā viens no ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu objektiem Latvijas ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu programmā. Šīs programmas ietvaros Engures eko-reģionā pētītas zāles stāvu apdzīvojošo kukaiņu sugu daudzveidības izmaiņas 12 dažādos biotopos, sākot ar sausu priežu silu un mēreni mitriem mežiem un pļāvām un beidzot ar mitrām pļāvām un zemo purvu. Laika posmā no 1995. līdz 2012. gadam ar entomoloģisko tīkliņu veikti regulāri kukaiņu vākumi šajos biotopos. Viena no dominējošām kukaiņu grupām bija mušveidīgie divspārņi, kuru skaits ievāktajā materiālā nereti sasniedza 70–80%. Kopumā līdz šim konstatētas 411 sugas, kuru lielākais vairums pēc ķermeņa izmēriem nepārsniedz pāris milimetru, respektīvi, parastam novērotājam nav pat pamanāmas. Visā pētījumu perioda laikā tika konstatēts pakāpenisks sugu skaita pieaugums no 70–100 sugām dažādos biotopos perioda sākumā līdz 120–160 sugām perioda beigās. Sugu skaita palielināšanās

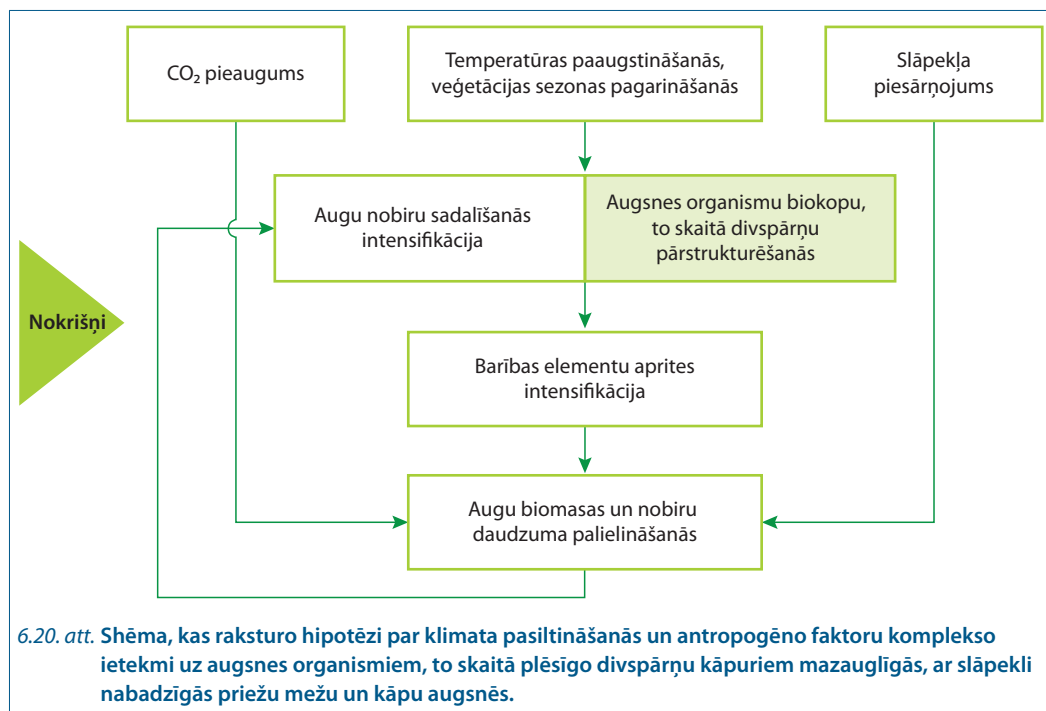
sakrita ar pozitīvo temperatūru summu pieaugumu reģionā, tādēļ pirmais izskaidrojums bija, ka tās notikušas klimata pasiltināšanās ietekmē. Tā kā sugu skaits pētītajos biotopos bija palielinājies uz "iekšējo resursu rēķina", respektīvi, netika konstatēta nevienas dienviņu sugas ienākšana, radās jautājums, vai šajā procesā ir vainojama tikai un vienīgi temperatūras paaugstināšanās. Analizējot sugu skaita izmaiņas pa atsevišķiem biotopiem, tika konstatēts, ka statistiski ticams sugu skaita pieaugums pētījumu periodā novērojams tikai sausajos un mēreni mitrajos biotopos, bet slapjajos biotopos tas uzrāda vienīgi nenoteiktas svārstības pa gadiem. Izteiktākie sugu skaita palielināšanās trendi bija novērojami zoofāgu jeb plēsīgo sugu grupā, nevis saprofāgu jeb atmirušo organisko atlieku noārdītāju un fitofāgu jeb augēdāju sugu grupās. Tā kā plēsēju skaita palielināšanās parasti notiek uz upuru skaita palielināšanās fona, bija pamats domāt, ka palielinājies augsnes saprofāgu populācijas skaits. Gandrīz visām no pētījumos konstatētajām plēsīgo divspārņu sugām kāpuri attīstās augsnē un trūdošos substrātos, kur tie arī uzmeklē savus upurus — citu divspārņu kāpurus un dažādus sīkus augsnes bezmugurkaulniekus (tārpus un posmkājus). Taču ar ko varētu būt saistīta šo bezmugurkaulnieku savairošanās tieši sausos un mēreni mitros biotopos, kur to attīstībai nebūt nav optimāli apstākļi? Cēlonis varētu būt vai nu ilggadīgās izmaiņas augājā (ekoloģiskās sukcesijas) vai arī augšņu eitrofikācija — piesārņojums ar slāpekļa savienojumiem. Tā kā attiecīgajos biotopos izteikta augāja sukcesija netika novērota, kā vienīgais izskaidrojums atlika slāpekļa piesārņojuma ietekme. Kā papildu apstiprinājums pēdējam pieņēmumam bija līdzīgas sugu skaita izmaiņas divos pļavu parauglaukumos, kuros zālāju biotopu apsaimniekošanas programmas ietvaros bija ieviesti lielle zālēdāji — savvaļas govīs. Šo biotopu teritorijā bija daudz zālēdāju eksperimentu — ar slāpekļa savienojumiem bagāta vide, kas ir ļoti piemērota divspārņu kāpuru un citu augsnes bezmugurkaulnieku attīstībai. Arī šajos parauglaukumos tika novērota līdzīga zoofāgo divspārņu sugu skaita palielināšanās.

Sausajos, ar augu barības vielām nabadzīgajos biotopos dabiski augsnē ir vērojams slāpekļa trūkums. Barības vielu pienesumu šeit var nodrošināt atmosfēras nokrišņi, kas slāpekli satur piesārņojuma veidā. Un izrādās, tas pēdējos gadu desmitos patiešām bija ievērojams – pētījumi liecina, ka Baltijas kāpu ekosistēmas, kurām pieder arī Engures ekoreģiona sausie un mēreni mitrie parauglaukumi, laika posmā pēc 2000. gada ar atmosfēras nokrišņiem ir saņēmušas 3–8 kg/ha slāpekļa gadā. Tas ir ievērojams daudzums, lai izraisītu būtiskas izmaiņas dabiski ar slāpekli nabadzīgajās kāpu augsnēs. Tā kā zoofāgo divspārņu sugu skaita palielināšanās būtiski korelē arī ar pozitīvo temperatūru summām, var izvirzīt hipotēzi par vesela vides faktoru kompleksa ietekmi uz minētajām izmaiņām, kur viens no galvenajiem faktoriem tomēr ir klimata pasiltināšanās (6.20. att.).

Četri vides faktori ir tieši vai netieši iesaistīti šajās izmaiņās: temperatūra, nokrišņi, CO₂ satura palielināšanās atmosfērā un slāpekļa piesārņojums. Divi pēdējie faktori uz klimata pasiltināšanās un veģetācijas perioda

pagarināšanās fona veicina augu biomasas un nobiru daudzuma palielināšanos. Temperatūras paaugstināšanās paātrina nobiru noārdīšanos, aktivizējot augsnes mikroorganismus un augsnes faunu. Šādos apstākļos svarīgs ir mērens augsnes mitruma režīms, ko nodrošina pietiekams nokrišņu daudzums. Tādējādi zoofāgo mušu sugu skaita palielināšanās varētu būt uzskatāma par lielisku minēto ekoloģisko procesu indikatoru, kas parāda, ka sugu daudzveidības izmaiņās svarīga ir ne vien temperatūra (klimata pasiltināšanās), bet arī citi vides faktori, to skaitā vides piesārņojums, un sugu daudzveidības izmaiņas ir sarežģīts šo faktoru mijiedarbības galarezultāts.

Latvijas ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu programmas ietvaros pētītas arī augsnes faunas sugu daudzveidības izmaiņas priežu mežos uz klimata pasiltināšanās fona. Augsnes faunas sugu daudzveidības ziņā pārspēj visas mērenās joslas virszemes un ūdens ekosistēmas. Sugu skaita ziņā ar to var mēroties vienīgi tropu lietuseži un koraļļu rifi. Augsnē mājo simtiem dažādu sugu bezmugurkaulnieku, kuru



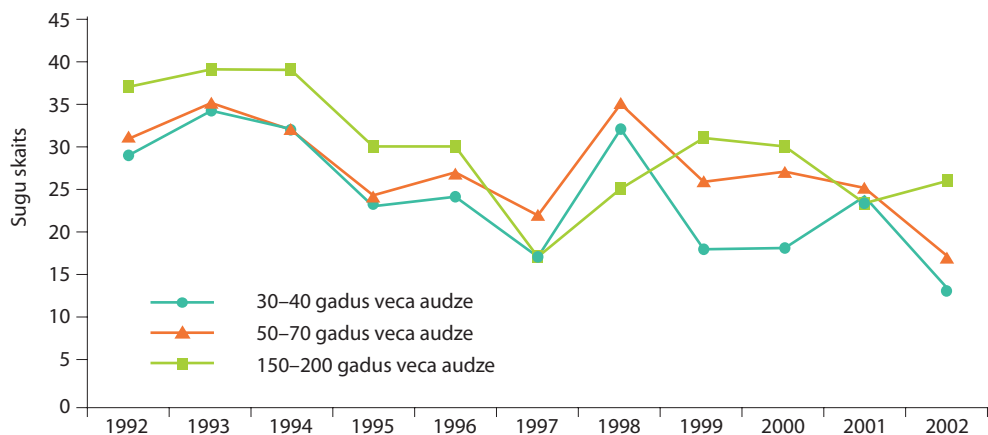
izmēri nepārsniedz 1–2 mm. Toties šo dzīvnieku skaits augsnē ir no dažiem tūkstošiem līdz miljonam uz vienu kvadrātmetru. Šiem organismiem ir milzīga nozīme augsnes veidošanā, augu un dzīvnieku organisko atlieku un ekskrementu noārdīšanā, augu barības vielu atbrīvošanā un to recirkulācijā ekosistēmā.

Pētījumu rezultātā konstatētas būtiskas dažu augsnes bezmugurkaulnieku sugu skaita izmaiņas laika periodā kopš 1992. gada, kad pētījumi tika uzsākti. Viena no šādām augsnes organismu grupām ir kolembolas jeb lēcastes, kas savu nosaukumu ieguvušas no īpatnējā veidojuma – lēcdakšas vēdera galā, ar kuras palīdzību lēcaste var veikt tālus lēcienus, izvairoties no plēsēju uzbrukumiem (sk. 6.21. att).

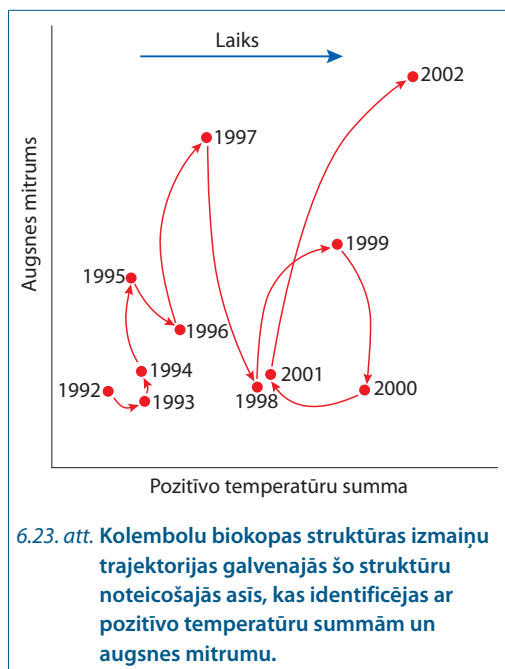


6.21. att. Kolembola jeb lēcaste.

Priežu mežu augsnē, sūnās un nobirās šie sīkie 0,5–4 mm garie kukaiņi ir viena no dominējošām augsnes faunas grupām, sasniedz augstu apdzīvotības blīvumu – vairāki simti tūkstoši uz kvadrātmetru, ievērojama sugu skaitu – vidēji 25–30 sugas. Lēcastes pamatā barojas ar augu atliekām un mikroskopiskām sēnēm. Barošanās procesā lēcastes producē lielu daudzumu sīku, mikronos mērāmu ekskrementu daļiņu, kuras ir ķīmiski noturīgas un, tāpat kā slieku ekskrementi ir biohumuss, kas uztur meža augsnes mikrostruktūru un auglību. Saskaņā ar pētnieku aprēķiniem, kolembolu populācija, kuras blīvums sasniedz 10 000 ind./m², gada laikā producē 183 g ekskrementu, kas atbilst 0,2 mm biežam humusa slānim. Laika periodā no 1992. līdz 2002. gadam lēcastu sugu skaits priežu meža augsnē pakāpeniski samazinājās (sk. 6.22. att.). Tā kā šīs izmaiņas bija novērojamas dažāda vecuma mežaudzēs, tās nevar izskaidrot ar ekoloģisko sukcesiju, toties sugu skaita izmaiņas negatīvi korelēja ar pozitīvo temperatūru summām. Analizējot sugu struktūras izmaiņas pētījumu periodā, tika konstatēts, ka tās pamatā nosaka divi faktori – pozitīvo temperatūru summas un augsnes mitrums, kas savukārt ir atkarīgs no nokrišņu daudzuma. Temperatūras izmaiņas nosaka kolembolu sugu struktūras izmaiņu trajektoriju laikā, bet nokrišņu



6.22. att. Kolembolu sugu skaita izmaiņas dažāda vecuma priežu meža augsnēs 1992.–2002. gadā Latvijas LTER parauglaukumos pie Mazsalacas.



izmaiņas pa gadiem veido šajā trajektorijā savdabīgas cilpas (sk. 6.23. att.). Tādējādi arī šajā gadījumā sugu daudzveidības izmaiņas ir uzskatāmas par vairāku faktoru mijiedarbības rezultātu.

Sugu skaita samazināšanās ekosistēmā jebkurā gadījumā uzskatāma par negatīvu procesu, kas samazina ekosistēmas stabilitāti un pretošanās spējas dažādām ārējām nelabvēlīgām ietekmēm. Konkrētajā gadījumā, ņemot vērā kolembolu ekoloģiju, tās var uzskatīt par indikatīvu signālu traucējumiem meža augsnes veidošanās procesā.

6.8.2. Izmaiņas jūras ekosistēmā

Baltijas jūras ekosistēmu ietekmē pieci galvenie faktori to mijiedarbībā – ūdens temperatūra, sāļums, ūdens pH, skābekļa saturs un cilvēka darbības rezultātā radītā eutrofikācija – piesārņojums ar augu barības vielām. Klimata izmaiņas skar visu šo faktoru kompleksu. Baltijas jūra ir gandrīz pilnībā noslēgta; ūdens apmaiņa ar pasaules okeānu notiek caur

šaurumiem Ēresundu, Lielo un Mazo Beltu. Jūrai ir raksturīga izteikta ūdens slāņu stratifikācija. Virsējā siltākā slāņa ūdeņi pa minētajiem šaurumiem plūst ārā no Baltijas jūras, bet tajā ieplūst sālīgie, aukstie, ar skābekli bagātie ūdeņi no Ziemeļjūras. Šie ūdens slāņi praktiski nesajaucas un saglabā atšķirīgu temperatūru un sāļumu. Svaigo, ar skābekli bagātu ūdeņu ieplūšana caur šaurumiem no Ziemeļjūras tomēr notiek reti un neregulāri. Pēdējo reizi šāds notikums novērots 1993. gadā. Toties Baltijas jūrā pastāvīgi ieplūst liels daudzums saldūdeņu no Baltijas jūras baseina upēm, kas nes sev līdzi gan duļķes gan augu barības vielas. Tāpēc veidojas izteikts sāļuma izmaiņu gradients no gandrīz saldūdens apstākļiem lielo upju grīvu tuvumā līdz dziļākā slāņa sāļajiem ūdeņiem 70–100 m dziļumā jūras centrālajā daļā. Šis slānis ir gandrīz nekustīgs, tas nesatur skābekli, tādēļ tur nav dzīvo organismu, kam skābeklis ir nepieciešams elpošanai. Tā kā Rīgas līča dziļums nepārsniedz 60 m, atšķirībā no daudzām citām Baltijas jūras daļām, tā ūdeņi tiek regulāri samaisīti visā ūdens dziļumā. Rīgas līcī ir novērojams sāļuma samazinājums. Pēdējo trīsdesmit gadu laikā ūdens sāļums samazinājies vidēji par vienu promili. Turpmākajos gados Baltijas jūras reģionā tiek prognozēts nokrišņu daudzuma pieaugums, tāpēc attiecīgi palielināsies arī upju noteces apjoms. Ziemeļjūras ūdeņu ieplūšanas gadījumi kļūs vēl retāki, samazināsies ūdens virsējā slāņa temperatūra, sāļums samazināsies par 7–49%, bet dziļākajos slāņos saglabāsies stagnantie apstākļi. Tas būtiski ietekmēs Baltijas jūrā dzīvojošo sugu struktūru, ekoloģiskās barības ķēdes un organismu dzīves ciklus.

Sarežģītas mijiedarbības starp atmosfēru, sateces baseinu un jūru rada grūtības atšķirt antropogēnā faktora radītās izmaiņas, to skaitā jūras eutrofikāciju, no izmaiņām, ko radījušas pārmaiņas klimatā. Klimata ietekme uz jūras ekosistēmu var būt tieša un netieša. Tiešā ietekme izpaužas kā ūdens slāņu temperatūras, ķīmiskā sastāva, sāļuma un citu īpašību ietekme uz dzīvo organismu vielmaiņu, augšanu un attīstību, izdzīvotību un vairošanās spējām. Netiešā ietekme izpaužas caur biokopu struktūras

izmaiņām, kad vienas sugas indivīdu skaita izmaiņas, kas notikušas, mainoties ūdens temperatūrai, ietekmē kādu citu sugu, kura ir trofiski saistīta ar pirmo.

Organisko vielu ienese ar upju ūdeņiem un sājuma samazināšanās rada specifiskas izmaiņas mikroskopisko ūdens aļģu – fitoplanktona sugu struktūrā. Palielinoties ūdens duļķainībai, pasliktinās apgaismojums, un aļģēm ir traucēta fotosintēze. Šādos apstākļos fitoplanktonā virsroku gūst ciānbaktērijas, kas savairojoties izraisa ūdens “ziedēšanu” un atbrīvo citiem dzīvajiem organismiem toksiskus savienojumus. Sājuma samazināšanās un fitoplanktona struktūras izmaiņas negatīvi ietekmē zooplanktonu – sīkus vēžveidīgos, kas barības ķēdē ir viens no galvenajiem fitoplanktona biomasas patērētājiem. Baltijas jūrā sastopamo ekonomiski nozīmīgāko zivju sugu, to skaitā mencu, brētliņu un reņģu, reakcija uz šīm izmaiņām ir atšķirīga. Organisko vielu un augu barības vielu, arī fosfora ienese ar saldūdeņiem, intensificē bakterioplanktona attīstību, kas piedalās šo organisko vielu noārdīšanā. Taču šajā procesā tiek patērēts daudz skābekļa un tā koncentrācija ūdenī samazinās. Mencām, kuru ikru attīstībai nepieciešams sājaks ūdens ar augstu skābekļa saturu, veidojas attīstībai nepiemēroti apstākļi. Tādēļ to skaits samazinās. Ja šādos apstākļos tiek palielināta mencu nozveja, to populācija samazinās līdz kritiskam līmenim. Brētliņu ikru attīstībai, gluži otrādi, siltums ir labvēlīgs. Cita citai sekojošās siltās ziemas un mencu skaita samazināšanās, kurām brētliņas ir viens no barības objektiem, izraisīja vairākkārtēju brētliņu populācijas skaita pieaugumu.

Reņģu sekmīgam nārstam svarīgas ir brūnāļģu – fīkusu audzes, kas daudzviet Rīgas līča piekrastes ūdeņos veido plašas zemūdens pļavas. Prognozēts, ka reņģu populācija, paaugstinoties ūdens temperatūrai maijā, kad notiek šo zivju nārsts, palielināsies. Gan brētliņu gan reņģu galvenā barība ir zooplanktona vēžveidīgie, kuru skaita samazināšanās uzskatāma par negatīvu faktoru šo zivju populāciju attīstībā. Taču, kā rāda pētījumi, mencu skaita

samazināšanās šajā gadījumā darbojas kā kompensējošs faktors brētliņu un reņģu populācijas skaitliskajās izmaiņās.

Baltijas jūru neapšaubāmi skars arī Pasaulē okeānā novērojamā ūdens paskābināšanās problēma. Pēc viena no modeļu scenārijiem līdz 2100. gadam šis process Baltijas jūrā palielinās ūdens skābumu par 0,2–0,4 pH vienībām. Analizējot šo izmaiņu potenciālo ietekmi uz jūras ekosistēmu, jāņem vērā Baltijas jūras kā daļēji noslēgtas un saldūdeņu ienēšu ietekmētas ūdenstilpes īpatnības. Piemēram, Kategata centrālajā daļā laika periodā no 1992. līdz 2007. gadam reģistrētās pH svārstības bija 8,06–8,42, savukārt Baltijas jūras centrālajā daļā 8,02–8,70, kamēr saldūdeņu ietekmētajā Botnijas līcī pH svārstījās 7,40–8,37 robežās. Ūdens skābuma izmaiņām Baltijas jūrā raksturīgas arī sezonālas izmaiņas pat par 0,7 pH vienībām un diennakts fluktuācijas $\pm 0,15$ pH vienību robežās. Kaut arī līdz šim trūkst tiešu pētījumu par Baltijas jūrā mītošo organismu reakciju uz pH izmaiņām, pieejamie dati ļauj secināt, ka vairumam no jūras ekoloģisko barības ķēdi veidojošām fitoplanktona, zooplanktona, makrozoobentosa, kā arī zivju sugu – mencu un brētliņu – tolerances diapazoni attiecībā uz ūdens pH izmaiņām ir samērā plaši. Vienlaikus tomēr būtu jāņem vērā iespējamā pH izmaiņu mijiedarbība ar citiem vides faktoriem, kas praktiski līdz šim nav pētīta.

Dažādas ar jūru saistītas dzīvnieku sugas klimata izmaiņas ietekmē atšķirīgi. Piemēram, pogaio roņu populāciju negatīvi ietekmē ledus trūkums ziemā, jo roņu mātītes mazuļus dzemdē uz ledus. Klimatam pasiltinoties, ūdens temperatūra salīdzinājumā ar 20. gs. sākumu jūrā cēlusies par 0,5 °C. 1942. gadā viss Rīgas līcis un lielākā daļa Baltijas jūras bijusi klāta ar ledu. Pēdējos gadu desmitos ledus sega nav izveidojusies, tikai dažās ziemās ledus pārklāja Rīgas līci.

Klimata izmaiņu radītās problēmas ir arī ūdens līmeņa paaugstināšanās Baltijas jūrā. Tas katru gadu pieaug vidēji par diviem milimetriem.

6.8.3. Saldūdens ekosistēmu izmaiņas

Dati par ilgtermiņa izmaiņām Latvijas upēs un ezeros līdz šim nav nepārprotami liecinājuši par klimata pasiltināšanās ietekmi. Lielā mērā to varētu skaidrot ar cilvēka saimniecisko darbību, kas veicina piesārņojumu, slāpekļa un fosfora ienesi no sateces baseina. Ciānbaktēriju jeb zilaļģu masveida savairošanās gadījumi nekorelē ar temperatūras paaugstināšanos, drīzāk ar saimnieciskās darbības intensitātes izmaiņām ūdenstilpju krastos. Daudzos gadījumos šīs izmaiņas varētu maskēt klimata pasiltināšanās rezultātā radušās pārmaiņas. Piemēram, cilvēka relatīvi maz ietekmētās Salacas upes ilgtermiņa pētījumi liek pieņemt, ka klimata pasiltināšanās varētu būt cēlonis pastiprinātai upes aizaugšanai ar augstākajiem ūdensaugiem.

Ūdensaugu masveida savairošanās un atmiršanas dēļ Latvijas upēs veidojas biezs dūņu slānis. Tas negatīvi ietekmē tādu retu īpaši aizsargājamo sugu kā ziemeļu upespērlenes *Margaritifera margaritifera* un zaļās upjuspāres *Ophiogomphus cecilia* eksistences apstākļus. Upespērlenes kāpuri parazitē tikai lašveidīgajās zivīs, kuru trūkums praktiski nozīmē pērlgliemenes populācijas iznīkšanu. Ja kāpuram laimējies sastapt lašveidīgo zivi, tad pēc parazitiskās stadijas tas ierokas dziļi upes gultnē, bet, ja upes dibenu sedz dūņu slānis, tad kāpuram nepieklūst skābeklis. Arī zaļā upjuspāre apdzīvo tikai upes ar tīru, neaizaugušu gultni. Ja upes aizaugšanu var uzskatīt par klimata pasiltināšanās sekām, tad minēto sugu izžušana nākotnē arī būs uzskatāma kā klimata izmaiņu sekas.

Klimata izmaiņas mijiedarbībā ar vides piesārņojumu būtiski ietekmē arī Latvijas ezerus. Ūdens dzidrībai samazinoties, pirmie cieš ūdensaugi, kuru augšanai nepieciešams labs apgaismojums. Ūdens dzidrības samazināšanās dēļ daudzos ezeros ir izzudusi reta, īpaši aizsargājamā suga Dortmaņa lobēlija *Lobelia dortmanna*.

Klimata pasiltināšanās dēļ var izzust tās zivju sugas, kuru temperatūras optimuma zona ir zemāka, piemēram, lašveidīgās zivis. To

vietā ienāks jaunas siltummīlošās sugas. Visvairāk apdraudētas ir zivis, kurām nepieciešams vēsāks, ar skābekli bagāts ūdens. Tādas sugas ir foreles *Salmo trutta* ssp., sīgas *Coregonus* sp., alatas *Thymallus thymallus*, vēdzeles *Lota lota*, platgalves *Cottus* sp. u. c. Vasarās, ūdenim sasilstot virs +20 °C, šīs zivis paslēpjas vēsākās ūdenstilpes vietās un pārstāj baroties. Vasarām kļūstot siltākām un garākām, šo zivju eksistence ir apdraudēta. Tās var aizstāt pret skābekļa samazināšanos izturīgas sugas ar plašāku toleranci pret ūdens temperatūras izmaiņām, piemēram, karpas *Cyprinus carpio*, karūsas *Carassius* sp., liņi *Tinca tinca*, ruduļi *Scardinius erythrophthalmus* un sami *Silurus glanis*. Jāatzīmē gan, ka šīs zivis ir neaktīvas un nebarojas ūdens temperatūrās, kas zemākas par +12 — +15 °C, kādas mēdz būt pavasara periodā. Klimatam kļūstot siltākam, to barošanās periods varētu pagarināties. Līdz ar to tās augtu ātrāk un sasniegtu lielākus izmērus, izkonkurējot tādas sugas kā raudas *Rutilus rutilus*, asarus *Perca fluviatilis* u.c. Atzīmēts, ka klimata pasiltināšanās ir jau izraisījusi tādu Dienvideiropai un Viduseiropai raksturīgu zivju kā barbes *Barbus* sp. un apakšmutes *Chondrostoma* spp. izplatības robežu paplašināšanos Eiropā. Ievērojami palielinās risks savvaļā aklimatizēties tur nejausi nokļuvušām vai tīši vietējās ūdenstilpēs ielaistām dienvidu sugām, piemēram, tilāpījām *Thylapia* sp.

Klimata pasiltināšanās Latvijā, saglabājoties mērenam mitruma režīmam, varētu labvēlīgi ietekmēt dažu abinieku — ugunssalamandras *Salamandra salamandra*, dzeltenvēdera ugunskrupja *Bombina variegata*, kā arī rāpuļu — zaļās ķirzakas *Lacerta viridis* — izplatību. Latvijā varētu uzlaboties dzīves apstākļi kokvardei *Hyla arborea*, kas pagājušā gadsimta beigās tika reintroducēta Latvijas rietumdaļā, un Eiropas purva bruņurupucim *Emys orbicularis*, kuram caur Latviju iet izplatības ziemeļu robeža un kurš līdz šim ļoti reti novērots dabā. Ienākot vairākām dienvidu sugām, abinieku un rāpuļu skaits Latvijā varētu palielināties.

Klimata izmaiņas var ietekmēt ne vien upju ūdens organismus, bet arī tos dzīvniekus, kas

mīt upju krastos un barojas ar ūdens organismiem. Viena no tādām sugām ir zivju dzenītis *Alcedo atthis*, kurš ligzdo stāvos upju krastos izraktās alās un pārtiek no upē nomedītām zivīm. Šī putna eksistencei kritiski kļuvuši neregulārie plūdi, kas pat vasaras vidū izskalo upes krastus un tādējādi iznīcina zivju dzenīša ligzdas. Plūdu laikā upes ūdens kļūst duļķains un putns vairs nespēj sekmīgi medīt zivis. Tāpēc zivju dzenīši pamet savas ligzdošanas vietas vai arī, nesaņemot pietiekami daudz barības, iet bojā to mazuļi.

6.8.4. Ietekme uz lauksaimniecību un mežsaimniecību

Klimata pasiltināšanās radītās izmaiņas sauszemes ekosistēmās ietekmēs lauksaimniecības un mežsaimniecības nozares Latvijā. No vienas puses, veģetācijas perioda prognozētā pagarināšanās līdz gadsimta beigām par 30–40 dienām no marta beigām līdz pat novembra

sākumam un pozitīvo temperatūru summas pieaugums varētu palielināt daudzu lauksaimniecības kultūru ražību, dodot iespējas ar labām sekmēm audzēt Latvijā vairākas līdz šim dienvidu rajoniem raksturīgus kultūraugu. Paaugstināta CO₂ koncentrācija atmosfērā veicinās fotosintēzi un augu produktivitāti. Tāpēc var prognozēt, ka ražība pieaugs pat par 34–54%. Garāks veģetācijas periods veicinās zālaugu un lopbarības tauriņziežu ražības pieaugumu. Ilgāks siltuma periods samazinās lauksaimniecības dzīvnieku uzturēšanas un audzēšanas izmaksas. No otras puses, siltāks klimats atnesīs sev līdzīgu jaunu, Latvijas apstākļiem līdz šim neraksturīgu kultūraugu kaitēkļu un slimību, kā arī invazīvo sugu ieviešanos, tādēļ būs jālieto vairāk pesticīdu augiem un veterināro preparātu lauksaimniecības dzīvnieku slimību ārstēšanai.

Jau šobrīd Latvijā ir parādījušies tādi augu kaitēkļi kā ķiršu muša *Rhagoletis cerasi*, zirgkastaņu raibkode *Cameraria ohridella*, kas ir izteikti dienvidnieki.



6.24. att. Zirgkastaņu raibkodes kāpuru bojājumi.



6.25. att. Lapseņveida zirneklis *Argiope bruennichi*.

Pēdējos gados regulāri konstatēts arī klejotājsisenis *Locusta migratoria* no Viduseiropas. Jaunu augu kaitēkļu parādīšanās parasti ir labāk pamanāma, it īpaši, ja to ierašanās saistīta ar liela apjoma augu bojājumiem. Daudz mazāk pamanāmas ir plēsīgās sugas. Daudzas no tām ir kaitēkļu dabiskie ienaidnieki. Izņēmums ir lielas vai uzkrītoši krāsotas sugas. Tā, piemēram, Latvijā Liepājas rajonā Papē 2004. gadā pirmoreiz tika pamanīts lapseņveida zirnekļis *Argiope bruennichi* (sk. 6.25. att.), kas ir tipiska dienvidu suga un kopš gadsimta sākuma strauji izplatās uz ziemeļiem. Šobrīd tas jau ir sastopams lielākajā daļā Latvijas teritorijas.

Siltāks un mitrāks klimats veicinās mikotoksīnus izdalīto mikroskopisko sēņu izplatību, un palielināsies to nokļūšanas varbūtība pārtikas produktos.

Klimatam kļūstot siltākam, sagaidāmas ievērojamas izmaiņas augsnē, kas ir lauksaimniecības produkcijas ražošanas pamats. Ziemām kļūstot maigākām un īsākām, augsnes virskārta vai nu nesasals vispār, vai arī būs novērojami bieži atkušņi. Tādējādi augsne ilgāk saglabās bioloģisko aktivitāti, intensīvāki būs atmirušo organisko vielu noārdīšanās un mineralizācijas procesi. Ja klimata izmaiņu rezultātā palielināsies nokrišņu daudzums, pastiprināsies augu barības elementu izskalošanās no sakņu zonas, kā arī augsnes erozija. Jāatzīmē, ka klimata pasiltināšanās ierosinātā augsnes bioloģiskās aktivitātes pastiprināšanās nenovēršami radīs siltumnīcefekta gāzu — CO₂, N₂O un CH₄ papildu emisiju no augsnes un kūtsmēsliem to sadalīšanās procesā.

Ja temperatūras paaugstināšanās vidēji par 2 °C Ziemeļeiropas lauksaimniecībai varētu būt labvēlīga, veicināt ražas pieaugumu, tad, pārsniedzot šo līmeni, stāvoklis saskaņā ar prognozi pasliktinātos.

Klimata izmaiņu ietekmē vietējās izcelsmes kokiem rodas atšķirīgi augšanas apstākļi salīdzinājumā ar iepriekšējiem gadsimtiem. Gadskārtu pieauguma analīze priedēm gan Latvijā gan Baltijas reģionā kopumā liecināja par koku pieauguma palielināšanos gados ar siltākām ziemām un pavasariem, jo šādos apstākļos augsnes sasalšanas dziļums ir mazāks un

kokiem ātrāk iestājas aktīvās augšanas sezona. Savukārt, sausums vasarā var negatīvi ietekmēt koku augšanu. Dabiskās izlases procesā vairāku simtu paaudžu laikā katrā konkrētā ģeogrāfiskā vietā ir saglabājušies koku genotipi, kas maksimāli izmanto augšanai labvēlīgos pieejamos resursus, veidojot lielākus pieaugumus un izkonkurējot citus. Bojā iet gan koki, kas nepilnīgi izmanto veģetācijas periodu, gan arī tie koki, kuriem ir tendence veģetācijas periodu "pagarināt", tādējādi ciešot no pavasara vai rudens salnām. Klimatam strauji mainoties, koki nespēj tūlītēji izmantot visus papildu resursus, un tiem būs nepieciešami vairāki simti paaudžu, lai dabiskās selekcijas gaitā notiktu pielāgošanās izmainītā klimata apstākļiem. To varētu paātrināt, veicot mērķtiecīgi virzītu selekciju. Kā liecina pētījumi par Zviedrijas priežu stādījumu Latvijā, pat klimatam strauji mainoties, sagaidāms, ka sēkļu plantāciju pēcnācēju krāja būs lielāka nekā mežaudžu pēcnācējiem, tāpēc meža atjaunošanā lietderīgāka būs stādīšana, nevis paļaušanās uz dabisko atjaunošanos.

Tiek prognozēts, ka klimatam kļūstot siltākam, turpmākajos gados notiks skuju un lapu graužēju kaitēkļu, piemēram, priežu rūsganās zāglapsenes *Neodiprion sertifer* masveida savairošanās. Būtiskāk cietīs lapu koki, to skaitā bērzi, apses, alkšņi, uz kuriem dzīvojošās augēdāju kukaiņu sugas ir prasīgākas pret augstākām temperatūrām. Klimata pasiltināšanās



6.26. att. Priežu rūsganās zāglapsenes *Neodiprion sertifer* kāpuri.

varētu būt labvēlīga sakņu trapes *Heterobasidion annosum* s.l. attīstībai. Klimata izmaiņas nes sev līdž biežākas ekstrēmās meteoroloģiskās parādības – vētras, ilgstošus sausuma periodus. Tas veicinās lielāka daudzuma mizgraužu attīstībai piemērotu gāztu vai vides stresa novājinātu koku parādīšanos mežaudzēs.

Jau tagad ir konstatēts, ka, paaugstinoties gada vidējai temperatūrai, palielinās kukaiņu paaudzju skaits gada laikā (piemēram, egļu astoņzobu mizgrauzim *Ips typographus*). Siltas ziemas veicinājušas dažu dienvidu sugu ienākšanu Latvijā. Piemēram, ozolu mūķenes *Lymantria dispar* masveida savairošanās pirmo reizi konstatēta 2008. gadā Liepājas rajonā un ietekmējusi mežaudzes apmēram 40 ha platībā. Agresīvas kļūst sugas, kas agrāk tika uzskatītas par nenozīmīgiem kaitēkļiem, piemēram, galotņu sešzobu mizgrauzis *Ips accuminatus*,

kas apdzīvoja tikai novājinātus kokus, kopš 2007. gada spējis iznīcināt priežu audzes vairāku hektāru platībā. Šī kukaiņa agresivitāte ir saistīta ar otrās paaudzdes sekmīgu attīstību, kam priekšnosacījums ir garas un siltas vasaras.

Mežam kā ekosistēmai ir ļoti liela nozīme CO₂ piesaistīšanā no atmosfēras. Parasti dabiskās mežaudzēs ogleklis uzkrājas vairāk nekā intensīvi apsaimniekotās, jo tur koki sasniedz savu bioloģisko vecumu. Taču apsaimniekotos mežos ogleklis saglabājas iegūtajos celtniecības materiālos un mēbelēs un, daļu koksnes izmantojot kā kurināmo, tiek aiztaupīta fosilā kurināmā izmantošana un līdz ar to izslēgtas papildus CO₂ emisijas. Dabiskajās mežaudzēs turpretī atmirusī koksne tiek noārdīta, tādējādi atbrīvojot atmosfērā CO₂, kas gan daļēji tiek piesaistīts atpakaļ nākamajā meža paaudzē.

Avoti tālākām studijām

Vai augi un dzīvnieki var pielāgoties klimata izmaiņām: <http://www.scepticalscience.com/Can-animals-and-plants-adapt-to-global-warming.htm>

Klimata izmaiņas un Latvijas daba: [http://kalme.daba.lv/faili/VPP_informativie_materiali/VPP/Atskaites_2008/Publ_prezentacija_28.11.2008./](http://kalme.daba.lv/faili/VPP_informativie_materiali/VPP/Atskaites_2008/Publ_prezentacija_28.11.2008/)

Klimata izmaiņas un Latvijas lauksaimniecība: <https://www.zm.gov.lv/lauksaimnieciba/statiskas-lapas/klimata-parmainas-un-lauksaimnieciba?nid=1129#jump>

Klimata izmaiņas un mežsaimniecība Latvijā: <http://www.silava.lv/23/section.aspx/View/139>

Klimata izmaiņas un pasaules lauksaimniecība: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/06/17911216/climate-change-agriculture-review-impacts-adaptations>

Klimata izmaiņas un jūras ekosistēmas:

http://wwf.panda.org/about_our_earth/blue_planet/problems/inadequate_protection/

<https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/66472> (Climate change and agriculture of Africa)

<http://www.fao.org/3/a-ai785e.pdf>

Literatūra

Auniņš A. (2008) Klimata pārmaiņu ietekme uz Latvijas savvaļas dabas bioloģisko daudzveidību. Grām.: Stratēģiskās analīzes komisija 2008. Klimata pārmaiņas: izaicinājumi Latvijai starptautiskajā vidē. Rīga, 54.-77. lpp.

Chapin F. S., Zavaleta E. S., Eviner V. T., Naylor R. L., Vitousek P. M., Reynolds H. L., Hooper D. U., Lavorel S., Sala O. E., Hoddie S. E., Mack M. C., Diaz S. (2000) Consequences of Changing Biodiversity. *Nature* 405, 234-242 lpp.

Chris D. T., Alison C., Rhys E. G., Michel B., Linda, J. B., Yvonne, C. C., Barend F. N. E., Martinez F. S., Alan G., Lee H., Lesley H., Brian H., van Jaarsveld A. S., Guy F. M., Lera M., Ortega-Huerta M. A., Peterson A. T., Oliver L. P., Stephen E. W. (2004) Extinction Risk from Climate Change. *Nature* 427, 145-148 lpp.

Climate-related Transboundary Pests and Diseases, Technical Background Document from the Expert Consultation held on 25 to 27 February 2008, FAO, Rome. www.fao.org/foodclimate/expert/em3/en

Dunford R. W., Berry P. M. (2012) Climate Change Modelling of English Amphibians and Reptiles: Report to Amphibian and Reptile Conservation Trust (ARC-Trust). Final Report: May 2012, Environmental Change Institute, University of Oxford Centre for the Environment, South Parks Road, Oxford, OX13QY.

The BACC II Author Team (2015) Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin, Regional Climate Studies, Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, DOI 10.1007/978-3-319-16006-1_20.

Kļaviņš M. (ed.) (2007) Climate Change in Latvia. LU Akadēmiskais apgāds: Rīga.

Kļaviņš M., Blumberga D., Bruņiniece I., Briede A., Grišule G., Andrušaitis A., Āboliņa K. (2008) Klimata mainība un globālā sasilšana. LU Akadēmiskais apgāds: Rīga.

Wilson R. (2009) Impacts of Climate Change on European Invertebrates, with reference to the vulnerability of Bern Convention Species, Draft Version. Centre for Ecology and Conservation, University of Exeter UK. Strassbourg, 16 June 2009. www.fao.org/foodclimate/expert/em3/en

Izmantotie attēli

- 6.2. Odum E. P. 1971. Fundamentals of Ecology W.B. Saunders Company, Philadelphia-London-Toronto.
- 6.3. Whittaker R. H. 1975. Communities and Ecosystems. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- 6.4. Millenium Ecosystem Assessment, 2005.
- 6.5. Pēc WWF UNEP-WCMC.
- 6.6. Pēc Peacock E., Sonsthagen S.A., Obbard M.E., Boltunov A., Regehr E.V., et al. (2015) Implications of the Circumpolar Genetic Structure of Polar Bears for Their Conservation in a Rapidly Warming Arctic. PLoS ONE 10(1): e112021. doi:10.1371/journal.pone.0112021 <http://127.0.0.1:8081/plosone/article?id=info:doi/10.1371/journal.pone.0112021>
- 6.7. https://www.flickr.com/photos/gnilenkov/9052248188_46c42afea3_o.jpg Saskaņā ar Creative Commons licenci.
- 6.8. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/9/90/Keppelbleaching.jpg>
- 6.9. https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Cerambyx_cerdo#/media/File:Cerambyxcerdo_fg03.jpg
- 6.10. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osmoderma_eremita_no.jpg
- 6.11. https://en.wikipedia.org/wiki/Wheat_yellow_rust#/media/File:Stripe_rust.jpg
- 6.12. https://en.wikipedia.org/wiki/Icerya_purchasi#/media/File:Icerya_purchasi_1435060.jpg
- 6.13. https://en.wikipedia.org/wiki/Hemileia_vastatrix#/media/File:Hemileia_vastatrix_-_coffee_leaf_rust.jpg
- 6.14. Francl, L. J. 2001. The Disease Triangle: A plant pathological paradigm revisited. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-T-2001-0517-01
- 6.15. "Heterobasidion annosum – Lindsey" by James Lindsey at Ecology of Commanster. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heterobasidion_annosum_-_Lindsey.jpg#/media/File:Heterobasidion_annosum_-_Lindsey.jpg
- 6.16. Auniņš A., 2008. Klimata pārmaiņu ietekme uz Latvijas savvaļas dabas bioloģisko daudzveidību. Grām.: Stratēģiskās analīzes komisija 2008. Klimata pārmaiņas: izaicinājumi Latvijai starptautiskajā vidē. Rīga, 54–77.
- 6.17. https://lv.wikipedia.org/wiki/Zeltainais_%C5%A1ak%C4%81lis#/media/File:Canis_aureus_Kaeng_Krachan_national_park.jpg
- 6.18. Hickler et al., 2012. Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model. Global Ecol. Biogeogr., 21, 50–63
- 6.19. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3_cormorants_on_a_tree.jpg#/media/File:3_cormorants_on_a_tree.jpg
- 6.20. Meleciš, V., Karpa, A., Vilks, K. 2014. Increase in abundance and species richness of flies (Diptera, Brachycera) in the Lake Engure Nature Park, Latvia: effects of climate warming? Proc. Latvian Acad. Sci. Section B, 68, 1/2 (688/689), 46–67.
- 6.21. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Isotoma_Habitus.jpg
- 6.23. Juceviča E., Meleciš V., 2006. Global warming affect Collembola community: A long-term study. Pedobiologia, 50, 2: 177–184.
- 6.24. I. Meleciš foto.
- 6.25. https://en.wikipedia.org/wiki/Argiope_bruehneri#/media/File:Argiope_bruehneri_08Oct10.jpg
- 6.26. https://en.wikipedia.org/wiki/Neodiprion_sertifer#/media/File:Neodiprion_sertifer_chenilles_%281%29.JPG



7.

Klimata pārmaiņu ietekme uz cilvēka veselību

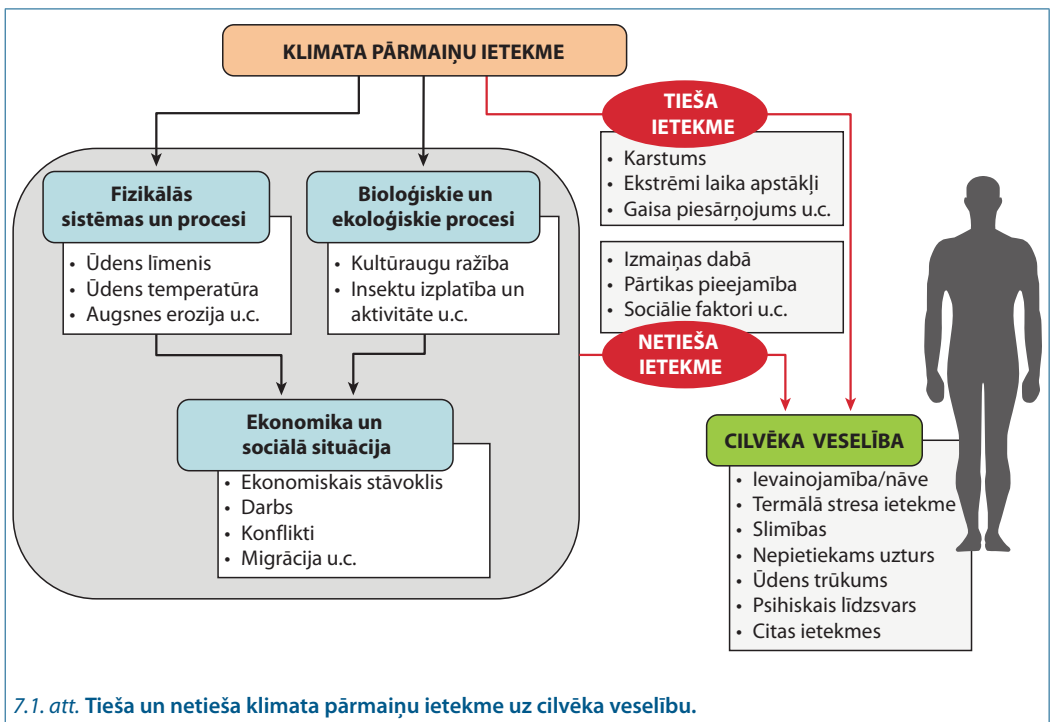
7.1. Klimata pārmaiņu ietekme uz veselību – veidi un intensitāte

Cilvēks ir jutīgs pret ārkārtas vides un klimata izmaiņām, un tās var izraisīt vispārēju veselības stāvokļa un labsajūtas pasliktināšanos, piemēram, radot stresu, traumas, slimības, psihiskus un sociālus traucējumus, darbības samazināšanos un citas sekas, kā arī nāvi.

Tieša un netieša ietekme. Globālas klimata pārmaiņas tiešā un netiešā veidā veicina slimību izplatību un mirstību. Tiešā veidā cilvēku var ietekmēt intensīvas un biežas temperatūras un nokrišņu izmaiņas (karstuma un sausuma periodi, viesuļvētras un plūdi, dabas ugunsgrēki), kas var radīt funkcionālus un fizioloģiskus organisma darbības traucējumus. Savukārt netiešas ietekmes ir saistītas ar klimata pārmaiņu izraisītām vides un ekoloģiskām izmaiņām un to sekām (7.1. att.). Netieši cilvēka veselību un labklājību var ietekmēt ražas un pārtikas kvalitātes un pieejamības samazināšanās, dzērāmā ūdens trūkums, slimību pārnēsātāju invāzija, kā arī klimata pārmaiņu provocētas sociāli

ekonomiskās atbildes reakcijas sabiedrībā – iedzīvotāju migrācija ilgstošu sausuma periodu vai plūdu dēļ, bezdarbs, mājvietas zaudēšana, sociālā vardarbība. Trīs galvenās faktoru grupas – fizikālie, bioloģiskie un ekonomiskie faktori – ietekmē cilvēka labklājību, veselību un izdzīvošanas spējas jebkuros apstākļos, bet klimata pārmaiņu rezultātā ietekmes intensitāte saasinās, turklāt, cilvēka bioloģiskā un sociālā adaptācija jaunos apstākļos ir daudz sarežģītāka nekā stabilā vidē.

Paredzams, ka klimata pārmaiņas ietekmēs daudzu slimību epidemioloģiju (infekcijas slimību izcelšanos, izplatīšanās likumsakarības un apkaršanas iespējas), kā arī sabiedrības un indivīda fiziskās un psihiskās veselības un higiēnas nosacījumus. Ietekmes veids un intensitāte var būt atšķirīga, ņemot vērā gan klimatiskos, reģionālos un ģeogrāfiskos apstākļus, gan veselības aprūpes sistēmas kvalitāti, adaptācijas pasākumus, iedzīvotāju informētību un



piekļuves nodrošinājumu profilakses un ārstniecības pakalpojumiem, kā arī sagatavotību un rīcības spējas ārkārtas gadījumos. Pieredze rāda, ka parasti valstu veselības aizsardzības sistēmas nespēj darboties ārkārtas klimatisko pārmaiņu apstākļos. Piemēram, 2003. gada vasara Eiropā tiek vērtēta kā karstākā vasara kopš 1540. gada. Karstums, sausums un ražas samazinājums īpaši smagi skāra Franciju un citas valstis Dienvidēiropā. Francijā temperatūra 7 dienas pārsniedza 40 °C. Nacionālās veselības aģentūras ziņoja, ka karstuma ietekmes radītu veselības problēmu dēļ Francijā bojā gājuši vairāk nekā 14 800, Portugālē ap 2000, Nīderlandē ap 1500 cilvēki, bet kopumā Eiropā – vairāk nekā 70 000 cilvēki.

Ja klimata pārmaiņas turpināsies tā, kā tiek prognozēts, tad cilvēka veselības apdraudējums būs statistiski iespējams ar vidēju līdz ļoti augstu ticamības pakāpi (7.1. tab.).

Taču ne visas ar klimatu saistītās pārmaiņas ietekmē cilvēku veselību nelabvēlīgi. Mērenā klimata joslā iespējamas siltākas ziemas, kas mazinās ar nosalšanu saistītu nāves gadījumu skaitu, kā arī būs vienkāršāk uzturēt komfortablus iekštelpu mikroklimata apstākļus, ārpus telpām nodarbinātie mazāk saskarsies ar aukstuma izraisītiem negadījumiem ziemas periodā, kas savukārt uzlabos darba produktivitāti. Ilgāka siltuma sezona un augu veģetācijas periods, ja vien to negatīvi neietekmēs ārkārtas karstuma un sausuma periodi, sekmēs lauksaimniecību un pārtikas ražošanu, arī privāto

dārzkopību un ārpustelpu aktivitātes. Tomēr ar augstu ticamības pakāpi var apgalvot, ka pozitīvās ietekmes no klimata pārmaiņām, piemēram, ar aukstumu saistītas mirstības samazinājums, ir krasi pārvērtētas salīdzinājumā ar negatīvo klimata pārmaiņu ietekmes pieaugumu, apmēru un seku smagumu.

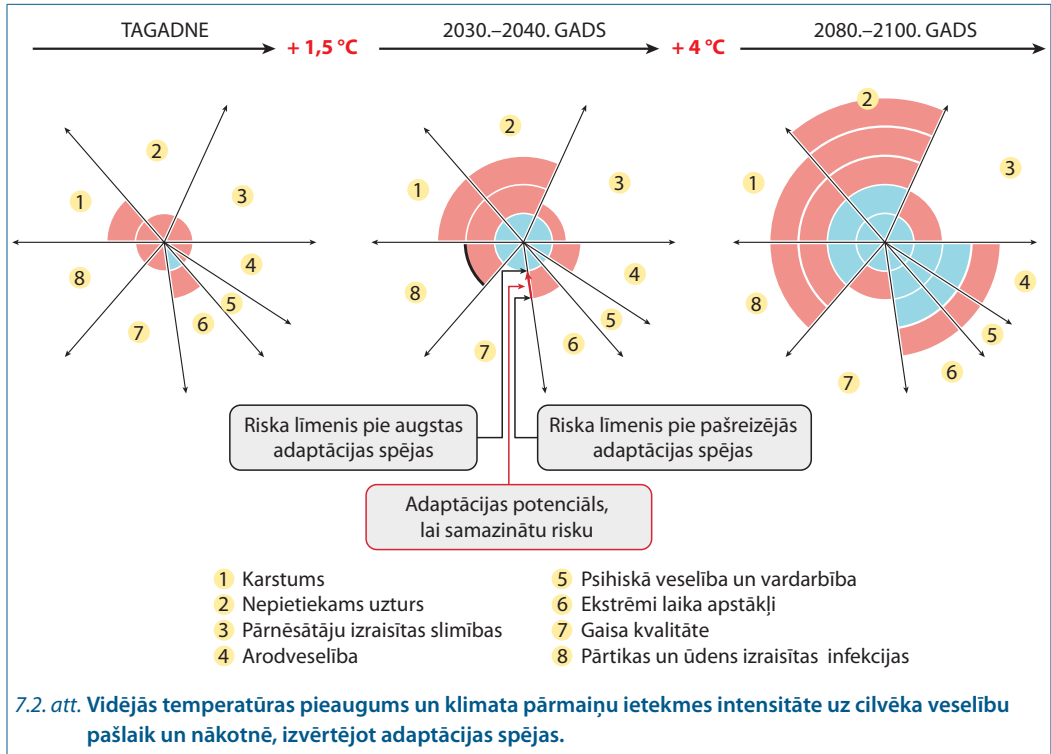
Lai arī ilgtermiņa vidējie pasaules klimata rādītāji līdz šim ir bijuši samērā stabili, pēdējo 50 gadu dati liecina, ka izmaiņas paātrinās, piemēram, globālā vidējā temperatūra ir paaugstinājusies par 0,7 °C, un līdz 2100. gadam tiek paredzēts temperatūras pieaugums par 1,5–4,0 °C, kas var nopietni aktivizēt klimata pārmaiņu ietekmes intensitāti uz cilvēka veselību (7.2. att.).

Primāra, sekundāra un terciāra ietekme.

Klimata pārmaiņu ietekmes uz cilvēku var iedalīt primārās, sekundārās un terciārās. Primāra ietekme ir tāda ietekme, kas rodas, ja reģionālas iedzīvotāju grupas vai arī atsevišķu profesiju pārstāvji (7.3. att.) ir tieši pakļauti nelabvēlīgiem vides apstākļiem: karstuma, lietus un plūdu, krusas, sniega vētru, vēja un dabas ugunsgrēku ietekmei. Rezultātā var iestāties dehidratācija (organisma atūdeņošanās), karstuma dūriens, traumu risks, infekcijas un pat nāve. Primāra klimata pārmaiņu ietekme ir samērā tieša ietekme (jo seko tūlīt pēc notikuma) uz cilvēka fizisko stāvokli un psihisko veselību, darbspēju, sadzīvi, kā arī sabiedrības morāli un citiem ar cilvēka labklājību saistītiem aspektiem.

7.1. tabula. Prognozētie veselības riski klimata pārmaiņu ietekmē un prognožu ticamība.

Prognozētie veselības riski klimata pārmaiņu ietekmē	Prognozes ticamības pakāpe
<ul style="list-style-type: none"> Traumu, slimību un nāves gadījumu risks intensīvu karstuma periodu un dabas ugunsgrēku dēļ. Risks saslimt ar pārtikas un ūdens izraisītām slimībām. 	++++ Ļoti augsta
<ul style="list-style-type: none"> Nepietiekams uzturs un dzeramā ūdens apgāde. Veselības problēmu sekas – samazinātas darbības spējas un darba ražīguma kritums neaizsargātās iedzīvotāju grupās. 	+++ Augsta
<ul style="list-style-type: none"> Pārnēsātāju izraisītas slimības (malārija, Denges drudzis u.c.). Ģeogrāfiskās vietas pārmaiņas pārtikas produktu ražošanā. Samazināta slimību pārnēsātāju kapacitāte pārsniegtu temperatūras sliekšņu dēļ. 	++ Vidēja
<ul style="list-style-type: none"> Mērens ar aukstumu saistītu saslimšanu un mirstības samazinājums dažos reģionos, jo saīsināsies aukstuma periodu iespējamība un ilgums. 	+ Zema



7.3. att. Atsevišķu profesiju pārstāvji, kuri strādā ārpus telpām, piemēram, būvstrādnieki, lauksaimnieki, var tikt pakļauti lielākam klimata pārmaiņu ietekmes riskam uz veselību.

Sekundārā klimata pārmaiņu ietekme izpaužas kā mediators starp vidi un cilvēku. Sekundārā ietekme ietver infekcijas slimību izplatības diapazona, intensitātes un sezonalitātes izmaiņas, kā arī lauksaimniecības ražības samazināšanos. Tā ietekmē arī cilvēka uztura un dzeramā ūdens nodrošinājumu, higiēnas apstākļus. Ekoloģisko mediatoru ierosināta ietekme uz veselību ietver arī aeroalergēnu (putekšņu, sporu, putekļu) izplatības pastiprināšanos, paaugstinot astmas, siena drudža un citu alerģisku reakciju risku. Globālas klimata izmaiņas, piemēram, kalnu ledāju sarukums un reģionālu nokrišņu samazinājums, var samazināt saldūdens plūsmas, tādējādi apdraudot iedzīvotāju higiēnu, dzeramā ūdens kvalitāti un pieejamību, vietēji iegūstamās pārtikas apjomu. Plūdi, kas pēc prognozēm jo vairāk iespējami tieši klimata pārmaiņu dēļ, arī var apdraudēt ūdens kvalitāti, bojājot kanalizācijas sistēmu infrastruktūru. Pie klimata pārmaiņu sekundārās ietekmes var pieskaitīt arī jūras līmeņa celšanās izraisītu piekrastes gruntsūdeņu un līdz ar to dzeramā ūdens sāļuma pieaugumu. Epidemioloģiskie pētījumi Bangladešā, kur raksturīgas zemas piekrastes, ir atklājuši, ka ievērojami palielinās piekrastes iedzīvotāju uzņemtā ikdienas sāls deva. Tas ir ļoti iespējams iemesls pieaugošajai hipertensijas

(paaugstināta asinsspiediena) izplatībai piekrastes lauku kopienās, kur dzeramajā ūdenī konstatēta paaugstināta sāls koncentrācija. Dzeramā ūdens paaugstinātais sāļums tiek saistīts arī ar augstāku veselības apdraudējuma risku grūtniecības vēlinā stadijā.

Klimata pārmaiņu terciārā ietekme uz cilvēka veselību rodas no netiešas, daudz sarežģītākas un ilgstošas cēloņu ķēdes. Sekas parādās lēnāk, ietekmē fundamentālos sociālo attiecību balstus un institūcijas, kā arī cilvēku veselību, labklājību un izdzīvošanas spējas. Terciāro ietekmi ir sarežģīti pētīt un izvērtēt, jo tā parasti izpaužas kā vairāku faktoru iedarbības seku kopums; piemēram,

- psiholoģiskā spriedze, emocionāls nemiers un uzvedības traucējumi bērniem un pieaugušajiem, satraukums par nākotni;
- ietekme uz sabiedrības veselību (gan negatīva, gan pozitīva) un iedzīvotāju grupu piespiedu migrācija, kas var rasties populācijas pieauguma un ārkārtas vides apstākļu vai vides katastrofu rezultātā;
- sociālo saspīlējumu un konfliktu draudi, kas saistīti ar dabas resursu pieejamības samazināšanos attiecībā uz aramzemes platībām, saldūdens krājumiem, apmetņu un dzīvesvietas pieejamību u.c.

7.2. Pret klimata pārmaiņām jutīgās iedzīvotāju grupas

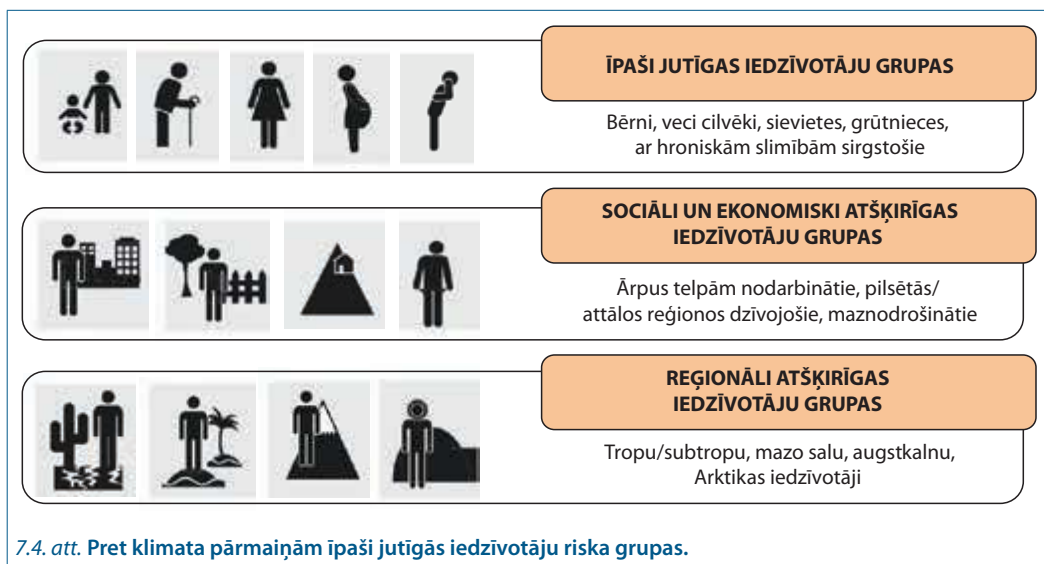
Klimata pārmaiņas globālā mērogā ietekmē visas sabiedrības veselību un labklājību, taču dažas iedzīvotāju grupas ir vairāk pakļautas ietekmes riskam. Tādi faktori kā vecums, dzimums, veselības stāvoklis, etniskā piederība, sociālais stāvoklis un ekonomiskais nodrošinājums rada atšķirīgas iedzīvotāju riska grupas (7.4. att.).

Pie īpaši mazaizsargātām iedzīvotāju grupām var pieskaitīt:

- bērnus, vecāka gadagājuma cilvēkus, grūtnieces un cilvēkus ar hroniskām slimībām (īpaši ar sirds un asinsvadu sistēmas un elpošanas orgānu slimībām), kuri

nespēj par sevi parūpēties ārkārtas situācijās un kuru slimības saistībā ar klimata pārmaiņu ietekmi var paasināties;

- lauku teritoriju vai no centriem attālu reģionu iedzīvotāju kopienas, kuras pakļautas ilgstošiem sausuma vai arī lietus un plūdu periodiem un kuras nespēj nodrošināties ar pārtikas un ūdens krājumiem, kā arī ir apdraudētas sakarā ar reģionālu, tradicionālu pārtikas augu un dzīvnieku sugu iznīkšanu;
- piekrastes vai salu kopienas, kas saskaras ar vētrām, plūdiem un pastiprinātu ciklonu ietekmi;



7.4. att. Pret klimata pārmaiņām īpaši jutīgās iedzīvotāju riska grupas.

- iedzīvotāji, kas mīt reģionos ar noteiktiem apstākļiem, piemēram, ar paaugstinātu mitruma līmeni. Tur klimata jutīgas infekcijas slimības var izplatīties straujāk – iespējama, piemēram, reģionam netipisku slimību – malārijas, Denges drudža un citu slimību izplatība ārpus endēmiskā areāla.

Zinātnieki norāda, ka dažādos veidos mūsdienās sabiedrības indivīds ir bioloģiski jutīgāks pret veselības apdraudējumiem, kas saistīti ar klimata pārmaiņām, nekā pagātnē. Piemēram, iedzīvotāju veselības ievainojamības risku paaugstina:

- sabiedrības novecošanās – garāks mūža ilgums, kas rada augstāku organisma uzņēmību pret karstumu un citiem ārkārtas vides notikumiem, infekcijas slimībām;
- ievērojams neinfekcijas slimību, piemēram, sirds un asinsvadu, elpošanas sistēmas slimību, vielmaiņas traucējumu, izplatības pieaugums, kas paaugstina organisma uzņēmību pret karstumu un citām slodzēm, palielinot insulta, sirdslēkmju, elpošanas mazspējas risku;
- augsta temperatūra gan ārpus telpām, gan telpās (dzīvesvietā vai darbavietā), kas palielina karstuma uzņēmības, dehidratācijas un nieru bojājumu risku;

- pilsētas “siltuma salas” efekts: paaugstināta karstuma iedarbība un samazinātas organisma aizsargspējas;
- augstāka uzņēmība pret alerģijām, ko nereti izraisa pārspīlēta bērnu higiēna (tiek kropļota imūnsistēmas nobriešana) – paaugstināts siena drudža un astmas risks sakarā ar aeroalerģēnu koncentrācijas palielināšanos;
- paaugstināts infekcijas slimību risks sakarā ar biežāku un plašāku patogēno mikroorganismu izplatību un ietekmi uz vispārējo populācijas imūnsistēmas novājinātību;
- iedzīvotāju nodarbinātība rūpniecībā, lauksaimniecībā vai citās nozarēs, kur darba laikā netiek nodrošināta atbilstoša ventilācija un gaisa kondicionēšana, kā arī nav iespējama regulāra piekļuve dzēramajam ūdenim.

Vecums. Bērni un gados vecāki cilvēki ir visvieglāk ievainojamās iedzīvotāju grupas vētru, plūdu, karstuma viļņu un citu ārkārtas vides notikumu ietekmē, jo bieži vien nespēj patstāvīgi par sevi parūpēties, izvairīties no bīstamām situācijām un traumām (7.5. att.). Gados vecāki cilvēki biežāk cieš no veselības traucējumiem, kas ierobežo organisma spēju reaģēt uz negatīvo vides faktoru, piemēram, karstuma un gaisa

piesārņojuma ietekmi, kā arī hroniskas slimības var saasināt organisma atbildes reakciju. Savukārt bērni ir vairāk pakļauti karstuma izraisīto slimību riskam, ņemot vērā nelielo ķermeņa masas un virsmas laukuma attiecību. Bērnu veselība lielā mērā ir atkarīga no pārtikas un dzeramā ūdens kvalitātes un pieejamības. Kvalitatīvu uzturvielu un dzeramā ūdens trūkums var izraisīt vairākas veselības problēmas, piemēram, organisma novājināšanos un samazinātu ķermeņa masu, paaugstinātu uzņēmību pret slimībām, fiziskās un psihiskās attīstības traucējumus. Tādas slimības kā malārija un akūtas zarnu infekcijas ir cieši saistītas ar pārtikas un ūdens kvalitāti un apdraud bērnus paaugstinātās organisma fizioloģiskās uzņēmības dēļ.

Pašlaik prognozētās globālās klimata pārmaiņas notiek kopsolī ar augsto pasaules iedzīvotāju skaita pieauguma tempu, nevienmērīgo iedzīvotāju blīvuma sadalījumu pasaulē un pieaugošo demogrāfisko novecošanos. Paredzams, ka iedzīvotāju skaita pieaugums visnopietnāk skar pilsētu aglomerācijas, it īpaši valstīs tropu un subtropu klimata joslās, kur liela daļa nodarbināto strādā ārpus telpām un nav nodrošināta ar pietiekamu aizsardzību pret karstuma ietekmi. Tādējādi paredzams, ka nākotnē to iedzīvotāju skaits, kas būs pakļauti augstākam vides apstākļu apdraudējuma riskam, pieaugs. 2002. gadā (pirmais gads, par kuru ir pieejami visu ES-28 dalībvalstu dati) tika paredzēts, ka 2013. gadā vidējais dzīves ilgums būs 80,6 gadi, sasniedzot 83,3 gadus sievietēm un 77,8 gadus

vīriešiem. Tātad paredzēts, ka desmit gadu laikā dzīves ilgums ES-28 palielināsies vidēji par 2,9 gadiem, no 77,7 līdz 80,6 gadiem; pieaugums sievietēm 2,4 gadi un 3,3 gadi vīriešiem.

Pēc EUROSTAT datiem Latvijā 2013. gadā dzīves ilgums sievietēm bija 78,9 gadi, bet vīriešiem 69,3 gadi.

Daudzos pasaules reģionos, tostarp Eiropā, liela daļa sabiedrības būs gados vecāki cilvēki, kas ir vairāk apdraudēti un mazāk spējīgi pielāgoties klimata pārmaiņām.

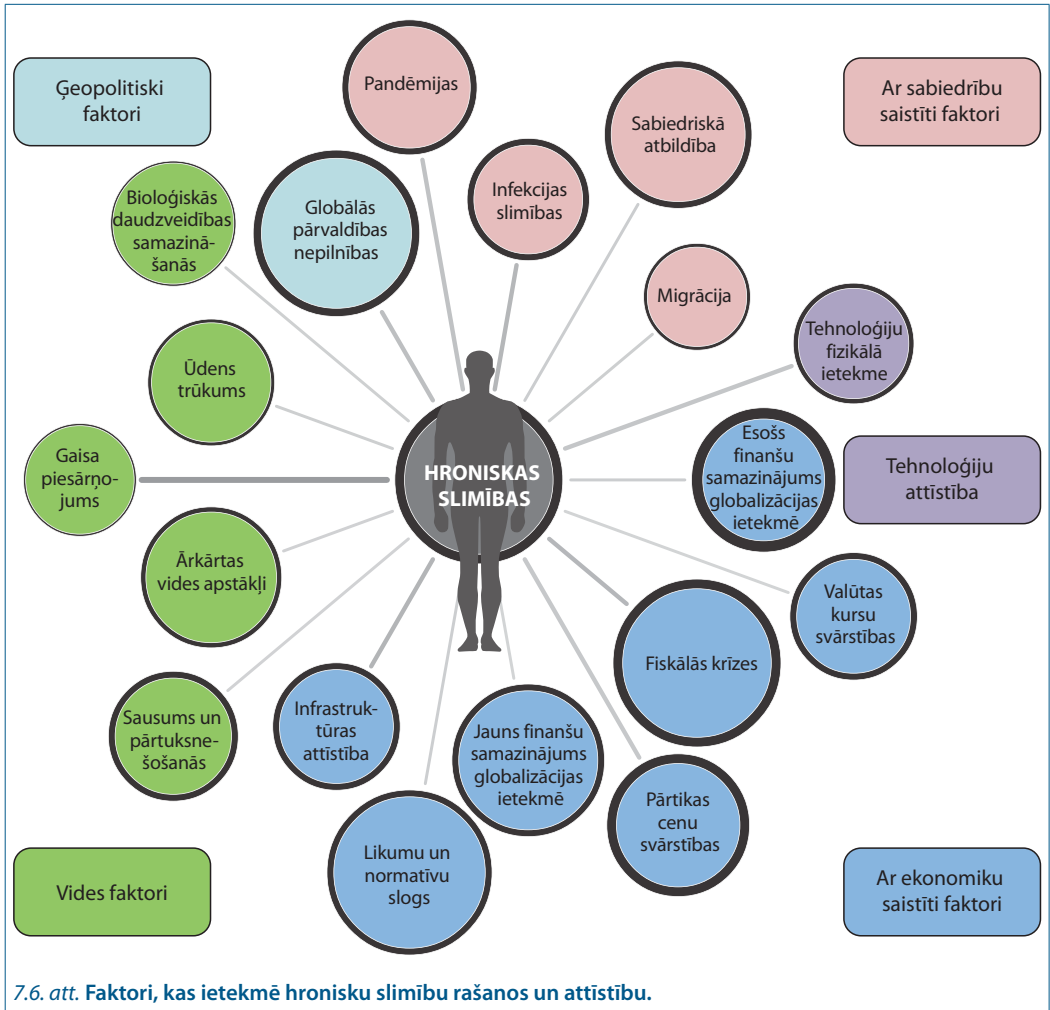
Dzimums. Izvērtējot dzimumu atšķirības, sievietes ir pakļautas augstākam klimata pārmaiņu ietekmes riskam, īpaši grūtniecības periodā, kad samazinās sievietes organisma aizsargspējas pret plašu vides apdraudējumu klāstu, tostarp piesārņojumu, pārmērīgu karstumu un infekcijas slimībām.

Esošās veselības problēmas. Līdz 21. gadsimta vidum klimata pārmaiņu sekas izpaudīsies, galvenokārt saasinot jau pastāvošās iedzīvotāju veselības problēmas, veicinot arī hronisku slimību attīstību (7.6. att.). Hroniskas slimības, piemēram, diabēts, sirds un asinsvadu slimības, aptaukošanās un liekais svars palielinās klimata pārmaiņu izraisītu smagu slimību skaitu vai mirstības risku. Sirds un asinsvadu slimības pašlaik ir nozīmīgākais iedzīvotāju mirstības cēlonis pasaulē, jo tas izraisa 31% no visiem nāves gadījumiem (pēc 2012. gada datiem). Savukārt no liekā svara un aptaukošanās cietušo iedzīvotāju īpatsvars pasaulē kopš 1980. gada ir dubultojies un 2014. gadā skāris 39% pasaules iedzīvotāju. Iedzīvotāji, kas cieš no šīm slimībām, ir īpaši jutīgi pret ārkārtas karstuma periodiem.

Klimata pārmaiņu ietekmē var rasties jauni apstākļi, un ar augstu ticamību var apgalvot, ka esošās slimības (piemēram, pārtikas un ūdens izraisītas infekcijas, pārnēsātāju izraisītas slimības) var paplašināt savu diapazonu uz apgabaliem, kuri līdz šim nav bijuši skarti. Lielākam riskam tiks pakļauti to reģionu iedzīvotāji, kurus jau šobrīd visvairāk ietekmē ar klimatu saistītas veselības problēmas. Paredzams, ka veselības zaudējumi sakarā ar klimata pārmaiņu izraisītu uztura nepietiekamību īpaši negatīvi ietekmēs reģionus, kur ir pārapdzīvotība, militārie konflikti, zems ekonomiskais



7.5. att. Bērni un vecāki cilvēki – veselības problēmām pakļautākās iedzīvotāju grupas.



7.6. att. Faktori, kas ietekmē hronisku slimību rašanos un attīstību.

nodrošinājums un jau pašlaik ir pārtikas un dzeramā ūdens trūkums.

Sociāli ekonomiskie faktori. Cilvēka veselība un labklājība ir cieši saistīta ne tikai ar vides ietekmi, bet arī ar tādiem sociāli ekonomiskiem faktoriem kā nodarbinātība, ienākumu līmenis, ikdienas sadzīves un mājokļa nodrošinājums, dzīvesveids, izglītība, dzimumu līdztiesība, etniskā piederība, reliģiskie uzskati. Klimata pārmaiņas var palielināt nevienlīdzību starp atšķirīgām sabiedrības sociāli ekonomiskām grupām, piemēram, nenodrošinot vienlīdzīgu veselības aprūpi cilvēkiem ar zemākiem ienākumiem un mazaizsargātām iedzīvotāju grupām. Jau pašlaik karstuma izraisīta

iedzīvotāju mirstība tiek cieši saistīta ar sociāli ekonomisko ietekmi. Ar augstu ticamību var apgalvot, ka klimata pārmaiņu ietekme uz veselību būs mazāk izteikta, bet netiks pilnībā novērsta sabiedrības grupās, kas gūs labumu no straujas sociālās un ekonomiskās attīstības, bet būs īpaši izteikta nabadzīgākajās un slimību skartajās iedzīvotāju grupās (7.7. att.). Klimata pārmaiņas ir šķērslis noturīgiem veselības uzlabojumiem daudzos pasaules reģionos. Ja valstu ekonomiskā izaugsme neuzlabos iedzīvotāju ekonomisko stāvokli, tad klimata pārmaiņu ietekme vēl vairāk pasliktinās cilvēku veselību.

Lai gan jaunattīstības valstis un nabadzīgākie reģioni ir uzņēmīgāki pret kaitējumu, ko



7.7. att. Klimata pārmaiņas var veicināt nevienlīdzību starp atšķirīgām sabiedrības sociāli ekonomiskām grupām.

izraisa ārkārtēji vides apstākļi. Arī attīstītās valstis nav pilnībā pasargātas no zaudējumiem. Piemēram, ārkārtas karstuma periodi izraisa pastiprinātu sausumu un dabas ugunsgrēku risku. Par “melno sestdienu” nodēvētajos dabas ugunsgrēkos Austrālijā 2009. gadā tika ievainoti vismaz 400 cilvēki, bet gāja bojā vairāk nekā 170 cilvēki; nodega vairāk nekā 3500 ēkas, un kopumā uguns izpostīja teritorijas apmēram 450 000 hektāru lielā platībā. Amerikas Savienotajās Valstīs pēc karstuma perioda Čikāgā 1995. gadā un viesuļvētras “Katrīna” Ņūorleānā 2005. gadā atšķirības starp cietušo ievainojumu smagumu, citiem veselības traucējumiem un nāvi ievērojami variēja starp dažādām etniskām un sociāli ekonomiskām grupām. ANO Tūkstošgades attīstības mērķi paredz centienus samazināt atšķirības starp nodrošinātām un tām sabiedrības grupām, ko ietekmē nabadzība, nepietiekams uzturs, bads, māšu

mirstība, tādas slimības kā pārtikas un ūdens izraisītas infekcijas (piemēram, akūtas zarnu infekcijas), malārija, HIV/AIDS, tuberkuloze. Tomēr negatīvā klimata pārmaiņu ietekme un citas izaugsmes ierobežojuma izpausmes attiecībā uz vidi, nabadzības līmeni un veselības riskiem var traucēt sasniegt nospraustos mērķus un kopumā palielināt nevienlīdzību iedzīvotāju vidū attiecībā uz veselību. Tāpēc kopienas un sabiedrības grupas daudzās valstīs ar zemiem ienākumiem, jo sevišķi pārapsdzīvotos reģionos, ir īpaši apdraudēto iedzīvotāju riska grupas. Turklāt, iedzīvotāji, kuriem nav piekļuves kvalitatīvai veselības aprūpei un būtiskiem sabiedrības veselības pakalpojumiem, visticamāk, tiks vairāk ietekmēti no klimata pārmaiņām.

Reģionālās atšķirības. Pašlaik tiek vērtēts, ka klimata pārmaiņu ietekme uz cilvēka veselību ir neliela, tomēr paredzams, ka ar laiku tā palielināsies visos pasaules reģionos.

Ģeogrāfiskajai atrašanās vietai ir nozīmīga loma klimata pārmaiņu ietekmju intensitātē un apjomā. Tādējādi daži reģioni un to iedzīvotāji ir vairāk pakļauti klimata pārmaiņu ietekmei uz veselību nekā citi, piemēram:

- reģioni un tiem blakus esošie robežreģioni, kuros ir augsta endēmisku pret klimata izmaiņām jutīgu slimību (piemēram, malārijas) izplatība;
- reģioni, kuros novērota saikne starp epidēmiskām slimībām un ārkārtas vides

apstākļiem (piemēram, El Ninjo vai La Ninja piesaistītas epidēmijas – holēras uzliesmojums);

- reģioni, ko apdraud kombinēti klimata iedarbības faktori, kas saistīti ar veselību (piemēram, stress par pārtikas un ūdens sagādi);
- riska reģioni ar savstarpēji konkurējošu vides vai sociāli ekonomiska stresa apdraudējumu un ar nelielu spēju pielāgoties.

7.3. Ārkārtas vides apstākļu ietekme uz veselību

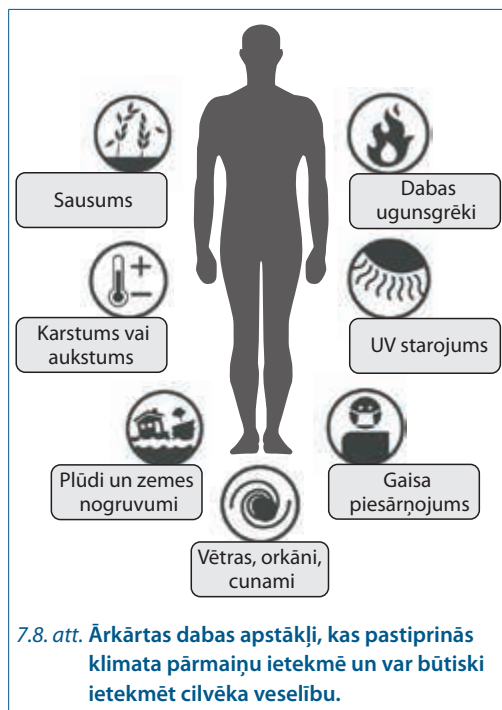
Ārkārtas vides apstākļi – karstuma un sausa periodi, vētras, plūdi un zemes nogruvumi, dabas ugunsgrēki, gaisa piesārņojums – var pastiprināties klimata pārmaiņu ietekmē, būtiski ietekmēt cilvēka veselību un veicināt pāragru mirstību (7.8. att.).

Ir pietiekami daudz pierādījumu par vides apstākļu un klimata ietekmi uz cilvēka veselību, un paredzams, ka klimata pārmaiņu ietekmē negatīvās sekas var saasināties, pastiprinot cita citu. Tā kā klimata pārmaiņas ir ilgstošs process, kas parasti vērtēts desmitgadēs, tad tikai ilgtermiņa pētījumi var atklāt klimata pārmaiņu ietekmi uz veselību. Kā piemēru var minēt attiecības izmaiņu starp nāves gadījumu skaitu vasarā un ziemā. No 1968. gada līdz 2010. gadam Austrālijā šī attiecība ir palielinājusies vienlaikus ar gada vidējās temperatūras paaugstināšanos. Savukārt Amerikas Savienotajās Valstīs pārmērīga karstuma periodi izraisa vairāk nāves gadījumu katru gadu nekā visi citi ārkārtas vides apstākļi kopā. Tāda temperatūras paaugstināšanās, kas kādreiz tika novērota vienu reizi 20 gados, tagad atkārtojas ik pēc 2 līdz 4 gadiem.

Pētījumos svarīgi ir iegūt ne tikai ilgtermiņa datu sērijas par klimata un cilvēka veselības izmaiņu attiecībām un saiknēm, bet arī papildu informāciju par jebkādiem iespējamiem konstatētiem vai potenciāliem cēloņiem, lai ar statistiskās analīzes metodēm būtu iespējams meklēt korelāciju starp veselības izmaiņām un

dažādiem faktoriem. Tomēr saikne starp vides apstākļu ietekmi un veselību bieži vien nav pietiekami tieša, lai ļautu iegūt fundamentālus secinājumus par cēloņu un sekas sakarībām.

Karstums. Galvenais ar klimata pārmaiņām saistītais iemesls bažām par iedzīvotāju veselību Eiropā ir karstuma radītu veselības traucējumu un mirstības palielināšanās. Paredzams,



7.8. att. Ārkārtas dabas apstākļi, kas pastiprinās klimata pārmaiņu ietekmē un var būtiski ietekmēt cilvēka veselību.

ka, paaugstinoties gada vidējai temperatūrai par 1 grādu un biežāku ārkārtas karstuma periodu dēļ, mirstība palielināsies par 1–4%, t.i., līdz 2080. gadam būtu 50 000–110 000 nāves gadījumi gadā. Karstuma izraisīto slimību saasinājumu izraisītu nāves gadījumu risks īpaši skar bērnus un vecus cilvēkus, kuru organisms nespēj strauji pielāgoties un regulēt ķermeņa temperatūru. Lai gan nāves gadījumu skaits ir cieši saistīts ar iedzīvotāju skaitu, mirstības rādītāju būtiskākās izmaiņas varētu būt vērojamas reģionos, kuros ir lielāka klimata pasiltināšanās tendence. Līdz ar to Eiropā karstuma periodu ietekme uz iedzīvotāju veselību būs reģionāli nevienmērīga – vairāk tiks skartas Dienvideiropas un Viduseiropas valstis.

Daudzi pētījumi ir balstīti uz slimnīcu pacientu uzņemšanas vai pirmās palīdzības sniegšanas datiem un liecina par sirds un asinsvadu, elpošanas sistēmas, nieru slimību un vielmaiņas traucējumu saasināšanos atkarībā no karstuma ietekmes ilguma un intensitātes. Veselības riski ārkārtas karstuma periodu laikā ir augstāki cilvēkiem ar hroniskām slimībām un tiem, kuri ir fiziski aktīvi (piemēram, veic fizisku darbu vai nodarbojas ar sportu). Līdz ar to karstuma ietekmei ir būtiska nozīme uz arodveselību un darba produktivitāti.

Cilvēka termoregulācijas procesi ir sen izpētīti. Ja ķermeņa temperatūra pārsniedz 38 °C, var iestāties karstuma stress – cilvēks kļūst apātisks, noguris, letarģisks, parādās tādi simptomi kā reibonis, galvassāpes, viegla aizkaitināmība, apjukums, slikta dūša, vemšana,

caureja, arī tā dēvētie karstuma izsitumi, fiziskās un kognitīvās funkcijas pavājinās. Ķermeņa temperatūrai paaugstinoties virs 40,6 °C iestājas karstuma dūriens – tas var izraisīt iekšējo orgānu bojājumu risku, samaņas zudumu, un nāves iestāšanās risks strauji pieaug, it īpaši iedzīvotāju riska grupās. Augsta vides temperatūra veicina pastiprinātu asins pieplūdi ķermeņa virsmai, kas var izraisīt asinsrites kolapsu jeb piepešu sirds un asinsvadu vājumu.

Ārkārtas karstuma periodi rada arī iekšēlu mikroklimate apstākļu pasliktināšanos, ja netiek nodrošināta ventilācija, optimāls mitruma līmenis un gaisa kondicionēšana. Tādējādi tiek pētīta arī klimata pārmaiņu ietekme uz iekšēlu apstākļiem (7.2. tab.).

Gan ar temperatūras paaugstināšanos, gan pazemināšanos saistīti ārkārtas vides apstākļi rada augstu saslimšanas un mirstības risku salīdzinājumā ar uzturēšanos stabilā vai cilvēka organismam komfortablā temperatūras diapazonā. Saikni starp temperatūru un saslimšanu un mirstību raksturo J-formas līkne ar straujāku kāpumu augstākā temperatūrā. Tomēr joprojām pastāv neskaidrības par iedzīvotāju fizioloģisko, sociālo un tehnoloģisko pielāgošanās spēju ilglaicīgos karstuma periodos.

Dabas ugunsgrēki. Sausuma un karstuma ietekmē pieaug dabas ugunsgrēku risks. Laika posmā starp 1970.–1986. gadu un 1987.–2003. gadu dabas ugunsgrēku biežums ASV rietumos ir palielinājies 4 reizes. Lai gan liela daļa dabas ugunsgrēku izceļas cilvēka neuzmanīgas vai ļaunprātīgas rīcības dēļ, to izcelšanās

7.2. tabula. Ārkārtas vides apstākļu ietekme uz iekšēlu mikroklimate un cilvēka veselību.

Vides apstākļu izmaiņas klimata pārmaiņu ietekmē	Iekšēlu mikroklimate izmaiņas	Ietekme uz cilvēka veselību un labsajūtu
Ārkārtas karstuma periodi	Paaugstināta temperatūra	Diskomforts, karstuma stress, slimību saasinājumi, hospitalizācija, nāve
Intensīvi un ilgi nokrišņi, viesuļvētras, plūdi	Mitrums un pelējums	Elpošanas sistēmas slimības
Dabas ugunsgrēki, gaisa piesārņojums	Augsta putekļu koncentrācija	Elpošanas sistēmas, sirds un asinsvadu slimības, hospitalizācija, nāve
Ozona slāņa noārdīšanās, UV starojuma palielināšanās	Augsts ozona līmenis	Elpošanas sistēmas slimības, hospitalizācija, nāve
Putekšņi	Paaugstināta alergēnu koncentrācija	Alerģijas, astma

iespēju un izplatības ātrumu veicina meteoroloģiskie apstākļi — karstums, sausums un vējš. Latvijā izplatītākie dabas ugunsgrēki ir mežu un purvu ugunsgrēki, kā arī tie, kas rodas pērnās zāles dedzināšanas dēļ, galvenokārt, sausās pavasara un vasaras sezonās (7.9. att.). Nereti paaugstināta ugunsbīstamība veidojas Latvijas austrumu novados, kad deg Krievijas pierobežas meži. Ugunsgrēki var ietekmēt gan tiešā to norises vietā esošos iedzīvotājus, gan tālākā apkārtnē dzīvojošos. Dabas ugunsgrēku radītie dūmi, karstums un liesmas var būtiski apdraudēt cilvēka veselību, labklājību un dzīvību — paaugstinās risks gūt apdegumus, ievainojumus, saindēties ar dūmiem, kā arī zaudēt mājvietu. Dūmu ietekme uz veselību var izpausties kā acu kairinājums (dedzināšana acīs, asarošana), kakla un rīkles kairinājums, klepus, elpas trūkums, sāpes krūtīs, galvassāpes, iesnas. Noteiktām iedzīvotāju grupām — cilvēkiem, kas cieš no hroniskām sirds un asinsvadu vai elpošanas sistēmas slimībām, bērniem, grūtniecēm, gados vecākiem cilvēkiem, smēķētājiem — dūmu kaitīgā iedarbība uz organismu ir intensīvāka, izraisot nopietnus akūtus un hroniskus veselības traucējumus.

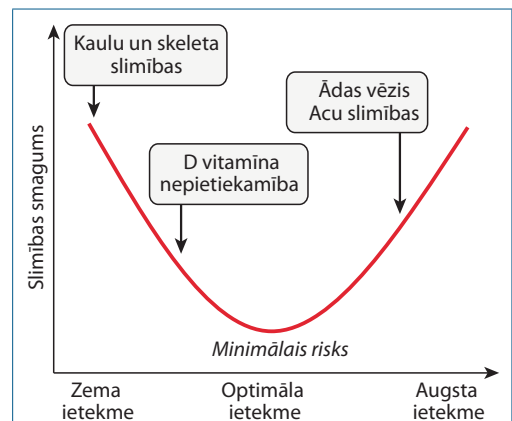
Ultravioletais starojums. Klimata pārmaiņu ietekmē, pieaugot maksimālajai dienas temperatūrai vasaras sezonā, palielinās arī ultravioletā (UV) starojuma ietekme, kas var izraisīt ādas vēzi un acu slimības (piemēram, kataraktu, mākulās deģenerāciju) (7.10. att.). Pētījumi liecina, ka, paaugstinoties dienas

vidējai temperatūrai par 1 °C, karcinomas gadījumu skaits var palielināties par 2–6%. Tomēr Saules iedarbībai ir labvēlīga ietekme uz D vitamīna sintēzi cilvēka organismā, kas pozitīvi ietekmē veselību. Tādējādi UV starojuma līmeņa ietekmes pieauguma ieguvumu un zaudējumu bilance atšķiras atkarībā no reģiona, starojuma iedarbības intensitātes un ilguma, kā arī no citiem faktoriem, piemēram, uztura īpatnībām, kas ietekmē D vitamīna līmeni organismā. Pētījumi par stratosfēras ozona atjaunošanos un klimata pārmaiņām liecina, ka UV starojuma līmenim pie Zemes virsmas ir tendence samazināties, un līdz 21. gadsimta vidum dažviet tas sasnies tādu līmeni, kāds tas bija pirms 1980. gada. Lai gan ir neskaidrības ar mērījumu precizitāti, paredzams, ka UV starojuma līmenis līdz 2100. gadam turpinās samazināties. Mērenā klimata joslā, paaugstinoties dienas vidējai temperatūrai un saulaino dienu skaitam, cilvēki vairāk laika pavada ārpus telpām, kas var izraisīt UV starojuma ietekmes paaugstināšanos, īpaši uz cilvēkiem ar gaišu un jutīgu ādu.

Aukstums. Klimata pārmaiņu ietekmē paredzamais minimālās temperatūras paaugstinājums tiek saistīts ar aukstuma izraisītu nāves gadījumu samazināšanos. Tā kā mirstības pieaugums, kas saistīts ar vasaras sezonas temperatūras paaugstināšanos, ir konsekventi



7.9. att. Meža ugunsgrēks Rīgas apkārtnē.



7.10. att. Ultravioletā starojuma ietekme uz cilvēka veselību.

prognozēts pētījumos par klimata pārmaiņām, tad tas vismaz daļēji tiek kompensēts ar aukstuma izraisītas mirstības samazināšanos ziemas sezonā. Tomēr maz ticamas, ka salīdzinoši maigākas ziemas, ko veicina klimata pārmaiņas, kompensēs karstuma izraisīto ietekmi uz veselību, jo negatīvā ietekme uz veselību saistībā ar biežākiem ārkārtas karstuma periodiem lielā mērā prevalē pār ieguvumiem no samazinātā auksto dienu skaita. Nākotnes vasaras un ziemas klimata scenāriju modelēšana liecina, ka kopumā klimata pārmaiņu ietekme saistīsies ar ikgadēju kopējā nāves gadījumu skaita pieaugumu.

Nokrišņi, plūdi un vētras. Vairums klimata pārmaiņu scenāriju paredz būtisku nokrišņu biežuma un intensitātes un/vai apjoma pieaugumu. Globāli tiek prognozēts, ka teritorijas, ko skar musonu ietekme, 21. gadsimtā palielināsies, un musonu nokrišņi pastiprināsies. Savukārt intensīvi nokrišņi izraisīs vai pastiprinās plūdu iespējamību. Jau pašlaik plūdi ir kļuvuši par ārkārtas vides apstākļiem, kas visbiežāk ietekmē daudzu pasaules reģionu iedzīvotāju veselību un labklājību. 2011. gadā pasaulē sešas no desmit lielākajām dabas katastrofām bija plūdi gan pēc cietušo iedzīvotāju skaita (skāra 112 miljonus cilvēku), gan pēc nāves gadījumu skaita (bojā gāja vairāk nekā 3100 cilvēku). Laika periodā no 1980. gada līdz 2009. gadam plūdi skāruši apmēram 2,8 miljardus pasaules iedzīvotāju, izraisot 500 000 nāves gadījumu.

Klimata pārmaiņu ietekmē pasaulē īpaši pieaug upju plūdu biežums, bet paredzama arī jūras līmeņa celšanās, kas radīs ekonomiskos zaudējumus, gan ietekmējot iedzīvotāju veselību, gan nopostot īpašumus un infrastruktūru applūstošajās teritorijās. Plūdi rada paaugstinātu risku noslīkt, gūt ievainojumus, ciest no hipotermijas, infekcijas slimībām (piemēram, caurejas, leptospirozes, holēras), kā arī izraisa piespiedu migrāciju vai iedzīvotāju evakuācijas nepieciešamību. Plūdi ilgtermiņā būtiski ietekmē iedzīvotāju psihisko veselību. Psihisko traucējumu simptomu (psiholoģiskas ciešanas, trauksme un depresija) izplatība ir 2–5 reizes lielāka indivīdiem, kuri saskārušies ar plūdu ietekmi, salīdzinājumā ar plūdu neskartiem iedzīvotājiem.

Latvijā nopietnākos draudus upēs rada pavasara pali, ko ietekmē ledus un vižņu sastrēgumi, taču arī lietus uzplūdi un vējuzplūdi reizumis izraisa teritoriju applūdumus. Plūdi var skart plašas Lielupes, Daugavas un Gaujas upju baseinu teritorijas (7.11. att.).

Arī vētras rada paaugstinātu risku noslīkt, gūt ievainojumus, ciest no hipotermijas un rada piespiedu migrāciju vai iedzīvotāju evakuācijas nepieciešamību. Kopumā mirstība no plūdu un vētru ietekmes samazinās, bet tas atkarīgs no reģiona ekonomiskā nodrošinājuma un spējas laikus palīdzēt cietušajiem.

Plūdu un vētru ietekmē pieaug piekrastes erozijas draudi zemos piekrastes rajonos. Tas var apdraudēt lielu skaitu pasaules iedzīvotāju, turklāt 14 no 19 pasaules lielākajām pilsētām (ar apdzīvotību virs 10 miljoniem iedzīvotāju) atrodas jūras līmeņa augstumā. Jūras līmeņa celšanās var izraisīt iedzīvotāju piespiedu migrāciju, zaudējot iztikas līdzekļus un dzīvesvietu, ciešanas no piekrastes vētrām un plūdiem.

Plūdu, vētru un spēcīgu nokrišņu ietekme ir saistāma arī ar vairākiem ūdens izraisītu slimību uzliesmojumiem patogēnu mobilizācijas (pasīvas pārneses no viena saimnieka uz otru) vai ārkārtēja piesārņojuma dēļ, ko izraisa notekūdeņu cauruļvadu un/vai attīrīšanas iekārtu pārplūšana. Samazinoties ūdenstecēm vasarā, var palielināties bakteriāla un ķīmiska piesārņojuma risks. Paaugstināta ūdens temperatūra veicina toksisku aļģu izplatību. Fekālā piesārņojuma risks apdraud gan dzeramā ūdens



7.11. att. Pavasara plūdi Ogrē 2013. gadā.

ieguves vietas, gan teritorijas, kurās ūdens tiek izmantots rekreācijai un lauksaimniecībai.

Viesuļvētras, plūdi, tropiskie cikloni, dabas ugunsgrēki, vētras, zemes nogrūvumi un sausums pēdējo desmitgažu laikā ir negatīvi ietekmējuši dzīvi vairākiem miljoniem cilvēku, radot plašus īpašuma bojājumus, veselības problēmas un līdzcilvēku nāvi. No 1970. gada līdz 2012. gadam pasaulē notikušas vairāk nekā 8300 dabas katastrofas, kuras tieši saistītas ar meteoroloģiskiem un hidroloģiskā režīma apstākļiem un kuru ietekmē bojā gājuši 1,94 miljoni iedzīvotāju. Mazāk attīstītajos reģionos katastrofas var izraisīt liela mēroga iedzīvotāju piespiedu migrāciju vai evakuāciju, bieži uz vietām, kas slikti sagatavotas uzņemt un rūpēties par cietušajiem un ko apdraud uztura nepietiekamība un infekcijas slimības. Pārvietoto cilvēku grupas parasti arī ir pakļautas vardarbības riskam, seksuālai izmantošanai un psihiskām slimībām. Kopumā mirstības rādītāji šādās pārvietotās populācijās var pieaugt 30 reizes salīdzinājumā ar nāves gadījumu skaitu mītnes zemē. Īpaši augsta mirstība ir bērniem, kas jaunāki par 5 gadiem.

Gaisa piesārņojums. 20. gadsimta 50.–60. gados piesārņojuma problēma tika uzskatīta par galveno vides apdraudējumu cilvēka veselībai. Arī pašlaik šī ir nozīmīga problēma (7.12. att.). Klimata pārmaiņas var īpaši veicināt gaisa piesārņojumu. Katru gadu no gaisa



7.12. att. Smogs pilsētā – intensīvs gaisa piesārņojums, kas apdraud cilvēka veselību.

piesārņojuma, ko rada fosilā kurināmā sadegšanas produkti, iet bojā 7 miljoni cilvēku. Lai gan gaisa piesārņojums Eiropā ir krasi samazinājies pēdējās desmitgadēs, gaisa piesārņojuma apdraudējums veselībai aizvien ir nozīmīgs, galvenokārt palielinātas cieta daļiņu un ozona koncentrācijas dēļ, kas ietekmē elpošanas sistēmas slimību izplatību un ar tām saistīto mirstību. Klimata pārmaiņu ietekme, iespējams, ir saistīta arī ar ozonu kā vienu no piesārņotājiem daudzviet Eiropā. Vēl nav izstrādātas detalizētas prognozes klimata pārmaiņu turpmākai ietekmei uz gaisa piesārņojumu Eiropā, un pat jaunākie pētījumi par gaisa piesārņojumu precīzi neizskaidro to, kā klimata pārmaiņas ietekmēs gaisa kvalitāti nākotnē.

7.4. Pārtikas un ūdens pieejamības izmaiņas klimata pārmaiņu ietekmē

Galvenās nozares, kas visciešāk saistītas ar iespējamo cilvēka veselības apdraudējumu klimata pārmaiņu ietekmē, ir

- lauksaimniecība — saistībā ar pārtikas krājumu kvalitātes un pieejamības apdraudējuma risku un ietekmi uz iedzīvotāju nodrošinājumu ar pārtiku sekas var būt nepilnvērtīgs, piesārņots un nepietiekams uzturs, bads;

- ūdenssaimniecība — saistībā ar riskiem, kas skar iedzīvotāju nodrošinājumu ar dzeramo ūdeni un personīgajai higiēnai nepieciešamo ūdeni, kā arī ar ūdens un pārtikas izraisītu slimību izplatību.

Klimata pārmaiņas var būtiski ietekmēt pārtikas kultūraugu un lopkopības, kā arī zvejniecības nozares produkcijas ražošanas apjomus un kvalitāti. Dažas ietekmes būs pozitīvas,

citas – negatīvas; kopējā klimata pārmaiņu ietekme uz pārtikas ražošanu atšķirsies reģionāli. Izmaiņas pārtikas ražošanā var ietekmēt vairāki vides faktori, piemēram:

- temperatūra – ražas samazināšanās karstuma un sausuma ietekmē, kā arī lauksaimniecības zemju platību samazināšanās pārtuksnešošanās dēļ;
- nokrišņu apjoms un intensitāte – ražas kvalitātes pazemināšanās paaugstināta mitruma ietekmē, izraisot, piemēram, labības pūšanu, pelēšanu;
- N₂O līmenis – saistībā ar mēslojumu lauksaimniecības zemēs;
- ārkārtas vides apstākļu periodi – postījumi gan lauksaimniecības, gan pārtikas rūpniecības nozarēs, tehnikas bojājumi, infrastruktūras, elektroapgādes, komunikācijas un transporta traucējumi;
- jūras līmeņa celšanās – lauksaimniecībā izmantojamo augšņu sasāļošanās un erozija, zemes nogrūvumi un noslīdējumi, kas izraisīs lauksaimniecības zemju platību samazināšanos.

Nepietiekams uzturs ir pamatcēlonis nāves gadījumiem pusei no 10,5 miljoniem bērnu (līdz 5 gadu vecumam) pasaulē katru gadu. Apmēram puse no mātēm un bērniem pasaulē cieš no samazinātas ķermeņa masas, kas ir nepietiekama uztura sekas. Kvalitatīva ūdens nepieejamība un trūkums rada paaugstinātu infekcijas slimību, īpaši akūtu zarnu infekciju, uzliesmojumu risku, kas veicina mirstības pieaugumu. Dzeramā ūdens un pārtikas nepietiekamība, kā arī nekvalitatīva uztura un ūdens izraisītās akūtas zarnu infekcijas veido būtisku daļu no pašreizējā globālā slimību sloga, jo īpaši attiecībā uz bērniem un sievietēm, un tiek prognozēts, ka situācija pasliktināsies, klimata pārmaiņu ietekmei pastiprinoties. Reģionos ar zemu ekonomisko nodrošinājumu, kur pārtikas krājumi jau pašlaik ir ierobežoti, piemēram, Subsahāras Āfrikā un Dienvidāzijā, nākotnē klimata pārmaiņu ietekmē paredzams lielākais pārtikas un dzeramā ūdens apgādes samazinājuma risks. Piemēram, 2015. gadā Zimbabvē kukurūzas ražas samazinājums par

apmēram 50% lika ciest badu 1,5 miljoniem iedzīvotāju. Pasaules Veselības organizācija pārtikas apjoma un kvalitātes samazināšanās risku vērtē kā būtiskāko klimata pārmaiņu izraisīto ietekmi uz cilvēka veselību. 2010. gada dati liecina par iespējamu 225 000 bada izraisītu nāves gadījumu skaitu pasaulē, bet līdz 2030. gadam mirstība pieaugs līdz 380 000 nāves gadījumiem gadā.

Klimata pārmaiņas var ietekmēt arī mazdārziņos un savvaļā augošu pārtikas augu ražu iepriekš neparedzētu slimību, kaitēkļu vai invazīvu sugu izplatības dēļ. Piemēram, Latvijā kopš 2007. gada augļu kokus apdraud baktēriālā iedega – slimība, kuras ierosinātāja baktērijas *Erwinia amylovora* vairošanos un izplatību veicina mitri un silti klimatiskie apstākļi augu ziedēšanas laikā. Slimības ietekmē iet bojā vai arī jāznīcina augļu koki un krūmi – ābeles, bumbieres, vilkābeles, pilādži, klinthenes, cidonijas, krūmcidonijas, korintes u.c. (7.13. att.).

Pasaulē aptuveni 150 miljoni cilvēku pašlaik dzīvo pilsētās, kuras ietekmē hronisks ūdens trūkums, un līdz 2050. gadam ūdens trūkuma skarto pilsētu iedzīvotāju skaits pieaugs līdz vienam miljardam, ja netiks rasti ātri un efektīvi pilsētvides uzlabojuma risinājumi. Pašlaik aptuveni 1,7 miljardi pasaules iedzīvotāju dzīvo reģionos ar paaugstinātu ūdens trūkuma risku, un šis skaitlis palielināsies līdz 5 miljardiem 2025. gadā.



7.13. att. Baktēriālās iedegas skarti augļu koki Latvijā, kas jāznīcina sadedzinot.

7.5. Klimata pārmaiņu veicinātas slimības

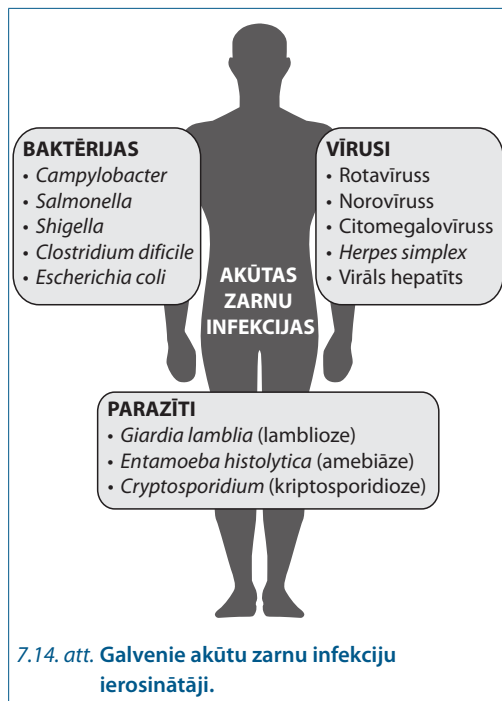
Pārtikas un ūdens izraisītas slimības. Klimata pārmaiņu ietekmē paaugstinās pret temperatūras svārstībām jutīgu, tostarp arī pārtikas un ūdens izraisītu, infekcijas slimību izplatības risks. Eiropā līdz 2030. gadam saslimstība ar šāda veida slimībām palielināsies par 20 000 gadījumiem gadā, bet līdz 2080. gadam – par 25 000–40 000 gadījumiem gadā.

Pārtikas un ūdens izraisītas slimības, parasti kuņģa un zarnu trakta infekcijas, kuru simptoms ir caureja, joprojām ir globāla veselības problēma, kas it īpaši skar bērnus reģionos ar zemu ekonomiskās attīstības līmeni. Higiēnas normu ievērošana un pastāvīgs nodrošinājums piekļuvei sanitāriem mezgliem, kā arī droša dzeramā ūdens apgāde ir pamats pārtikas izraisītu saslimšanu profilaksei. Klimata pārmaiņu ietekme, piemēram, ārkārtas sausuma periodi, plūdi vai intensīvas lietusgāzes parasti samazina pieejamību drošai ūdens apgādei. Pētījumi liecina, ka saslimšana ar akūtām zarnu infekcijas slimībām palielinās reizē ar vides temperatūras paaugstināšanos, proti, temperatūrai paaugstinoties par 1 °C, saslimšanas gadījumu skaits pieaug par 3–11%.

Ar pārtikas un ūdens izraisītām slimībām cilvēks var saslimt, uzņemot patogēnus ar piesārņotu dzeramo ūdeni, inficētu vai termiski neapstrādātu pārtiku, nejauši norijot ūdeni peldoties vai ūdenim nonākot tiešā kontaktā ar acīm, ausīm, gļotādu vai vaļējām brūcēm. Patogēni ūdenī var būt zoonozes, kas koncentrētas, piemēram, divvāku gliemjos (austerēs u.c.), kā arī tiek deponēti, apūdeņojot pārtikas kultūraugus. Patogēni, kas rada infekciju risku, ir cilvēku un dzīvnieku zarnās mītoši mikroorganismi, kas tiek pārnēsāti fekāli orālā ceļā, kā arī baktērijas un vienšūņi, kas dabiski attīstās ūdens vidē (7.14. att.). Klimata faktori var tieši ietekmēt patogēnu attīstību, izdzīvošanas spējas, noturību vidē, pārnesšanu un virulenci (patogenitātes pakāpi). Netieša klimata faktoru ietekme ietver infekciju uzliesmojumus vietējās ekosistēmās vai sugu dzīvotnēs, kas darbojas kā zoonozes krātuves. Piemēram, temperatūras paaugstināšanās ir tieši saistīta ar akūtu zarnu

infekcijas slimību izplatības risku Arktikas kocienās, jo mūžīgā sasaluma izkušana pastiprina notekūdeņu plūsmas uz gruntsūdeņiem, dzeramā ūdens avotiem vai citiem virszemes ūdeņiem. Siltos apstākļos patogēni var savairoties uz pārtikas kultūraugiem (piemēram, salātu lapām). Arī nokrišņu apjoms un intensitāte tiek saistīta ar akūtu zarnu infekciju izplatības riska izmaiņām – augstāka akūtu zarnu infekciju izraisītāju, piemēram, enterovīrusu, koncentrācija biežāk tiek konstatēta dzeramajā ūdenī un peldūdeņos pēc stiprām lietusgāzēm.

Visbiežāk pasaulē pārtikas un ūdens izraisītās akūtās zarnu infekcijas ir kampilobakterioze un salmoneloze, kuru uzliesmojumi var atšķirties reģionāli sezonalitātes un gaisa temperatūras mainības ietekmē. Kampilobakteriozi izraisa *Campylobacter* ģints baktērijas, un tā ir iemesls 5–14% caurejas gadījumu visā pasaulē visās vecuma grupās, bet augstāka saslimstība reģistrēta bērniem līdz 5 gadu vecumam un jauniem cilvēkiem (19–25 g. v.).



Mērenā klimata joslā saslimšanas gadījumu skaits pieaug gada siltajos mēnešos. Salmone-lozi izraisa *Salmonella* ģints baktērijas (visizplatītākās – *S. enteritidis* un *S. typhimurium*). *Salmonellas* dzīvo un vairojas zarnu traktā, un izplatās apkārtējā vidē ar fekālo piesārņoju-mu. Eiropā salmonelozes un kampilobakterio-zes simptomi ir līdzīgi – slikta dūša, vemšana, krampji, caureja, drudzis, galvassāpes. Bīstama salmonelozes komplikācija ir baktēriju iekļūša-na asinīs no zarnu trakta, kas var radīt iekšējo orgānu inficēšanos (abscesu, artrītu, meningī-tu u.c.), pat izraisīt nāvi. Akūtu zarnu infekciju izraisīta caureja ir iemesls gandrīz 2 miljoniem bērnu bojāejai katru gadu.

Arī rotavīrusa un norovīrusa izraisītas infekcijas izplatās fekāli orālā ceļā un ar piesār-ņotu ūdeni vai pārtiku. 2008. gadā rotavīrusa infekcija izraisīja apmēram 450 000 nāves ga-dījumus to bērnu vidū, kas jaunāki par 5 ga-diem. Sezonalitāte ietekmē rotavīrusa infekciju uzliesmojumu mērenās klimata joslas un sub-tropu reģionos, kā arī konstatēta reģionāla sa-slimšanas mainība un saikne starp jaundzimu-šo skaitu un sezonalitāti. Lai gan gaidāms, ka vakcinācija pret rotavīrusu samazinās kopējo slimības slogu, sezonalitātes izmaiņas saslim-tības risku palielinās.

Klimata pārmaiņu ietekmē var mainīties enterovīrusu izplatība. Tā mainās arī atkarībā no sezonas un temperatūras. Amerikas Savie-notajās Valstīs enterovīrusu infekciju uzlies-mojums sasniedz maksimumu vasaras un ru-dens mēnešos. Enterovīrusi veido lielu vīrusu grupu (poliovīrusi, Koksaki vīrusi A un B un ECHO vīrusi), kuriem dabiskā dzīves vieta ir cilvēka zarnu trakts. Enterovīrusi izraisa apmē-ram 90% no serozā meningīta saslimšanas ga-dījumiem; turklāt, tie var izraisīt vairākas citas slimības: encefalītu, paralīzi, miokardītu, pe-rikardītu, elpceļu infekcijas, konjunktivītu u.c. Enterovīrusi viegli izplatās, ja netiek ievērotas higiēnas normas. Piesārņota ūdens vai pārtikas produktu lietošana uzturā var izraisīt entero-vīrusu izraisītu slimību uzliesmojumus ar lielu saslimušo skaitu.

Ar pārtiku un dzeramo ūdeni izplatās arī holēra, ko izraisa *Vibrio* ģints baktērijas

(*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus*). Holēra ir akūta zarnu infekci-jas slimība, kam piemīt spēja izplatīties pandē-miski. Holēras klīniskās izpausmes ir drudzis, vemšana, muskuļu krampji, caureja. Inficēša-nās risku ietekmē gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums un intensitāte, organisko vielu kon-centrācijas pieaugums ūdenstilpēs, kā arī sā-ljuma un pH izmaiņas ūdenstilpēs. Āfrikā, Āzi-jā un Dienvidamerikā ik gadu tiek reģistrēti desmitiem tūkstoši holēras slimnieku, atsevišķi gadījumi ir arī Eiropā. Holēras uzliesmoju-mi tropu un subtropu reģionos bieži saistīti ar spēcīgu lietusgāžu radītiem plūdiem. Valstīs, kur holēra ir endēmiska slimība, konstatēta stabila attiecība starp vides temperatūras iz-maiņām un slimības izplatību. Līdz 19. gadsim-ta sākumam holēra bija Dienvidaustrumāzijas valstu endēmiskā slimība. 2010. gada oktob-rī Haiti izcēlās holēras uzliesmojums, un ko-pējais saslimšanas gadījumu skaits pārsniedza (līdz 2013. gada augusta vidum) 671 000; vai-rāk nekā 8200 saslimušie nomira.

Klimata pārmaiņu izraisītā siltās sezo-nas pagarināšanās var veicināt aļģu savairoša-nos saldūdens un sālsūdens ūdenstilpēs, ko arī var saistīt ar ūdens izraisītu slimību risku. Po-tenciāli bīstamas aļģes, piemēram, dinoflage-lāti (*Dinoflagellata*), zilaļģes (*Cyanobacteria*), kramaļģes (*Diatomea*), paaugstinoties tempe-ratūrai, var savairoties lielā apjomā un izdalīt toksīnus, kas kaitīgi cilvēka veselībai. Zilaļģu ziedēšanas laikā izdalās toksīni, kas var izrai-sīt nervu sistēmas, gremošanas orgānu, aknu un ādas bojājumus, bet kramaļģes izdala do-moīnskābi, kas ir spēcīgs neirotoksīns un var bioakumulēties zivīs. Zilaļģu ziedēšana Latvi-jā tiek bieži novērota siltās vasarās gan Baltijas jūras piekrastē un Rīgas līcī, gan upēs, ezeros un dīķos (7.15. att.). Saindēšanos ar zilaļģēm var izraisīt piesārņota ūdens iedzeršana, kā arī saskare ar gļotādu (piemēram, acu gļotādu), vaļējām brūcēm. Zilaļģu toksīni var izraisīt vai-rākas dažādas veselības problēmas, piemēram, ādas un gļotādas kairinājumu, alerģiskas reak-cijas, krampjus, sliktu dūšu, vemšanu, caureju, drudzi, galvassāpes, muskuļu un locītavu sāpes, aknu bojājumus.



7.15. att. Zilaļģu savairošanās Daugavā, Rīgā pie Salu tilta 2010. gadā.

Pārtikas un ūdens kvalitātes un pieejamības izmaiņas nākotnē var ietekmēt arī parazitāru (cērmju, lenteņu u.c.) dzīvesciklu un pārnesei uz saimniekorganismu.

Pārnēsātāju izraisītas slimības. Klimata pārmaiņas var būtiski ietekmēt pārnēsātāju izraisītu slimību izplatību. Paredzams, ka mainīsies tādu infekcijas slimību ģeogrāfiskās izplatības areāls, kas izplatās ar odi, mušu, ērcu vai citu pārnēsātāju (parasti asinsūcēju kukaiņu) starpniecību, un līdz ar to globāli pieaugs saslimšanas gadījumu skaits. Pārnēsātāju izraisītu slimību riska pieaugums visvairāk tiek saistīts ar klimata pārmaiņu ietekmi, jo šādu slimību izplatība ir īpaši pētīta. Slimību pārnēsātāji un paši patogēni ir jutīgi pret tādiem vides faktoriem kā temperatūra, ūdens augšējo slāņu īpatnības, gaisa un augsnes mitrums, nokrišņi, vējš, veģetācijas īpatnības, sezonālitate. Paaugstināts mitrums un siltums ir galvenie vides faktori, kas stimulē pārnēsātāju izraisītu slimību izplatību. Tropu reģionos pārnēsātāju izraisītas slimības ir cēlonis lielākajai daļai saslimšanu un nāves gadījumiem. Reģionāli pārnēsātāju izraisītu slimību izplatību var samazināt, vakcinējot iedzīvotājus, kā arī izmantojot pesticīdus pārnēsātāju iznīdēšanai. Tomēr pastāv paaugstināts pret pesticīdu iedarbību noturīgu jeb rezistentu pārnēsātāju sugu un patogēnu attīstības risks.

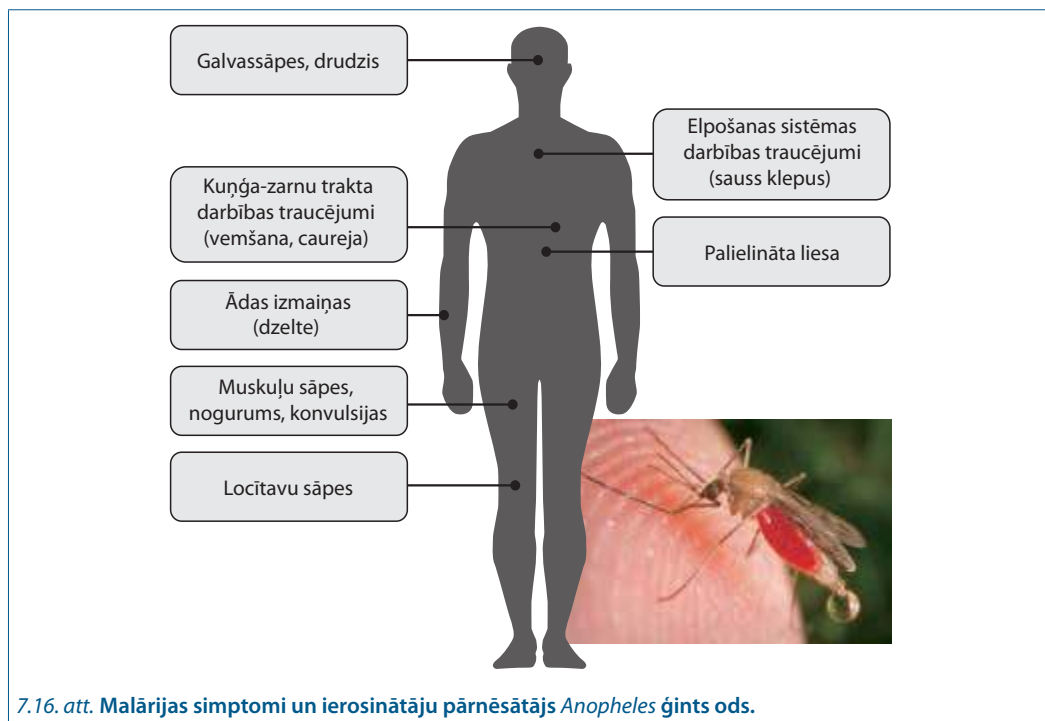
Būtiskākā pārnēsātāju izraisītā slimība pasaulē ir malārija — tās izplatības intensitāte

klimata pārmaiņu ietekmē dažos pasaules reģionos ir īpaši augsta (7.3. tab.). Citu pārnēsātāju izraisītu slimību izplatības risks ir zemāks un arī atkarīgs no reģionālām klimata īpatnībām. Dažādu sugu dzelējodi izplata Denges drudža, limfātiskās filariozes, dzeltenā drudža ierosinātājus, dažādu sugu mušas — onhocerkozi, šistosomiāzi Āfrikas tripanosomiāzi, leishmaniozi, bet *Triatominae* sugas blaktis — Amerikas tripanosomiāzi jeb Čagasa slimību.

Katru gadu pasaulē tiek reģistrēti aptuveni 300–500 miljoni malārijas saslimšanas gadījumu un vairāk nekā viens miljons nāves gadījumu, no kuriem 75% skar Āfrikas valstīs dzīvojošus bērnus, kas jaunāki par 5 gadiem. Subsahāras Āfrikā malārija ir visizplatītākā parazitārā slimība un ir galvenais iemesls bērnu un grūtnieču saslimšanai un mirstībai. Āfrikas valstīs konstatē 80% no visiem malārijas saslimšanas gadījumiem un 90% no visiem nāves gadījumiem pasaulē. Lai arī malārija ir visnozīmīgākā pārnēsātāju izraisītā slimība pasaulē, tā ir slimība, kuras izplatību var ierobežot un novērst.

Malāriju ierosina sarkanajos asinsķermenīšos parazitējoši viēnšūņi — malārijas plazmodiji. Tie var parazitēt cilvēka organismā. Malārijas ierosinātājus pārnēsā vairākas *Anopheles* ģints malārijodu sugas, kas ir aktīvas galvenokārt nakts laikā. Malārija ir akūta slimība, kuras simptomi atkarīgi no ierosinātāja, bet parasti ir drudzis, drebuļi, galvassāpes, muskuļu sāpes un vājums, iespējama vemšana, klepus, caureja un sāpes vēderā (7.16. att.). Ceļotājiem risks saslimt ar malāriju ir augstāks, jo viņi nav imūni pret to. Drudzis, kas parādās trīs mēnešu laikā pēc atgriešanās no ceļojuma uz malārijas endēmiskiem reģioniem, var būt malārijas simptoms, tomēr bieži vien var tikt uzstādīta vēlna vai nepareiza diagnoze.

Prognozes liecina, ka klimata pārmaiņas, galvenokārt, temperatūras un nokrišņu pieaugums, ietekmē tādu teritoriju ģeogrāfisko paplašināšanos, kas piemērotas stabilai *P. falciparum* malārijas izplatībai, mainoties pārnēsātāja (*Anopheles*) un patogēnu (*Plasmodium*) izdzīvošanai labvēlīgiem apstākļiem endēmiskajos reģionos. Dati par malārijas izplatību norāda



7.3. tabula. Pārnēsātāju izraisītas slimības un to iespējamā izplatības intensitāte

Slimība	Ierosinātājs	Pārnēsātājs	Riskam pakļauto iedzīvotāju skaits pasaulē	Pašreizējās izplatības areāls	Iespējamā izplatības intensitāte
Malārija	<i>Plasmodium</i>	Malārijodi (<i>Anopheles</i>)	2400 miljoni	Tropi un subtropi	+++ Īpaši iespējama
Šistosomiāze	<i>Schistosoma</i>	Moluski, ūdens gliemeži	600 miljoni	Tropi un subtropi	++ Ļoti iespējama
Onhocerkoze jeb upes aklums	<i>Onchocerca volvulus</i>	Melnās mušas (<i>Simulium</i>)	123 miljoni	Āfrika, Latiņamerika	
Tropu drudzis jeb Denges drudzis	Denges vīruss	Dzēlējodi (<i>Aedes aegypti</i>)	1800 miljoni	Tropi	+ Iespējama
Limfātiskā filarioze	<i>Filarioididea</i>	Dzēlējodi (<i>Culex, Aedes</i>)	1094 miljoni	Tropi un subtropi	
Āfrikas tripanosomiāze jeb miega slimība	<i>Trypanosoma</i>	Cece mušas (<i>Glossina</i>)	55 miljoni	Tropiskā Āfrika	
Leišmanioze	<i>Leishmania</i>	Smilšu mušas (<i>Phlebotominae</i>)	350 miljoni	Āzija, Dienvideiropa, Āfrika, Amerika	
Amerikas tripanosomiāze jeb Čagasa slimība	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Blaktis (<i>Triatominae</i>)	100 miljoni	Centrālamerika, Dienvidamerika	
Dzeltenais drudzis	<i>Flavivirus</i>	Dzēlējodi (<i>Aedes, Haemogogus</i>)	450 miljoni	Tropiskā Dienvidamerika, Āfrika	

uz to, ka, koncentrējoties tikai uz pašreizējo veselības aizsardzības stiprināšanu, ir maz ticami sasniegt pietiekamu efektu šīs slimības izplatības samazināšanā un apturēšanā, jo klimata pārmaiņas var pasliktināt agrīnās brīdināšanas sistēmas shēmu. Lai gan patlaban ir sarežģīti precīzi prognozēt, tomēr kopumā malārijas izplatīšanās risks, kas saistīts ar vietējas nozīmes klimata pārmaiņām, nav augsts, jo īpaši reģionos, kur pieejama atbilstoša veselības aprūpe un laba insektu kontroles pārvaldība.

Pārnēsātāju izraisītu slimību izplatības areāla maiņa var būt saistīta ne tikai ar klimata pārmaiņām, bet arī ar sociāli ekonomiskiem faktoriem, piemēram, cilvēku pārvietošanos un preču transportu, kā arī ar klimata ietekmētām izmaiņām vides resursu un zemes platību izmantošanā. Šie faktori var sekmēt zināmo pārnēsātāju un patogēnu izplatību, kā arī jaunu patogēnu rašanos un izplatību. 2007. gadā Eiropā (Itālijā un Francijā) tika konstatēti reģionam netipisku dzelējodu sugu (*Aedes albopictus* un *Aedes aegypti*) pārnēsātās slimības – Čikungūnjas drudža – vietējas izcelsmes gadījumi. Piemērota patogēna pārnēsātāja ilgstoša klātbūtne reģionā var būt labvēlīga turpmākam slimības gadījumu skaita pieaugumam. Lai arī ar zemu varbūtības risku, tomēr iespējami arī tropu jeb Denges drudža uzliesmojumi. 2010. gadā Latvijā tika reģistrēti septiņi, bet 2012. gadā 12 ievesti Denges drudža gadījumi, savukārt Francijā – divi vietējas izcelsmes Denges drudža saslimšanas gadījumi. Tāpēc tika veikti plaši insektu kontroles pasākumi. Denges drudzis ir vīrusu infekcijas slimība, kura ir endēmiska tropu un subtropu klimatiskās joslas valstīs Āfrikā, Amerikā un Āzijā. Dabā endēmiskajās teritorijās Denges drudzis cirkulē pērtiķu, vāveru un lemuru populācijās, bet uz cilvēku vīruss tiek pārnestas ar *Aedes* ģints odu starpniecību. Denges drudža gadījumi Eiropā liecina par lokālas infekcijas risku valstīs, kurās ir odu sugas, kas spēj pārnest šīs infekcijas ierosinātājus.

Klimata pārmaiņas, iespējams, ietekmē arī ērcu izplatību – ērcu populācijai Eiropā ir tendences paplašināties virzienā uz ziemeļiem un uz augstkalnu reģioniem. Klimata pārmaiņu

izraisītu siltāku ziemu dēļ ērcu populācija var palielināties un tādējādi lielākā mērā nekā līdz šim apdraudēt cilvēkus ar laimas slimību un ērcu encefalītu. Mainās arī smilšu mušu ģeogrāfiskā izplatība, kuras ir infekcijas slimības leišmaniozes ierosinātāju pārnēsātājas. Precīzus datus par slimību pārnēsātāju izplatību var iegūt tikai ilgtermiņa pētījumos, kas sarežģī savlaicīgu profilakses pasākumu ieviešanu.

Ixodes ģints ērces ("cietās ērces"), kas sastopamas arī Latvijā, var pārnēsāt ērcu encefalīta un laimas slimības ierosinātājus. No Latvijas mežos un krūmājos sastopamajām ērcu sugām divas ir epidemioloģiski nozīmīgas sugas – suņu ērce (*Ixodes ricinus*) un taigas ērce (*Ixodes persulcatus*). Suņu ērce ir Latvijas teritorijā dominējošā ērcu suga, savukārt taigas ērce vairāk izplatīta Latvijas austrumu daļā. Suņu un taigas ērce ir galvenie ērcu encefalīta vīrusa pārnēsātāji Latvijā. Ērcu encefalīta un citu vīrusu infekcijas slimību ierosinātājus var pārnēsāt arī citas *Ixodes* ģints ērces, kā arī *Dermacentor* ģints ērces. Arī citi bezmugurkaulnieki (piemēram, citu grupu parazītiskās ērces, blusas vai utis) var kļūt par īslaicīgiem encefalīta vīrusa pārnēsātājiem, ja tie sūkuši ar vīrusu inficēta dzīvnieka vai cilvēka asinis.

Laimas slimība ir sistēmiska akūta infekcijas slimība, ko izraisa spirohetu baktērijas *Borrelia burgdorferi*, kas tiek pārnestas uz cilvēku ar inficētas ērces kodieniem. Katru gadu Latvijā reģistrē vairākus simptomus saslimšanas gadījumus. Laimas slimība agrīnā lokālā stadijā izpaužas ar tādām ādas pārmaiņām kā eritēma jeb koši sarkani vai zilgansarkani plankumi uz ādas (7.17. att.). Ja slimību agrīni nediagnostiķē un neārstē, tad pēc dažām nedēļām vai mēnešiem var parādīties centrālās nervu sistēmas bojājumi (aseptisks meningīts, neirīti), locītavu sāpes, artrīts, kardīts. Retāk pēc vairākiem mēnešiem vai gadiem laimas slimība var pāriet vēlinā persistējošas infekcijas stadijā, kas izpaužas kā hronisks artrīts, encefalopātija, encefalomiēlīts, var attīstīties demence.

Ērcu encefalītu izraisa encefalīta vīruss, un tā ir endēmiska slimība mērenās klimata joslas valstīs Eiropā, Ziemeļamerikā un Āzijā. Ērcu encefalīta izplatība konstatēta no Atlantijas

okeāna līdz Klusajam okeānam, tomēr pēdējās desmitgadēs encefalīta vīrusa izplatības areālam ir tendence paplašināties, ko veicina mežu izciršana, izcirtumu un lauksaimniecības zemju aizaugšana. Ērču encefalīta simptomi var būt līdzīgi gripas simptomiem, tomēr iespējamās komplikācijas, piemēram, smadzeņu apvalka iekaisums — tad saslimšana var beigties ar invaliditāti vai pat nāvi. Pētījumi liecina par saistību starp klimata pārmaiņām un ērču izplatības areāla paplašināšanos. Piemēram, Ziemeļamerikā laika periodā no 1996. gada līdz 2004. gadam ir novērota ērču *Ixodes scapularis* izplatības areāla paplašināšanās ziemeļu virzienā. Tomēr nav datu par saslimšanas gadījumu skaita pieaugumu no ērču pārnēsātām slimībām šajā reģionā.

Alerģijas. Alerģija ir paaugstināta jutība pret organismā vai vidē esošām specifiskām vielām — alergēniem. Klimata pārmaiņas veicina gaisā sastopamu alergēnu (aeroalergēnu) koncentrāciju un izplatību vidē, paaugstinoties CO₂ līmenim un mainoties silto un auksto sezonu ilguma attiecībai, kas savukārt var labvēlīgi ietekmēt augu veģetācijas periodu, paildzinot ziedēšanas laiku, kā arī reģionam netipisku augu sugu izplatību. Sausums un spēcīgs vējš var radīt putekļus un citu atmosfēras materiālu, kas satur ziedputekšņus un sporas, un gaisa masas var pārnest šos alergēnus uz iepriekš neskartiem reģioniem. Klimata pārmaiņu ietekmē gaisa kvalitāte mainās gan ārpus telpām, gan iekštelpās, palielinoties

gaisa piesārņojumam un aeroalergēnu, piemēram, ziedputekšņu, putekļu vai pelējuma sēņu sporu, veidam, koncentrācijai un ekspozīcijas ilgumam. Sezoni agrāka un noturīgāka aeroalergēnu klātbūtne gaisā rada paaugstinātu risku saslimt ar elpošanas sistēmas un alergiskām slimībām, piemēram, alergisku rinītu, siena drudzi, konjunktivītu vai dermatītu. Paaugstinātais alergiju risks pazemina cilvēka darbības spējas un paaugstina izmaksas par medicīnisko aprūpi un zālēm, kā arī veicina smagu slimību attīstību. Īpaši apdraudēti ir iedzīvotāji, kas cieš no hroniskām elpošanas sistēmas slimībām, piemēram, astmas vai hroniskas obstruktīvas plaušu slimības. Jau pašlaik hroniska obstruktīva plaušu slimība izraisa ceturto augstāko mirstības rādītāju to pasaules iedzīvotāju vidū, kas vecāki par 45 gadiem, un mirstība joprojām turpina pieaugt. Putekšņu koncentrācijas pieaugums paaugstina organisma jutību pret alergēniem un veicina smagāku alergisko reakciju izpausmes, par ko liecina pieaugošais no astmas, alergiska rinīta un citām alergiskām slimībām cietušo hospitalizāciju skaits. Pētījumi liecina par pozitīvu korelāciju starp gaisa mitrumu un ekzēmas gadījumu skaitu bērniem un par negatīvu korelāciju starp gaisa temperatūru un saulaino stundu skaitu attiecībā pret ekzēmas gadījumu skaitu bērniem. Pēc Pasaules Veselības organizācijas datiem apmēram 15% Eiropas iedzīvotāju ir jutīgi pret putekšņiem.



7.17. att. Laimas slimībai raksturīga eritēma (pa kreisi) un *Ixodes* ģints ērces (pa labi).

Sakarā ar pieaugošo ziedputekšņu izraisītas alerģijas izplatību, Latvijā kopš 2003. gada tiek veikts aerobioloģiskais monitorings. Latvijā alerģijas visvairāk izraisa:

- koku un krūmu ziedputekšņi – bērzs, alksnis, lazda, ozols, kļava, papele, osis, goba u.c.;
- graudzāļu ziedputekšņi – timotiņš, auzene, skarene, kvieši, rudzi, griķi u.c.;
- savvaļas lakstaugu ziedputekšņi – vībotne, pienene, kaņepe, nātre, vērmele, gundega, ceļteka u.c.

Ziemeļeiropā bērza putekšņi tiek vērtēti kā agresīvākie alerģisko simptomu izraisītāji (7.18. att.), bet Centrāleiropas Vidusjūras reģionā – olīvu putekšņi. Dienvideiropā vairāku sugu ambroziju (*Ambrosia* spp.) putekšņi atzīti par agresīviem alerģēniem, turklāt, ambrozijas ir augi, kuru izplatības areāls strauji palielinās globālās klimata sasilšanas ietekmē. Trīs ambroziju sugas – vērmelļapu ambrozija (*A. artemisiifolia*), trīsdaivu ambrozija (*A. trifida*) un kailvārpu ambrozija (*A. psilostachya*) ir iekļautas karantīnas augu sarakstā Latvijā. Vērmelļapu ambrozija ir visbīstamākā no šīm invazīvajām sugām, jo augs izplata īpaši alerģiskus ziedputekšņus, kas jutīgiem cilvēkiem izraisa smagas alerģiskas reakcijas. Alerģiskas

reakcijas pret vērmelļapu ambrozijas putekšņiem rodas vienam no 5 eiropiešiem, kuri cieš no regulārām alerģiskām izpausmēm, kā arī vienam no 7 eiropiešiem, kuri cieš no rinīta, un vienam no 11 astmas slimniekiem. Saskaņā ar augu ziedēšanas laiku izdala trīs alerģisko slimību saasināšanās periodus: pirmais – pavasarī koku ziedēšanas laikā, otrais – vasarā graudzāļu ziedēšanas laikā, trešais – rudenī vairāku savvaļas lakstaugu (nezāļu) ziedēšanas laikā.

Arī pelējuma sēņu sporas var būt nopietns alerģēns. Piemēram, alternārijas (*Alternaria*) pelējuma sēņu sporas ir ne tikai viens no spēcīgākajiem aeroalerģēniem pasaulē, bet arī patogēns augu slimību ierosinātājs. Alternārijas sporu koncentrācija un izplatība ir atkarīga no gaisa temperatūras. Bioloģiskais piesārņojums ar alternārijas sporām dažviet Centrāleiropā un Austrumeiropā tiek vērtēts kā augsts un tiek saistīts ar nopietnu veselības risku jutīgiem cilvēkiem, ja sporu koncentrācija ilgāku laiku pārsniedz 300 sporas vienā kubikmetrā gaisa. Biežāk sastopamās iekštelņu pelējuma sēņu ģintis ir *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* un *Penicillium*. Pelējuma sēņu sporas var izraisīt ietekmi uz veselību, sākot ar vājām alerģiskām reakcijām – šķaudīšanu, deguna, acu, kakla vai plaušu kairinājumu līdz astmatiskām lēkmēm.



7.18. att. Nozīmīgākie aeroalerģēnu putekšņu avoti – bērza spurdzes (pa kreisi) un lazdas sievišķie ziedi pumpurveida ziedkopā un spurdzes jeb virišķie ziedi (pa labi).

Iekštelpu gaisā esošie aeroalerģēni ir putekļi, kas sastāv no pelējuma sēņu sporām, augu šķiedrām, pārtikas daļiņām, insektu ekskrementiem, mājdzīvnieku spalvām, cilvēku un dzīvnieku ādas (epidermas) daļiņām. Putekļos var iemājot putekļu ērcītes, kas var pastiprināt alergisko reakciju izpausmes. Ilgstošs sausums var paaugstināt putekļu koncentrāciju gaisā.

Alerģiju izplatība ir cieši saistīta ar vides piesārņojumu. Intensīvs gaisa piesārņojums var izraisīt elpošanas traucējumus, klepu, bronhiālās astmas lēkmes. Automašīnu izplūdes gāzes kairina acu un elpceļu gļotādu. Tādējādi alergisku slimību izplatība vērtējama kā gaisa piesārņojuma indikators.

Citas saslimšanas. Veselība ir fiziska, emocionāla un sociāla labsajūta. Klimata pārmaiņu ietekmi uz cilvēka veselību var saistīt ar dažādu slimību izplatību (bez iepriekš minētajām), piemēram, veicinot psihisko traucējumu rašanos, kā arī vēža un citu slimību attīstību noteiktu faktoru ietekmē. Dabas katastrofas vai ārkārtas vides apstākļi un to radītā piespiedu migrācija var ietekmēt cilvēka funkcionēšanu kognitīvā, emocionālā un uzvedības līmenī, mainot daudzu cilvēku, īpaši bērnu, psihisko stāvokli, radot stresu, baiļu un panikas lēkmes, depresiju u.c. Gan sociālie apstākļi, gan apkārtējā vide

ietekmē cilvēka emocionālo stāvokli un psihisko līdzsvaru. Sociālā atbalsta tīkli, sociālā stabilitāte, vides drošība, nodrošinājums ar palīdzību nepieciešamības gadījumā veicina cilvēka psihiskās veselības stabilitāti. Savukārt vides maiņa, izolācija, zema sociālā loma, vardarbība un karš, vides piesārņojums un mainība, dabas katastrofas un tamlīdzīgi faktori rada riskus psihisku traucējumu attīstībai.

Pastāv arī citas slimības, kuru izplatības pieaugumu var saistīt ar klimata pārmaiņu ietekmi, piemēram, vēzis, kas var attīstīties paaugstināta UV starojuma un citu faktoru ietekmē; sirds un asinsvadu slimības, kuru rašanos veicina paaugstināta vides temperatūra; elpošanas sistēmas slimības, kuras var provocēt izmaiņas hidroloģiskajā režīmā; jaunas un nezināmas slimības, kuru izraisītājiem rodas labvēlīgi apstākļi attīstībai un izplatībai vidē.

Klimata pārmaiņu ietekmes seku uz cilvēka veselību samazināšanā vai novēršanā liela nozīme ir atbalstam iedzīvotājiem, ko var nodrošināt valsts attieksme pret sabiedrību, piemēram, stiprinot sociālā atbalsta tīklus, uzlabojot vides drošību un veselības aprūpes pieejamību, paaugstinot sabiedrības informētību par riskiem un rīcību ārkārtas situācijās, mazinot ekonomisko nestabilitāti.

Literatūras avoti patstāvīgām studijām

- Baltic Climate** (2011) Klimata pārmaiņu ietekme uz cilvēku veselību Baltijas jūras reģionā. Pieejams: <http://toolkit.balticclimate.org/>
- DARA** (2012) Climate Vulnerability Monitor. A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet. (2nd ed.) Madrid: Fundacion DARA Internacional, 340 p.
- EEA, European Environmental Agency** (2015) Climate Change and Human Health. Pieejams: <http://www.eea.europa.eu/signals/signals-2015/interviews/climate-change-and-human-health>
- EKK, Eiropas Kopienų Komisija** (2009) Klimata pārmaiņu ietekme uz cilvēku, dzīvnieku un augu veselību. Komisijas dienestu darba dokuments. Brisele: EKK, 18 lpp.
- Franchini M., Mannucci P. M.** (2015) Impact on Human Health of Climate Changes. *European Journal of Internal Medicine*, 26, 1–5.
- GRID-Arendal** (2015) Vital Climate Graphics. Pieejams: <http://www.grida.no/climate/vital/index.htm>
- NIH, National Institute of Environmental Health Sciences** (2015) Pieejams: <http://www.niehs.nih.gov/research/programs/geh/climatechange/>
- Patz J. A., Grabow M. L., Limaye V. S.** (2014) When it Rains, it Pours: Future Climate Extremes and Health. *Annals of Global Health*, 80, 332–344.
- Smith K. R., Woodward A., Campbell-Lendrum D., Chadee D. D., Honda Y., Liu Q., Olwoch J. M., Revich B., Sauerborn R.** (2014) Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-benefits. In: *Climate Change 2014:*

Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Field C. B., Barros V. R., Dokken D. J., Mach K. J., Mastrandrea M. D., Bilir T. E., Chatterjee M., Ebi K. L., Estrada Y. O., Genova R. C., Girma B., Kissel E. S., Levy A. N., MacCracken S., Mastrandrea P. R., White L. L. (eds.)). Cambridge: Cambridge University Press, 709–754.

Thomas F., Sabel C. E., Morton K., Hiscock R., Depledge M. H. (2014) Extended Impacts of Climate Change on Health and Wellbeing. *Environmental Science and Policy*, 44, 271–278.

US EPA, United States Environmental Protection Agency (2015) Climate Impacts on Human Health. Pieejams: <http://www.epa.gov/climatechange/impacts-adaptation/health.html>

WHO, World Health Organisation (2015) Climate Change and Human Health. Pieejams: <http://www.who.int/globalchange/en/>

Woodward A., Smith K. R., Campbell-Lendrum D., Chadee D. D., Honda Y., Liu Q., Olwoch J., Revich B., Sauerborn R., Chafe Z., Confalonieri U., Haines A. (2014) Climate Change and Health: On the Latest IPCC Report. *The Lancet*, 383(9924), 1185–1189.

Izmantotie literatūras avoti

Baltic Climate (2011) Klimata pārmaiņu ietekme uz cilvēku veselību Baltijas jūras reģionā. Pieejams: <http://toolkit.balticclimate.org/>

Barrett B., Charles J. W., Temte J. L. (2015) Climate Change, Human Health, and Epidemiological Transition. *Preventive Medicine*, 70, 69–75.

Bowen K.J., Ebi K.L. (2015) Governing the Health Risks of Climate Change: Towards Multi-sector Responses. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 12, 80–85.

Cohen G. (2015) Warning: Climate Change is Dangerous to Your Health (in case you were not sure). *Health and the Environment*, 11(1), 72–73.

DARA (2012) Climate Vulnerability Monitor. A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet. (2nd ed.) Madrid: Fundacion DARA Internacional, 340 p.

Ebi K. L. (2009) Managing the Changing Health Risks of Climate Change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1, 107–110.

EKK, Eiropas Kopienu Komisija (2009) Klimata pārmaiņu ietekme uz cilvēku, dzīvnieku un augu veselību. Komisijas dienestu darba dokuments. Brisele: EKK, 18 lpp.

Fisk W. J. (2015) Review of Some Effects of Climate Change on Indoor Environmental Quality and Health and Associated No-regrets Mitigation Measures. *Building and Environment*, 86, 70–80.

Franchini M., Mannucci P. M. (2015) Impact on Human Health of Climate Changes. *European Journal of Internal Medicine*, 26, 1–5.

WEF, World Economic Forum (2010) Global Risks 2010. Pieejams: <http://www.weforum.org/pdf/globalrisk/globalrisks2010v1/default.htm>

GRID-Arendal (2015) Vital climate graphics. Pieejams: <http://www.grida.no/climate/vital/index.htm>

Jacobs J., Moore S. K., Kunkel K. E., Sun L. (2015) A Framework for Examining Climate-driven Changes to the Seasonality and Geographical Range of Coastal Pathogens and Harmful Algae. *Climate Risk Management*, 8, 16–27.

McMichael A. J., Butler C. D., Dixon J. (2015) Climate Change, Food Systems and Population Health Risks in their Eco-social Context. *Public Health*, DOI: 10.1016/j.puhe.2014.11.013, 1–8.

Monaghan A. J., Moore S. M., Sampson K. M., Beard C. B., Eisen R. J. (2015) Climate Change Influences on the Annual Onset of Lyme Disease in the United States. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 6(5), 615–622.

NMPD, Neatliekamās medicīniskās palīdzības dienests (2015) Padomi. Pieejams: <http://www.nmpd.gov.lv/nmpd/padomi/>

Patz J. A., Grabow M. L., Limaye V. S. (2014) When it Rains, it Pours: Future Climate Extremes and Health. *Annals of Global Health*, 80, 332–344.

Perry K. A. (2014) Typhoid Fever, Infectious Diarrhea, Diphtheria, and Pertussis. Pieejams: <http://www.slideshare.net/openmichigan/gemc-nursing2012perryid-typhoidfeverinfectiousdiarrheaor>

Smith K. R., Woodward A., Campbell-Lendrum D., Chadee D. D., Honda Y., Liu Q., Olwoch J. M., Revich B., Sauerborn R. (2014) Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-benefits. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II

to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Field C. B., Barros V. R., Dokken D. J., Mach K. J., Mastrandrea M. D., Bilir T. E., Chatterjee M., Ebi K. L., Estrada Y. O., Genova R. C., Girma B., Kissel E. S., Levy A. N., MacCracken S., Mastrandrea P. R., White L. L. (eds.)). Cambridge: Cambridge University Press, 709–754.

SPKC, Slimību profilakses un kontroles centrs (2015) Infekcijas slimības. Pieejams: <http://www.spkc.gov.lv/>

Thomas F., Sabel C. E., Morton K., Hiscock R., Depledge M. H. (2014) Extended Impacts of Climate Change on Health and Wellbeing. *Environmental Science and Policy*, 44, 271–278.

US EPA, United States Environmental Protection Agency (2015) Climate Impacts on Human Health. Pieejams: <http://www.epa.gov/climatechange/impacts-adaptation/health.html>

Utaaker K. S., Robertson L. J. (2015) Climate Change and Foodborne Transmission of Parasites: A consideration of possible interactions and impacts for selected parasites. *Food Research International*, 68, 16–23.

Vineis P., Chan Q., Khan A. (2011) Climate Change Impacts on Water Salinity and Health. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 1, 5–10.

WHO, World Health Organisation (2015a) Fact Sheets. Pieejams: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/en/>

WHO, World Health Organisation (2015b) Ultraviolet Radiation and the INTERSUN Programme. Pieejams: <http://www.who.int/uv/health/en/>

Woodward A., Smith K. R., Campbell-Lendrum D., Chadee D. D., Honda Y., Liu Q., Olwoch J., Revich B., Sauerborn R., Chafe Z., Confalonieri U., Haines A. (2014) Climate Change and Health: On the latest IPCC report. *The Lancet*, 383(9924), 1185–1189.

Izmantotie attēli un tabulas

7.1. Pēc McMichael et al., 2015.

7.2. Pēc Woodward et al., 2014.

7.3. Foto: Jaroslav A. Polák, www.flickr.com/photos/kojotisko/9354308870/;
Ashley Basil, www.flickr.com/photos/28438417@N08/17209912446/.

7.4. Pēc DARA, 2012.

7.5. Foto: I. Djokovic (World Bank), www.flickr.com/photos/worldbank/6839467416/.

7.6. Pēc WEF, 2010.

7.7. Foto: Oxfam International, www.flickr.com/photos/oxfam/2090815555/;
Adrian Snood, www.flickr.com/photos/adriansnood/13509492555/.

7.8. Pēc DARA, 2012; Patz et al., 2014.

7.9. Foto: J. Vazdiķis, www.rigasmezi.lv/lv/mezi/par_meziem___fakti_/mezu_apsardziba/?doc=1311.

7.10. Pēc WHO, 2015b.

7.11. Foto: Gatis Dieziņš (RJC), www.flickr.com/photos/latvijas_armija/8662034221/.

7.12. Foto: V.T. Polywoda, www.flickr.com/photos/vtpoly/12380443483/.

7.13. Foto: VAAD, www.vaad.gov.lv/11/section.aspx/3686.

7.14. Pēc Perry, 2014.

7.15. Foto: Hidrotox, hidrotox.daba.lv/notikumi/vasara_2010.shtml.

7.16. Pēc WHO, 2015; foto: James Gathany (CDC), www.map.ox.ac.uk/explore/mosquito-malaria-vectors/bionomics/anopheles-freeborni/.

7.17. Foto: CLDN, www.childrenslymenetwork.org/children-lyme/lyme-disease-diagnosis/;
Kaldari, www.inaturalist.org/photos/592905; AFPMB, www.flickr.com/photos/49089395@N04/8677331149/.

7.18. Foto: Trees Planet, treesplanet.blogspot.com/2013/05/betula-pendula-silver-birch-warty-birch.html;
Eggert, www.eggert-baumschulen.de/products/sv/Laubgehoeelze/botanisch-deutsch/C/Corylus-avellana.html.

7.1. tabula: pēc Smith et al., 2014; Woodward et al., 2014.

7.2. tabula: pēc Fisk, 2015.

7.3. tabula: pēc GRID-Arendal, 2015; WHO, 2015.



8.

Klimats un enerģētika

Enerģētikas problēmas ir kā daudzdurvju brīnumskapis, kurā glabājas zināšanas par inovatīvu klimata tehnoloģiju risinājumiem. Svarīgi, lai katrs no mums pareizajā laikā ielūkojas tajā un pasmej no šīs krātuves konkrētajā brīdī nepieciešamo. Enerģijas patērētājs lieto

triju veidu enerģiju – energoresursus, siltumenerģiju un elektroenerģiju, kas atšķirīgi ietekmē klimata pārmaiņas. Par klimata tehnoloģijām sauc tādu procesu, metožu un paņēmieni kopumu, kuru izmantošana mazina ietekmi uz klimata pārmaiņām.

8.1. Enerģētikas ietekme uz klimatu

Enerģētika ir viena no svarīgākajām tautsaimniecības nozarēm, bez kuras nav iespējama citu nozaru attīstība. Enerģētikas sektors ietver dažādus energoresursu izmantošanas posmus:

- energoresursu ieguvu un piegādi energoresursu lietotājam,
- energoresursu enerģijas pārveidi enerģijas patērētājam piemērotā enerģijas veidā – siltumenerģijā vai elektroenerģijā,
- siltumenerģijas un elektroenerģijas piegādi patērētājiem.

Enerģijas ražošanai izmanto dažādus energoresursus, kas atšķirīgi ietekmē klimata pārmaiņas:

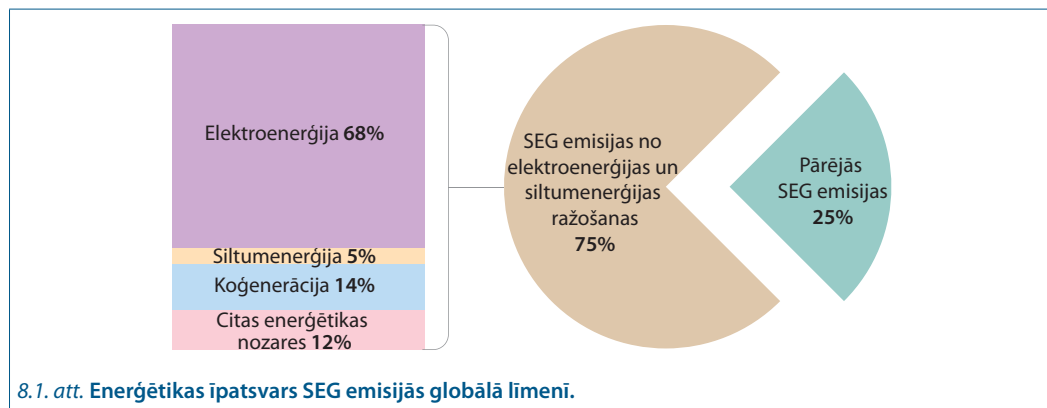
- neatjaunojamus fosilos energoresursus – naftas produktus, dabasgāzi, kūdru un ogles, kuru izmantošanas rezultātā atmosfērā nonāk siltumnīcefekta gāzes (SEG), kas būtiski ietekmē klimata pārmaiņas;
- atjaunojamus energoresursus – hidroenerģiju, bioenerģiju, ģeotermālo, Saules

un vēja enerģiju, viļņu, paisuma–bēguma enerģiju, un šie energoresursi tiek uzskatīti par klimatam neitrāliem resursiem;

- kodolenerģiju, kuras izmantošana neietekmē globālās klimata pārmaiņas.

Globālā līmenī siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanai ir liels īpatsvars kopējā siltumnīcefekta gāzu emisiju veidošanās apjomā. Enerģētika veido ceturto daļu no kopējām SEG emisijām pasaulē (sk. 8.1. att.).

Energotehnoloģijas enerģijas ražošanai iegūtās enerģijas pārveidei un patēriņam veicina tādu tehnoloģisku risinājumu ieviešanu, kas mazina siltumnīcefekta gāzu koncentrāciju gaisā. Ar energotehnoloģijām saistītās tiešās SEG ir ogļskābā gāze (oglekļa dioksīds) CO₂, metāns CH₄ un slāpekļa(I) oksīds N₂O, kā arī netiešās SEG – tvana gāze CO un sēra dioksīds SO₂. Šo gāzu emisijas veidojas galvenokārt fosilo energoresursu degšanas procesā. Kurināmā gaistošo frakciju emisija atmosfērā, kas nav saistīta ar degšanas procesu, piemēram, ir



8.1. att. Enerģētikas īpatsvars SEG emisijās globālā līmenī.

CH₄ noplūde no dabasgāzes cauruļvadu sistēmām vai krātuvēm.

Pastāv trīs reālas iespējas, kā samazināt energotehnoloģiju izmantošanas rezultātā radušās CO₂ emisijas atmosfērā:

- paaugstinot esošo tehnoloģiju energoefektivitāti vai uzstādot inovatīvas un energoefektīvas iekārtas esošo vietā,
- veicinot atjaunojamo energoresursu izmantošanu, nomainot esošās fosilo energoresursu iekārtas ar alternatīvām energotehnoloģijām, kurās rodas mazākas CO₂ emisijas,
- uzglabājot CO₂ pazemes krātuvēs.

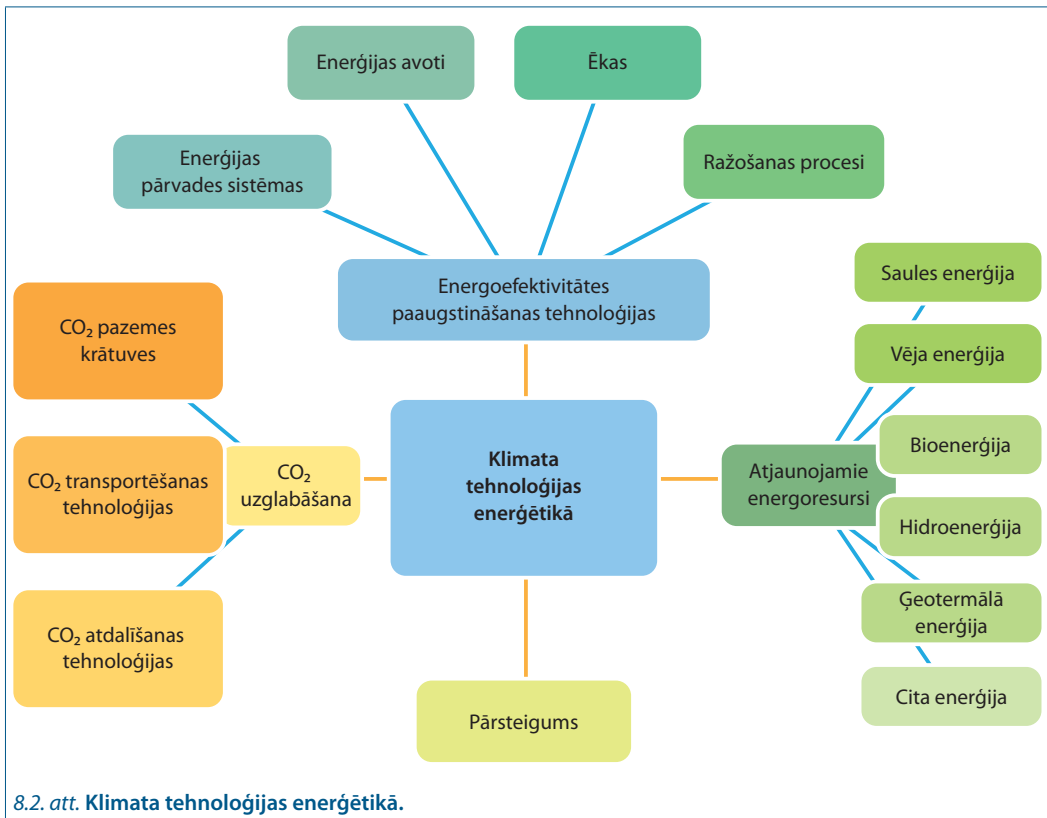
Ņemot vērā straujo inovatīvo tehnoloģiju ienākšanu ikdienā, jāprognozē arī jaunu, ilgtspējīgu klimata tehnoloģiju radīšana un izveide. Tās pārsteigs ne tikai speciālistus, bet arī visu sabiedrību, uz kuru gulstas atbildība par

klimata pārmaiņām. Viens no tādiem virzieniem ir CO₂ izmantošana ķīmisku reakciju un bioloģisku procesu realizēšanā. Rezultātā CO₂ nevis nonāk atmosfērā, bet ir izejviela tautsaimniecībā nepieciešamu produktu ražošanai.

Visus energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus neatkarīgi no tā, kurā enerģētikas posmā (ražošanā, pārvadē vai patēriņā) tie tiek īstenoti, uzskata par klimata tehnoloģiju ieviešanas pasākumiem.

Visprecīzāk klimata tehnoloģiju ideju ilustrē atjaunojamo energoresursu ieviešanas projekti, kuru īstenošanas laikā fosilos energoresursus nomaina atjaunojamie energoresursi.

Klimata pārmaiņas kļūst par mūsu planētas izdzīvošanas problēmu, tāpēc klimata tehnoloģiju attīstība notiek strauji un grūti ir prognozēt, kādas inovatīvas tehnoloģijas un pārsteigumi mūs gaida tuvākajā un tālākajā nākotnē.



8.2. att. Klimata tehnoloģijas enerģētikā.

8.2. Enerģijas lietotājs

Enerģijas lietotājs ir tas, kurš nosaka, kāda enerģija tam ir nepieciešama noteiktā vietā un noteiktā laikā. Tāpēc enerģijas pieprasījumam ir ne tikai jaudas un kvalitātes, bet arī teritorijas un laika dimensija. Enerģijas patērētāja pieprasījums un tā izmaiņas būtiski ietekmē ne tikai enerģētikas attīstību, bet arī siltumnīcefekta gāzu emisiju apjomus, kas katru stundu, mēnesi, gadu nonāk apkārtējā vidē.

Enerģijas patērētāja pieprasījumu pēc kvalitātes un jaudas novērtē gan ar enerģijas patēriņu un tā parametriem, gan arī ar lietotāju raksturojumu un tehnoloģiskajiem risinājumiem. Enerģopatērētāji atrodas vismaz piecos tautsaimniecības sektoros:

- mājsaimniecībās enerģija galvenokārt tiek patērēta siltuma nodrošināšanai ēkās;
- rūpniecībā — galvenokārt tehnoloģisko iekārtu darbināšanai, kā arī siltuma nodrošināšanai ēkās;
- pakalpojumu sniegšanā enerģija galvenokārt tiek patērēta siltuma nodrošināšanai ēkās, kā arī biroja un sadzīves iekārtu darbībai;
- lauksaimniecībā — galvenokārt siltuma nodrošināšanai ēkās un tehnoloģisko iekārtu darbībai;
- transportā energoresursu patērētāji ir transporta līdzekļi.

Enerģētikas ietekmi uz klimata pārmaiņām, galvenokārt, nosaka enerģijas patērētājs, kuram vienmēr ir iespēja veikt energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus, lai ietaupītu enerģiju un naudas līdzekļus, kā arī samazinātu ietekmi uz klimata pārmaiņām.

8.2.1. Enerģopārvaldība un energoefektivitāte

Enerģopārvaldība ir enerģijas patērētāja darbība ar mērķi mazināt enerģijas patēriņu, nepasliktinot darbības parametrus un komfortu. Energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi ir dažādi: vienus ir iespējams realizēt ar mazām investīcijām, bet citiem ir

nepieciešamas lielas investīcijas. Tas attiecas uz katru enerģijas patērētāju, kuram ir iespējams izvēlēties prioritāros pasākumus. Enerģētikas speciālisti dod priekšroku pasākumiem bez lielām sākotnējām investīcijām, kuru īstenošana ir saistīta ar energopārvaldības ieviešanu.

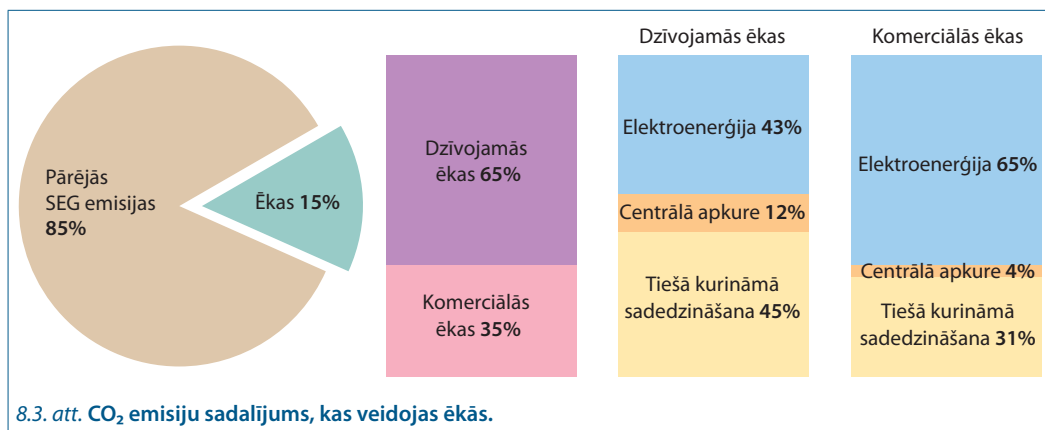
Īstenojot energopārvaldības idejas, ir iespējams iegūt salīdzinoši lielus ietaupījumus. Enerģopārvaldības ieviešana Latvijā ir devusi iespēju pārliecināties par lieliskiem energoietāupījuma rezultātiem, kas vienlaikus rāda, ka varam kļūt videi un klimatam draudzīgi. Labo piemēru ir daudz, bet viss ir atkarīgs no katra cilvēka uzvedības paradumiem un domāšanas.

Zinātnieki ir veikuši pētījumus, lai noskaidrotu cilvēku paradumus energoresursu lietošanā. Enerģijas lietotāju kopu var iedalīt trijās grupās.

- Pirmā cilvēku grupa energoefektivitāti saista ar pavisam vienkāršu rīcību — veikšu konkrētas darbības un ietaupīšu līdzekļus. Tas risina problēmu tikai daļēji, jo ir arī cilvēki, kuriem tas vispār nav svarīgi, vai arī kuri uzskata, ka ietaupījums ir salīdzinoši neliels.
- Otru grupu aptaujāto var dēvēt par hedonistiem, kuri vienmēr skatās, kā rīkojas kaimiņi vai paziņas. Un līdz ar to viņiem nepieciešams sevi apliecināt, pārspējot kaimiņu. Tas veicina konkurenci un sacensību, mudinot cilvēkus būt vēl energoefektīvākiem savā ikdienā nekā kaimiņš.
- Trešā grupa ir cilvēki, kuriem ir būtisks “zaļais” dzīvesveids. Viņiem ir svarīga vides aizsardzība, jo viņi ir daudz interesējušies par šo tēmu un zina, kā energoefektīvs dzīvesveids mazina vides piesārņošanu un klimata pārmaiņu negatīvo ietekmi.

8.2.2. Enerģijas patērētāju klimata tehnoloģijas

Enerģijas lietotāju klimata tehnoloģijas ir visas iekārtas, ierīces un materiāli, kas tiek izmantoti, lai samazinātu enerģijas patēriņu.



8.2.2.1. Ēkas

Ēkas kā enerģijas patērētājs ietekmē klimata pārmaiņas. Ēkas veido septīto daļu no kopējām SEG emisijām pasaulē. Šobrīd ne tikai Eiropā, bet arī Latvijā viens no lielākajiem enerģijas patērētājiem ir māsaimniecības, kas veido 65% no kopējā enerģijas patēriņa.

Siltumenerģijas lietotāji ēkās

Ēkas siltumenerģijas patēriņš ir atkarīgs no dažādiem faktoriem: klimata, ēkas atrašanās vietas un novietojuma, mājokļa fizikālajām īpašībām, iekārtu un sistēmu efektivitātes, īpašnieka un iedzīvotāju rīcības. Ēku enerģijas patēriņu un ietekmi uz vidi nosaka ēkas tehniskie raksturlielumi (ēkas forma un apjoms, izmantotie materiāli, konstruktīvais risinājums, ēkas gaisa caurlaidība) un ēkas funkcijas (uzturētais mikroklimats telpās, ēkas izmantošanas ilgums, lietotās iekārtas un ēkā veiktās darbības).

Ēku klimata tehnoloģiju lietojums pēdējā laikā ir izvērties ne tikai par ēku energoefektivitātes pasākumu īstenošanas vietu, bet arī par teritorijas labiekārtošanas un vides ainavas sakārtošanas jautājumu.

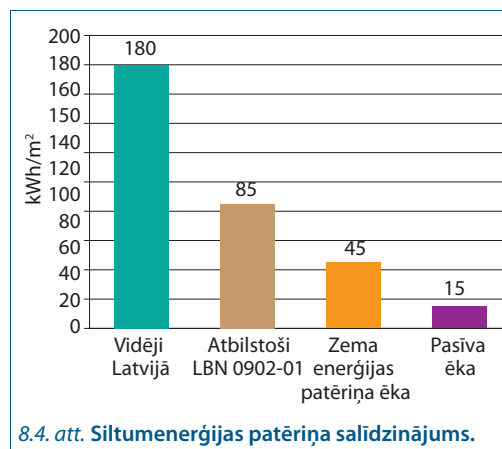
Siltinot ēkas, tajās ne tikai samazinās siltumenerģijas patēriņš, bet tās iegūst arī jaunu veidolu, pieaug nekustamā īpašuma vērtība un vienlaikus ēku iedzīvotājiem ir iespēja dzīvot sakārtotā vidē.

Ar ēku siltumenerģijas patēriņa indikatora palīdzību, kas parasti ir īpatnējais ikgadējais

siltumenerģijas patēriņš uz vienu kvadrātmetru apsildāmās platības (kWh/m² gadā), ir iespējams ēkas sagrupēt četrās lielās grupās:

- ēkas ar zemu energoefektivitāti, kas patērē vairāk par 85 kWh/m² gadā;
- būvnormatīviem LBN 0902-01 atbilstošas ēkas, kas patērē 85 kWh/m² gadā un mazāk;
- zema enerģijas patēriņa ēkas, kas patērē 45 kWh/m² gadā un mazāk;
- pasīvās ēkas, kas patērē 15 kWh/m² gadā un mazāk.

Vidējais siltumenerģijas patēriņš ēkās Latvijā parāda, ka zema enerģijas patēriņa ēku ietekme uz klimata pārmaiņām ir četras reizes mazāka nekā vidēja siltumenerģijas patēriņa ēkām.





8.5. att. Ēku lietojuma maiņa Stokholmā Gasworks teritorijā.

Cits risinājums ir vecu rūpniecisko ēku "iedzīvināšana", tās sakārtojot jaunu darbību veikšanai. Piemēram, Eiropas pilsētās gāzes glabātuves pamazām tiek pārvērstas par koncertzālēm, ekskluzīvu dzīvokļu mājām, viesnīcām un citām daudzfunkcionālām ēkām. Parasti ēkas lietojuma maiņa tiek plānota un projektēta tā, lai vienlaikus nodrošinātu arī enerģijas patēriņa samazinājumu.

Prakse liecina, ka Latvijā esošo rūpnīcu ēku īpatnējais siltumenerģijas patēriņš ir liels, jo bieži ražošanas tehnoloģijas ir izvietotas vecajās ražotnēs, kuras pielāgotas jaunu produktu ražošanai, un šo ēku platība ir lielāka nekā nepieciešams. Šajos gadījumos klimata tehnoloģijas ir saistītas ne tikai ar siltināšanas materiālu izvēli un inženiertehnisko komunikāciju rekonstrukciju, bet arī ar telpu racionālu izmēru nodrošināšanu, piemēram, starpsienu izveidi un ventilācijas sistēmas uzstādīšanu lielas rūpnīcas ēkā.

Elektroenerģijas lietotāji ēkās

Plašs ir arī ēku elektroenerģijas lietotāju klimata tehnoloģiju klāsts visās elektroierīču lietojuma grupās.

- ◆ Apgaismes tehnoloģijas: pēdējo desmit gadu laikā gaismas diodes jeb LED spuldzes ne tikai kardināli samazina enerģijas patēriņu apgaismojuma nodrošināšanai, bet arī maina izpratni par iespējam būtiski mazināt ietekmi uz klimata pārmaiņām katrā mājā, birojā, veikalā, rūpniecības uzņēmumā un ielās.

- ◆ Sadzīves elektroierīces: kaut arī augstākās energoefektivitātes A klases veļas un trauku mazgāšanas mašīnas, ledusskapji, saldētavas, mūzikas centri, indukcijas elektroplītis un citas energoefektīvas iekārtas ir kļuvušas ikdienišķas, katru gadu zinātniski pamatotas inovācijas sniedz jaunus klimata tehnoloģiju risinājumus, piemēram, ledusskapjiem ir jau sakrājušies trīs plūsi pie A klases marķējuma, kas liecina, ka gada elektroenerģijas patēriņš ir samazinājies no 500 kWh/gadā (A+) līdz 170 kWh/gadā (A+++).
- ◆ Biroju elektroiekārtas: arī datori, monitori, kopēšanas iekārtas, serveri un citas elektroiekārtas būtiski mainās gadu gaitā elektroenerģijas patēriņa samazinājuma virzienā, piemēram, pēdējos gados ražota LED ekrāna izmantošana samazina enerģijas patēriņu par 80%.
- ◆ Elektrodzinējos, kas uzstādīti sūkņū, ventilatoru un citu iekārtu piedziņai, visnoderīgākā iekārta siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanai ir frekvenču pārveidotājs, kas samazina elektroenerģijas patēriņu, samazinoties slodzei.
- ◆ Siltuma sūkņi: no siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas viedokļa to nākotne saistās ar laiku, kad fosilo elektroenerģiju aizvieto atjaunojamo resursu enerģija (bioenerģija, Saules un vēja enerģija).

8.2.2.2. Ražošanas procesi

Rūpniecības uzņēmumu ražošanas procesos klimata tehnoloģijas ir sastopamas trīs veidu iekārtās: kurināmā sadedzināšanas iekārtās, siltumenerģijas ieguves iekārtās un elektroenerģijas izmantošanas iekārtās.

Lielākais siltumnīcefekta gāzu emisiju daudzums gaisā nonāk no kurināmā sadedzināšanas iekārtām: katlu agregātiem, krāsnīm, kurtuvēm un citām iekārtām. SEG samazinājums ir iespējams, gan nomainot fosilo kurināmo ar bioenergoresursiem, gan arī paaugstinot iekārtu darbības efektivitāti.

SEG emisiju samazinājums siltumenerģijas izmantošanas iekārtās: siltummaiņos, autoklāvos, vannās, karstā ūdens un ventilācijas

sistēmās un citās tehnoloģiskās iekārtās un sistēmās ir sasniedzams, ieviešot jaunas modernākas un energoefektīvākas tehnoloģijas.

SEG samazinājums elektroenerģijas izmantošanas iekārtās: elektrosildītājos, krāsnīs,

saldēšanas iekārtās, dzirnavās, sūkņos, transporta iekārtās un citās specifiskās tehnoloģiskās iekārtās vairāk ir orientēts uz katras ražošanas nozares labāko pieejamo tehnoloģisko risinājumu ieviešanu.

8.3. Atjaunojamo energoresursu tehnoloģijas

Visas atjaunojamo energoresursu tehnoloģijas ir klimata tehnoloģijas, jo to izmantošana neietekmē klimata pārmaiņas. Tiek pieņemts, ka SEG emisijas šīm tehnoloģijām, arī biomasas degšanas tehnoloģijām, ir vienādas ar nulli.

8.3.1. Bioenerģija

Jēdziens bioenerģija ir saistīts ar plašu bioenerģoresursu diapazonu:

- biomasas dažāda veida atkritumos, piemēram, bioloģiski noārdāmā frakcija;
- rūpniecības, sadzīves un lauksaimniecības atkritumi (ieskaitot augu un dzīvnieku izcelsmes vielas);
- mežsaimniecības un līdzīgu nozaru ražošanas atlikumi;
- atkritumu poligonu un notekūdeņu attīrīšanas iekārtu gāzes un biogāze.

8.3.1.1. Bioenerģoresursi

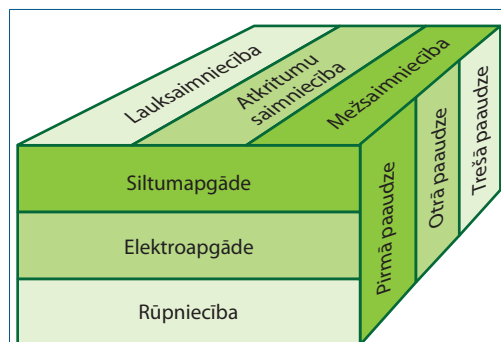
Bioenerģiju iegūst no bioloģiskas izcelsmes avota – gan augu valsts produktiem, piemēram, kokiem, krūmiem, graudaugiem, niedrēm, aļģēm, gan dzīvnieku valsts produktiem, piemēram, taukiem, atkritumiem. Bioenerģija kā atjaunojamais energoresurss nodrošina aptuveni 10–15% no pasaules primārā enerģijas pieprasījuma.

Biomasa ir viela, kuru veido galvenokārt ogleklis, ūdeņradis, skābeklis un slāpeklis. Augu biomasas sastāv no trim galvenajiem komponentiem (celulozes, hemicelulozes un lignīna), kam jāpievērš uzmanība, analizējot dažādu tipu augu biomasu. Celuloze un hemiceluloze ir biomasas struktūru stiprinošās šķiedras, bet

lignīns šīs šķiedras satur kopā. Biomasa var būt arī blakusprodukts, piemēram, lauksaimniecības kultūrām, mežu izejmateriāliem, cietajiem sadzīves atkritumiem, mēslojumam, dūņām.

Bioenerģoresursus klasificē, izmantojot dažādus kritērijus: pēc to izcelsmes, sastāva, izmantošanas iespējām utt. Atkarībā no katra bioenerģoresursu komponenta (lignīna, celulozes, hemicelulozes) sastāva izšķirami dažādi biomasas veidi.

Terminu “lignocelulozes biomasas” bieži izmanto, aprakstot šķiedrainus materiālus, kas galvenokārt sastāv no celulozes un lignīna, kuri ir savstarpēji saistīti vienotā struktūrā. Šī biomasas tipa sastāvā esošajiem proteīniem, sāļiem, skābēm un minerāliem ir zema koncentrācija. Tāpēc lauksaimnieciskas izcelsmes izejvielas pārtikas ražotāji dažreiz neizmanto kā rūpniecisku izejvielu.



8.6. att. Bioenerģijas ieguves un izmantošanas puduris. Bioenerģijas ieguves un izmantošanas puduris aptver bioresursu avotus (augšējā skaldne), bioresursu pārstrādes tehnoloģijas (sānu skaldne) un enerģijas patērētāja avotus (priekšējā skaldne).

Lignocelulozes biomasas izmantošanā jārēķinās ar sešām lignocelulozes biomasas sastāvdaļām:

- celulozi,
- hemicelulozēm,
- lignīnu,
- pelniem,
- ekstrāģentiem,
- ūdeni.

Celuloze ir galvenā augu šūnu sastāvdaļa. Tās molekulas veidotas no β -D-glikopiranozes atlikumiem. Tā arī ir biomasas pamatsastāvdaļa.

Hemicelulozes sastāv no dažādiem monosaharīdiem un hidrolizējas vieglāk nekā celuloze.

Lignīns ir augu valsts otrs izplatītākais biopolimērs pēc celulozes. Lignīns ir termiski izturīgāks nekā celuloze un hemicelulozes. Dažādu biomasas veidu sastāvā ir atšķirīgi lignīnu tipi, kuru struktūra un uzbūve atšķiras. Piemēram, mīkstkoka, cietkoka, salmu un zāles sastāvā esošajam lignīnam ir dažāds sastāvs.

Pelni ir ciets atlikums, kas rodas biomasas degšanas rezultātā. Pilnīgi sadegušu pelnu saturā nav oglekļa un ūdeņraža. Pelnos ir nedaudz slāpekļa, sēra vai skābekļa savienojumu, bet ir galvenokārt biomasas sastāvā esošās minerālvielas — dažādi alumīnija, magnija, nātrija vai kālija savienojumi.

Galvenās lignocelulozes biomasas izejvielas:

- lauksaimniecības izejvielas,
- mežsaimniecības izejvielas,
- “enerģētisko augu” kultūras,
- organiskie atkritumi.

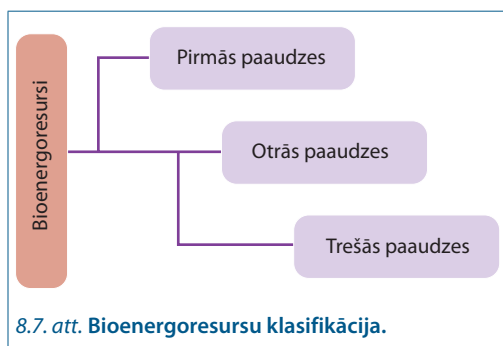
Bioenerģoresursu veidi atšķiras pēc izmantošanas. Tos izlieto tiešajai siltumenerģijas

un elektroenerģijas ražošanai, dedzinot katlu kurtuvēs, vai arī starpproduktu ražošanai, kas paver plašākas bioenerģoresursu izmantošanas iespējas. Tādā gadījumā notiek bioenerģoresursu pārveide biodeģvielā, kuru tālāk izmanto enerģētikā, rūpniecībā, lauksaimniecībā, māsjsaimniecībā un transportā.

Pirmās paaudzes bioenerģoresurss ir biomasas, kas iegūta no lauksaimniecības kultūrām, ko tradicionāli audzē cilvēku pārtikai un dzīvnieku barībai. Parasti no šīs biomasas iegūst šķidru un gāzveida biodeģvielu. Galvenie produkti, kas pašlaik pieejami pasaules tirgū, ir bioetānols, biobutānols, biodīzeļdeģviela un biometāns.

Otrās paaudzes bioenerģoresursi tiek ražoti no izejvielām, kuras nevar tieši lietot pārtikas ražošanā. Šīs biomasas izejvielas sauc par lignocelulozes biomasu, kas ietver, piemēram, enerģētisko koksnī, ātraudzīgos krūmus, lapas, zāli, salmus. Lignocelulozes biomasas tipa izmantošana otrās paaudzes biodeģvielas ražošanā minimāli ietekmē pārtikas un šķiedru nozari, un tas praktiski izslēdz savstarpējo deģvielas un pārtikas sektora konkurenci. Otrās paaudzes biokurināmā ražošanā ir vairākas priekšrocības salīdzinājumā ar fosilo kurināmo un pirmās paaudzes biodeģvielu. Būtiskākā otrās paaudzes biodeģvielas priekšrocība ir tā, ka tiek novērsta konkurence starp biodeģvielas un pārtikas ražošanu. Otrās paaudzes biodeģvielas ražošana un izmantošana veicina siltumnīcefekta gāzu (SEG) samazinājumu atmosfērā. Salīdzinājumā ar pirmās paaudzes biodeģvielām biomasas audzēšanai ir nepieciešamas mazākas zemes platības, turklāt pieeja šiem resursiem tiek nodrošināta visa gada garumā, ja nav augu veģetācijai nepiemērotas sezonas.

Trešās paaudzes biodeģvielu var ražot no tādiem biomasas veidiem, kuri nekonkurē ar pārtikas un šķiedru sektoru. Par avotu trešās paaudzes biodeģvielas ražošanā uzskatāmas aļģes. Svarīgākais ir aļģu augstais eļļas saturs un plaša sugu daudzveidība, kas padara aļģes par plaši pieejamu un viegli kultivējamu biomasas veidu. Aļģēm piemīt ātra masas pieauguma spēja, to audzēšanai nav vajadzīgas



8.7. att. Bioenerģoresursu klasifikācija.

iekoptas platības un augsta ūdens kvalitāte. To ieguvei nepieciešami tikai trīs avoti:

- Saules gaisma — fotosintēzes procesa nodrošinājumam, kas ir aļģu augšanas pamatā,
- CO₂ — oglekļa avota nodrošināšanai augšanas procesa laikā,
- barības vielas — slāpekļa un fosfora savienojumi.

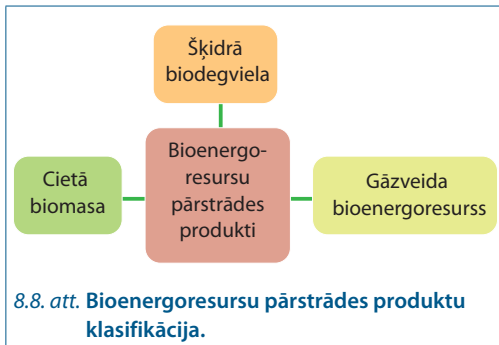
Ir vērojama strauja trešās paaudzes bioenergoresursu attīstība, un var secināt, ka otrās paaudzes biodegviela nav vienīgais avots, ar ko aizstāt fosilo degvielu un novērst konkurenci ar pārtikas ražošanu.

8.3.1.2. Bioenergoresursu pārstrādes tehnoloģijas

Bioenergoresursu pārstrādes rezultātā tiek ražoti produkti, kuri tiek izmantoti dažādos tautsaimniecības sektoros: enerģētikā, transportā, māsaimniecībās, pakalpojumu sniegšanā, rūpniecībā un lauksaimniecībā.

Bioenergoresursu pārstrādes tehnoloģiskos produktus var iedalīt pēc dažādām pazīmēm: gan pēc agregātstāvokļa un produktu fizikālajām vai ķīmiskajām īpašībām, gan produktu avota, gan arī pēc to izmantošanas iespējām. Visprecīzāk bioenergoresursu produktu klasifikāciju atspoguļo iedalījums trīs grupās.

- ♦ Cietā biomasas tehnoloģisko produktu ražošanai, kuru izmanto, piemēram, kaļķu apdezināšanas procesā:
 - koksnes šķelda, briketes un granulas, malka,



- salmi, salmu granulas,
- atkritumi, piemēram, lietotas riepas, no atkritumiem atvasināts kurināmais (NAIK),
- kokogles.
- ♦ Gāzveida energoresurss elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanai koģenerācijas stacijās, elektrostacijās un katlu mājās, transporta līdzekļos:
 - biogāze,
 - sintēzes gāze.
- ♦ Šķidrā degviela transporta līdzekļiem, elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanai elektrostacijās un koģenerācijas stacijās:
 - biodīzeļdegviela,
 - bioetanolis,
 - biobutanols.

Visu triju veidu bioenergoresursus iespējams izmantot energosektorā elektroenerģijas, siltuma un aukstuma ražošanai, patērētāju vajadzību nodrošināšanai visās tautsaimniecības nozarēs.

Cietais biokurināmais

Visbiežāk lietotais bioenergoresursu pārstrādes produkts ir cietais biokurināmais. Siltumenerģijas ražošanai māsaimniecībās krāšņu, katlu un kamīnu kurtuvju degšanas procesos vēl joprojām izmanto malku. Tomēr aizvien biežāk tiek izmantoti koksnes šķeldas, granulu, briekšu un citu bioenergoresursu pārstrādes produkti,



8.9. att. Koksnes granulas (kreisajā pusē) un šķelda (labajā pusē).

kurus iegūst, koksni žāvējot un mehāniski apstrādājot. Cits biomasas pārstrādes produkts ir kokogles, kuras iegūst pirolīzes procesā.

Šķidrā biodegviela

Bioetanolu izmanto kā aizstājēju tradicionālajam benzīnam iekšdedzes dzinējos. Tas tiek ražots no graudaugu kultūrām un cukuru saturošiem augiem. 80% no pasaules bioetanolā tiek saražoti no kukurūzas un cukurniedrēm. Pašlaik bioetanolis ir dominējošais pirmās paaudzes biodegvielas veids. Tomēr pamazām bioetanolā ražotnes pārkārtojas uz otrās paaudzes tehnoloģijām ar nepārtikas bioresursu izmantošanu. Pieņemts, ka bioetanolā izmantošana iekšdedzes dzinējos samazina siltumnīcefekta gāzu emisijas par 33–46%.

Biodīzeļdegviela ir dīzeļdegvielai līdzīga kvalitātes šķidrā degviela, ko iegūst no biomasas vai izmantotajām pārtikas eļļām. Arī biodīzeļdegvielas ražotnes aizvien vairāk pārkārtojas, lai aizvietotu saulespuķu un rapšu sēklas un citas pārtikā lietojamas izejvielas ar nepārtikas bioresursiem. Tādējādi notiek lēna pāreja no pirmās paaudzes uz otrās paaudzes bionergoresursu ražotnēm. Biodīzeļdegvielas priekšrocības salīdzinājumā ar cieto biomasu ir to transportēšanas un uzglabāšanas atvieglotības iespējas (līdzīgi kā naftas produktiem), kā arī iespēja to izmantot tvaika katlos, gāzes turbīnās un mazas un vidējas jaudas dīzeļdzinējos ar augstāku energoefektivitāti, ražojot elektroenerģiju un siltumenerģiju. Biodīzeļdegvielas galvenās priekšrocības ir šādas:

- degšanas procesā neveidojas sēra oksīdu emisijas. Ja arī SO_x emisijas rodas (atkarībā no biodīzeļdegvielas kvalitātes, kas savukārt ir atkarīga no biomasas izejvielas kvalitātes), to lielumi nepārsniedz SO_x emisiju normatīvos un standartos noteiktās robežvērtības,
- degšanas procesā veidojas relatīvi zemas NO_x emisijas. Pieņemts, ka biodīzeļdegviela rada par $\approx 50\%$ zemākas NO_x emisijas salīdzinājumā ar fosilajām degvielām, kas tiek izmantotas gāzu turbīnu darbināšanai, kā arī salīdzinājumā ar

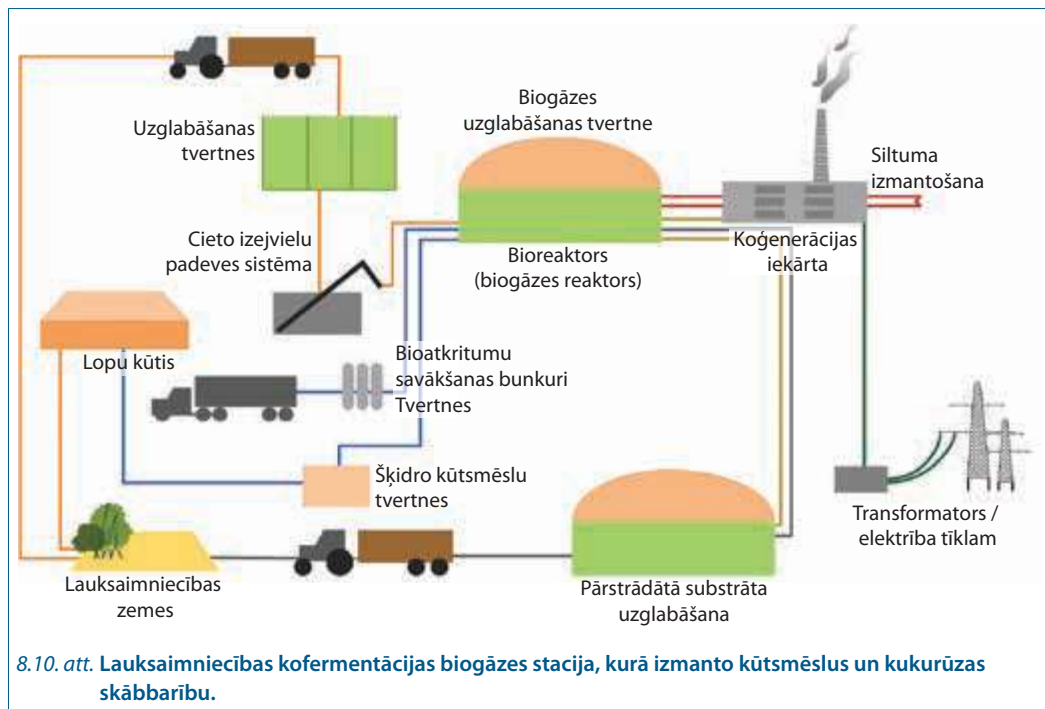
dīzeļdegvielu, kas tiek izmantota stacionārajos dīzeļmotoros,

- biodīzeļdegvielu uzskata par SEG neitrālu degvielu, kam siltumnīcefekta gāzu emisijas ir vienādas ar nulli. Ir pieņemts, ka biomasas un no tās iegūtās degvielas ir SEG neitrālas. SEG netiek iekļautas arī CO_2 emisijas, kas rodas pašas biomasas un pēc tam arī iegūtās biodīzeļdegvielas izmantošanas un transportēšanas laikā.
- biodīzeļdegviela ir atjaunojama un vietēji ražota degviela. Valstī, kur ir pieejami lieli biomasas vai organisko atkritumu daudzumi, biodīzeļdegvielas ražošana pirolīzes procesā var samazināt valsts atkarību no fosilās degvielas importa. Salīdzinājumā ar citām no biomasas iegūtām degvielām, biodīzeļdegvielu var uzglabāt un transportēt līdzīgi kā naftas produktus. Tas kopumā palīdz izlīdzināt enerģijas pieprasījumu un enerģijas sadali. Viena no galvenajām biodīzeļdegvielas priekšrocībām ir tā, ka to var izmantot jebkurā laikā un vietā, kur līdz šim lietoja gāzveida vai šķidro kurināmo.

Biogāze

Biogāze ir atjaunojams energoresurss. Biogāze ir degoša gāze, kas sastāv galvenokārt no metāna CH_4 un oglekļa dioksīda CO_2 . Tā tiek iegūta anaerobās fermentācijas procesā. Anaerobā fermentācija ir bioķīmisks process, kura laikā dažādi organiskie substrāti (piemēram, augu biomasas, kūtsmēsli un virca, organiskie atkritumi) baktēriju ietekmē anaerobā (bezskābekļa) vidē sadalās, veidojot biogāzi un pārstrādātu substrātu jeb digestātu. Biogāzes ražošanu ietekmē gan anaerobās fermentācijas procesa parametri, gan biogāzes stacijas darbināšanas parametri.

Anaerobā fermentācija ir sarežģīts mikrobioloģisks process, kas noris bez skābekļa klātbūtnes. Pamatā procesu veic baktērijas, bet procesā piedalās arī augstākas trofiskās grupas, piemēram, protozoji (vienšūņi) un anaerobās sēnes. Mikrobu populācija satur dažādu tipu nepieciešamās anaerobās baktērijas un



fakultatīvās (tādas, kas spēj dzīvot gan aerobos, gan anaerobos apstākļos) baktērijas.

Procesa laikā organiskās izejvielas tiek pārveidotas digestātā un biogāzē. Biogāzes galvenās sastāvdaļas ir divas: CH_4 (50–70%) un CO_2 (30–50%). Biogāzes sastāvā sastopams arī sērūdeņradis (H_2S), un tā koncentrācija ir atkarīga no izejvielu sastāva. No kūstmēsliem iegūtā biogāzē H_2S saturs ir augstāks nekā biogāzē, kas iegūta no augu biomasas.

Biogāzes ražošanas tehnoloģisko iekārtu kopums ir vienota sistēma, kura ietver dažādus izejvielu avotus (kūstmēslus, organiskos atkritumus un dažreiz arī zaļo biomasu, piemēram, kukurūzu), biogāzes reaktorus, biogāzes rezervuārus, digestāta bloku un biogāzes izmantošanas iekārtas enerģijas ražošanai.

Biogāzes ražošanas blakusprodukts ir digestāts jeb pārstrādātais substrāts, ko izmanto kā augsnes mēslojumu. Anaerobās fermentācijas procesā rodas maz siltuma atšķirībā no aerobās (skābekļa klātbūtnē notiekošās) sadalīšanās, piemēram, kompostēšanas.

8.3.1.3. Bioenerģijas energoavoti

Lai nodrošinātu siltumenerģijas un elektroenerģijas patērētājam nepieciešamo enerģiju, energoavotos uzstāda energotehnoloģiju iekārtas, kurās energoresursu ķīmiskā enerģija pārvēršas siltumenerģijā, un tās ir izveidotas tā, lai šī pārveide notiktu ar minimāliem enerģijas zudumiem. Tiek pieņemts, ka bioenerģijas energoavoti atšķiras no fosilajiem energoavotiem ar to, ka par kurināmo izmanto bioenergoresursus, tādējādi samazinot SEG emisijas līdz nullei.

Bioenerģijas energoavotos uzstādītās energotehnoloģijas iekārtas atšķiras gan konstruktīvi, gan ar uzstādītajām jaudām un energonešējiem, gan arī ar darbināšanas parametriem. Bioenergotehnoloģiju iekārtu galvenā sastāvdaļa ir kurtuve (degkamera), kurā notiek degšanas process. To izmanto dažādu konstrukciju iekārtās:

- 1) krāsnis, kuras ir atsevišķs neliels siltumavots, un tās izmanto ēkās siltuma nodrošināšanai telpās, turklāt tās lieto arī rūpnieciskās ražotnēs, piemēram, maizes ceptuvēs;

- 2) kamīni arī ir atsevišķi nelieli siltuma avoti, kurus lieto telpu apsildei, vienlaikus iegūstot arī estētisku baudījumu;
- 3) katli var būt gan atsevišķi, gan lielu sistēmu siltuma avoti, kuru kurtuvēs dedzina biokurināmo, lai sasildītu ūdeni vai kādu citu siltumnesēju, no kuriem siltumenerģija tiek nodota tās lietotājam;
- 4) dzinēji var būt gan atsevišķi, gan lielu sistēmu energoavoti, kuru kurtuvēs dedzina biodegvielu vai biogāzi, ražojot elektroenerģiju un siltumenerģiju;
- 5) gāzes turbīnas parasti ir lielu energosistēmu energoavoti, kuru degkamerās dedzina biogāzi, lai ražotu elektroenerģiju un siltumenerģiju.

Kurināmā degšanas procesa ķīmiskās reakcijas nodrošina divas vielas – kurināmais un gaisa skābeklis. Kurināmā īpašības, agregātvokļi, daļiņu izmēri un formas atšķiras. Tas nozīmē, ka jānodrošina skābekļa piekļūšana degošajiem elementiem nepieciešamās proporcijās, lai notiktu jebkura kurināmā pilnīga sadegšana. Svarīgi ir panākt, ka dūmgāzēs ir tikai biokurināmā pilnīgas sadegšanas produkti (no cietā un šķidrā kurināmā), t.i., ogļskābā gāze CO_2 un ūdens tvaiki H_2O .

Degšanas procesā vienlaikus norisinās aptuveni 250 ķīmiskas reakcijas, un tāpēc degšanas produkti veido arī videi kaitīgas emisijas:

- ♦ slāpekļa oksīdus NO_x ;
- ♦ sēra oksīdus SO_2 , SO_3 ;
- ♦ degšanas starpproduktus, kuri veidojas nepilnīgas degšanas gadījumā (CO , C_mH_n , C , aldehīdi u.c.).

Kurtuve (degkamera) ir tikai viens elements energotehnoloģiju iekārtu sistēmā, kas izveidota un uzstādīta energoavotos. Tajos ir uzstādītas kurināmā, ūdens sagatavošanas ierīces, galvenie agregāti, ar kuru palīdzību ražo siltumenerģiju un elektroenerģiju, un palīgiekārtas. Atkarībā no avotā saražotā un patērētajiem nodotā enerģijas veida energoapgādes sistēmu bioenerģijas avotus iedala divās lielās grupās:

1. Katlu mājas ir energoavots siltumenerģijas ražošanai. Tajās ir iespējams izmantot dažāda veida bioenergoresursus,

2. Koģenerācijas stacijas ir energoavots vienlaicīgai elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanai. Tajās galvenokārt izmanto divu veidu bioenergoresursus: cieto biomasu un biogāzi.

Katlu mājas

Katlu mājas ir visizplatītākais siltumenerģijas ražošanas avots Latvijā. Katlu māju tehnoloģiskie risinājumi aptver dažādu iekārtu kopumu, kas saistītas ar degšanas procesa organizāciju, siltuma un masas apmaiņas procesu īstenošanu. Katlu mājās uzstādīto iekārtu kopas ir atšķirīgas un, meklējot līdzības ar dzīvjiem organismiem, tās iespējams iedalīt trīs grupās:

- degšanas tehnoloģijas (kurtuves ar kurināmā piegādes un pelnu aizvadišanas iekārtām) ir energoavota sirds;
- katlu sildvirsmas (starošanas, konvektīvās un kondensācijas virsmas) pilda asinsvadu sistēmas funkcijas, kas piegādā organismam nepieciešamo enerģiju;
- palīgiekārtas (sūkņi, ventilatori, dūmsūcēji, biokurināmā saimniecības, ūdens sagatavošanas un dūmgāzu attīrīšanas



8.11. att. Ludzas koksnes šķeldas katlu mājas dūmgāzu kondensatora shēma (pa kreisi) un katlu māja (pa labi).

iekārtas) ir organisma sastāvdaļas, bez kurām organisms nav spējīgs pilnvērtīgi eksistēt.

Latvijā ir uzbūvētas vairāk nekā 50 energoefektīvas biomasas katlu mājas, kurās ir uzstādīti koksnes šķeldas katli, un tās ražo siltumenerģiju Balvos, Cēsīs, Ludzā, Tukumā, Ventspilī, Salaspilī, Rīgā un citās pilsētās, novados.

Zinātnisko inovāciju ieviešana koksnes šķeldas katlu mājās ļāvusi paaugstināt energoavota energoefektivitāti. Piemēram, Ludzas un Tukuma katlu mājās uzstādīti dūmgāzu kondensatori, kuri izveidoti, pateicoties sadarbībai starp Rīgas Tehniskās universitātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta zinātniekiem, metālapstrādes rūpnīcas “Komforts” darbiniekiem un siltumapgādes uzņēmumiem Ludzā un Tukumā. Dūmgāzu kondensatoru uzstādīšana ļāvusi paaugstināt energoavota lietderības koeficientu par 15–20%.

Koģenerācijas stacijas

Koģenerācija ir būtisks enerģijas izstrādes un energoefektivitātes paaugstināšanas līdzeklis. Ar kompleksu tehnoloģiju lietojumu tiek nodrošinātas enerģijas patērētāja vajadzības pēc siltuma, aukstuma, elektriskās vai mehāniskās enerģijas. Izmantojot biokurināmā ķīmisko enerģiju, tiek ražota siltumenerģija, kuru parasti pārveido elektroenerģijā. Retāk siltuma enerģiju lieto absorbcijas iekārtās, radot aukstumu. Koģenerācijas kā enerģijas ražošanas veida priekšrocības vērtē, salīdzinot to ar tradicionālo enerģijas veidu atsevišķu ražošanu:



8.12. att. Biomasas koģenerācijas stacija Jelgavā.

siltumenerģiju – katlu mājā, bet elektroenerģiju – elektrostacijā. Tehnoloģiski ir iespējams, ka enerģiju koģenerācijā saražo ar mazāku kurināmā patēriņu, un tas nozīmē arī augstāku energoefektivitāti.

Klimata tehnoloģijas koģenerācijas staciju gadījumā ir “augstas efektivitātes koģenerācija”, saprotot to, ka tā nevar būt vienkārši elektrostacija, kurā ražo tikai elektroenerģiju. Šajā gadījumā koģenerācijas stacijai ir jānodrošina šādi nosacījumi:

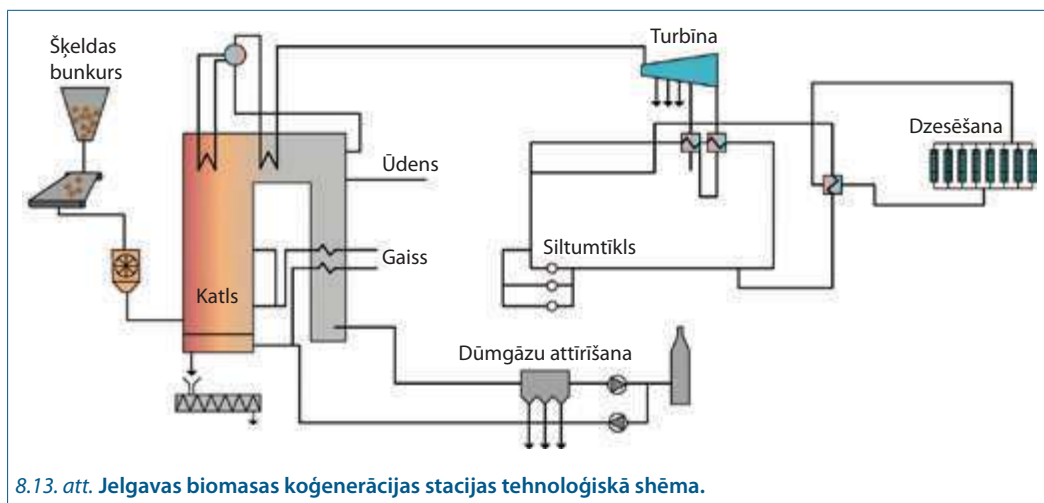
- primārās enerģijas ietaupījums ir vismaz 10% apmērā salīdzinājumā ar siltumenerģijas un elektroenerģijas atsevišķu ražošanu;
- primārās enerģijas ietaupījums mazas jaudas un mikrokoģenerācijas gadījumā salīdzinājumā ar siltumenerģijas un elektroenerģijas atsevišķu ražošanu.

Koģenerācijas efektivitātes aprēķināšanai Eiropas valstīs noteikti efektivitātes rādītāji atsevišķai elektrības un siltuma ražošanai, kuri ir atkarīgi no gada, kad iekārta izgatavota un nodota ekspluatācijā, tehnoloģijas, kurināmā veida u.c.

Lielākā biomasas koģenerācijas stacija Latvijā darbojas Jelgavā. Stacija atrodas pilsētas vidē un siltumenerģijas patērētāju tuvumā.

Koģenerācijas stacijas galvenā iekārta ir tvaika katla kurtuve ar “verdošā” (pseidošķidrā) slāņa koksnes šķeldas sadedzināšanu. Katla kurtuvē un gāzu ejās ir izvietotas sildvirsmas. Kondensāts (ūdens) plūst caur tām, pakāpeniski uzsilstot un iztvaikojot. Piesātināts tvaiks pārkarsētājā saņem papildu siltumu no dūmgāzēm. Tādējādi no katla uz turbīnu aizplūst pārkarsēts tvaiks ar augstu entalpijas (siltumsatura) vērtību.

Pārkarsētais tvaiks griež turbīnu un ražo elektroenerģiju. Turbīnā pārpalikušo zemākas temperatūras tvaiku izmanto siltumapgādes sistēmas ūdens sildīšanai. Ūdens un tvaiks cirkulē pa noslēgtu kontūru. Atdzesētais kondensāts atgriežas katlā. Tā zudumi ir niecīgi, tāpēc ir nepieciešams tikai neliels ūdens papildinājums kontūrā. Koģenerācijas stacijai ir vēl divi svarīgi bloki: koksnes šķeldas glabātuves un dūmgāzu attīrīšana iekārtas.



Elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošana biomasas koģenerācijas stacijā ar augstu energoefektivitāti ir uzskatāma par mūsdienu modernāko, videi draudzīgāko un efektīvāko klimata tehnoloģiju bioenerģētikā.

8.3.2. Saules enerģija

Saules enerģijas izmantošanas tehnoloģiju straujā attīstība Eiropā un pasaulē ir saistīta ar problēmas risinājumu par siltumnīcefekta gāzu emisiju pieaugumu gaisā.

Visas Saules izmantošanas tehnoloģijas ir klimata tehnoloģijas, ja ar tām saražotā enerģija aizvieto fosilā energoresursa tehnoloģijas. Tās ir SEG neitrālas enerģijas tehnoloģijas.

Ilggadīgs Eiropas ekspertu monitorings un datu apstrāde liecina, ka Latvijā izmantojamā ikgadējā Saules radiācija ir 1100 kWh/m². Nedaudz zemāks radiācijas līmenis ir Ziemeļvalstīs. Tomēr Saules enerģijas izmantošanā Skandināvijas valstīs ir mūs apsteigušas, ne tikai uzstādot individuāli pāris kvadrātmetru nelielus Saules enerģijas kolektorus, bet arī uzbūvējot lielus Saules kolektoru vai Saules fotoelementu laukus.

Saules enerģijas tehnoloģijas atšķiras pēc saražotās enerģijas veida. Saules tehnoloģijas izmanto abu enerģijas veidu ražošanai:

- elektroenerģijas ražošanai izmanto Saules paneļus (fotoelementus jeb Saules baterijas);
- siltumenerģijas ražošanai izmanto Saules enerģijas kolektorus;
- kombinētās sistēmās — Saules baterijas izmanto kombinācijā ar Saules enerģijas kolektoriem. Saules baterijas tiek izmantotas, lai darbinātu Saules enerģijas kolektora cirkulācijas sūkni.

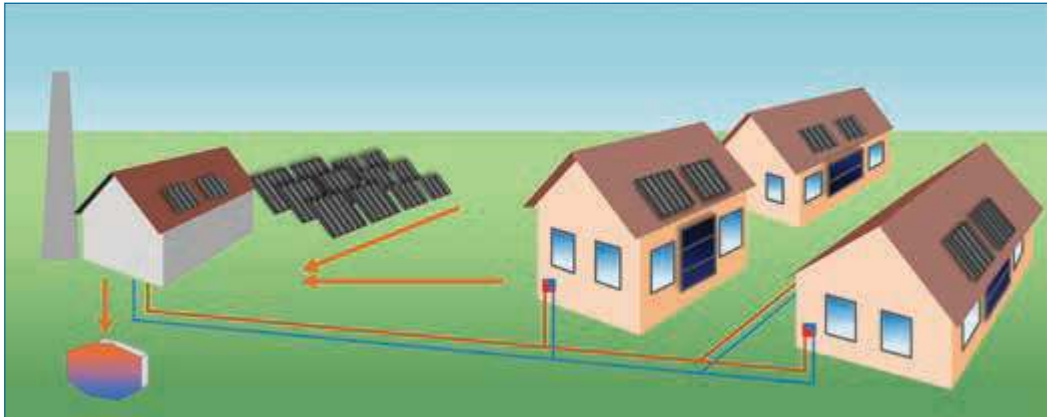
No Saules enerģijas iegūtās elektroenerģijas lietderīga izmantošana ir saistīta ar šīs enerģijas uzglabāšanu. Ļoti bieži tas kļūst par vienu no svarīgākajiem elementiem Saules enerģijas tehnoloģiskajās sistēmās.

Saules kolektori

Saules enerģijas kolektoru izmantošanas pirmsākumi meklējami jau pirms tūkstsotiem gadiem, kad cilvēki Saules enerģiju izmantoja, sildot ūdeni mucās vai citos traukos. Cilvēki gribēja izmantot pēc iespējas vairāk enerģijas, tāpēc palēnām sākās fizikas atziņu izmantošana, piemēram, mucas tika nokrāsotas melnā krāsā.

Šobrīd lieto četrus Saules enerģijas kolektoru veidus ar atšķirīgām Saules enerģijas absorbcijas virsmu konstrukcijām:

- tilpuma kolektorus — tvertnes ar Saules enerģijas absorbēšanas virsmu;



8.14. att. Saules kolektoru sistēmas integrācija centralizētās siltumapgādes sistēmā.

- plakanos kolektorus — absorbēšanas virsmas tajos ir plāksnes, kas izveidotas no dažādiem materiāliem un pārklājumiem,
- caurulišu kolektorus — absorbcijas virsmas izveidotas no stikla vai cita materiāla caurulītēm ar dažādiem pārklājumiem;
- koncentrēšanas kolektorus — Saules enerģijas uztveršanai tie veidoti no augstas temperatūras izturīgiem materiāliem vai to pārklājumiem.

Zinātniskā izpēte šajā jomā attīstās Saules kolektoru energoefektivitātes paaugstināšanas virzienā, meklējot efektīvākus Saules enerģijas absorbcijas virsmu materiālus vai pārklājumus.

Saules kolektorus uzstāda ne tikai individuāli uz ēku jumtiem vai pie sienām, bet arī īpaši izveidotos laukos (vairāki desmiti tūkstošu kvadrātmetru Saules kolektoru). Saules kolektoru lauki kļūst arvien plašāk veidoti Eiropā, jo Saules enerģijas nozīme centralizētās siltumapgādes sistēmās strauji pieaug. Atkarībā no izraudzītā Saules kolektoru novietojuma pilsētā vai novadā ir jāizvēlas arī Saules kolektoru pieslēguma veids centralizētās siltumapgādes sistēmai. Centralizētas siltumapgādes sistēmas saņem siltumenerģiju no Saules kolektoriem, kas izvietoti uz ēku jumtiem un Saules kolektoru lauka. Uz ēku sienām

izvietoti Saules paneļi, kuros saražoto elektroenerģiju izmanto katlu māju ūdens sasildīšanai un padevei siltuma tīklos.

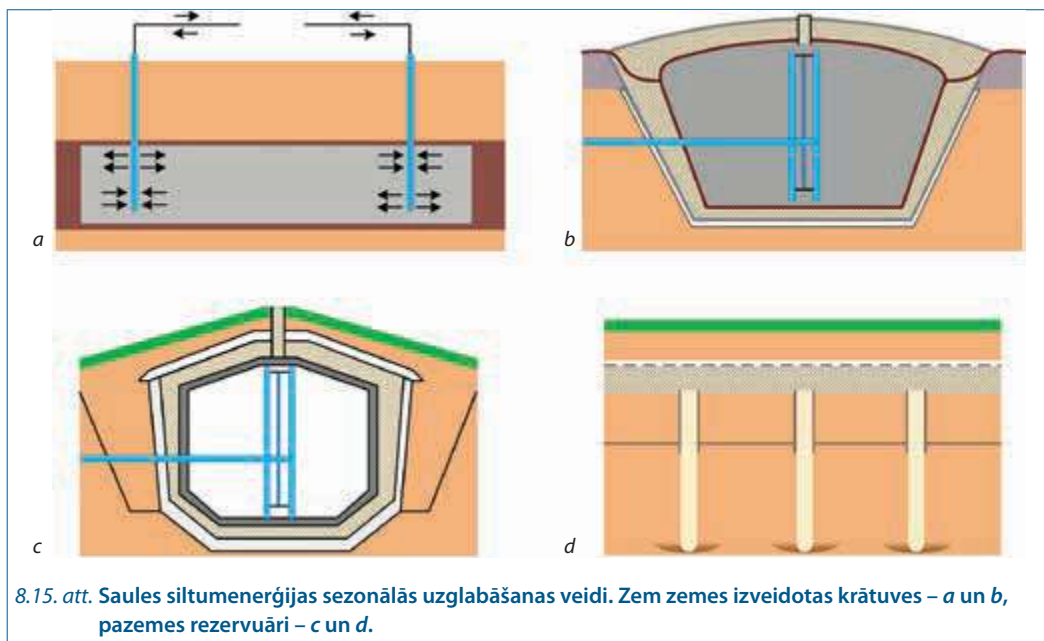
No Saules kolektoriem pienākošo siltumenerģiju novirza gan uz akumulācijas tvertni, gan siltumenerģijas patērētājiem. Citas šī slēguma alternatīvas ir gadījumā, kad katlu māja atrodas tālu no Saules kolektoru lauka. Tad Saules kolektori ir pievienoti siltumenerģijas akumulācijas tvertnei, savukārt tvertne ir savienota ar pilsētas vai pašvaldības centralizētās siltumapgādes tīklu.

Saules siltumenerģijas sezonālās uzglabāšanas metodes izmanto divus atšķirīgus veidus: zem zemes izveidotas krātuves vai pazemes rezervuārus. Izplatītais veids, kā uzglabāt Saules siltumenerģiju, ir zemē ierakti rezervuāri.

Bredres tipa akumulācijas tilpums (8.15. att. b) tiek izveidots, izklājot ar necaurīdīgu materiālu izraktās krātuves sienas. Pārklājumam ir pludiņa tipa vāks, kas hermētiski noslēdz bredres augšējo daļu.

Līdzīgi veidotas arī akumulācijas betona tvertnes, kas novietotas zem zemes. Zemākās izmaksas ir virszemes akumulācijas tvertnēm. Tādas tvertnes būvē, ja tās labi iederas ainavā.

Pareizi izveidota siltumenerģijas akumulācijas tvertne nodrošina arī labākus akumulētās siltumenerģijas blīvuma rādītājus uz 1 m^3 .



Akumulētās siltumenerģijas blīvuma rādītājs pazemes rezervuāros ir 60–80 kWh/m³.

Citi siltumenerģijas uzglabāšanas tehnoloģiskie risinājumi ir saistīti ar pazemes ūdeņu slāņa izmantošanu (8.15. att. a) ar zemāku akumulētās siltumenerģijas blīvumu 30–60 kWh/m³ vai speciālu urbumu izveidi (8.15. att. d) ar zemu akumulētās siltumenerģijas blīvumu 15–30 kWh/m³. Tādā gadījumā siltumenerģijas akumulācijai ir nepieciešami lielāki tilpumi.



8.16. att. "Saules sala" Almerē, Nīderlandē.

Saules kolektoru lauka integrācija centralizētās siltumapgādes tīklos vizuāli ilustrēta 8.16. attēlā. Nīderlandē Almeres pilsētā izveidota "Saules sala", kas ietver pilsētas tuvumā novietotu saules kolektoru lauku ar lielu akumulācijas tvertni. "Sala" nozīmē, ka apkārt ir izveidota virszemes ūdens tilpne. Visbiežāk apkārt kolektoru laukam ir apjots žogs un par mauriņa uzkopšanu rūpējas teritorijā ielaistie truši vai aitas.

Saules paneļi

Saules paneļus veido no fotoelementiem – elektriskās sistēmas ierīcēm, kas Saules enerģiju pārvērš elektroenerģijā. Fotoelementi elektroenerģiju var nodot elektrotīklam, pievadīt elektroenerģijas patērētājam vai akumulatoru baterijām. Fotoelementi apkopoti panelī, kas iekapsulēts stiklā un plastikātā. Panelis parasti ir ievietots alumīnija ietvarā. Panelī ģenerētās enerģijas daudzums atkarīgs no tā virsmas lieluma, radiācijas līmeņa, fotoelementu efektivitātes un novietojuma pret Sauli. Paneļi visbiežāk ir zilā vai melnā krāsā, pārklāti ar neatstarojošu materiālu, kas uzlabo gaismas absorbēšanu.



8.17. att. Saules fotoelementu lauka atklāšana Minhauzena muzejā Duntē.

Saules paneļu energoefektivitāte vēl joprojām ir zema. Vismodernākie paneļi spēj nodrošināt 25% energoefektivitāti, bet masveidā ražoti – 16–18%. Parasti no 1 m² var iegūt vidēji 80–85 W, bet iekārtās ar augstāku efektivitāti – līdz pat 130 W. Fotoelementi ražo līdzstrāvu, ko pēc tam nepieciešams pārvērst maiņstrāvā.

Viens no svarīgākajiem jautājumiem energoefektīvu saules paneļu izveidē ir fotoelementu materiāls. Šobrīd galvenokārt lieto uz silīcija bāzes veidotas sistēmas. Uz organiskiem materiāliem balstītu fotoelementu izveide ir perspektīvs un inovatīvs novirziens.

Latvijā Saules paneļu ieviešana ir attīstības sākuma stadijā. Daži individuālo māju īpašnieki ir uzstādījuši Saules paneļus dažu kvadrātmetru platībā. Pirmais lielākais Saules fotoelementu lauks ir izveidots Minhauzena muzejā Duntē.

8.3.3. Vēja elektroenerģija

Vēja enerģija ir Latvijas nākotnes elektroenerģija, jo ar to saistās ne tikai CO₂ emisiju neitrālas enerģētikas attīstība, bet arī fosilās enerģijas aizvietošana ar atjaunojamo enerģiju. Eiropas Savienības eksperti ir konstatējuši, ka Latvijai ir augsts vēja elektrostaciju (VES) tehnoloģiju uzstādītās jaudas potenciāls: ir noteikts, ka nākotnē valstī varētu būt ekonomiski izdevīgi uzstādīt VES ar 1500 MW_e. Ņemot

vērā mūsdienu vēja enerģijas tehnoloģijas, jūrā uzstādītie vēja ģeneratori varētu būt ar jaudu 1000 MW_e, bet uz sauszemes – ar jaudu 500 MW_e. Šobrīd uz sauszemes ir uzstādīti vēja ģeneratori, kuru jauda ir mazāka par 50 MW_e.

Vēja enerģijas tehnoloģiju pirmsākumi meklējami vēja dzirnavās. Vēja ģeneratori atšķiras ar jaudu, novietojuma augstumu, ass veidu un konstruktīviem parametriem.

- Šobrīd ir divu veidu vēja ģeneratori, kas atšķiras ar ass veidu:
 - vēja turbīnas ar vertikālu rotācijas asi,
 - vēja turbīnas ar horizontālu rotācijas asi.
- Pašlaik ir divu veidu elektroģeneratori:
 - asinhronais ģenerators,
 - sinhronais ģenerators.
- Vēja ģeneratoru orientācija pret vēju ir divējāda:
 - vēja elektroģeneratori, kas paredzēti darbam pret vēju (lielākā daļa VES),
 - vēja elektroģeneratori, kas darbojas pa vējam (atrodas aiz torņa).
- Vēja ģeneratori atšķiras ar griešanās veidu:
 - astes spārnu vēja ģeneratori – lieto mazas jaudas stacijās,
 - vējrozēs ģeneratori ar griešanās vārpstu, kas ir perpendikulāra VES galvenajai vārpstai – lieto vidējas jaudas stacijās,
 - servodzinēji (lieto lielas vai vidējas jaudas stacijās).
- VES klasifikācija pēc to jaudas ir nosacīta, jo nav iespējams noteikt precīzu jaudas robežu:
 - mikrostacijas – jauda 2–3 kW_e;
 - mazās vēja elektrostacijas – jauda 3–30 kW_e;
 - vidēja lieluma vēja elektrostacijas – jauda 30–500 kW_e;
 - lielās vēja elektrostacijas – jauda lielāka par 0,5 MW_e.
- Arī vēja ģeneratoru augstums ir atšķirīgs:
 - 10–15 m augstumā virs zemes līmeņa – vēja ģeneratorus uzstāda uz stabiem, pie māju korēm;
 - 50 m augstumā virs zemes līmeņa – vienkāršas konstrukcijas stabi;
 - 100 m augstumā no zemes līmeņa – modernāki stabi lielākiem ģeneratoriem;



8.18. att. Ainažu vēja stacija.

- 100–300 m augstumā no zemes līmeņa — Kanādā uzsākti izmēģinājumi ar dirižabļiem, palaižot tos lielā augstumā.

Svarīgākais parametrs vēja enerģijas izmantošanai ir vēja ātrums. To mēra 10, 50 un 100 metru augstumā. Varētu šķist, ka ir svarīgi, lai ātrums būtu pēc iespējas lielāks. Tas neatbilst patiesībai, jo dažreiz, pastāvot lielumam vēja ātrumam, vēja stacijas apstādina. Izmantojamie vēja ātrumi ir atkarīgi no vēja ģenerators konstrukcijas. Piemēram, Vācijā iespējams iegādāties vēja ģeneratorus, kuri sāk ražot lietderīgo enerģiju, ja vēja ātrums ir tikai 2,5–3 m/s. Ir ģeneratori, kuri darbojas, pastāvot vēja ātrumam 3–4 m/s. Tomēr visbiežāk VES sāk darboties, ja vēja ātrums ir > 4,5 m/s.

Pirmie vēja ģeneratori Latvijā pēc neatkarības atgūšanas bija saistīti ar pirmo emisiju tirdzniecības kopīstenošanas projektu. To īstenoja Latvijas un Vācijas inženieri un klimata pārmaiņu speciālisti. Projekta mērķis bija veikt vēja stacijā saražotās elektroenerģijas un SEG emisiju samazinājuma monitoringu. Galvenais uzdevums bija praktiski sagatavot klimata tehnoloģiju speciālistus, kas vēlāk realizētu Kioto protokolā paredzēto elastīgo mehānismu īstenošanu Eiropā un pasaulē.

8.3.4. Hidroenerģija

Pasaulē hidroelektrostacijas (HES) galvenokārt būvē uz kalnu upēm. Latvijas pieredzi šajā jomā var uzskatīt par izņēmumu, jo lieli HES ir uzbūvēti uz līdzenuma upes Daugavas.

Cita situācija Latvijā veidojās sakarā ar mazo HES būvniecību. Šobrīd skaita ziņā hidroelektrostacijām ar ūdens krātuvēm ir sasniegts maksimums: Latvijā darbojas apmēram 150 mazās HES. Tās ir atjaunotas pie dzirnavu ezeriem un būvētas no jauna, izveidojot ūdenstilpes uz mazajām līdzenuma upēm. Jaudu iespējams palielināt, tikai uzstādot energoefektīvākas iekārtas.

Vieni vides speciālisti Eiropā un Latvijā atbalsta hidroelektrostaciju būvēšanu uz līdzenuma upēm, bet citi to vērtē kā videi kaitīgu pasākumu. Pirmie savu pamatojumu balsta uz iespēju aizvietot fosilo kurināmo ar atjaunojamiem resursiem, turklāt to var darīt brīžos, kad nav pieejama Saules un vēja enerģija, tādējādi sabalansējot neregulāros atjaunojamās energoavotus. Otrie protestē par pārpurvotajām teritorijām, kas veidojas lielo krātuvju ūdens līmeņa pacelšanās gadījumā, par ūdens baseina piesārņojuma izmaiņām HES baseinos. Piemēram, HES ūdenstilpnēs tiek novērota zilajūgu augšana, ietekme uz zivju ceļiem un to nārstošanas vietām. Tāpēc ir nepieciešami speciāli pasākumi, lai hidroturbīnas nekļūtu par šķērslī zivīm ceļā uz nārstošanas vietām.

Tomēr arī šajā jomā ir vērojama zinātnes sasniegumu izmantošana. Mazo HES inovatīvie tehnoloģiskie risinājumi ir saistīti ar straumes enerģijas izmantošanu, hidroturbīnas uzstādot upes vidū, galvenajā ūdens plūsmā.

8.3.5. Ģeotermālās un citas atjaunojamās enerģijas tehnoloģijas

Ir arī citi atjaunojamās siltumenerģijas un elektroenerģijas energoavoti. To izmantošanas tehnoloģiskajiem risinājumiem ir dažādas attīstības pakāpes un lietojums. Šobrīd pasaulē jau izmanto ģeotermālo enerģiju, viļņu enerģiju, paisuma un bēguma enerģiju. Zinātnes sasniegumi var nest arī pārsteigumus, un agrākā vai vēlākā nākotnē var parādīties jauni atjaunojamās enerģijas veidi.

Ģeotermālās enerģijas izmantošanas lielisks piemērs ir Islandes vulkāniskās aktivitātes zonas, kur karstie pazemes ūdeņi tiek izmantoti siltumapgādē, rūpniecībā un ārstniecībā. Eiropā ģeotermālās enerģijas izmantošanas iekārtas pārsvarā ir sastopamas māsaimniecībās – siltumenerģijas ieguvei privātmāju apkures un karstā ūdens apgādes sistēmās.

Eiropā ir īstenoti daži ģeotermālās enerģijas izmantošanas projekti rūpniecības vajadzībām gan siltuma, gan aukstuma ieguvei. Pēdējo desmit gadu laikā Klaipēdas pilsēta izmanto ģeotermālo enerģiju siltumapgādes sistēmā. Kaut gan šie piemēri ir interesanti, šobrīd tiem nav lielas nozīmes enerģētikas attīstībā. Ģeotermālās enerģijas izmantošanas attīstība varētu būt saistīta ar atjaunojamās elektroenerģijas īpatsvara palielināšanu, piemēram, izmantojot siltuma sūkņus.

8.3.6. Atjaunojamās elektroenerģijas avotu darbības režīmi

Atjaunojamās enerģijas avotu darbības režīmu raksturo to pieejamība laikā, tāpēc svarīgi ir izziņāt ne tikai katra avota potenciālu, bet arī tā iespējamo darbību. Ņemot vērā šo aspektu, ir izšķirami trīs veidu elektroenerģijas ieguves avoti.

Pirmo grupu pārstāv biomasas (arī biogāzes) koģenerācijas stacijas, kuras elektrosistēmā var darboties nepārtraukti. Šajā grupā ietilpst arī ģeotermālās elektrostacijas.

Otro grupu pārstāv Saules vēja enerģijas avoti, kā arī viļņu, paisuma un bēguma elektrostacijas. Tomēr šie energoavoti nespēj nodrošināt elektrosistēmā nepieciešamo elektroenerģijas apjomu. Periodiskas darbības elektroenerģijas avoti ir atkarīgi no resursa pieejamības diennakts, nedēļas, mēneša un gada griezumā.

Trešo grupu pārstāv elektroenerģijas avoti, kurus ir iespējams ātri ieslēgt un izslēgt brīžos, kad patērētājam ir nepieciešama papildu elektroenerģija, lai nosegtu elektrosistēmā trūkstošo elektroenerģiju. Šīs grupas elektroenerģijas

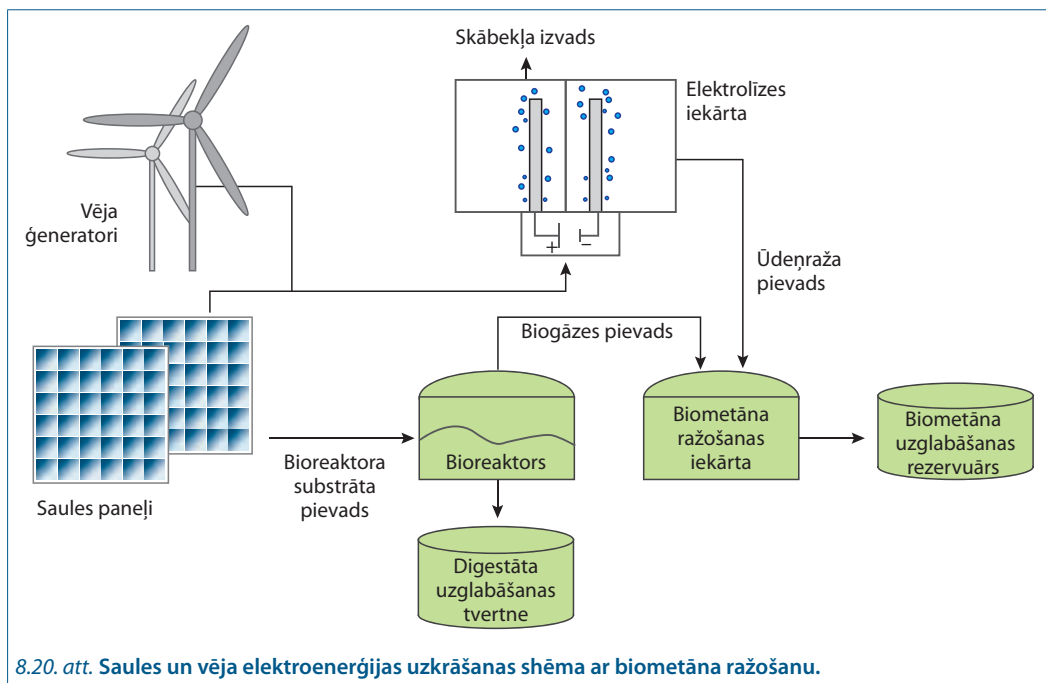
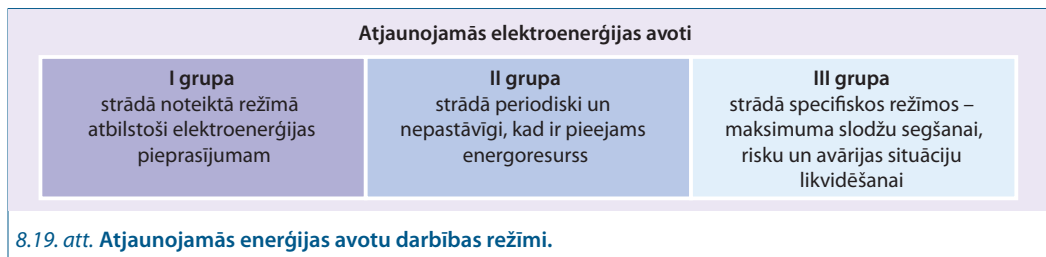
avoti ir HES, kas labi papildina elektroapgādes sistēmas darbības stabilitāti un drošumu, maksimāli integrējot otrās grupas energoavotu saražoto elektroenerģiju.

Ceturtais tehnoloģiskais risinājums atjaunojamo energoresursu integrēšanai valsts vai reģiona energobilancē ir otrās grupas neregulāro energoavotu pārpalikuma elektroenerģijas uzkrāšana. Tas ir īpaši svarīgi, lai palielinātu vēja un Saules elektroenerģijas izmantošanu, kas nenoliedzami ir apkārtējai videi draudzīgs enerģijas avots, jo samazina ietekmi uz klimata pārmaiņām.

Tāpēc, lai pilnvērtīgi un lietderīgi izmantotu Saules un vēja enerģijas potenciālu, ir jāattīsta iegūtās vēja un Saules elektroenerģijas akumulācijas tehnoloģijas. Elektroenerģijas uzkrāšanas sistēma ir klimata tehnoloģija, kas ļauj palielināt atjaunojamo energoresursu īpatsvaru. Nepastāvīgās atjaunojamās enerģijas uzglabāšana padara elektroenerģijas patērētāju mazāk atkarīgu no laika apstākļiem, ļauj pārdot elektroenerģiju par izdevīgāku cenu, kā arī palīdz optimizēt ierobežoto tīklu jaudu. Tādējādi palielinās iespēja integrēt vēja un Saules elektroenerģiju iekšējā tirgū pašu valstī un eksportēt to.

Tehnoloģijas, kas nodrošina saražotās elektroenerģijas akumulāciju, ir atšķirīgas. Plašāk izmantotās akumulācijas iekārtas ir dažādu veidu akumulatori, taču tie nav domāti lielu enerģijas daudzumu uzkrāšanai. Šīs tehnoloģijas vairāk domātas izmantošanai nelielās māsaimniecībās, nevis lielās elektrostacijās. Lielu enerģijas daudzuma akumulācijai izmanto saspīestā gaisa tehnoloģijas, ūdeņraža sistēmas un citas enerģijas uzkrāšanas tehnoloģijas.

Rīgas Tehniskās universitātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta darbinieku zinātniskā izpēte un inovācijas ir vērstas vienā no neregulāru atjaunojamo energoresursu elektroenerģijas avotu ūdeņraža akumulācijas virzieniem. Izstrādāta un modelēta shēma ūdeņraža izmantošanai biometāna ražošanas akumulācijas sistēmas izveidei. Vēja un Saules elektroenerģijas ūdeņraža-biometāna akumulācijas principiālā shēma ilustrēta 8.19. attēlā.



Neregulāras elektroenerģijas ūdeņraža–biometāna akumulācijas sistēmas sastāvā ietilpst vairāki elementi.

1. Saules paneļi, kas ir neregulārs elektroenerģijas avots.
2. Vēja ģeneratori, kas arī ir neregulārs elektroenerģijas avots.
3. Elektrolīzes iekārta ūdeņraža ražošanai, izmantojot elektroenerģiju.
4. Bioreaktora substrāta pievads – substrāts biogāzes ražošanas procesā var būt lauksaimniecības atkritumi, kūsmēsli, aļģes vai kāda cita biomasa.
5. Bioreaktors – biogāzes ražošana notiek anaerobos apstākļos, kur tiek nodrošināta

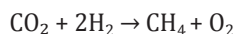
konstanta temperatūra, un biogāzes ražošanas gala produkti ir metāns un CO₂.

6. Digestāta uzglabāšanas tvertne.
7. Biometāna ražošanas iekārta biogāzes (metāns un CO₂) pievads;
8. Biometāna iekārta – biogāzi pēc bioreaktora ievada biometāna iekārtā, kurā ievada arī ūdeņradi, lai palielinātu metāna koncentrāciju biogāzē un samazinātu CO₂ koncentrāciju.
9. Biometāna iekārta ūdeņraža pievads.
10. Biometāna uzglabāšanas rezervuārs.
11. Skābekļa izvads no elektrolīzes iekārtas.

Periodiskas atjaunojamo energoresursu elektroenerģijas ūdeņraža–biometāna akumulācijas shēmā ieslēgtās biogāzes stacijās biogāzi

ražo, izmantojot dažādus bioresursus. No substrāta sastāva un procesa bioreaktorā ir atkarīga biogāzes sastāvā esošā metāna koncentrācija. CH₄ koncentrācija ir plašā diapazonā no 50 līdz 70%. Biogāzes stacijās ražotās biogāzes kvalitātes uzlabošanai izmanto ūdeņradi, ko iegūst ar Saules vai vēja elektroenerģiju. Biogāzes staciju šajā gadījumā papildina ar elektrolīzes iekārtu un biometāna reaktoru. Sabalansētu un sistēmas elementus īsteno

procesu rezultātā ir iespējams no oglekļa dioksīda un ūdeņraža iegūt metānu, tādējādi paaugstinot CH₄ koncentrāciju biogāzē.



Šī it kā vienkāršā ķīmiskā reakcija vienlaikus ir jāvērtē kā nākotnes klimata tehnoloģiju reakcija, jo tā demonstrē siltumnīcefekta gāzu emisiju lietojuma iespējas.

8.4. CO₂ uzglabāšanas iespējas

Viens no klimata tehnoloģiju attīstības virzieniem ir saistīts ar CO₂ uzglabāšanu, kas ļauj nodrošināt enerģijas ražošanu bez CO₂ emisijām atmosfērā. Enerģijas ražošana un rūpnieciskie procesi, kuros izmanto fosilo kurināmo, ir galvenie objekti, kuru izdalīto oglekļa dioksīdu ir iespējams tehnoloģiski uzglabāt speciālās krātuvēs. Pēc būtības CO₂ uzglabāšana ir CO₂ izmantošana ķīmisku reakciju un bioloģisku procesu realizēšanā. CO₂ uzglabāšanas tehnoloģijas nosacīti var iedalīt 5 posmos (sk. 8.21. att.).

Koģenerācijas stacijas ir efektīvs energoavots, kurā vienlaikus ražo siltumenerģiju un elektroenerģiju. Kurināmā degšanas procesā radīto CO₂ daudzumu iespējams samazināt atšķirīgos veidos. Viens no svarīgākajiem nosacījumiem šīs siltumnīcefekta gāzes uzglabāšanai ir nodrošināt, lai CO₂ būtu bez piemaisījumiem. Tas nozīmē, ka lielajās koģenerācijas stacijās tiek uzstādītas iekārtas CO₂ atdalīšanai. Klimata tehnoloģiju risinājumi ir dažādi: gan tehnoloģiski mazinot piemaisījumu veidošanos kurtuvē, gan attīrot CO₂ no citām dūmgāzēs esošām gāzēm, piemēram, slāpekļa un slāpekļa

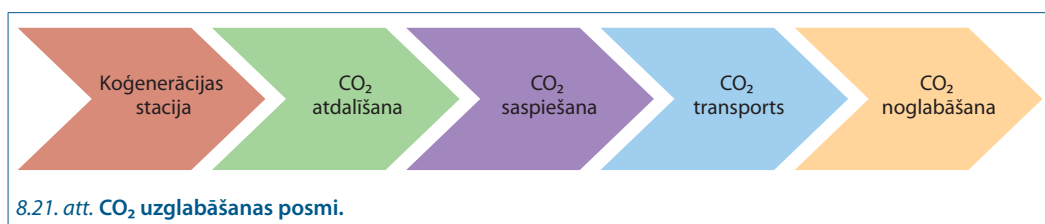
oksīdiem, gan arī, izmantojot kombinētu piemaisījumu atdalīšanu.

Tīrai ogļskābajai gāzei kompresoru stacijās tiek paaugstināts spiediens, lai nebūtu jābūvē milzīga izmēra cauruļvadi šīs gāzes transportēšanai pa cauruļvadiem uz glabātuvi.

Šobrīd tiek izmantoti dažādi CO₂ uzglabāšanas veidi, kuriem ir gan priekšrocības, gan trūkumi. Visvairāk pētītās iespējas ir par CO₂ uzglabāšanu dažādās krātuvēs: okeānos un jūrās, gāzes rezervuāros, ogļu šahtās, dabiskos pazemes tukšumos. Plānota arī CO₂ mineralizācija un rūpnieciska izmantošana.

Oglekļa uzglabāšanas metožu attīstība un plašais spektrs nākotnē ļaus izdarīt izvēli par piemērotāko tehnoloģisko risinājumu, izvērtējot dažādus aspektus:

- likumdošanas sakārtotību — valsts iespējas un enerģētikas attīstības stratēģijas un politikas;
- ģeogrāfiskos apsvērumus — pazemes krātuvju pieejamību un izvietojumu dabā;
- inženiertehniskos paņēmienus — tehnoloģisko risinājumu pieejamību un iespējamās inovācijas,

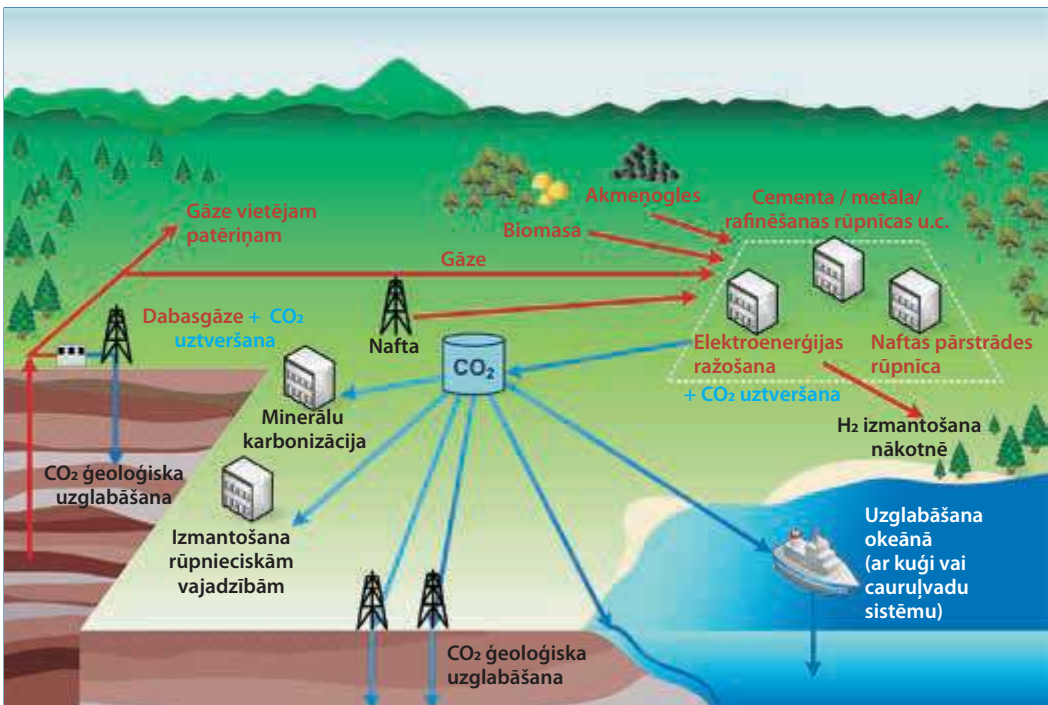


- krātuvju pieejamību – CO₂ uzglabāšanas ietilpību vai uzglabāšanas ilgumu;
- ekonomiskos apsvērumus – nepieciešamās investīcijas, apkalpošanas un uzturēšanas izmaksas;
- vides prasības – ietekmes uz vidi izvērtēšanas rezultātus;
- izturētspējas līmeni – krātuves izmantošanas drošību.

Oglekļa dioksīda uzkrāšanā labas izredzes ir mineralizācijas procesa ieviešanai, kura rezultātā CO₂ pārveido par cietu vielu, piemēram, kalcija karbonātu vai hidroģēnkarbonātu. Mineralizācijas procesa gala produktu ir vienkāršāk transportēt, uzglabāt virs zemes, izmantot kā izejvielu ražotnēs ar iespēju paaugstināt pievienoto vērtību, piemēram, ražojot celtniecības materiālus.

8.1. tabula. CO₂ uzglabāšanas iespējas un iespējamā uzglabāšanas ietilpība

Uzglabāšanas metode	Iespējamais uzglabāšanas potenciāls
CO ₂ mineralizācija	Vislielākais – lielāks nekā kopējā pieejamā fosilā kurināmā oglekļa daudzums pasaulē
CO ₂ rūpnieciska izmantošana	Šobrīd niecīgs, bet ar lielu potenciālu
CO ₂ uzglabāšana okeānos	Otrs lielākais no uzglabāšanas ietilpības viedokļa
CO ₂ uzglabāšana dabas pazemes krātuvēs	3–5% no kopējā pieejamā fosilā kurināmā daudzuma pasaulē
CO ₂ uzglabāšana gāzes krātuvēs	3–5% no kopējā pieejamā fosilā kurināmā daudzuma pasaulē
Mežsaimniecības attīstība	2–3% no kopējā pieejamā fosilā kurināmā daudzuma pasaulē
Bioloģiski piesaistot CO ₂	Neliels



8.22. att. Oglekļa dioksīda uzglabāšanas un izmantošanas iespējas.

CO₂ uzglabāšanas metodes, iespējas un ietilpības potenciāls apkopots 8.1. tabulā. Tajā atspoguļots arī ekspertu kvalitatīvas uzglabāšanas metožu vērtējums. Patiesie uzglabāšanas ietilpības apjomi nav skaidri zināmi vairāku iemeslu dēļ, jo CO₂ uzglabāšanas inovācijas attīstās un tas ietekmē metožu pieejamību un izvēli.

CO₂ uzglabāšanai okeānos pēc ietilpības ir nākamais lielākais potenciāls pēc mineralizācijas. CO₂ uzglabāšana dabas pazemes krātuvēs un gāzes rezervuāros spēj nodrošināt 8 līdz 10 reizes mazāku ietilpību nekā uzglabāšana okeānos. Pārējās uzglabāšanas iespējas šobrīd ir ar mazāku potenciālu, kaut arī dažas no metodēm ir sasniegušas ekonomiski izdevīgas ieviešanas līmeni.

CO₂ uzglabāšanas ilgums ir otrs svarīgākais aspekts, izvēloties, kurai metodei dot

priekšroku, jo norāda, pēc cik ilga laika CO₂ var izplūst atmosfērā.

Tāpēc dabiskie procesi, piemēram, CO₂ iesaistīšanās fotosintēzes procesos augos, netiek uzskatīti par nozīmīgu CO₂ uzglabāšanas metodi, jo šāds uzglabāšanās ilgums ir mazs (līdz 100 gadiem) salīdzinājumā ar uzglabāšanu okeānos. Īpaši svarīgs uzglabāšanas ilgums ir tāpēc, ka tiek ieguldīta enerģija, finanšu un materiālie līdzekļi un tērēts laiks CO₂ uztveršanai rūpnīcās, elektrostacijās un citur, kur izmanto fosilo kurināmo. Ātra un lielu apjomu CO₂ atgriešanās vidē no CO₂ glabātuvēm nav ekonomiski izdevīga un rada draudus videi un cilvēkiem. Vides aizsardzības jautājumus var dažādi interpretēt un norādīt uz uzglabāšanas metožu trūkumiem, tomēr CO₂ uzglabāšana ir problēmas risinājums.

Literatūra

- Blumberga A., Blumberga D., Bažbauers G., Davidsen P., Moxnes E., Dzene I., Barisa A., Žogla G., Dāce E., Bērziņa A. (2011) System Dynamics for Environmental Engineering Students. Rīga: Rīgas Tehniskās universitātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts, 351 lpp.
- Blumberga D., Veidenbergs I., Romagnoli F., Rochas C., Žandeckis A. (2011) Bioenerģijas tehnoloģijas. – Rīga, Latvija : RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts, 272 lpp.
- Adamovičs A., Blumberga D., Lazdiņa D., Lazdiņš A., Plūme I., Rochas C., Romagnoli F., Rošā M. (2011) Biomass : Study Course for Students. Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, 176 lpp.
- Vide un ilgtspējīga attīstība (M. Kļaviņa un J. Zaļokšņa red.) Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 334 lpp.
- Environment and Sustainable Development (2010) Edited by M. Kļaviņš, W. L. Filho and J. Zaļoksnis. Rīga: Academic Press of University of Latvia, 300 lpp.
- Blumberga D. (2010) Ilgtspējīga enerģētika Latvijā. Rīga: RTU tipogrāfija, 38 lpp.
- Rošā M., Blumberga D., Bērziņa A., Rochas C., Žandeckis A. (2010) Kompakts saules un granulu modulis siltumapgādes sistēma daudzdzīvokļu ēkai. Rīga: Rīgas Tehniskās universitātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts, 20 lpp.
- Blumberga A., Blumberga D., Bažbauers G., Davidsen P., Moxnes E., Dzene I., Barisa A., Žogla G., Dāce E., Bērziņa A. (2010) Sistēmdinamika vides inženierzinātņu studentiem. Madona: Madonas Poligrāfists, 318 lpp.
- Blumberga D., Kļaviņš M. (2010) Climate Change Education in Curricula of Technical and Classical Universities. No: Universities and Climate Change. New York: Springer, pp. 99–107 ISBN 9783642107504.
- Blumberga D., Rošā M., Blumberga A., Rochas C., Dzene I., Kamenders A. (2012) Energoefektivitāte pašvaldībās. Rīga: Mēness upe, 36 lpp.
- Blumberga A., Blumberga D., Kļaviņš M., Rošā M., Valtere S. (2010) Vides tehnoloģijas. Rīga: Latvijas Universitāte, 212 lpp.
- Blumberga A., Blumberga D., Bažbauers G., Dāce E., Bērziņa A., Žogla G., Moxnes E., Davidsen P. (2010) Sistēmiskas domāšanas integrēšana vides politikā. Rīga: Rīgas Tehniskās universitātes Siltuma sistēmu un vides aizsardzības institūts, 225 lpp.
- Blumberga D., Dzene I., Al Sedi T., Rucs D., Prasls H., Ketners M., Finstervalders T., Folka S., Jansens R. (2009) Biogāze: rokasgrāmata. Rīga : SIA Ekodoma, 155 lpp.

Dzene I., Rochas C., Blumberga A., Blumberga D., Rošā M. (2009) Ilgtspējīga energoplānošana. Rīga: SIA Ekodoma, 72 lpp.

Dzene I., Bulgakova J., Rochas C., Blumberga D. (2009) Publisko iepirkumu vadlīnijas energoefektivitātes un atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanai. Rīga: SIA Ekodoma, 8 lpp.

Blumberga D., Ozoliņa L., Rošā M., Gaj H., Zuwala J., Lechawacka M., Kallaste T., Laur A., Perednis E., Jakubes J., Tantareanu C., Pchelka F., Weber R., Brinker S. (2009) Līdzsadedzināšana – no izpētes līdz reālam pielietojumam. Rīga: SIA Ekodoma, 72 lpp.

Blumberga D. (2008) Siltuma sūkņi. Rīga: RTU, 140.

Blumberga D., Veidenbergs I. (2008) Kļiedētas enerģosistēmas. Mazas koģenerācijas stacijas. Rīga: RTU, 240 lpp.

Āboliņa K., Andrušaitis A., Blumberga D., Briede A., Bruņiniece I., Grišule G., Kļaviņš M. (2008) Klimata mainība un globālā sasilšana. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 174 lpp.

Blumberga D., Blumberga A., Žogla G. (2008) Rokasgrāmata ēku energoefektivitātes pasākumu ieviešanai. Rīga: Ekodoma, 97 lpp.

Blumberga D., Rošā M. (2004) Energoserviss. 1. gr.: Energoefektivitāte. Rīga, 127 lpp.

Blumberga A., Blumberga D. (2004) Energoserviss. 2. gr.: Energoservisa pakalpojumi. Rīga, 126 lpp.

Blumberga D. (1996) Energoefektivitāte. Rīga: Pētergailis, 320 lpp.

Valtere S., Kalniņš S. N., Blumberga D. (2014) Vides vadība un energopārvaldība. Rīga: RTU Izdevniecība, 288 lpp.

Izmantotie attēli un tabulas

8.1. World Resources Institute.

8.4. World Resources Institute

8.15. Solar District Heating Guidelines

8.21. IPCC Intergovernmental panel on Climate change. SRCCS Figure TS-1



9.

Augšanas sezonas izmaiņas un tās ietekme uz mežsaimniecību un lauksaimniecību

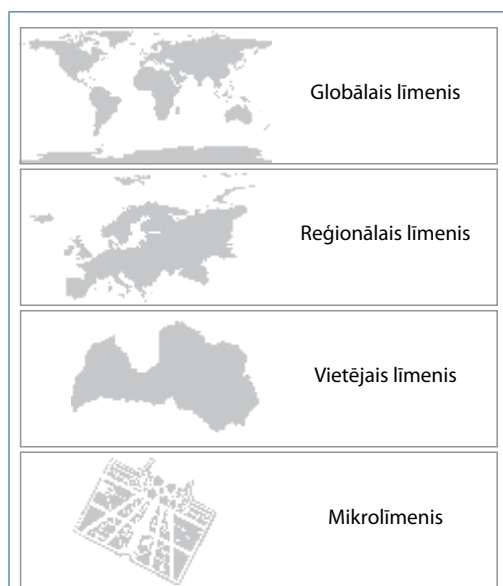
Klimata ekstremālās parādības (karstuma viļņi, intensīvie nokrišņi) un augšanas sezonas pagarināšanās klimata pārmaiņu ietekmē ir divi no būtiskākajiem faktoriem, kam būs jāpielāgojas lauksaimniekiem un mežsaimniekiem tuvā un tālā nākotnē.

20.–21. gs. augu attīstības fāžu iestāšanās laiks, piemēram, lapu plaukšanas sākums, pirmā raža, arī augšanas sezonas sākums un beigas, kā arī augšanas sezonas ilgums ir būtiski mainījušies, ko apliecina pētījumi gan Eiropā, gan visā pasaulē.

9.1. Dabas novērojumi kā klimata mainības signāli

Augi un dzīvnieki jutīgi reagē uz apkārtējās vides izmaiņām, tāpēc arvien biežāk bioklimatiskie dati (lapu plaukšana, krāsošanās, augļu nogatavošanās, putnu migrācija u.c.) tiek izmantoti kā klimata pārmaiņu bioindikatori. Dabas novērojumu analīze iespējams ir vienkāršākais un lētākais veids, kā pierādīt un pamatot klimata pārmaiņas un var palīdzēt klimata pārmaiņu prognozēšanā nākotnē un pielāgošanās scenāriju izveidē.

Klimatu, kas ir augu attīstību noteicošais faktors, ietekmē gan globālas parādības, piemēram, atmosfēras cirkulācija, okeāna straumes, gan mikroklimatiskie apstākļi. Pētījumi bioklimatoloģijā jeb dabas ritmu pētījumi notiek vairākos līmeņos.

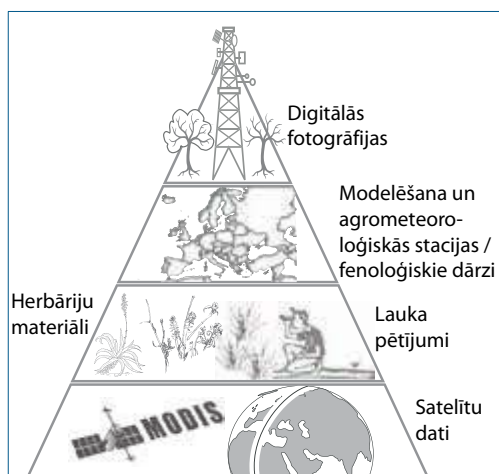


9.1. att. Dabas novērojumu pētījumu līmeņi.

Nereti tieši mikroklimatiskajiem apstākļiem ir būtiskākā nozīme augu attīstībā, jo, piemēram, ievas ziedēšanas sākums upes malā var būtiski atšķirties no ievas ziedēšanas sākuma mežmalā.

Katram pētījumu līmenim ir savi veicamie uzdevumi un metodes, piemēram, lai analizētu kokaudzes produktivitāti, CO₂ aprites ciklus, veiktu nākotnes prognozes, svarīgi ir globāla mēroga pētījumi, kurus mūsdienās veic, analizējot satelītattēlus. Savukārt, lai kalibrētu satelītattēlus, nepieciešami lauka pētījumi, ko veic brīvprātīgie novērotāji. Aizvien biežāk pētījumos tiek izmantotas tīmekļa kameras vai digitālo attēlu kameras ar automātisko režīmu.

Dabas novērojumi tiek veikti jau sen. Pasaulē pirmais bioklimatologs ir bijis cilvēks, kura ikdiena bija nesaraujami saistīta ar dabas



9.2. att. Dabas novērojumu veikšanas metodes.

ritmiem, pārmaiņām tajos. Daudzu tautu kalendāri balstīti uz dabas novērojumiem. Piemēram, senajiem latviešiem aprīlis ir bijis sulu mēnesis, maijs – lapu (pieneņu) mēnesis u.tml.

Senākie pierakstītie sistemātiski veiktie novērojumu dati ir atrasti Japānā, kur imperatora pils arhīvos ir saglabājušās ziņas, sākot no 705. gada, par ķiršu *Prunus subhirtella* ziedēšanu kā pavasara atnākšanas laiku.

Eiropā rekonstruēti dati par *Pinot Noir* vīnogu nogatavošanās laiku Francijā kopš 1370. gada. Savukārt Latvijā pirmie rakstiskie novērojumi datēti ar 1822. gadu, taču sistemātiski novērojumi ir veikti, sākot ar 1927. gadu. Ik gadu (ar pārtraukumiem 2. pasaules kara laikā) dabas novērojumi tiek publicēti gada grāmatās un kalendāros (“Daba un vēsture” līdz 2013. gadam; no 2014. gada “Latvijas avižes gadagrāmatā”).

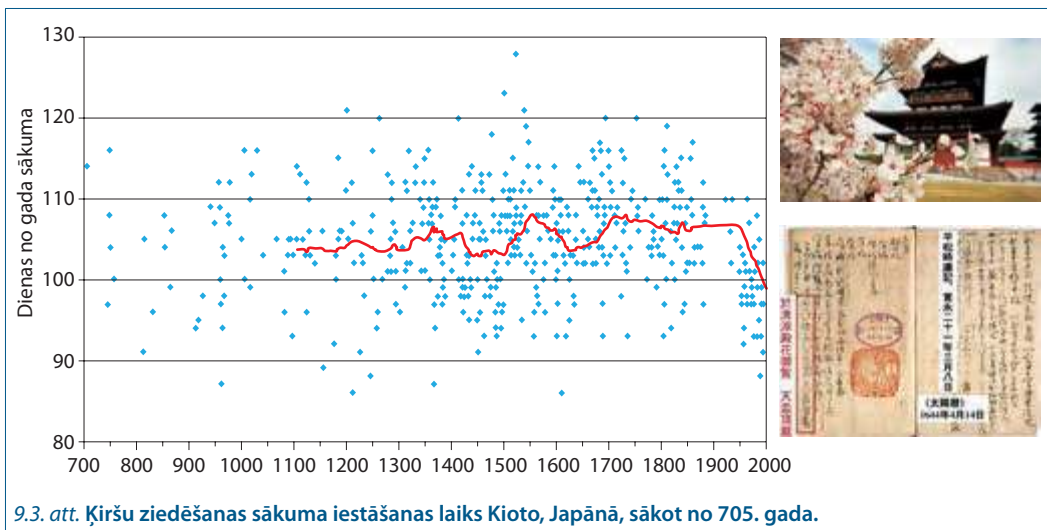
Ikviens ir pamanījis, ka katru gadu lapu plaukšana vai ziedēšana, pirmās zemesen parādās dažādos laikos, t.i., fenoloģisko fāžu iestāšanās laiks gadu no gada variē. Tāpēc īpaši svarīgi ir veikt datu ievākšanu ilgtermiņā un analizēt vismaz 30 gadu griezumā jeb normas periodā (piemēram, 1981.–2010. gads).

Ilgtermiņa datu analīze ļauj veikt bioklimatisko parametru izmaiņu pētījumus, kurus tālāk var praktiski izmantot mežsaimniecības, lauksaimniecības un citu nozaru pētniecībā.

Izanalizējot vairāk nekā 100 000 fenoloģisko datu rindu Eiropā (iekļauti arī Latvijas dati), secināts, ka gan lapu plaukšana (78% gadījumu), gan ziedēšana (31% gadījumu) augiem iestājusies agrāk. Savukārt rudenī 48% datu rindu uzrādīja pozitīvu tendenci, t.i., iestājas vēlāk un 52% – negatīvu tendenci (lapu krišana iestājas vēlāk). Augļu nogatavošanās normas periodā tika novērota agrāk (galvenokārt tas attiecas uz lauksaimniecības kultūrām nevis uz savvaļas augiem).

Kopumā fenoloģiskais pavasaris un vasara Eiropas teritorijā normas periodā (1971.–2000. gads) iestājies par 2,5 dienām agrāk desmitgadē. Pētījumi pierāda, ka gaisa temperatūras izmaiņas ir galvenais ietekmējošais faktors. Paaugstinoties gaisa temperatūrai par 1 °C, pavasara-vasaras fāzes iestājas 2,5 dienas agrāk, savukārt rudens fāzes – 1 dienu vēlāk. Turklāt agrās pavasara fāzēs augi ir jutīgāki pret temperatūras izmaiņām. Starp lapu dzeltēšanu, lapu krišanu un gaisa temperatūru netika atrasta būtiska sakarība. Tas nozīmē, ka rudens fāzēm ir citi limitējošie faktori, kuri, kā atzīst zinātnieki, vēl nav līdz galam izpētīti.

Pētījumi pasaules vai Eiropas līmenī palīdz izprast dabas ritmu likumsakarības un ietekmējošos faktorus, bet svarīgi veikt un analizēt vietējos novērojumus, kā arī salīdzināt dažādas sugas, jo kultūraugu izmaiņas nenotiek tik



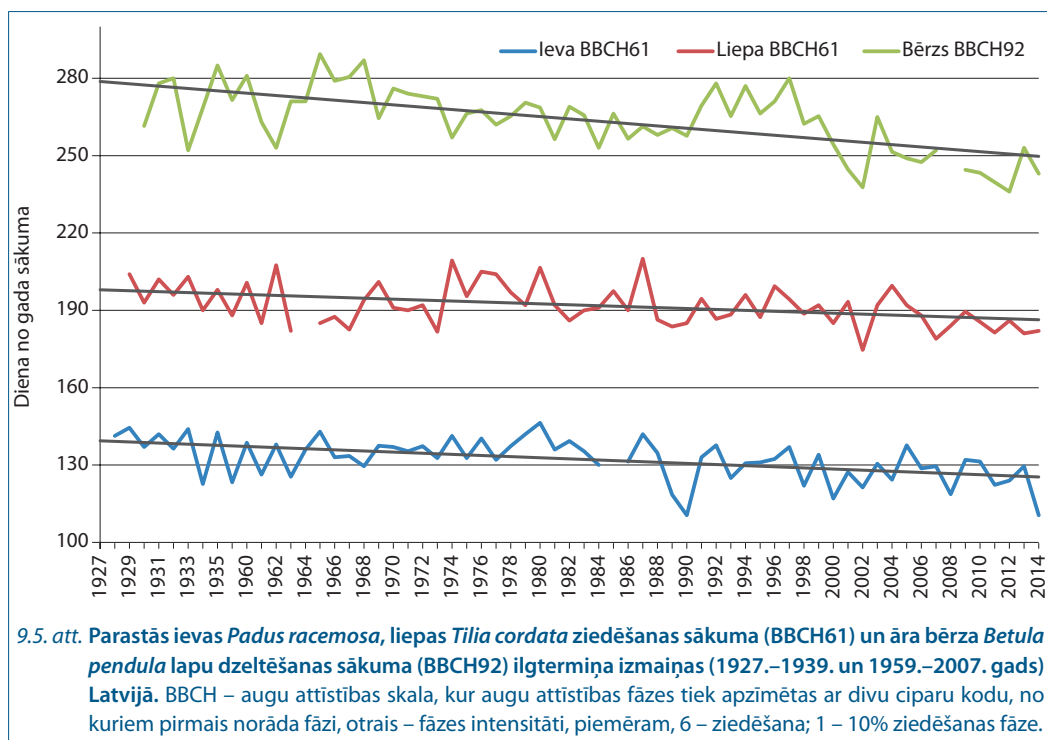
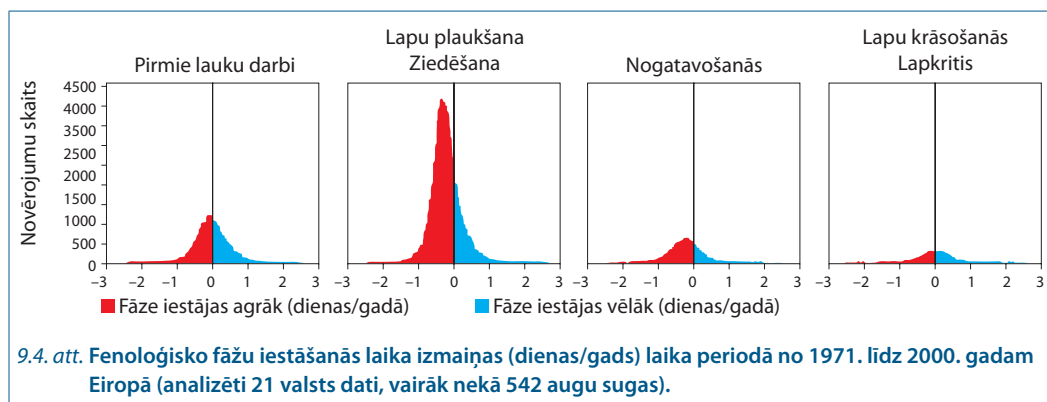
9.3. att. Ķiršu ziedēšanas sākuma iestāšanās laiks Kioto, Japānā, sākot no 705. gada.

strauji kā savvaļas augiem, tāpat pastāv liels teritoriālas atšķirības. Piemēram, augšanas sezonas sākums augļu kokiem Vācijas teritorijā ir mainījies – tas sākas vidēji 2,3 dienas agrāk desmitgades laikā (ķiršu ziedēšana 2 dienas, ābeļu ziedēšana 2,2 dienas agrāk).

Francijā aprikožu un persiku ziedēšanas laiks pēdējos 30 gados mainījies par vienu līdz trijām nedēļām. Mainījies arī sēšanas

vai stādīšanas laiks gan graudaugiem, gan citām kultūrām. Piemēram, kartupeļi Somijā tiek stādīti vidēji 5 dienas agrāk, kukurūza un cukurbietes Vācijā – 10 dienas agrāk, Francijā kukurūzas sēšana notiek pat līdz 20 dienām agrāk.

Lai arī Latvijā novērojumu skaits un novērojumu vietas gadu no gada mainās, kas apgrūrina datu analīzi, tomēr kopumā bioklimatiskās



tendences Latvijā sakrīt ar Eiropā un citur pasaulē novēroto: fenoloģiskajam pavasarim un vasarai ir tendence sākties agrāk. Pretstatā Eiropā novērotajām tendencēm arī fenoloģiskais rudens Latvijas, kā arī Lietuvas teritorijā atsevišķās novērojumu vietās iestājas agrāk (lapas dzeltē un krīt agrāk) vai arī izmaiņu tendence ir neitrāla.

Lai kvalitatīvāk un vieglāk uztverami raksturotu dabas ritmus, izmaiņas kalendārā gada griezumā, tiek izdalītas fenoloģiskās sezonas, par sezonas robežu pieņemot raksturīgu, viegli nosakāmu augu vai dzīvnieku attīstības fāzi, piemēram, liepas ziedēšanu vasarā.

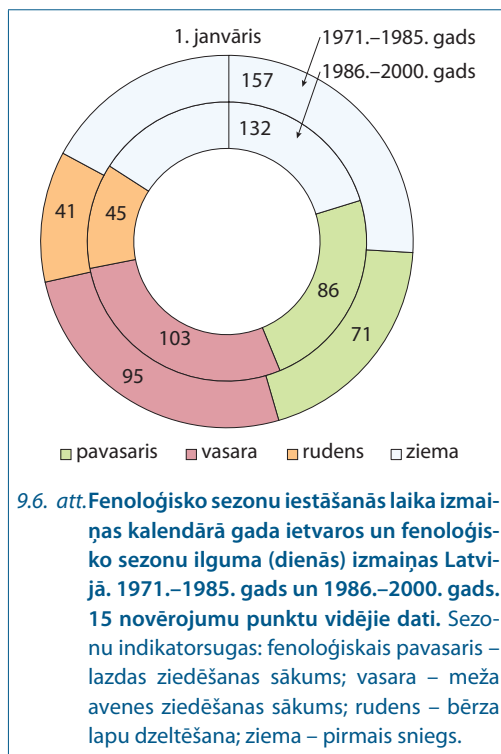
Dažādās valstīs indikatorsugas, kā arī sezonu skaits atšķiras, piemēram, Vācijā tiek izdalītas 10 sezonas, Latvijā izdala pat 12 sezonas.

Visbiežāk par fenoloģiskā pavasara indikatoru tiek pieņemts lazdas ziedēšanas sākums, kas vidēji Latvijā iestājas 24. martā. Savukārt meža avenju ziedēšana, kas ir fenoloģiskās vasaras indikators, vidēji iestājas 11. jūnijā. 18. septembris ir vidējais fenoloģiskā rudens sākums, ko iezīmē bērza lapu dzeltēšana. Pirmais sniegs ir fenoloģiskās ziemas sākums. Kā redzams 9.6. attēlā, normas periodā (1971.–2000. gads) ir būtiski mainījies gan sezonas sākums, gan ilgums.

Lauksaimniecības un mežsaimniecības vajadzībām svarīgi ir definēt un analizēt augšanas sezonu, ko zinātniskajā literatūrā izsaka trīs veidos:

- 1) periods jeb dienu skaits starp pēdējo salnu pavasarī un pirmo salnu rudenī (izmanto galvenokārt Ziemeļamerikā);
- 2) klimatiskā augšanas sezona (veģetācijas periods);
- 3) fenoloģiskā augšanas sezona kā periods starp lapu plaukšanu lapu kokiem un lapu dzeltēšanu vai arī citos avotos starp pumurošanos un lapu krišanu vai starp lapu plaukšanu un lapu krišanu.

Latvijā augšanas sezonas sākums ir diena, kad vidējā diennakts temperatūra ir augstāka par +5 °C vismaz 5 dienas pēc kārtas, savukārt augšanas sezonas beigas iestājas tad, kad vidējā diennakts temperatūra 5 dienas ir bijusi zemāka par +5 °C.



9.6. att. Fenoloģisko sezonu iestāšanās laika izmaiņas kalendārā gada ietvaros un fenoloģisko sezonu ilguma (dienās) izmaiņas Latvijā. 1971.–1985. gads un 1986.–2000. gads. 15 novērojumu punktu vidējie dati. Sezonu indikatorsugas: fenoloģiskais pavasaris – lazdas ziedēšanas sākums; vasara – meža avenes ziedēšanas sākums; rudens – bērza lapu dzeltēšana; ziema – pirmais sniegs.

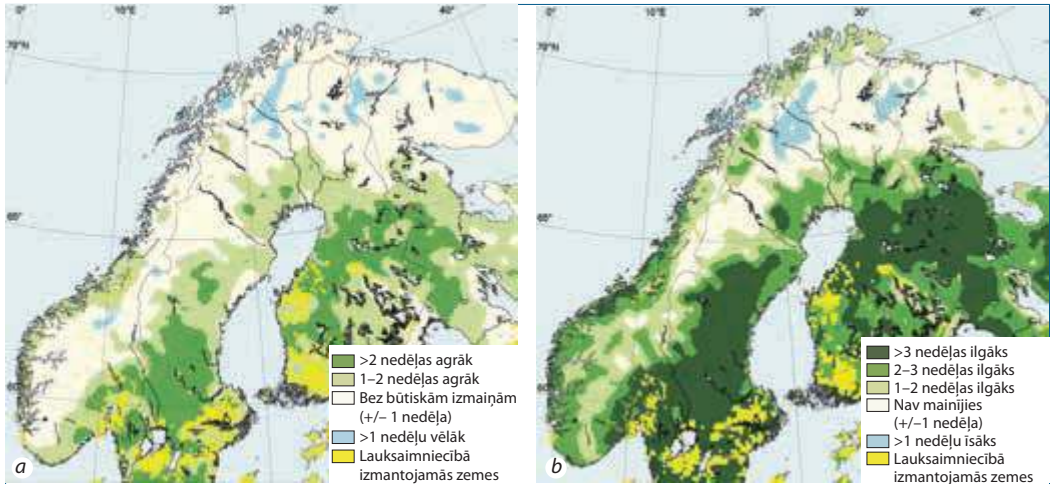
20. un 21. gs. fenoloģisko fāžu iestāšanās laiks, tostarp fenoloģiskās augšanas sezonas sākums, beigas un ilgums ir būtiski mainījies. Pasaulē vidēji fenoloģiskais pavasaris iestājas 8 dienas agrāk, bet augšanas sezona ir pagarinājusies līdz pat 12 dienām. Atšķirības varīe atkarībā no novērojumu vietām, piemēram, analizējot Eiropas fenoloģiskos dārzu datus, konstatēts, ka kopumā augšanas sezonas ilgums vidēji pagarinājies par 10,5 dienām, t.i., par 3,5 dienām desmitgadē. Vislielākās izmaiņas konstatētas Centrāleiropā, mazāk Skandināvijas ziemeļos un Dienvidaustrumeiropā. Ir aprēķināts, ka fenoloģiskā augšanas sezona Eiropā virzās ar ātrumu 44 km diennaktī no dienvidiem uz ziemeļiem un 200 km diennaktī no rietumiem uz austrumiem.

Satelītattēlu datu analīze liecina, ka Ziemeļeiropas lielākajā daļā fenoloģiskais pavasaris iestājas līdz divām nedēļām agrāk (atsevišķās vietās pat vairāk nekā 2 nedēļas agrāk), savukārt fenoloģiskais rudens iestājas 2 līdz

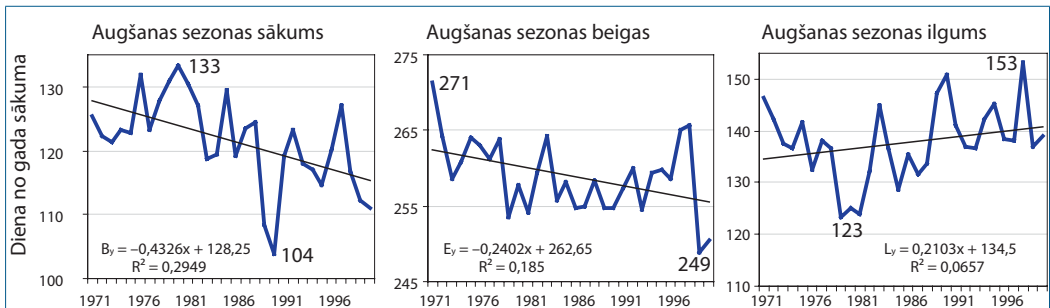
4 nedēļas vēlāk, augšanas sezonas ilgumam pārveidojoties no 2 līdz pat vairāk nekā 4 nedēļām.

Augšanas sezonas vidējais ilgums kā periods starp lapu plaukšanu un lapu dzeltēšanu āra bērzam periodā vidēji mainījies 7 dienu intervālā, galvenokārt uz pavasara fāzes agrāku iestāšanos.

Augšanas sezonas iestāšanās laiks galvenokārt ir atkarīgs no gaisa temperatūras izmaiņām, savukārt augšanas sezonas beigu iestāšanos ietekmē citi faktori vai faktoru kopums (apgaisojuma ilgums (fotoperiods), mitruma apstākļi, ekstremālās gaisa temperatūras, jūras ietekme u.c.), kas precīzi nav noskaidroti.



9.7. att. Augšanas sezonas sākuma (a) un ilguma (b) izmaiņas periodā no 1982. līdz 2006. gadam Ziemeļeiropā.



9.8. att. Augšanas sezonas sākuma, beigu un ilguma izmaiņas āra bērzam *Betula pendula* (1971.–2000. gads) Latvijā un Lietuvā.

9.2. Klimata mainības ietekme uz lauksaimniecību

Klasiski dabas novērojumi ir izmantoti lauksaimniecībā un mežsaimniecībā, tāpēc bioklimatiskos pētījumus, kas ir īpaši svarīgi šajās nozarēs, un modelētās prognozes var izmantot nākotnes risku, iespēju un adaptācijas piemēru analīzei.

Tomēr dabas novērojumu nozīme ir daudz plašāka – tie palīdz izskaidrot komplekso ekoloģisko dinamiku (ietekmējošos faktoros un ekoloģiskās sekas), kā arī tiek izmantoti globālajos klimata mainības un bioģeoķīmisko ciklu (CO₂ aprite, barības vielu aprites cikli, hidroloģiskie cikli) pētījumos (ekosistēmu produktivitāte, sugu un populāciju savstarpējā dinamika).

Klimata mainības ietekmi nevar vērtēt ne kā sliktu, ne kā labu, jo tā nes gan ieguvumus, gan zaudējumus. Lauksaimniecības un mežsaimniecības gadījumā uz pārmaiņām jāskatās kompleksi, kritiski izvērtējot ietekmējošos faktoros, jo pēdējos 100 gados ir būtiski mainījušās mežu izmantošanas un lauku apstrādes tehnoloģijas, valsts politika, zemes lietojums u.c.

Augšanas sezonas pagarināšanās būtiskākās sekas gan lauksaimniecībā, gan mežsaimniecībā ir CO₂ koncentrācijas palielināšanās gaisā, kas rada izmaiņas primārajā produkcijā. Globālā primārā produkcija (neto) laika periodā no 1982.–1999. gadam, balstoties uz satelītdatu analīzi, ir pieaugusi par 6%. Lielāks pieaugums bijis tropu ekosistēmās, bet Eirāzijā – pat par 12% 1981.–1999. gada periodā.

Lauksaimniecība ir viena no visjutīgākajām tautsaimniecības nozarēm attiecībā uz klimata mainību, jo uzreiz reaģē uz laika apstākļu un vides apstākļu maiņu, taču ir visgrūtāk prognozējama. Tāpēc nākotnes prognozes lauksaimniecībai tiek veiktas ļoti piesardzīgi, jo lauksaimniecību kā nozari ietekmē sarežģīts ietekmējošo faktoru kopums.

Daudzas no kultūraugu sugām uz klimata mainību reaģē diametrāli pretēji: kādai no sugām CO₂ un gaisa temperatūras pieaugums kļūst par pozitīvu faktoru agrākai, ātrākai un produktīvākai augšanai, kādai citai tā ir iznīcinoša kombinācija.

Pētījumi liecina, ka sugas, kuras apputeksnē kukaiņi, zied agrāk nekā vēja apputeksnētie augi.

Klimata mainība savvaļas augus ietekmē vairāk nekā kultūraugus, piemēram, Vācijā veiktajā pētījumā secināts, ka laika periodā no 1951. līdz 2004. gadam savvaļas augu attīstības fāzes iestājušās 4,4 līdz pat 7,1 dienas agrāk desmitgadē. Kultūraugiem attīstības fāzes iestāšanās laiks nav tik izteikts (2,1 diena desmitgadē).

Latvijā veikto agrometeoroloģisko staciju datu analīze apstiprina, ka lielākajai daļai pētījumā analizēto kultūraugu (graudaugi, kartupeļi, jāņogas un ābeles) fenoloģiskās fāzes iestājas agrāk, tomēr izmaiņas nav tik būtiskas kā savvaļas augiem.

Ābeles *Malus domestica* vidēji pēc agrometeoroloģisko staciju datiem pumpurojas no 6. līdz 18. aprīlim (atkarībā no šķirnes). Ilggađīgie novērojumu dati liecina, ka tendence ir neitrāla (pumpurošanās sākums būtiski nemainās) vai ir negatīva (Dobele, Dagda), savukārt lapu plaukšanas un ziedēšanas tendence ir negatīva vairumā vietu (izņemot Dagdu). Kopumā ābeļu ziedēšana iestājas 1 līdz 3 dienas agrāk desmitgadē. Lielākoties pavasara fāžu agrākie laiki konstatēti 20. gs. 90. gados, bet vēlākie – 70. un 80. gados. Vidēji no pumpurošanās līdz ābolu nogatavošanās fāzei paiet 138 dienas "Baltajam dzidrajam" un vidēji 160 dienas "Antonovkai" un "Rudens svītrainajam". Faktiski āboli nogatavojas agrāk.

Lapu dzeltēšana novērota no 6. līdz 14. oktobrim. Lapu dzeltēšanas tendence Dobelē un Priekules ir neitrāla (fāze nav mainījusies), Dagdā – pozitīva, savukārt Stendē – negatīva. Augšanas ilgums āboliem vidēji ir 150 dienas, ar tendenci pagarināties, kas īpaši izteikts ir "Antonovkas" šķirnei.

Klimata mainības ietekme uz lauksaimniecību nākotnē izpaudīsies atšķirīgi dažādos pasaules reģionos. Pasaules mērogā graudaugu (kvieši, kukurūza, mieži) raža temperatūras paaugstināšanās dēļ ir samazinājusies.

Dienvideiropas valstīs ražas apjomi ir sākuši samazināties, bet Ziemeļeiropā atsevišķu graudaugu raža ir pat palielinājusies.

Latvijas gadījumā vislielākās grūtības lauksaimniekiem sagādās prognozētie sausuma periodi un intensīvie nokrišņi.

Visbiežāk kā pozitīvas klimata mainības sekas lauksaimniecībā tiek minēta augšanas sezonas pagarināšanās, fotosintēzes intensitātes paaugstināšanās, jaunu kultūraugu augšanas iespējas un produktivitātes pieaugums Ziemeļeiropā.

Tomēr klimata mainība nesīs sev līdž daudz risku: atsevišķos reģionos būs nepietiekams ūdens daudzums, samazināsies augsnes mitrums, notiks kultūraugu postījumi, palielināsies pesticīdu lietojums, var pat samazināties augkopības iespējas.

Papildu siltums un mitrums radīs labvēlīgu vidi sēņu, dažādu patogēno mikroorganismu attīstībai, kas nelabvēlīgi ietekmēs augu attīstību un pastarpināti arī cilvēku veselību, jo lauksaimniekiem būs jāizmanto vairāk augu aizsardzības līdzekļu.

Būtisks risks lauksaimniekiem ir vēlās pavasara salnas. Lai arī bezsala periods kopumā pagarinās, lielākoties tas notiek uz rudenis salnu vēlākas iestāšanās rēķina. Eiropā 1992.–2008. gada periodā bezsala perioda beigu laiks ir +8,2 dienas desmitgadē, bet

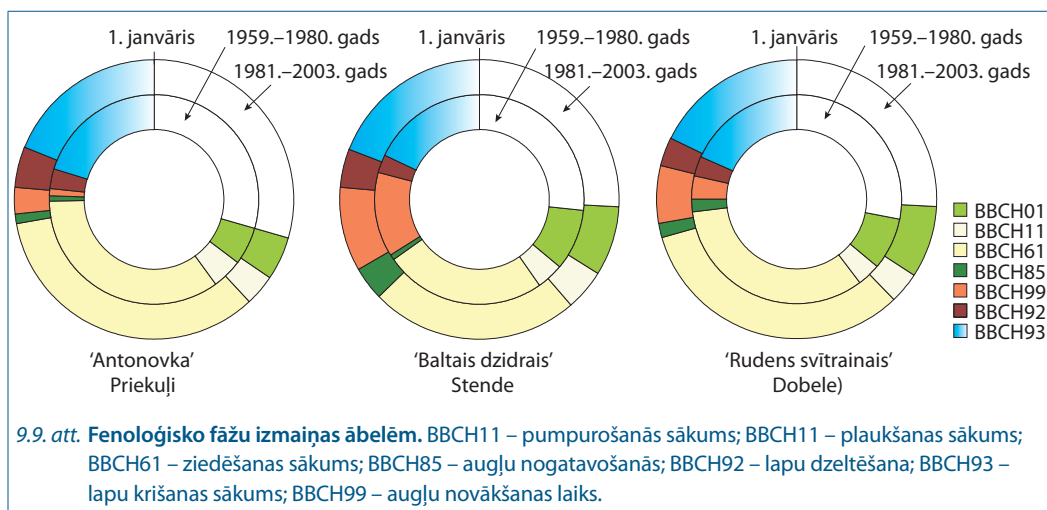
sākums – agrāks par 3,2 dienām desmitgadē. Pēdējās pavasara salnas beidzas agrāk, bet arī augu attīstība pavasarī sākas agrāk, līdz ar to pastāv būtisks augu postījumu risks, kā tas notika 2003. gadā Eiropā.

Nepastāvīgo, netipisko un grūti prognozējamo laika apstākļu rezultātā lauksaimnieki nevarēs prognozēt ikgadējās kultūraugu ražas. Tas ir liels risks lauksaimniecības nozares attīstības plānošanai.

No vienas puses, pagarinoties augšanas sezonai, palielinās kultūraugu produktivitāte, jo ilgāks augu attīstības cikls ļauj maksimāli izmantot pieejamo Saules siltuma daudzumu, ūdens un barības vielas, kas palielinās kultūraugu ražu. No otras puses, negatīvā ietekme ir tāda, ka gaisa temperatūras un mitruma režīma ietekmē var samazināties laiks starp augu attīstības cikliem, piemēram, laiks starp stiebrošanos un vārpošanos graudaugiem, kas var samazināt iegūstamo ražu.

Eiropas Vides aģentūra, kā arī Eiropas Komisijas pētniecības centri regulāri veic nākotnes prognozes par lauksaimniecībai svarīgo sugu izmaiņām attīstības fāzēs.

Tiek prognozēts, ka ziemas kviešu ziedēšanas laiks Eiropā var mainīties līdz pat mēnesim (ziedēšana iestāsies agrāk), tomēr lielākajā daļā teritorijas izmaiņas tiek prognozētas 2 nedēļas agrāk attiecībā pret 1975.–1994. gada



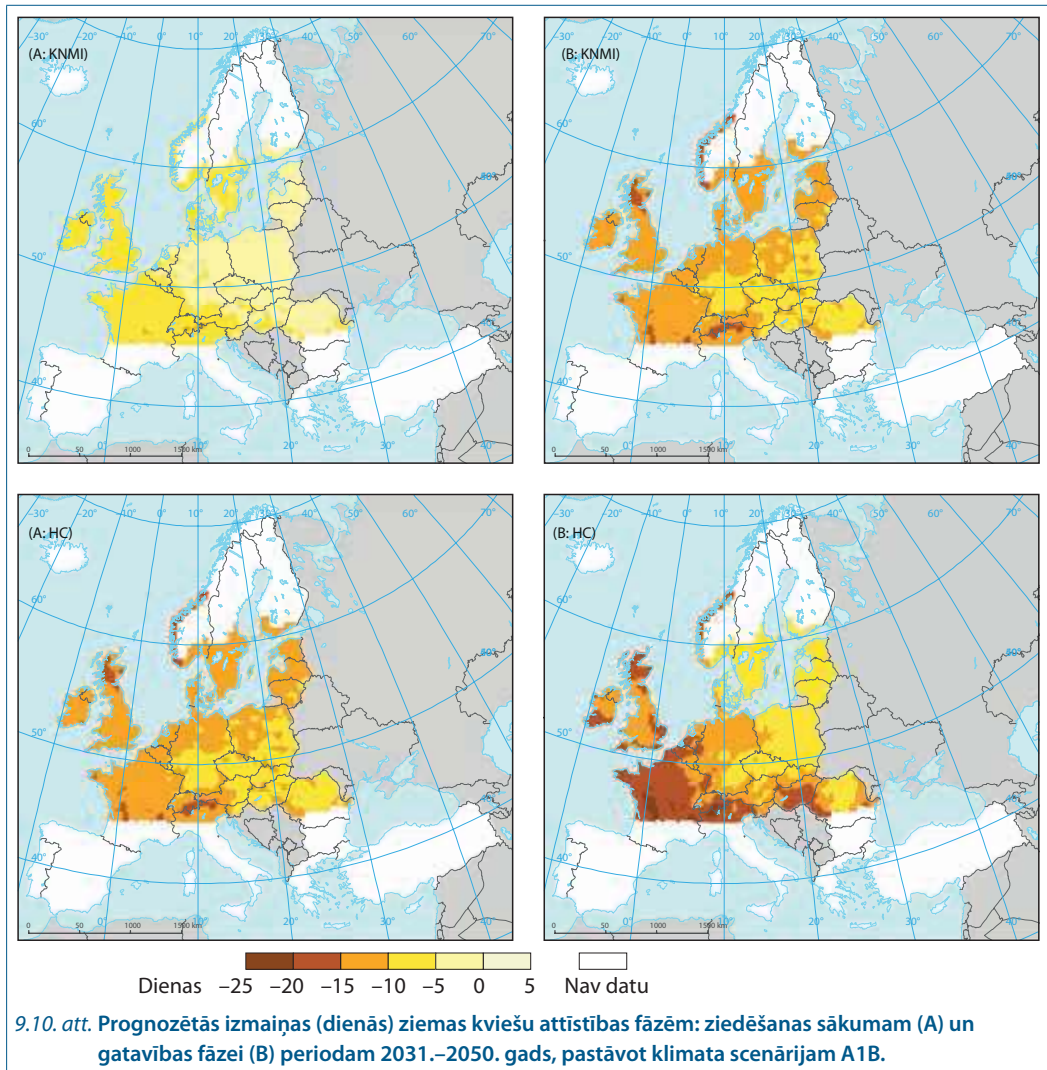
periodu. Kā redzams 9.10. attēlā, ziedēšanas lielākas izmaiņas tiek prognozētas piekrastes teritorijās. Ziemas kviešu nogatavošanās fāzes iestāšanās laiks mainīsies vairāk nekā ziedēšanas laiks, t.i., tiek prognozēts, ka ziemas kvieši gatavību sasniegs 20–25 dienas agrāk salīdzinājumā ar 1975.–1994. gada periodu.

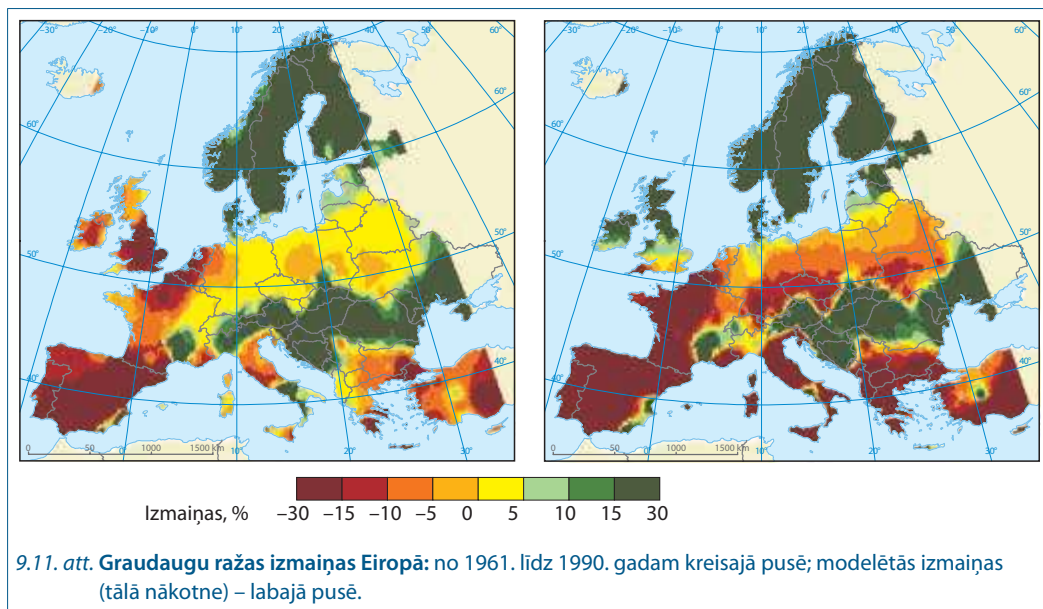
Pētījumā arī minēts, ka vasaras kviešu sēšanas laiks, ziedēšanas un gatavības iestāšanās laiks kļūs agrāks par 1–3 nedēļām atkarībā no reģiona. Ziemeļeiropas teritorijā lielākās izmaiņas tiek prognozētas kukurūzai, mazākas – ziemas kviešiem. Taču, kā norāda

arī pētījuma autori, modelētie rezultāti atšķiras atkarībā no lietotā modeļa, reģiona. Tas nozīmē, ka prognozēt lauksaimniecības kultūru izmaiņas ir sarežģīti.

Eiropas dienvidu daļā lielākoties tiek prognozēts ražas apjoma samazinājums, pretstatā Ziemeļeiropas teritorijai, kur prognozēts, ka 2080. gadā labības ražu palielinājums būs pat līdz 30%. Attiecībā uz Latviju modeļa dati rāda nelielu graudaugu ražas pieaugumu – līdz 10%.

Gaisa temperatūras un CO₂ līmeņa paaugstināšanās būtiski mainīs gan kultūraugu





sastāvu, gan to kvalitāti, kā arī ietekmēs lopkopības nozari.

Prognozētie karstuma viļņi vasarās apdraudēs ne tikai cilvēkus, bet arī ietekmēs lopkopības nozares produktivitāti. Tāpat karstums ietekmē piena izslaukumu, mājlopu reproduktīvās funkcijas, kā arī organisma spēju pretoties slimībām. Lopkopību nākotnē īpaši ietekmēs zālāju daudzums un kvalitāte. Netipiski augstās gaisa temperatūras vasarā, kas tiek prognozētas Eiropas (arī Latvijas) teritorijai, galvenokārt sausuma dēļ negatīvi ietekmēs zālāju augšanu. Sausums samazina augu dabisko spēju pretoties gan kaitēkļiem, gan samazina augšanas spēju. Tas nozīmē, ka zālāju vērtība pazemināsies un būs jāiegulda papildu līdzekļi mājlopu uztura nodrošināšanai.

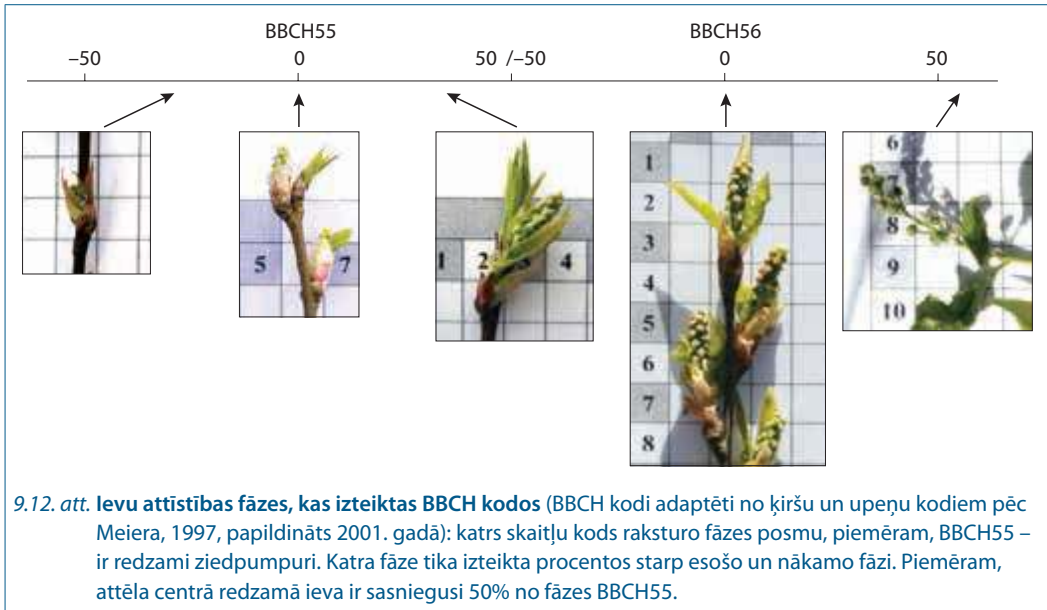
Lai aizsargātu sausuma novājinātos augus no kaitēkļiem, būtiski būs jāpalielina augu aizsardzības pasākumi, kas savukārt paaugstinās kopējās izmaksas.

Dabas ritmu pētījumos nākotnes prognozes tiek izteiktas, veicot bioklimatisko modelēšanu, izstrādājot gan globāla mēroga modeļus, gan arī vietēja mēroga modeļus, kuri ietver ietekmējošos faktorus (vietas reljefs, hidroloģiskais tīkls, dominējošie vēji, jūras ietekme).

Latvijas teritorijai, arī abām kaimiņvalstīm, ir izstrādāts parastās ievas *Padus racemosa* fenoloģisko fāžu iestāšanās laika prognozes modelis un zemeņu ziedēšanas un ražas prognozes nākotnē.

2014. gadā tika veikts mēģinājums prognozēt savvaļas augu fenoloģiskās fāzes Baltijas jūras valstīs. Pētījums balstījās uz brīvprātīgo novērotāju datiem, kā arī tika veikti lauka maršruta pētījumi, fotografējot parastās ievas *Padus racemosa* fāzes ik pa 30 km. Datu analīzē tika izmantoti vairāk nekā 200 punktu novērojumu. Fotografijas tika apstrādātas, aprakstot ievas attīstības fāzes.

Modelis balstās uz agrometeoroloģijā daudz izmantoto pieeju par grādu dienām. Grādu dienu augšanas modelis ir vienkāršāks no fenoloģisko modeļu veidiem. Tajā tiek pieņemts, ka augu attīstība notiek, ja gaisa temperatūra pārsniedz noteiktu bāzes vērtību, t.i., jo ir siltāks, jo augi attīstās ātrāk. Temperatūru, kas pārsniedz bāzes temperatūru, sauc par aktīvo temperatūru. Tiek pieņemts, ka noteiktu attīstības fāžu sasniegšanai ir nepieciešama noteikta aktīvo temperatūru summa. Aktīvo temperatūru summa tiek iegūta, saskaitot kopā katras dienas vidējās



temperatūras, °C, kas pārsniedz bāzes temperatūru.

Izmantojot ilgtermiņa fenoloģiskos un meteoroloģiskos novērojumus, ir iespējams aprēķināt katrai augu sugai raksturīgo bāzes temperatūru un grādu dienu summu, kas ir nepieciešama noteiktu attīstības stadiju sasniegšanai.

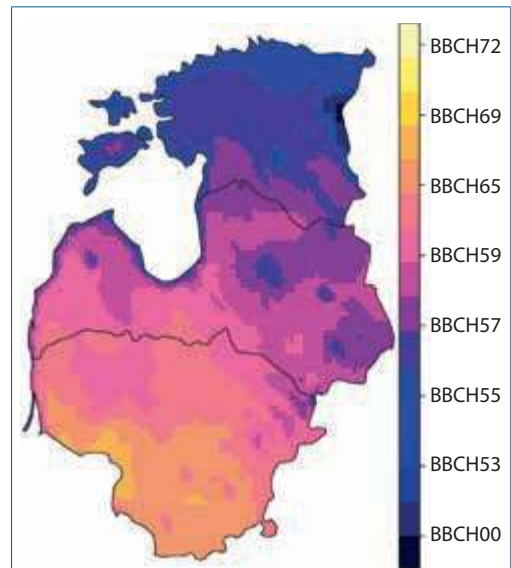
Modeļa rezultāti rāda, ka Lietuvas dienvidu teritorijās tiek prognozēta fāze BBCH69, kas ir ziedēšanas beigu fāze, kamēr Igaunijas ziemeļaustrumos, Peipusa ezera tuvumā tikai pumpurošanās fāze.

Fenoloģiskais modelis kā izejas datus izmanto laikapstākļu prognozi, kas iegūta no reģionālajiem atmosfēras pētījumu modeļiem.

2014. gada aprēķinu gadījumā modeļa dati atpalika no reāli dabā novērotās attīstības, kas, iespējams, ir saistīts ar neparasti silto 2013./2014. gada ziemu.

Latvijas Universitātes Vides un tehnoloģisko procesu matemātiskās modelēšanas laboratorijas (VTPMML) pētījumi apliecina, ka pastāv iespējas aprēķināt augu attīstību, izmantojot modeļus un veicot šo modeļu uzlabojumus.

VTPMML pētījumā tika modelēts arī dārza zemeņu ziedēšanas un ražas laiks trīs



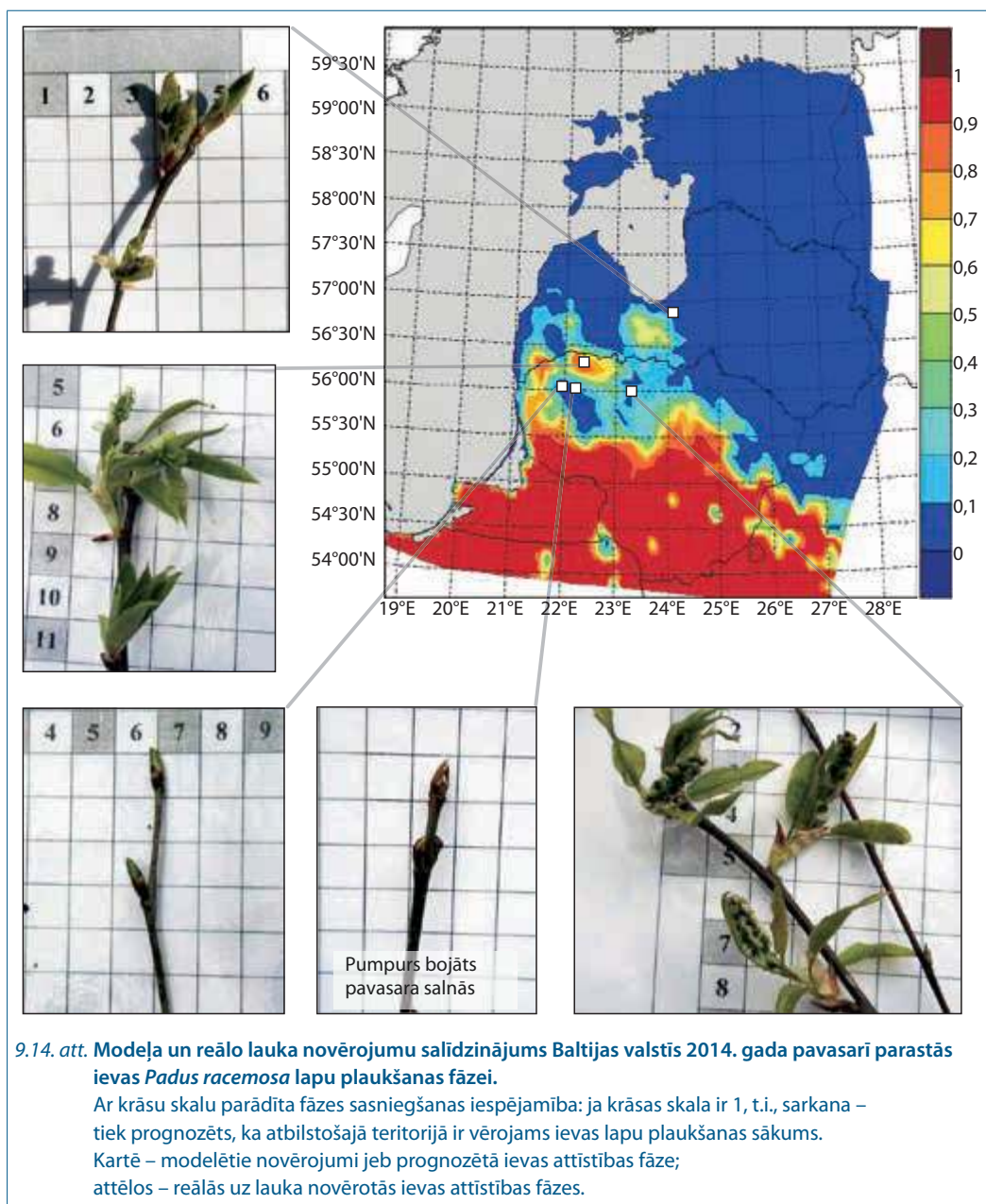
9.13. att. Parastās ievas *Padus racemosa* attīstības fāzes 2014. gada 30. aprīlī: modeļa rezultāti. Krāsu skala iezīmē ievas attīstības progresu jeb fāzes: BBCH00 – snaudoši pumpuri; BBCH10 – lapu plaukšanas sākuma fāze; BBCH5X – dažādas lapu attīstības fāzes; BBCH60-69 – ziedēšanas fāzes.

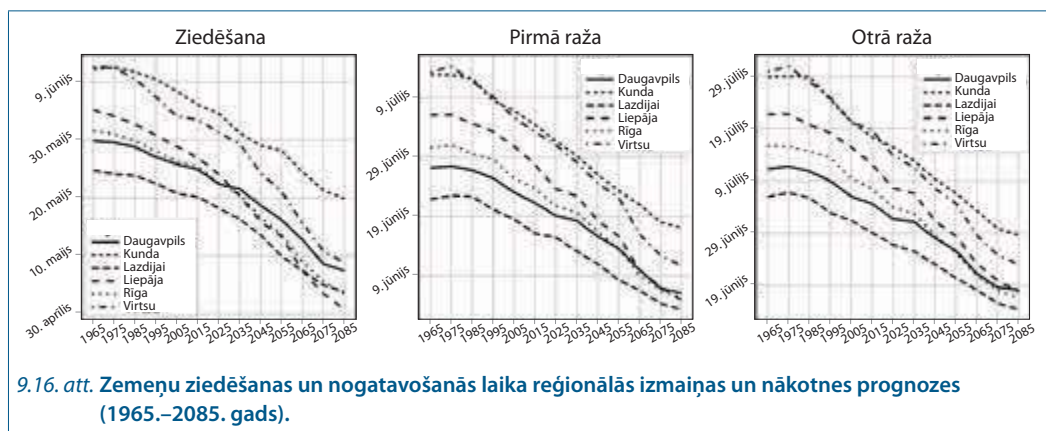
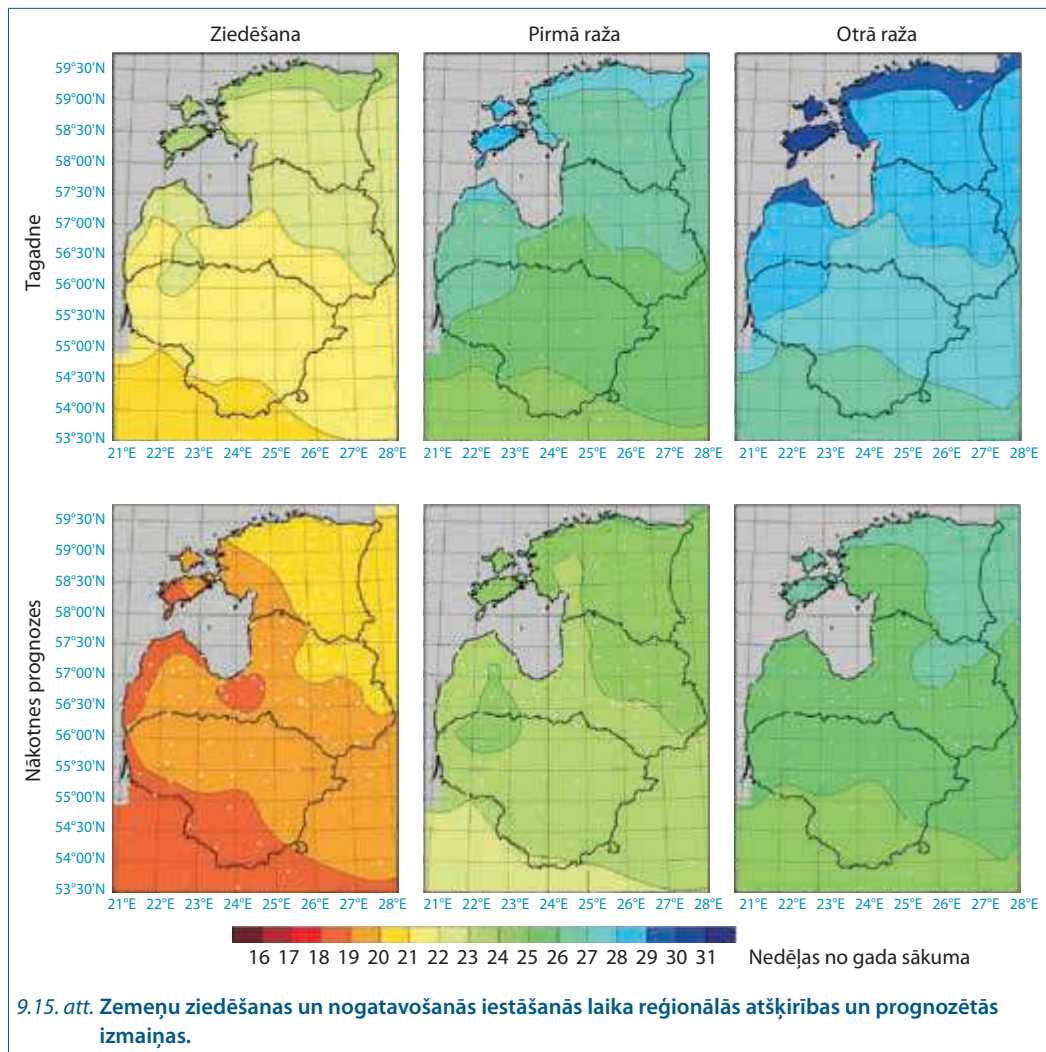
periodiem: pagātnei (1951.–1980. gads), tagadnei un tuvākai nākotnei (2001.–2030. gads), kā arī tālākai nākotnei (2070.–2099. gads) Baltijas valstīs.

Mūsdienās zemeņu ziedēšana vidēji iestājas no maija vidus līdz jūnijam (gada 20.–24. nedēļā). Visagrāk zemeņu ziedēšana iestājas

Lietuvas dienvidos un pakāpeniski virzās uz ziemeļiem ar ātrumu 200–300 km/nedēļā.

Pētījuma dati liecina, ka 1951.–1980. gadā zemeņu ziedēšana iestājusies nedēļu vai pat 2 nedēļas vēlāk salīdzinājumā ar iespējamo periodu līdz 2030. gadam. Savukārt tālākā nākotnē sagaidāms, ka zemeses sāks ziedēt jau





aprīļa beigās (18.–22. gada nedēļā). Savukārt pirmā raža varētu būt 2 nedēļas agrāk (22.–26. gada nedēļā) salīdzinājumā ar pašreizējo laiku, kad zemes nogatavojas jūnijā–jūlijā (24.–29. gada nedēļā).

Modelētās izmaiņas atšķiras atkarībā no pētījuma vietas novietojuma attiecībā pret reljefu (augstienēs vēlāk), bet, jo īpaši, attiecībā pret attālumu no Baltijas jūras vai Rīgas līča.

Tiek prognozēts, ka jūras piekrastes teritorijās izmaiņas būs lielākas un, iespējams, ka

attiecībā uz zemenēm fāzes, kas mūsdienās iestājas agrāk kontinentālajā daļā, nākotnē pirmās būs vērojamas piekrastē, taču šie rezultāti jāinterpretē piesardzīgi, jo jāņem vērā, ka klimata modeļi varētu būt “pārvērtējuši” Baltijas jūras sasilšanas tendences.

Nākotnes prognozes modeļu veidā, kā arī zināšanas par klimata pārmaiņu radītajām sekām, kā arī laikus veiktie pasākumi ļaus lauksaimniekiem un mežsaimniekiem izmantot klimata pārmaiņas izdevīgākā veidā.

9.3. Klimata pārmaiņu ietekme uz mežsaimniecību

Pētījumi rāda, ka, pastāvot optimālam mitruma un temperatūras režīmam, CO₂ koncentrācijas pieaugums gaisā meža augšanu ietekmēs pozitīvi – palielināsies koku caurmēra pieaugums, turklāt skuju koku mežos izmaiņas būs lielākas nekā lapu koku mežos. Zinātnieki aprēķinājuši, ka Somijas ziemeļu daļā koksnes produktivitāte varētu pieaugt pat par 70%. Taču teritorijās ar nepietiekamu mitruma režīmu prognozētais CO₂ pieaugums var radīt papildu risku meža audzēm.

Arī gaisa temperatūras izmaiņām var būt gan pozitīvas, gan negatīvas sekas – siltumtilošās sugas palielinās izplatības areālus, migrējot vairāk uz ziemeļiem vai kalnu rajoniem, savukārt kalnos daudzas sugas aizies bojā, nespējot pielāgoties.

Gaisa temperatūras paaugstināšanās pozitīvi ietekmēs skuju koku (priedes, egles) augšanu

Eiropas ziemeļu teritorijās. Bērzi, kas ir domnējošā koku suga Baltijas jūras reģionā, eksperimentālajos pētījumos uzrāda pozitīvas izmaiņas – augs labāk.

Jaukto koku mežos gaisa temperatūras paaugstināšanās var drīzāk veicināt koku augšanas riskus, piemēram, dižskābārdim šādā gadījumā novēro samazinātu pieaugumu. Jau tagad pētījumi apliecina, ka Somijas ziemeļu daļā ir vērojams meža koksnes pieaugums, bet priedei Somijas dienvidu daļā – samazinājums, ko galvenokārt ietekmējusi ūdens bilance.

Gaisa temperatūras izmaiņas radīs sniega segas izmaiņas, kas savukārt ietekmēs sezonālo ūdens daudzumu mežos. Ūdens bilances izmaiņas izraisīs nokrišņu sadalījuma un daudzuma izmaiņas, un tas var būt viens no galvenajiem mežsaimniecības riskiem nākotnē, jo optimāls mitruma režīms ir ļoti svarīgs mežu augšanai.

9.1. tabula. Klimata mainības ietekme Baltijas reģiona valstīs

Ietekme	Zviedrija	Somija	Igaunija	Latvija	Lietuva	Krievija	Vācija
Meža platības	↑↑	↑↑	○	○	○	–	↑↑
Meža ugunsgrēku risks	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑↑
Salnas iespējamība pēc pumpurošanās fāzes	↑	○	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓
Ekosistēmas primārā neto produkcija	↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↓

↑↑ – ievērojams pieaugums, ↑ – neliels pieaugums, ↓↓ – ievērojams samazinājums, ↓ – neliels samazinājums, ○ – izmaiņu nav vai tās nav būtiskas, – nav datu.

Sausuma periodi, kas Latvijas teritorijā tiek prognozēti ilgāki un noturīgāki, augiem un kokiem var radīt augšanas stresu. Sausums negatīvi ietekmē augu aizsardzības mehānismus, gan noturību pret kaitēkļiem (kukaiņiem), gan arī pret slimības izraisošiem mikroorganismiem.

Sausums paaugstinās ugunsbīstamības risku, un tiek prognozēts, ka palielināsies mežu ugunsgrēku skaits. Jāņem vērā, ka ugunsgrēkos rodas ļoti daudz CO₂, kas nonāk atmosfērā un vēl vairāk paaugstina SEG līmeni.

Prognozētie "karstuma viļņi" ietekmēs mežsaimniecību, jo, piemēram, 2003. gada "karstuma viļņi" būtiski samazināja meža augšanas produktivitāti daļā Eiropas.

Klimata pārmaiņu sekas mežos var būt ilgtermiņa (sugu migrācija) vai arī īstermiņa (kaitēkļu invāzija, meža ugunsgrēki, vētras un spēcīgi vēji), kas nākotnē tiek prognozētas biežākas un intensīvākas. Arī īstermiņa traucējumi var radīt lielu risku un neatgriezeniskus bojājumus mežaudzēm.

Tomēr kopumā tiek prognozēts, ka klimata pārmaiņu ietekme uz mežsaimniecību Eiropas ziemeļu daļā lielākoties būs pozitīva, tomēr veiksmīgai mežsaimniecības darbībai svarīgi ir ievērot meža pielāgošanās apsaimniekošanu, kas ietver praksi audzēt klimatam atbilstošas sugas, mainīt retināšanas un ciršanas laikus. Pareiza meža apsaimniekošana produktivitāti ietekmēs daudz vairāk nekā klimata pārmaiņas.

Literatūra

- BAAC Author Team** (2008) Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bethere L., Sile T., Sennikovs J., Bethers U.** (2016) Impact of climate change on the timing of strawberry phenological processes in the Baltic States. *Estonian Journal of Earth Sciences*. 65, 1, 48–58.
- Chmielewski F. M., Rötzer T.** (2001) Responses of Tree Phenology to Climatic Changes Across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*. 108, 101-112.
- Chuine I., Pascal Y., Viovy N., Seguin B., Daux V., Ladurie E.** (2004) Historical Phenology; Grape Ripening as a Past Climate Indicator. *Nature*. 432, 289.
- EEA** (2008) Impacts of Europe's Changing Climate-2008 Indicator-based Assessment. EEA-JRC-WHO, 2008 report. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- EEA** (2012) Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2012. EEA, Copenhagen
- IPCC** (2007) Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri R. K. and Reisinger A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Kalvāne G.** (2011) Fenoloģiskās izmaiņas un to ietekmējošie klimatiskie faktori. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- Kalvāne G., Romanovska D., Briede A., Bakšiene E.** (2009) Influence of the Climate Change to the Phenological Changes in Latvia and Lithuania, *Climate Research*. Vol 39., 209-219.
- Kalvāns A., Bitāne M., Kalvāne G.** (2015). Forecasting Plant Phenology: Evaluating the Phenological Models for *Betula pendula* and *Padus racemosa* Spring Phases, Latvia. *International Journal of Biometeorology*. 2, 59, 165-179.
- Karlsen S. R., Tolvanen A., Kubin E., Poikolainen J., Høgda K. A., Johansen B., Danks F. S., Aspholm P., Wielgolaski F. E., Makarova O.** (2008) MODIS NDVI-based Mapping of the Length of the Growing Season in Northern Fennoscandia. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 10, 253-266.
- Lieth H.** (1974) Purpose of a Phenology Book. In: *Phenology and Seasonality Modeling*. Lieth H. (ed). Springer-Verlag, New York, 3-15.
- Linderholm H. W.** (2006) Growing Season Changes in the Last Century. *Agricultural and Forest Meteorology*. 137, 1-14.
- Meier U.** (1997) Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants. BBCH Monograph. (ed) Federal Biologische Research Centre for Agriculture and Forestry. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin – Wien.
- Menzel A., Sparks T. H., Estrella N., Koch E. and others** (2006) European Phenological Response to Climate Change Matches the Warming Pattern. *Global Change Biology*. 12, 1969–1976.
- Roetzer T., Wittenzeller M., Haeckel H., Nekovar J.** (2000) Phenology in Central Europe – Differences and Trends of Spring Phenophases in Urban and Rural Areas. *International Journal of Biometeorology*. 44-2, 60-66.

Interneta resursi

EPA a[bez datējuma]. ASV Vides aizsardzības aģentūra. Climate impact on forests. Pieejams: <http://www3.epa.gov/climatechange/impacts/forests.html>. Skat. 20.09.2015.

EPA b[bez datējuma]. ASV Vides aizsardzības aģentūra. Climate impact on agriculture. Pieejams: <http://www3.epa.gov/climatechange/impacts/agriculture.html>. Skat. 20.09.2015.

EEA, 2009. Projected crop yield changes between the 2080s and the reference period 1961-1990 by two different models. Pieejams: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-crop-yield-changes-between-the-2080s-and-the-reference-period-1961-1990-by-two-different-models>. Skat. 14.10.2015.

Baltic Climate [bez datējuma] Mežsaimniecība. Pieejams: <http://www.toolkit.balticclimate.org/lv/klimata-parmainu-ietekme/klimata-parmainu-scenariji/mezsaimnieciba>. Skat. 14.10.2015.

Koch E., Bruns E., Chmielewski F. M., Defila C., Lipa W., Menzel A. (2006) Guidelines for plant phenological observations. COST 725 materiāls. Sk. 12.09.2015. Pieejams: http://topshare.wur.nl/publicfiles/73471_1_guidelines-ges-fin_2.pdf.

Izmantotie attēli un tabulas

9.2. Pēc http://www.patzcn.wr.usgs.gov/rsch_highlight/articles/200610.html

9.3. Koch, et al., 2006 pēc Menzel and Fabian, 2002 un Rushing, et al., 2012

9.4. Adaptēts pēc IPCC, 2007.

9.7. Adaptēts pēc Karlsen et al., 2009

9.10. Adaptēts no EEA, 2012.

9.11. EEA, 2009

9.13. Kalvans, et al., 2015.

9.15. Bethere et al., 2016.

9.16. Bethere et al., 2016.

9.1. tabula. Adaptēts no *Baltic Climate*, bez datējuma.



10.

Klimata pārmaiņas un ekonomika

10.1. Ekonomikas ietekme uz klimata pārmaiņām

Klimata pārmaiņu antropogēnās (cilvēka radītās) ietekmes ir pierādītas daudzos zinātniskos pētījumos – gan atsevišķu zinātnieku, gan starptautisku pētnieku grupu un vides aģentūru darbos. Cilvēka radītās ietekmes galvenokārt ir saistītas ar fosilā kurināmā (ogles, dabasgāze, nafta) izmantošanu, lai ražotu enerģiju – elektrisko enerģiju vai siltumenerģiju. Un enerģija ir viens no ļoti svarīgiem ekonomiskās attīstības priekšnoteikumiem, jo tā nodrošina ražošanas un pakalpojumu sniegšanas iespējamību.

Nākamo reizi, kad šaubīsieties, vai sasniegt galamērķi ar personīgo automašīnu, sabiedrisko transportu vai kājām, vai ar velosipēdu, iedomājieties arī par sava lēmuma ietekmi uz klimata pārmaiņām. Viena atsevišķa cilvēka lēmuma sekas, patiešām, var būt relatīvi nelielas, taču daudziem cilvēkiem kopā ir iespēja ietekmi ievērojami palielināt. Piemēram, ja tikai daži cilvēki izvēlas izmantot velosipēdu automašīnas vietā, ielas nekļūs daudz brīvākas, bet, ja pilsētas iedzīvotāji masveidā sāktu izmantot velosipēdus, autosatiksmē tiktu būtiski atslōgta, samazinātos degvielas patēriņš un automašīnu sastrēgumi, uzlabotos gaisa kvalitāte un arī iedzīvotāju veselība. Spilgti piemēri attīstītai veloceliņu infrastruktūrai un ievērojami mazākai automašīnu plūsmai ir redzami Amsterdamā un Kopenhāgenā. Arī citas Eiropas pilsētas aizvien lielāku uzmanību pievērš

videi un cilvēkam draudzīgākām pārvietošanās iespējām pilsētās – veido veloceliņus, atbilstošu infrastruktūru elektroautomobiļiem, pilnveido sabiedriskā transporta infrastruktūru u.tml. Parīzē 2015. gada 27. septembris tika pasludināts par dienu bez automašīnām. Tajā dienā Parīzes ielās bija atļauta vienīgi neatliekamo avārijas dienestu automašīnu kustība.

Cilvēkiem kā atbildīgiem patērētājiem arī ir iespēja ietekmēt, kāda veida preces tiek pieprasītas. Tā kā pircēji aizvien vairāk uzmanības pievērš dažādiem ekomarķējumiem, piemēram, ES "Ekopuķītei", kas apzīmē produktu ar samazinātu ietekmi uz vidi (zemāks ūdens patēriņš, noteiktu vielu neizmantošana utt.), ražotāji ir spiesti ņemt vērā šīs pircēju prasības, lai varētu savu produkciju realizēt. Tādējādi arī katrs cilvēks ar saviem patēriņa paradumiem ietekmē kopējo tautsaimniecības ietekmi uz vidi.

Klimata pārmaiņām ir globālas sekas, tāpēc to risināšanai ir nepieciešama gan vietējo cilvēku iesaiste un rīcība, gan starptautiska sadarbība. Kā būtiskākie ar ekonomiku saistītie klimata pārmaiņu cēloņi ir iedzīvotāju skaita eksponenciālais pieaugums, rūpniecības straujā attīstība, kuras nodrošināšanai nepieciešams aizvien vairāk enerģijas, un globalizācija, kas prasa aizvien lielāku degvielas patēriņu sakarā ar izejvielu un gatavo produktu transportēšanu lielos attālumos. Dažādas tautsaimniecības nozares palielina siltumnīcefektu, galvenokārt, patērējot enerģiju, taču tas notiek arī citos tehnoloģiskajos procesos, emitējot siltumnīcefektu izraisošas gāzes (SEG).

Vislielākā nozīme siltumnīcefekta veicināšanai ir oglekļa dioksīda emisijām, kas veido apmēram trīs ceturtdaļas no kopējā SEG emisiju apjoma, un to galvenais avots ir fosilā kurināmā sadedzināšana, kas ir nepieciešama elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanā, transportēšanā un visās citās tautsaimniecības nozarēs, kurās tiek izmantota enerģija.

Arī vairākos ražošanas procesos, kas nav saistīti ar kurināmā sadedzināšanu, rodas oglekļa dioksīda emisijas ķīmisko reakciju



10.1. att. Riteņbraucēji Amsterdamas ielās.

rezultātā, piemēram, cementa, metālu un tērauda ražošanā. Būtiska nozīme oglekļa dioksīda emisiju samazināšanai ir energoefektivitātes uzlabošanai un atjaunojamo energoresursu (AER) – biomasas, hidroenerģijas, Saules, vēja un ģeotermālās enerģijas izmantošanai. Taču arī AER izmantošana nav brīva no SEG emisijām. Tās rodas, lai, piemēram, saražotu un transportētu vēja ģeneratorus vai Saules baterijas un kolektoros, uzbūvētu dambjus hidroelektrostaciju vajadzībām u.tml. Lai novērstu oglekļa dioksīda emisiju nonākšanu atmosfērā, tiek strādāts pie tehnoloģijām, kas ļautu piesaistīt un droši uzglabāt oglekļa dioksīdu pazemes izsmeltās naftas un gāzes atradnēs vai dziļos sālsūdens nesējslāņos.

Metāna izmešu galvenie avoti ir lauksaimniecība un atkritumu saimniecība. Metāns rodas dažādu organisko vielu trūdēšanas procesā, tātad visās jomās, kur šāda trūdēšana notiek – lauksaimniecībā (it īpaši, lopkopībā un rīsu audzēšanā), mežsaimniecībā, atkritumu saimniecībā u.tml.

Metāns rodas daudzus dabiskos procesos, piemēram, purvos, pārveidojoties organiskajām vielām. Metāna aprites cikls ir ievērojami īsāks nekā oglekļa dioksīdam, taču tā ietekme uz siltumnīcefektu ir 23 reizes lielāka (100 gadu periodā). Tas nozīmē, ka 1 tonna metāna atbilst siltumnīcefektam, ko rada 23 tonnas oglekļa dioksīda. Tā kā metāns ir galvenā dabasgāzes sastāvdaļa, tad arī dažādas citas nozares rada metāna emisijas, ko izraisa noplūdes gāzes un naftas ieguves, pārstrādes, glabāšanas un transportēšanas procesā. Tomēr arī atjaunojamo energoresursu izmantošana rada metāna emisijas. Tās rodas dambju dēļ, kas veidoti hidroelektrostaciju (HES) vajadzībām. Uzpludinot ūdeni dambī, milzīgs augu un koku daudzums tiek pakļauts trūdēšanas procesam un metāns uzkrājas dubļos. Pēc ūdens līmeņa pazemināšanas, kad dubļus vairs nesedz ūdens, metāns lielos daudzumos nonāk atmosfērā. Pētījumos par metāna emisiju apjomu no HES dambjiem iegūti ļoti atšķirīgi rezultāti. Lielākās emisijas ir novērotas dambjos, kas atrodas tropu joslā – tie emitē apmēram 1300–3000 g CO_{2ekv.}/kWh, bet tikai 160–250 g CO_{2ekv.}/kWh jauktu mežu joslā.

Salīdzinājumam: termoelektrostacijās, ko darbina ar gāzi, emisijas ir 400–500 g CO_{2ekv.}/kWh, ar naftu – 700–900 g CO_{2ekv.}/kWh un oglēm 900–1200 g CO_{2ekv.}/kWh. Arī dabiskos procesos radušās metāna emisijas ir iespējams samazināt, izmantojot tehnoloģijas, kas ļauj savākt un pārstrādāt trūdošos materiālus atkritumu izgāztuvēs, izmantojot lopu barošanas ieteikumus, kas ļauj samazināt dabisko metāna rašanos gremošanas procesā, uzlabojot naftas un gāzes ieguves, pārstrādes un transportēšanas tehnoloģijas un iekārtu kvalitāti.

Slāpekļa(I) oksīds N₂O arī ir daudzu dabisku procesu produkts, un tā ietekme uz siltumnīcefektu ir 296 reizes lielāka nekā oglekļa dioksīdam. Galvenās ekonomiskās darbības, kas rada N₂O ir lauksaimniecība, fosilā kurināmā sadedzināšana, notekūdeņu apsaimniekošana un rūpnieciskie procesi. Lauksaimniecībā N₂O emisijas izraisa augsnes bagātināšana ar slāpekļa minerālmēsliem un kūstmēsliem. Slāpekļa(I) oksīds rodas arī transporta nozarē, sadedzinot degvielu, kā arī dažu sintētisko materiālu ražošanas procesā. Slāpekļa(I) oksīda emisijas var samazināt, efektīvāk izmantojot minerālmēslus un kūstmēslus, samazinot degvielas patēriņu transporta līdzekļos un uzlabojot tehnoloģijas.

Fluoru saturošām gāzēm nav dabisko avotu, un tās veidojas tikai cilvēku saimnieciskās darbības rezultātā. Tās tiek emitētas dažādos rūpnieciskajos procesos, piemēram, alumīnija un pusvadītāju ražošanā. Daudzām fluoru saturošām gāzēm ir ļoti augsts siltuma absorbcijas potenciāls, t.i., 22 000 reizu lielāks nekā oglekļa dioksīdam. Tāpēc pat to mazai koncentrācijai atmosfērā var būt liela ietekme uz siltumnīcefektu. Turklāt dažām no šīm vielām aprites ilgums atmosfērā ir mērāms tūkstošos gadu. Fluorogļūdeņraži tiek izmantoti kā dzesējošās vielas, aerosolu propelenti (izsmidzinātāji), šķīdinātāji un antipirēni (aizsargvielas pret degšanu). Šīs ķīmiskās vielas tika izstrādātas, lai aizstātu tādas ozona slāni noārdošās vielas kā hlorfluorogļūdeņražus un hidrochlorfluorogļūdeņražus, kas tiek pakāpeniski aizliegtas atbilstoši Monreālas protokolam par vielām, kas grauj ozona slāni (tas stājās spēkā 1989. gadā).

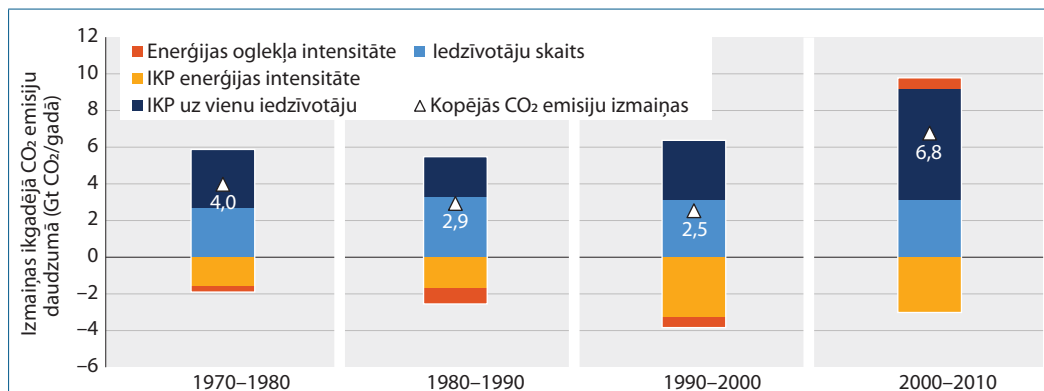
Fluoru saturošo gāzu emisijas ir iespējams samazināt, pilnveidojot tehnoloģijas, aizstājot fluoru saturošās gāzes ar gāzēm, kurām ir mazāks siltumnīcefekta potenciāls, kā arī attīstot šo gāzu atkārtotu izmantošanu. Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes 5. novērtējuma ziņojumā, kas publicēts 2014. gadā, secināts, ka apmēram trīs ceturtdaļas no SEG emisijām ir oglekļa dioksīda emisijas gan no fosilā kurināmā izmantošanas, gan no mežsaimniecības un zemes izmantošanas. Savukārt fluoru saturošās gāzes veido tikai aptuveni 2% no emisijām. Emisiju sadalījumā pa nozarēm pasaulē starp tiešajām emisijām vislielākais īpatsvars – 24% tiek radīts lauksaimniecībā, mežsaimniecībā un cita veida zemes izmantošanā, 21% rada ražošana, bet 14% – transports.

Vidējais SEG emisiju gada pieaugums laika periodā no 2000. līdz 2010. gadam ir palielinājies līdz 2,2% gadā salīdzinājumā ar 1,3% vidējo pieaugumu laikā no 1970. līdz 2000. gadam. Tas ir noticis apstākļos, kad ir zinātniski apstiprinājies, ka SEG emisijas ir cēlonis globālās temperatūras paaugstinājumam, kad ir

notikušas neskaitāmas klimata pārmaiņu izraisītas katastrofas un attīstītās valstis ir noteikušas konkrētus SEG emisiju samazināšanas mērķus Kioto protokola ietvaros. Tas ir skaidrojams ar ļoti straujo attīstības valstu ekonomisko izaugsmi, kas izraisījusi lielu enerģijas patēriņu un SEG emisiju pieaugumu. Kopējais iedzīvotāju skaits attīstības valstīs laikā no 1990. līdz 2009. gadam pieauga par apmēram 33%, savukārt kopējās CO₂ emisijas no kurināmā sadedzināšanas ir palielinājušās par apmēram 139%.

Būtiskāko CO₂ emisiju pieaugumu, ko radījusi fosilā kurināmā sadedzināšana, ir izraisījis globālā kopprodukta pieaugums, nedaudz mazāka ietekme ir iedzīvotāju skaita pieaugumam. Pateicoties IKP iegūšanā ieguldītajam enerģijas samazinājumam, emisijas ir pieaugušas lēnāk nekā pieaudzis IKP, kas 10.2. attēlā redzamas kā negatīvas izmaiņas.

IKP enerģijas intensitāti ietekmē gan izmantoto tehnoloģiju enerģētiskā efektivitāte, gan tautsaimniecības struktūra: rūpniecības, pakalpojumu un lauksaimniecības proporcijas.



10.2. att. Gada sadalījums CO₂ emisijām no fosilā kurināmā sadegšanas izmaiņām četrās cēloņu grupās: iedzīvotāju skaits, iekšzemes kopprodukts uz vienu iedzīvotāju, IKP enerģijas patēriņa intensitāte¹ un fosilā kurināmā enerģijas oglekļa intensitāte². Kopējās emisiju izmaiņas ir apzīmētas ar trijstūri.

¹ IKP enerģijas patēriņa intensitāte ir enerģijas patēriņš tonnās (vai gigatonnās Gt) naftas ekvivalenta (toe), kas dalīts ar IKP, EUR. Savukārt tonna naftas ekvivalenta (toe) ir vispārpieņemts standartizēts lielums, kas ir definēts, balstoties uz 1 tonnu naftas ar zemāko sadegšanas siltumu 41 868 kilodžouli/kg.

² Fosilā kurināmā enerģijas oglekļa intensitāte ir emitētās CO_{2e} tonnas dalītas ar saražoto enerģiju kg toe. CO_{2e} masu tonnās aprēķina atbilstoši katras SEG ekvivalences faktoram. Piemēram, viena tonna N₂O ir ekvivalenta 298 t CO₂.

Savukārt enerģijas oglekļa intensitāte rāda, cik daudz oglekļa emisiju tiek radīts, izmantojot enerģiju vienas tonnas naftas ekvivalenta apjomā. To, galvenokārt, ietekmē izmantotie energoresursi. Piemēram, enerģija, kas saražota HES, nerada CO₂ tiešās emisijas, bet akmeņogles rada ievērojami lielākas emisijas nekā dabasgāze.

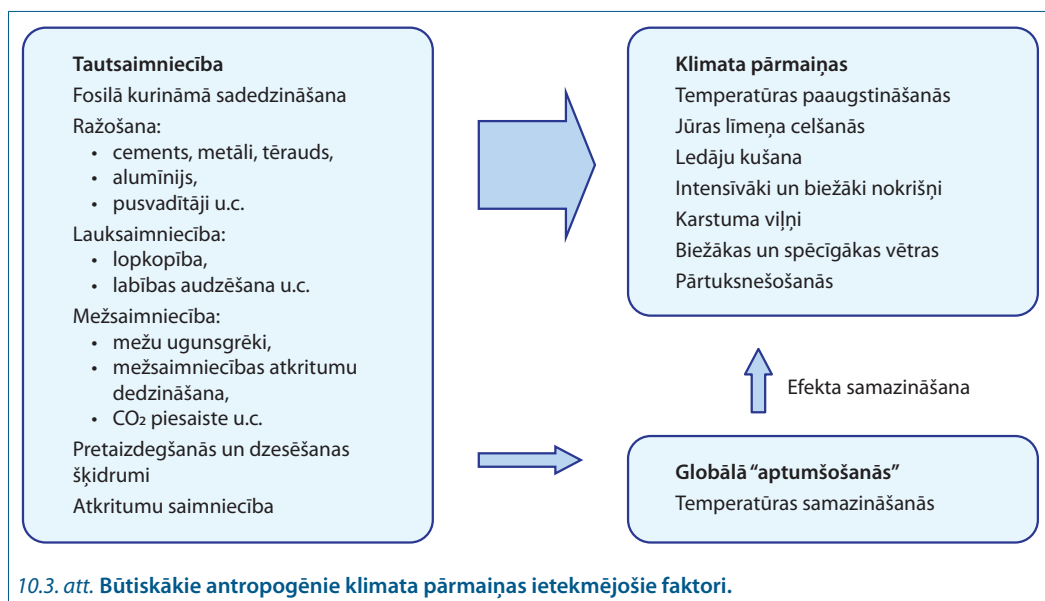
Pēdējās desmitgadēs ir veikta virkne uzlabojumu tehnoloģijās, kas samazina patērētās enerģijas daudzumu, ir attīstīti dažādi alternatīvie energoresursi, tomēr emisijas turpina palielināties, jo ekonomiskās aktivitātes pieaugums ir straujāks nekā panāktie energoefektivitātes uzlabojumi. To vides ekonomikā sauc par "atsitiena" efektu. Tas nozīmē, ka tehnoloģiskie uzlabojumi izraisa lielāku pieprasījumu pēc uzlabotajiem produktiem un kopējais patēriņš pat palielinās.

Klimata pārmaiņu starpvaldības padomes 5. ziņojumā (2014. gadā) ir izstrādāti vairāki scenāriji, kas parāda iespējamās globālās temperatūras izmaiņas. Lai ierobežotu globālo sasilšanu līdz <2 °C (salīdzinājumā ar pirmsindustriālā laikmeta (18. gs. vidus) temperatūru), ir nepieciešams stabilizēt oglekļa dioksīda koncentrāciju atmosfērā līdz 375 ppm.

Tas savukārt prasa, lai pasaules CO₂ emisijas līdz 2050. gadam tiek samazinātas par 40–70 procentiem salīdzinājumā ar 2010. gada emisiju līmeni, bet līdz 2100. gadam jāpanāk nulles vai negatīvs emisiju līmenis (to panāk, noglabājot CO₂). Tas prasīs būtiskas izmaiņas daudzās tautsaimniecības nozarēs.

Vēl pie cilvēku izraisītām SEG emisijām jāmin ugunsgrēki. Pētījumi liecina, ka mežu ugunsgrēki, piemēram, ASV un Aļaskā rada apuveni 290 miljonus CO₂ tonnu gadā. Tas ir apmēram 4–6% no kopējām SEG emisijām, ko ASV emitē, sadedzinot fosilo kurināmo. SEG un dažādu veselībai kaitīgu vielu emisijas rodas arī, izmantojot ieročus, ugunsgrēku laikā, kā arī izšaujot svētku salūtus. Piemēram, pētījumu rezultāti rāda, ka Čīrihē nacionālo svētku laikā, kas parasti tiek atzīmēti ar salūtu visā Šveicē, vairāku kaitīgu gāzu koncentrācijas līmeņi ir desmit reizes augstāki par fona koncentrāciju vienu nedēļu pirms un divas nedēļas pēc svētkiem.

Paralēli SEG koncentrācijas palielināšanai atmosfērā, kas izraisa globālo sasilšanu, tautsaimniecībā radītais gaisa piesārņojums rada arī pretēju efektu, kas neļauj Saules gaismai izkljūt caur atmosfēru. "Aptumšošanu" izraisa



sīko daļiņu (putekļu, pelnu, kvēpu) nonākšana un izkliede atmosfērā. Šīs daļiņas rodas dažādos degšanas procesos, un šo procesu efekts ir gluži pretējs – atdzišana. Taču, rūpējoties par cilvēku un citu dzīvo būtņu veselību, tiek pievērsta liela uzmanība sīko daļiņu emisiju samazināšanai, kas samazinās arī “aptumšošanas” efektu un nākotnē var vēl vairāk paātrināt globālo sasilšanu.

Cīņu par klimata pārmaiņu ātruma samazināšanu ievērojami apgrūtina dažādi pretējie efekti, kas rodas, cenšoties uzlabot cilvēku veselību un dzīves kvalitāti. Piemēram, lai samazinātu CO₂ emisijas, mēs izmantojam HES, bet

tropu joslā tas palielina metāna emisiju. Audzējot enerģētiskās kultūras, lai pārietu uz atjaunojamiem energoresursiem, mēs apdraudam bioloģisko daudzveidību un aizņemam zemi, kas būtu nepieciešama pārtikas audzēšanai. Uzlabojam gaisa kvalitāti, attīrot to no sīkajām daļiņām, taču vienlaikus samazinām “aptumšošanas” efektu. Tāpēc, risinot klimata pārmaiņu un tās adaptācijas jautājumus, īpaša uzmanība jāpievērš sistēmiskajai domāšanai, kurā tiek analizēti cēloņi, sekas un atgriezeniskās saites pēc iespējas plašākā sistēmā, lai, risinot vienu problēmu, nenodarām vēl lielāku kaitējumu citā jomā.

10.2. Klimata pārmaiņu ietekme uz ekonomiku

Neviens nevar prognozēt klimata pārmaiņu sekas ar pilnu pārliecību, bet ir zināms pietiekami daudz, lai saprastu to radītos riskus. Galvenie riski un potenciālie zaudējumi ir saistīti ar plūdiem, spēcīgām vētrām, karstuma viļņiem, ūdens un pārtikas trūkumu. Piemēram, 2013. gadā bija vairāk nekā 600 dabas katastrofu, no kurām 37 bija nepieciešama no 100 000 līdz 4,5 miljonu cilvēku pārvietošana.

Ja klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumi netiek veikti šobrīd, tas var radīt ļoti lielas izmaksas nākamajās desmitgadēs dažādu klimata izraisīto katastrofu dēļ. Dažas no tām ir izmērāmas naudas izteiksmē, piemēram, plūdu nodarītie kaitējumi nekustamajiem īpašumiem un infrastruktūrai, lauksaimniecības ražas zudumi ekstrēmu laika apstākļu dēļ u.tml. Taču daudzas klimata pārmaiņu radītās sekas ir neiespējami novērtēt naudas izteiksmē – zaudētās cilvēku dzīvības vai veselība, zaudēti vēstures un dabas pieminekļi, kas var iet bojā plūdu un vētru rezultātā. Klimata pārmaiņu mazināšana, veicot stingrus pasākumus, lai samazinātu SEG emisijas, ir jāuzskata nevis par lieliem izdevumiem, bet gan par investīcijām nākotnē. Ja šie ieguldījumi tiek veikti pārdomāti, paveras plašas iespējas vietējās ekonomikas izaugsmei un attīstībai, kā arī nodarbinātības palielināšanai.

Viens no nozīmīgākajiem ziņojumiem, kas sagatavots par klimata pārmaiņu ekonomiskajām ietekmēm, ir 2006. gadā publicētais Nikolā Šterna apjomīgais (vairāk nekā 600 lappušu) ziņojums “Klimata pārmaiņu ekonomika”. Tajā tiek uzsvērts, ka klimata pārmaiņu ignorēšana būtiski var kaitēt ekonomikas izaugsmei un apdraudēt sociālās darbības. Šādas izmaiņas būs grūti vai pat neiespējami novērst. Jo agrāk tiks uzsākti efektīvi pasākumi klimata pārmaiņu mazināšanai, jo lētāki tie būs. Ziņojumā tiek brīdināts, ka klimata pārmaiņu sekas var samazināt globālo IKP pat par 20% katru gadu līdz gadsimta beigām un pasaulē būtu jātērē apmēram 1% no pasaules IKP gadā, lai šos riskus samazinātu. 2008. gadā N. Šterns korigēja šo viedokli un uzskatīja, ka investīciju apjomam būtu jābūt 2% no pasaules IKP katru gadu. Galvenās klimata pārmaiņu negatīvās ietekmes izpaudīsies ūdens pieejamībā, pārtikas ražošanā, veselībā un vides kvalitātē. Planētai sasilstot, simtiem miljonu cilvēku varētu ciest badu, ūdens trūkumu un zaudēt mājokļus piekrastes apļūšanas dēļ. Ziņojumā norādīts, ka ietekmētas tiks visas valstis, taču visneaizsargātākās ir nabadzīgākās valstis, un cilvēki būs tie, kuri cietīs agrāk un vairāk, pat ja tie ir vismazāk veicinājuši negatīvās klimata pārmaiņas. Tādas salu valstis kā Maldivu Republika, Filipīnu Republika,

Fidži Republika, Kiribati Republika, Nauru Republika, Zālamana salas un daudzas citas var pilnīgi zaudēt savas teritorijas jūras līmeņa celšanās dēļ. Klimata pārmaiņas tādēļ ir arī ētiska un morāla problēma, jo lielākus zaudējumus cieš tās valstis un cilvēki, kuru ietekme klimata pārmaiņu izraisīšanā ir bijusi relatīvi maza. Taču izmaksas, kas saistītas ar ekstremāliem laika apstākļiem, tostarp plūdiem, sausumu un vētrām, lielus zaudējumus rada arī bagātajām valstīm, piemēram, ASV, Japānai, Nīderlandei, Lielbritānijai u.c.

2015. gada vasara pasaulē iezīmējās ar daudzām dabas radītām problēmām, piemēram, rekordlielām “karstuma viļņiem” Pakistānā un Indijā, kur katrā no tiem gāja bojā vairāk nekā tūkstoši cilvēku. ASV Vašingtonas štatā pirmo reizi aizdegās Olimpijas Nacionālā parka (*Olympic National Park*) meži, Londona piedzīvoja jūlija augstākās temperatūras rekordu Apvienotajā Karalistē — 36,7 °C. 2015. gadā Kalifornija jau ceturto gadu cieta no ievērojama sausuma, mežu ugunsgrēkiem, ūdens lietošanas ierobežojumiem. Puertoriko piedzīvoja vistingrāko ūdens normēšanu, simtiem tūkstošu iedzīvotāji ūdeni no ūdensvada saņēma tikai katru trešo dienu, ūdens trūkuma dēļ tika saīsinātas mācības skolā.

Arī Austrumeiropu skāra karstuma vilnis, kas Polijā radīja nopietnus elektroenerģijas apgādes traucējumus un sausumu. Latvijā vairākās upēs tika fiksēti ūdens līmeņa pazemināšanās rekordi.

Tieši vai netieši klimata pārmaiņas ietekmē visas tautsaimniecības nozares. Būtiskākās tiešās ietekmes jau notiek un sagaidāma to pastiprināšanās lauksaimniecībā, mežsaimniecībā, zivsaimniecībā, energoapgādē, ūdensapgādē, transportā, būvniecībā, veselības aprūpē, tūrisma un viesmīlības pakalpojumu sniegšanā.

Lauksaimniecībā un mežsaimniecībā klimata pārmaiņu dēļ rodas nepieciešamība ieviest jaunas kultūraugu šķirnes, kas būtu piemērotākas krasām temperatūras un mitruma režīma izmaiņām, kā arī ir noturīgas pret jauniem kaitēkļiem. Ir aprēķināts, ka sugu pārvietošanās polu virzienā notiek vidēji ar ātrumu 17,6 km desmitgadē un augstāk kalnos — ar

ātrumu 12,2 metri desmitgadē, kas maina sugu sastāvu katrā konkrētā apvidū. Tā kā ir būtiskas atšķirības starp dažādu sugu pārvietošanās ātrumiem, ir iespējams, ka atsevišķi kaitēkļi parādās ievērojami agrāk nekā to dabiskie ienaidnieki. Tāpēc ir nepieciešami savlaicīgi pētījumi par to ietekmēm uz kultūraugiem. Arī zivsaimniecībā jābūt jāņem vērā ar sugu migrāciju, kas ietekmē gan zivju pieejamību, izvietojumu un klāstu.

Lai samazinātu SEG emisijas un tādējādi mazinātu klimata pārmaiņas, ir nepieciešama pāreja uz enerģijas resursiem, kuru radītās oglekļa dioksīda emisijas ir ievērojami mazākas. Tāpēc būtiskas pārmaiņas ir sagaidāmas resursu, it īpaši energoresursu ieguvē. Ir aprēķināts: lai paliktu salīdzinoši drošajās 2 grādu globālās sasilšanas robežās, pieļaujamās oglekļa dioksīda emisijas ir 900 Gt. Ņemot vērā iespējamo oglekļa savienojumu savākšanas un noglabāšanas tehnoloģiju attīstību, pieļaujama oglekļa savienojumu apjoms līdz 2050. gadam var palielināties par 125 Gt. Tas tiktu emitēts, ja tikai aptuveni 20–40% no pašreiz jau zināmajām fosilā kurināmā rezervēm tiktu sadedzinātas. Tas rada milzīgu risku investoriem, kam jāapzinās, ka 60–80% no jau atklātajām fosilā kurināmā rezervēm nemaz nevar tikt sadedzinātas, lai nepārsniegtu globālās temperatūras paaugstināšanos par 2 °C salīdzinājumā ar pirmsindustriālo laikmetu. Tā kā fosilā kurināmā ieguves projekti parasti izmaksā ļoti dārgi, tajos tiek investēti lieli sabiedrības līdzekļi, kas kļūst par izniekotu kapitālu, jo fosilā kurināmā ieguvē ieguldītie aktīvi nespēs sniegt ekonomisko atdevi, jo nebūs pieļaujama iegūtā kurināmā sadedzināšana.

Investīciju pārtraukšana fosilo kurināmo ieguves kompānijās radīs lielākas iespējas investīcijām alternatīvo energoresursu ražotājiem. Jāņem vērā, ka cilvēku apziņas maiņa ir ilgs process un joprojām ir pietiekami daudz ieguldītāju, kas turpina atbalstīt fosilā kurināmā atradņu meklēšanu un ieguvu. Enerģijas ieguves uzņēmumiem jāņem vērā, ka aizvien vairāk tiks izmantoti ekonomiskie līdzekļi, kas sadedzinās to energoresursu izmantošanu, kas veido SEG emisijas.

Latvijā kā viena no būtiskām fosilās enerģijas alternatīvām tiek izmantota ūdens enerģija elektrības ražošanā. Klimata pārmaiņas būtiski ietekmēs arī šo enerģijas ieguves veidu. Tā kā augstākas gaisa temperatūras paātrina ūdens iztvaikošanu un tā hidroloģisko apriti, būtiski tiks ietekmēta upju noteces sezonālitate un apjoms. Līdz ar to HES enerģijas ražošanas jaudas var kļūt apdraudētas un ekonomiski neizdevīgas. Tāpēc būtiska vērība jāvelta tehnoloģiju attīstībai, kas ļauj maksimāli efektīvi izmantot pat nelielas ūdens plūsmas enerģiju. Jārēķinās ar lielāku pieprasījumu pēc elektroenerģijas karstajos vasaras periodos, lai nodrošinātu telpu dzesēšanu. Savukārt, ziemā varētu samazināties pieprasījums pēc siltuma enerģijas telpu apsildīšanai.

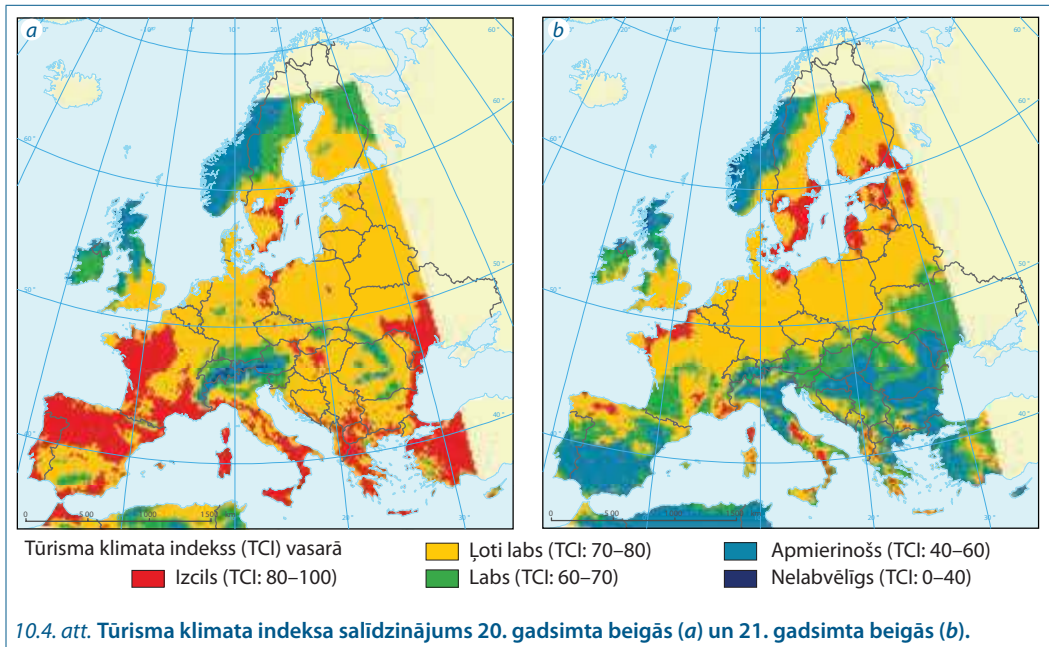
Būtiskas izmaiņas tiek prognozētas tūrisma nozarē, jo pašlaik populārājiem Vidusjūras reģiona kūrortiem gaidāms atpūtnieku pieplūdums pavasarī un rudenī, bet vasarā lielā karstuma un sausuma dēļ šis reģions tūristiem vairs nebūs pievilcīgs. Tad lielāku tūristu plūsmu var sagaidīt Baltijas jūras reģiona kūrorti, kam savlaicīgi ir jāsaprot, lai samazinātu tūrisma nozares ietekmi uz vidi.

Jāsagatavojas arī lielākam zilaļģu savairošanās un ilgākas “ziedēšanas” riskam. Dabiskās ūdenskrātuves var kļūt nepiemērotas drošai peldēšanai.

Lielus zaudējumus tautsaimniecībā var radīt klimata pārmaiņu seku ietekme uz infrastruktūru – enerģijas un ūdens apgādi, transporta sistēmu. Savukārt infrastruktūras, piemēram, ūdensapgādes sistēmu bojājums ietekmē visas nozares, kas izmanto šos pakalpojumus. Īpaši bīstama ir dzeramā ūdens kvalitātes zaudēšana. Zaudējumi radīsies arī jūras piekrastes teritorijās jūras līmeņa celšanās dēļ.

Tā kā visvairāk klimata pārmaiņām ir pakļauti tieši nabadzīgākie iedzīvotāji, kuri nespēj veikt atbilstošus adaptācijas pasākumus, jāvērtē arī ar lielākiem izdevumiem šo cilvēku uzturēšanai. Turklāt ir jāvērtē arī ar milzīgām bēgļu plūsmām no reģioniem, kas vai nu applūšanas vai pārtuksnešošanās dēļ vairs nav dzīvošanai piemēroti. Klimata bēgļu skaits tiek prognozēts apmēram 200 miljonu cilvēku apmērā līdz 2050. gadam.

Resursu, it īpaši ūdens trūkums ir cēlonis arī ģeopolitiskiem konfliktiem, kas var vēl

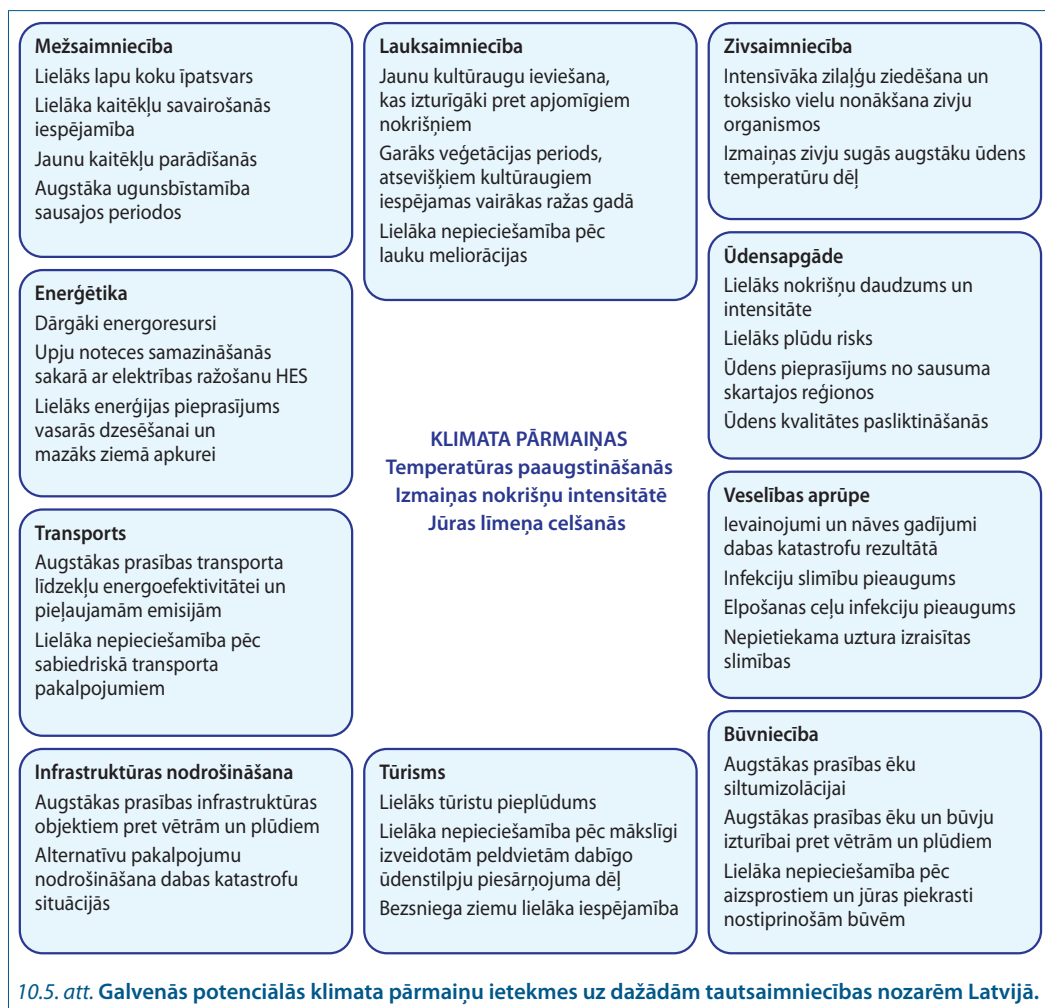


vairāk palielināt bēgļu daudzumu. Mūsdienās ir grūti izšķirt bēgļu migrācijas cēloņus, jo gan klimatiskie, politiskie, reliģiskie, drošības un ekonomiskie faktori ir savstarpēji cieši saistīti. Šāda masveidīga migrācija noteikti ietekmēs daudzas tautsaimniecības nozares, it īpaši izglītību, veselību, drošību un sociālo aprūpi. Latvijai kā valstij ar salīdzinoši mazapdzīvotu teritoriju viens no lielākajiem klimata pārmaiņu riskiem varētu būt bēgļu uzņemšana. Aizvien pieaugot bēgļu skaitam un samazinoties teritorijām ar cilvēka dzīvošanai labvēlīgiem klimatiskajiem apstākļiem, neizbēgami mazapdzīvotās teritorijas kļūs par ļoti pievilcīgu galamērķi, pat tās teritorijas, kurās ir vāji

attīstīta sociālās palīdzības sistēma. Arī tam ir laikus jāsaprotas, lai pēc iespējas veiksmīgāk integrētu dažādu kultūru, reliģiju, rasu un dzīvesveida cilvēkus.

2015. gadā Latvijā ir notikušas karstas diskusijas un piketi gan par Latvijas iedzīvotāju atbildību uzņemt bēgļus, gan kategoriski noliedzot šādu iespēju. Līdzīgas sabiedrības pretrunas būs jārisina arī klimata bēgļu jautājumā.

Tā kā ietekmju nozīmīgums un iespējamie riski dažādās tautsaimniecības nozarēs ir atšķirīgi, katram uzņēmējam un organizācijai būtu rūpīgi jāizvērtē, kādas ietekmes var radīt klimata pārmaiņas viņu darbībā un tām atbilstoši gatavoties.



10.5. att. Galvenās potenciālās klimata pārmaiņu ietekmes uz dažādām tautsaimniecības nozarēm Latvijā.

10.3. Adaptācijas pasākumi dažādās uzņēmējdarbības jomās

Klimata pārmaiņām ir liela inerce — pat ja 2000. gadā būtu pārtrauktas SEG emisijas, klimata pārmaiņas turpinātos un globālā temperatūra paaugstinātos par aptuveni 0,5 °C līdz gadsimta beigām. Tā kā tas nav noticis, ir ļoti svarīgi veikt pasākumus, kas veidotu noturību pret dažādām sagaidāmajām klimata katastrofām un samazinātu iespējamus zaudējumus. Tos sauc par adaptācijas jeb pielāgošanās pasākumiem.

Svarīgākie adaptācijas pasākumi: savlaicīgas un precīzākas informācijas sniegšana, uzlabota plānošana, klimata pārmaiņām noturīgu augu kultūru veidošana, kā arī infrastruktūras uzlabošana. Nozīmīga loma adaptācijai klimata pārmaiņām ir pašvaldībām, kam savos teritoriālajos plānos ir jāņem vērā klimata pārmaiņu ietekmes un savlaicīgi jāpielāgojas tām.

Pašvaldībām būtu jāizstrādā savas stratēģijas un rīcības plāni adaptācijai klimata pārmaiņām. Īpaši sarežģīti ir veikt adaptācijas pasākumus attīstības valstīs, kam trūkst resursu, lai realizētu šos miljardus vērtos projektus. Šajā jomā ļoti nozīmīga ir starptautiskā sadarbība un attīstīto valstu investīcijas klimata pārmaiņu adaptācijas projektos. Šie pasākumi var arī ievērojami uzlabot vietējās tautsaimniecības, jo rada jaunas darbavietas, uzlabo cilvēku labklājību un veicina inovācijas.

Uzņēmumu līmenī gan nozarēs, kuras klimata pārmaiņas ietekmē tieši, gan tās, kurās ietekme ir netieša, ir ļoti svarīgi būt sagatavotiem dažādajiem ar klimata pārmaiņām saistītajiem riskiem. Ir jāvērtē potenciālās ietekmes, to kaitējumu apmērs un jāizvērtē, kā šos riskus novērst un kā rīkoties to iestāšanās gadījumā.

Līdzšinējie pētījumi ir parādījuši, ka kopumā salīdzinoši maz uzņēmumu ir veikuši pietiekamu riska novērtējuma pasākumus Tikai 55% no 300 Eiropas lielākajām kompānijām ir ilgtermiņa mērķi klimata pārmaiņu vadīšanā. Līdzšinējie novērojumi liecina, ka arī liela daļa Latvijas uzņēmēju konkrētus adaptācijas pasākumus vēl neveic. Bažīgi ir tie uzņēmēji, kuru business ir atkarīgs no sniega un ledus esamības ziemā, kā arī ziemas nestabilajām temperatūrām.

Tiem uzņēmumiem, kuru klimata pārmaiņas ietekmē netieši, būtiska uzmanība jāvērs uz to, kā viņu rentabilitāti var ietekmēt pieaugošās oglekļa un tā savienojumu izmaksas salīdzinājumā ar konkurentiem. Pētījumi rāda, ka apmēram 80% emisiju tiek radīti piegādes ķēdēs, tas nozīmē, ka liela daļa izmaksas par CO₂ emisijām tiks iekļautas piegādāto produktu cenā. Nozares, kuras visvairāk ietekmēs CO₂ emisiju izmaksu iekļaušana cenā, ir ķīmiskā rūpniecība, pārtikas un dzērienu ražošana, kā arī rūpniecības preču ražošana.

Lauksaimniecībā un mežsaimniecībā būtiska uzmanība jāpievērš jaunu kultūraugu sugu un šķirņu ieviešanai. Tā kā klimata pārmaiņu prognožu modeļi Baltijas jūras reģionam paredz garākus veģetācijas periodus ar lielāku nokrišņu daudzumu, atsevišķiem, garākiem nekā līdz šim, "karstuma viļņiem", tad lauksaimniecībā ir jāpārorientējas uz sugām, kam šādi laika apstākļi nekaitē. Sausuma un karstuma viļņi, visticamāk, prasīs ierobežot mežizstrādes darbus vasarā un pastiprināt ugunsdrošības prasības. Uzmanība jāpievērš dažādu kaitēkļu un insektu, kā arī jaunu invazīvo sugu savairošanās lielākai iespējamībai.

Piemēram, Latvijā ir parādījušies Vidusjūras reģionam raksturīgie Spānijas kailgliemeži, kas ir invazīva un agresīva suga, kurai Latvijā nav dabisko ienaidnieku. Ja šie kailgliemeži savairojas, tie var nodarīt būtiskus zaudējumus lauksaimniecības ražām un var samazināties īpašumu vērtība. Lauksaimniekiem būs jāmeklē jauni augu aizsardzības līdzekļi pret mūsu



10.6. att. Spānijas kailgliemezis.

reģionam neierastām agresīvām sugām. Garāks veģetācijas periods, iespējams, ļaus iegūt vairākas ražas gadā.

Zivsaimniecībā jārēķinās ar augstākām vidējām ūdens temperatūrām. To ietekmē ievērojami paātrinās aļģu vairošanās process, ūdenstilpēs ieviešas neraksturīgas sugas, kas izjauc barības ķēdi, ilgāk un intensīvāk “zied” zilaļģes, kas palielina risku toksisko vielu nokļūšanai zivju organismos un tālāk to nonāksnānai cilvēku organismos. Jāattīsta paņēmieni, kā savairojušās aļģes savākt un izmantot, piemēram, biogāzes ieguvei.

Veselības aprūpes organizācijām jau laikus ir jā sagatavojas lielākām alerģisko reakciju sekām sakarā ar ilgstošāku ziedēšanas periodu, kā arī to pacientu daudzuma pieaugumam, kas cietuši no “karstuma viļņiem”. Iespējams, ka insektu migrācija polu virzienā var atnest jaunas slimības — pat malāriju. Ir jābūt gataviem uzņemt slimnīcās lielāku cietušo skaitu dažādu klimata izraisīto katastrofu rezultātā. Taču var samazināties apsaldējumus guvušo skaits ziemā. Pastiprinātā bēgļu migrācija var līdzī atnest dažādu, līdz šim neiepazītu, slimību risku.

Infrastruktūras objektiem, ko izmanto energoapgādē, ūdensapgādē un transportā, ir jābūt izturīgiem pret lielākām vētrām, plūdiem, lielām temperatūras svārstībām. Līdz ar to būvniecībā ir jāveido atbilstoši standarti, kas nodrošina būvju un ēku izturību pret ekstremāliem laika

apstākļiem. Tā kā gaisa dzesēšana prasa vēl lielāku enerģijas patēriņu nekā apsildīšana, ēku siltumizolācijai ir jāpievērš ļoti liela uzmanība pat tad, ja ziemas kļūst siltākas. Transporta sektorā jāizmanto telekomunikāciju tehnoloģiju piedāvātās iespējas, lai līdz minimumam samazinātu lieku attālumu veikšanu sastrēgumu vai brīvas stāvvietas meklējumu dēļ, pilsētās jāveido viedās transporta plūsmas regulēšanas gaismas signālu sistēmas, lai samazinātu nepieciešamību katrā krustojumā bremsēt un uzsākt braukšanu. Tas nozīmē, ka laikā ar lielu transporta kustību gaismas signāli mainās biežāk, bet, kad intensitāte samazinās, retāk. Turklāt gaismas signālu nomaiņa ielas garumā tiek sinhronizēta tā, lai automašīnām pēc iespējas retāk jāapstājas pie gaismas signāliem. Šādas sistēmas jau darbojas vairākās pilsētās ASV un Kopenhāgenā. Tas tiek izmēģināts arī citviet pasaulē.

Tūrisma un viesmīlības pakalpojumu jomā Baltijas jūras reģionam tiek prognozētas labākas iespējas, jo vasaras būs agrākas, siltākas, arī ūdens temperatūra paaugstināsies. Taču ir jāņem vērā riski, jo augstākas ūdens temperatūras rada ūdens toksiskuma riskus pastiprinātas aļģu vairošanās un ūdens “ziedēšanas” dēļ. Baltijas jūrā, upēs un ezeros pastiprināsies eutrofikācija. Lai biznesu sekmīgi attīstītu, jāveido alternatīvas atpūtas iespējas, ja zilaļģu “ziedēšanas” laikā atpūta ūdenstilpnēs kļūst bīstama cilvēka veselībai.



10.7. att.
Eitrofikācija Burtņieku ezerā.

10.4. Klimata pārmaiņu mazināšanas ekonomiskie paņēmieni

Klimata pārmaiņas tiek uzskatītas par lielāko tirgus fiasko pasaules vēsturē. Tirgus fiasko ir tirgus stāvoklis, kad tas nav spējīgs nodrošināt nepieciešamo pieprasījuma un piedāvājuma attiecību, lai efektīvi tiktu izmantoti sabiedrībai pieejamie resursi. To izraisa ārējie efekti – izmaksas, kas rodas visā pasaulē un radīsies nākamajām paaudzēm klimata pārmaiņu dēļ. Šīs izmaksas diemžēl nesedz tie, kas šīs klimata pārmaiņas izraisa – SEG emitētāji. Līdz ar to emitētājiem nav ekonomiskās ieinteresētības šīs emisijas samazināt. Turklāt klimats ir sabiedrīks labums – nav iespējams ierobežot tā izmantošanu tiem, kas nemaksā par tā saglabāšanu cilvēkiem piemērotā stāvoklī. Tāpat kā citu tirgus fiasko gadījumā, tos var novērst, izmantojot valsts iejaukšanos tirgu darbībā.

Lai uzņēmēji, kuru saimnieciskās darbības blakusprodukts ir SEG, būtu ieinteresēti samazināt SEG emisijas, valdības var izmantot dažādus ekonomiskos līdzekļus: noteiktu vielu izmantošanas vai emisiju ierobežojumus, aizliegumus vai ekonomiskās ieinteresētības mehānismus. Šādi līdzekļi nodrošina to, lai rīcībai, kas samazina SEG emisijas un citādi ir vīdei draudzīgāki, arī ekonomiski ir izdevīgāki. To panāk ar dažādu nodokļu, maksu un emisijas tirdzniecības sistēmu palīdzību. Taču, ja šādi mehānismi tiek izmantoti tikai atsevišķās

valstīs, tas samazina uzņēmumu konkurētspēju, jo palielinās ražošanas izmaksas.

Jāņem vērā, ka klimata pārmaiņu ārējie efekti ir globāli gan cēloņu, gan sekunāri. Atšķirībā no, piemēram, gaisa vai cita veida piesārņojuma, viena tonna SEG emisiju rada vienādu ietekmi uz klimata pārmaiņām neatkarīgi no tā, kurā pasaules valstī tā ir emitēta, jo SEG atmosfērā izkliedējas un vietējās klimata izmaiņas ir atkarīgas no globālās klimata sistēmas. Tāpēc, lai globālo klimata pārmaiņu problēmu risinātu, ir nepieciešama dziļāka starptautiskā sadarbība daudzās jomās. Piemēram, jāizveido cenu signāli, kas veicina zemāku CO₂ emisiju ekonomisko izdevīgumu, jāizveido oglekļa emisiju tirgus, jāstimulē tehnoloģiju izpēte, attīstība un ieviešana, jāveicina pielāgošanās klimata pārmaiņām. Līdzīgi kā ilgtspējīgas attīstības jomā, arī klimata pārmaiņu dēļ ekonomiskai analīzei ir jābūt globālai un jāņem vērā ļoti ilgi laika posmi, būtisku uzmanību pievēršot risku un nenoteiktības analīzei.

Kā viens no efektīvākajiem klimata pārmaiņu mazināšanas ekonomiskajiem līdzekļiem vairākos starptautiskos un individuālos pētījumos tiek uzskatīta cenas noteikšana oglekļa savienojumu emisijām. Tā var notikt vai nu emisiju tirdzniecības sistēmas veidā, vai oglekļa savienojumu emisiju nodokļu veidā. Mērķis ir produktu cenā ietvert tās izmaksas, kas rodas sabiedrībai CO₂ emisiju dēļ, piemēram, samazināta labības ražība, veselības aprūpes izmaksas karstuma un sausuma periodu dēļ vai kaitējums īpašumiem plūdu un jūras līmeņa celšanās dēļ. Šīs ārējās izmaksas būtu iespējams saistīt ar to cēloņiem, izmantojot oglekļa savienojumu cenu. Aprēķini liecina, ka, piemēram, elektrības ražošanā oglekļa savienojumu emisiju izraisītās ārējās izmaksas ir no 1,6–5,8 eirocenti/kWh atkarībā no energoresursa, kur zemākā robeža saistīta ar elektrības ražošanu no gāzes un augšējā, izmantojot ogļu tehnoloģijas.

Cena par SEG emisijām palīdz novirzīt slogu par zaudējumiem uz tiem, kas par to ir atbildīgi un kam ir iespējas tās samazināt. Tā vietā, lai noteiktu kam un par cik vajadzētu samazināt



10.8. att. Alumīnija rūpnīca Krasnoturinskā, Krievijā, kas strādā ar 20. gadsimta vidus tehnoloģijām.

emisijas, maksājumi par CO₂ emisijām dod ekonomisku signālu un piesārņotāji var paši izlemt, vai pārtraukt piesārņojošu darbību, samazināt emisijas, vai arī turpināt piesārņošanu un samaksāt par to. Tādējādi mērķis tiek sasniegts pēc iespējas elastīgi un ar mazākajām kopējām izmaksām sabiedrībai. Oglekļa savienojumu cena stimulē arī tīrāku tehnoloģiju ieviešanu un tirgus inovācijas, kā arī veicina jaunu, zemas oglekļa savienojumu emisijas ekonomikas nozaru izaugsmi. Nozīmīga problēma ir tā, ka ir neiespējami noteikt oglekļa emisiju radītās precīzās ārējās izmaksas, līdz ar to tiek izmantotas dažādas metodes, kas dod tikai aptuvenu rezultātu. Viena no šīm metodēm — oglekļa savienojumu cenu nosaka emisiju atļauju tirgus pieprasījuma un piedāvājuma attiecība.

Izmantojot CO₂ nodokli, tiek noteikta konkrēta cena par oglekļa savienojumu emisijām vai, biežāk, par fosilo kurināmo, kas satur oglekli. Taču pasaulē vēl daudzviet fosilajam kurināmajam netiek uzlikti nodokļi, bet gluži pretēji — tiek maksātas subsīdijas.

Pasaules Bankas pētījums par globālo sasilšanu uzsver, ka pašlaik pasaulē apmēram triljons EUR tiek izmaksāts subsīdijās par fosilās degvielas sadedzināšanu. Šī nauda būtu jāiegulda atjaunojamo un zemas oglekļa savienojumu emisijas energoresursos.

Viens no svarīgiem veidiem, kā atbilstoši ieguldījumi var palīdzēt cīņā ar klimata pārmaiņām, ir investīcijas infrastruktūrā. Ir ļoti svarīgi, lai veidojot un rekonstrējot infrastruktūras objektus, tiktu mazināta to ietekme uz klimata pārmaiņām. Turklāt šīm infrastruktūrām ir jābūt noturīgām pret ekstremālām laikapstākļu ietekmēm. Savukārt, veidojot infrastruktūras objektus atbilstoši iepriekšējai biznesa praksei, kas ir izraisījusi klimata pārmaiņas, mēs pakļaujam vidi negatīvai ietekmei daudzu gadu desmitu garumā. Piemēram, pieņemot lēmumus par jaunu enerģijas ražotņu vai ceļu infrastruktūras būvniecību, jāapzinās, ka pat tad, ja pasaulē tiek atklātas jaunas naftas atradnes un apgūtas jaunas ieguves tehnoloģijas, SEG emisijas, ko radīs šīs degvielas sadedzināšana, pasaule vairs nevarēs atļauties, lai nepārsniegtu kritisko globālās temperatūras paaugstināšanos.

Kopumā pāreja no fosilā kurināmā uz atjaunojamiem energoresursiem ir ļoti sarežģīta. Tas prasa izmaiņas visā enerģētikas sistēmā no ražošanas un uzglabāšanas līdz izplatīšanai un gala patēriņam. Piemēram, elektrībai, ko ražo, izmantojot Saules paneļus vai vēja ģeneratorus, ir jābūt pieejamai izmantošanai vajadzīgajā laika posmā un vietā. To var panākt tad, ja ir izveidoti labi savienoti viedie elektrotīkli. Arī transporta sistēmai ir nepieciešamas radikālas pārmaiņas: elektrisko transporta līdzekļu daudz plašāka izmantošana, radot un pilnveidojot sabiedriskā transporta tīklu, kas var risināt pieprasījumu pēc mobilitātes, piedāvājot alternatīvas braukšanai privātajās automašīnās. Ieguldījumi, kas nepieciešami, lai šīs izmaiņas realizētu, varētu būt ļoti apjomīgi.

Saskaņā ar Eiropas Komisijas aplēsēm, lai ES enerģētikas un transporta sistēmu padarītu par zemas oglekļa savienojumu emisijas sistēmu, būs nepieciešami aptuveni 270 miljardi EUR papildu valsts un privātiem ieguldījumiem katru gadu nākamo 40 gadu laikā. Šī papildu summa atbilst aptuveni 1,5% no ES IKP. Investoriem būtu jārikojas jau tagad, lai mazinātu nākotnes klimata pārmaiņu ietekmes.

Investīcijas gan transporta, gan ūdens un enerģijas pārvades sistēmās notiek visu laiku, tāpēc tās mērķtiecīgi būtu jāiegulda ilgtspējīgākiem risinājumiem. Valsts izdevumu pārorientēšana no fosilā kurināmā uz atjaunojamiem energoresursiem dod skaidru signālu par vēlamajiem attīstības virzieniem gan enerģijas ražotājiem, gan pētniekiem un tehnoloģiju izstrādātājiem, gan enerģijas lietotājiem.

Ir 10 galvenie virzieni, kuros jāstrādā, lai nodrošinātu zemas oglekļa dioksīda emisijas un pret klimata pārmaiņām noturīgu ekonomisko izaugsmi un attīstību:

1. Paātrināt oglekļa savienojumu izmantošanas mazieltipīgu attīstību pasaules pilsētās.
2. Atjaunot un aizsargāt lauku vides un mežu ainavas, palielināt lauksaimniecības ražīgumu.
3. Ieguldīt vismaz 1 triljonu EUR gadā no SEG brīvas enerģijas ražošanā un energoefektivitātes uzlabošanā.
4. Palielināt enerģijas efektivitātes standartus līdz pasaules augstākajam līmenim.

5. Ieviest efektīvu cenu par SEG emisiju un pakāpeniski atteikties no fosilo kurināmo subsidēšanas.
6. Nodrošināt jaunu, klimatu saudzējošu infrastruktūru.
7. Veicināt inovācijas, kas saistītas ar zemām SEG emisijām.
8. Vadīt ekonomisko izaugsmi uzņēmumiem ar zemām oglekļa dioksīda emisijām, izmantojot uzņēmējdarbības un ieguldītāju rīcību.
9. Izvirzīt mērķus, lai samazinātu starptautiskās aviācijas un jūras transporta SEG emisijas.
10. Pakāpeniski samazināt halogēnoglūdeņražu izmantošanu.

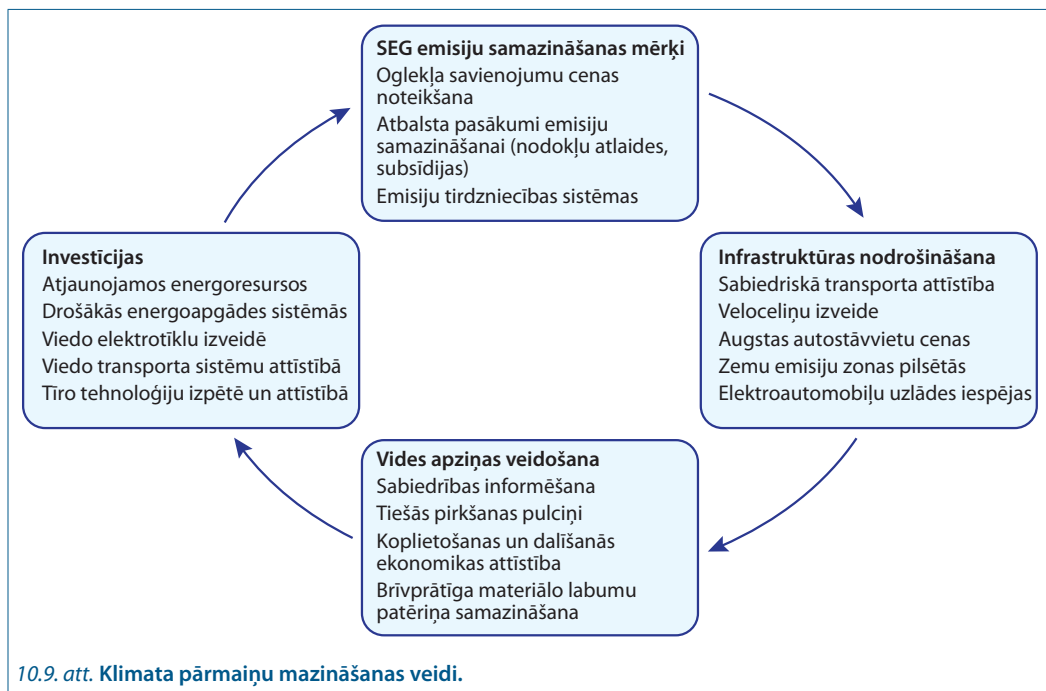
Dažādu ekonomisko instrumentu izmantošana ir nepieciešama ne tikai tāpēc, lai mazinātu klimata pārmaiņas vispār, bet arī lai sasniegtu Eiropas Savienības izvirzītos mērķus klimata jomā līdz 2020. gadam:

- samazināt SEG emisijas par 20% (vai 30%, ja par to notiks vienošanās visā pasaulē),
- par 20% palielināt energoefektivitāti,
- iegūt 20% enerģijas no atjaunojamiem enerģijas avotiem.

Kā vēl vienu ekonomisko mehānismu, kas būtiski var ietekmēt pāreju uz tīrām tehnoloģijām un tādējādi samazināt ietekmi uz klimata pārmaiņām, var minēt izmaiņas intelektuālā īpašuma aizsardzībā. Samazinot patentu darbības laiku vai atvieglojot licenču ieguves iespējas, tehnoloģiskie uzlabojumi izplatītos ātrāk. Ir jādomā, cik ētiski un racionāli ir sargāt patentus, kas paredz enerģijas iegūvi no atjaunojamiem enerģijas resursiem, ja klimata pārmaiņu dēļ tiek apdraudēta cilvēku dzīvotspēja uz Zemes.

Protams, ka intelektuālā īpašuma aizsardzība ir nepieciešama, lai stimulētu izgudrojumu attīstību, bet tā ir jāsabalansē ar nepieciešamību šos izgudrojumus realizēt dzīvē pēc iespējas ātrāk un plašāk. Valdības varētu zināmu finansējuma daļu novirzīt licenču iegādei un likumdošanā stingrāk ievērot, ka ar patentiem aizsargātie izgudrojumi ir jāizmanto obligāti.

Vēl viena nozīmīga iespēja, ar kuru var samazināt SEG emisijas, ir informēšana un apziņas veidošana vides jomā. Tas varētu nodrošināt patērētāju uzvedības maiņu – patērētāji ar saviem maciņiem “balsotu” par zemāku oglekļa savienojumu emisiju produktiem, izvēlētos



10.9. att. Klimata pārmaiņu mazināšanas veidi.

klimatam draudzīgākus pārvietošanās veidus, piedalītos klimata adaptācijas pasākumos, investētu klimatam draudzīgos uzņēmumos utt. Te lielu ieguldījumu var sniegt nevalstiskās organizācijas, formālās un neformālās izglītības institūcijas.

Šajā procesā ir iesaistījušās arī augstākās reliģiskās institūcijas. Piemēram, 2015. gadā izdota pāvesta Franciska Enciklika "Esi slavēts!", kurā centrālais jautājums ir: "Kādu pasauli mēs gribam nodot tālāk tiem, kuri dzīvos pēc mums – bērniem, kuri aug?" Dokuments ir vēltīts rūpēm par "kopējām mājām" – mūsu planētu. Pāvests uzsver, ka cilvēku egoisms kļuvis par vienu no galvenajiem iemesliem, kāpēc notiek globālā sasilšana. Klimats ir kopējais labums, kas pieder visiem un domāts visiem, tāpēc

cilvēcei ir jāatzīst nepieciešamība pēc izmaiņām dzīvesveidā, ražošanā un patēriņā. Liela nozīme ir pievērsta arī klimata pārmaiņu ietekmei uz nevienlīdzības pastiprināšanos. Jāizprot, ka tiešām pastāv "ekoloģisks parāds" starp pasaules attīstītajiem ziemeļiem un attīstības valstu dienvidiem, kuri visvairāk cieš no klimata pārmaiņām.

Ņemot vērā klimata pārmaiņu sarežģītos cēloņus un sekas, skaidrs, ka tikai kāda atsevišķa paņēmiena izmantošana to neatrisinās. Ir nepieciešama daudzu ekonomisko metožu nodrošināšana. Tā ir nodokļu, emisiju tirdzniecības sistēmu izveidošana un attīstīšana, tehnoloģiju attīstība, informācijas izplatīšana, patēriņa paradumu maiņas sinerģija, tās ir investīcijas cilvēkam drošā un labvēlīgā infrastruktūrā.

10.5. Klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumi uzņēmējdarbībā

Uzņēmējiem ir jārēķinās ar iepriekšējā apakšnodalā aprakstīto iespēju izmantošanu jau tuvākajā nākotnē, t.i., jāzina, ka pieaugs izmaksas izejvielām un starpproduktiem, kas saistītas ar lielām SEG emisijām. Jāvērtē sava konkurētspēja attiecībā pret konkurentu produktu SEG ietilpību, kas atspoguļosies arī ražošanas izmaksās. Lai samazinātu savu gala produktu kopējās SEG emisijas, ir svarīga sadarbība visā piegādes ķēdē – sākot ar izejvielu ražotājiem un beidzot ar patērētājiem, kam aprites cikla beigās būs jāatbrīvojas no produkta atkritumiem. Lai samazinātu ietekmi uz klimata pārmaiņām, uzņēmējdarbībā ir jātaupa visi resursi un jāizstrādā atbilstošas stratēģijas.

Daudzi Latvijas uzņēmumi piegādā atsevišķas produktu sastāvdaļas vai gatavos produktus ārvalstu ražotājiem. Tāpēc ir jārēķinās, ka pasūtītāji uzstādīs augstākas prasības saistībā ar ražošanas procesā radītajām emisijām, ūdens patēriņu un piesārņojumu, energoefektivitāti u.tml. gan tāpēc, lai izpildītu savu gala patērētāju prasības, gan tāpēc, ka piesārņojošo tehnoloģiju izmaksas nākotnē palielināsies.

Viens no kompleksiem risinājumiem, kā samazināt ietekmes uz klimata pārmaiņām un

vidi kopumā ir t.s. aprites ekonomika. Aprites ekonomikas galvenais princips ir imitēt dabā esošās barības ķēdes, kurās atkritumu nav – viss ir barība nākamajam barības ķēdes posmam. Tāpat arī aprites ekonomikā mērķis ir visus ražošanas un patēriņa atlikumus izmantot kā izejvielas.

Pieci galvenie biznesa modeļi ko izmanto aprites ekonomikā ir šādi.

1. Noslēgta piegādes ķēde, kurā ražotāji izmanto pilnībā atjaunojamās, atkārtoti pārstrādājamas vai bioloģiskas izejvielas, kas ir pamatā aprites ražošanas un patēriņa sistēmām. Šāda noslēgta sistēma nodrošina visu ražošanas un patēriņa atlikumu izmantošanu citu produktu ražošanā, samazina neefektīvus risinājumus. Piemēram, Dānijā industriālajā zonā Kalundborgas pilsētā ir izveidots ekoindustriālais parks. Tas ir laika gaitā attīstījies, sākot no vienas spēkstacijas, iekļaujot savā klāsterī aizvien jaunus uzņēmumus, kas paļaujas cits uz cita materiālajiem ieguldījumiem. Uzņēmumu grupā par galvenajiem dalībniekiem uzskata

- *Asnae* ogļu elektrostaciju (lielāko Dānijā),
- naftas pārstrādes rūpnīcu, kas pieder *Statoil*,

- farmācijas rūpnīcu, kas pieder *Novo Nordisk*,
- *Gyproc*, Skandināvijas lielāko ģipškartona ražotāju,
- Kalundborgas pašvaldību, kas piegādā ūdeni, elektroenerģiju un nodrošina centralizēto siltumapgādi aptuveni 20 000 cilvēku.

Sadarbojoties kopējā materiālu un enerģijas izlietošanā, kas uzņēmumiem rodas kā blakusprodukti, ik gadu izdodas ietaupīt ievērojamas summas (1972.–1994. gada periodā apmēram 10 miljonus EUR gadā). Piemēram, attīrītie notekūdeņi no *Statoil* pārstrādes rūpnīcas tiek izmantoti kā dzesēšanas ūdens *Asnae* elektrostaģijā. *Statoil* un *Novo Nordisk* iegādājas tvaiku, kas ir blakusprodukts *Asnae* spēkstacijā, lai varētu darbināt savas ierīces. Atlikušo siltumu no spēkstacijas izmanto apkārtējo māju sildīšanai un arī vietējās zivjaudzētavās. Savukārt, spēkstacijā no sēra dioksīda iegūst izejmateriālu ģipša materiālu ražošanai. Barības vielām bagātās dūņas no *Novo Nordisk* tiek piegādātas vietējiem zemniekiem mēslojumam utt.

2. Resursu atgūšana, kurā, izmantojot tehnoloģiskos risinājumus, ir iespējams produktu atkritumus ne tikai pārstrādāt par zemākas vērtības produktiem, bet pārstrādē iegūt tikpat vērtīgus vai vēl vērtīgākus produktus, piemēram, uzņēmuma ietvaros attīrīt un atkārtoti izmantot notekūdeņus, ar videi nekaitīgu tinti drukātus laikrakstus izmantot komposta veidošanai, no izlietotām PET pudelēm ražot Saules baterijas. Šajā procesā būtiska nozīme jāpievērš produktu dizainam un sastāvam. Jau projektējot produktu, jāparedz, kam tiks izmantotas tā sastāvdaļas aprites cikla beigās un cik viegli tās būs atgūt un sašķirot.

3. Produktu izmantošanas paildzināšana, kas dod iespēju augstas kvalitātes un ilgstošas lietojamības preces izmantot ilgu laiku, nomainot tikai bojātās sastāvdaļas, un netērēt resursus un enerģiju jaunu produktu ražošanai. Tādas preces kā veļas mazgājamās mašīnas, ledusskapji un cita ilgstošas lietošanas sadzīves tehnika pēc nepieciešamās atjaunošanas var atrast atkal jaunus saimniekus starp zemāku ienākumu līmeņa cilvēkiem. Jānodrošina

iespējas preces nodot, atjaunot un atjaunotas atkal pārdot vai ziedot.

4. Dališanās (koplietošanas) ekonomika, kas jau produkta dizainā paredz, ka tos lieto daudzi savstarpēji neatkarīgi lietotāji (koplietošanas produkti, noma, nodošana vai pārdošana no viena lietotāja nākamajam u.tml.), kas ievērojami samazina pieprasījumu pēc jauniem produktiem un līdz ar to samazina vides ietekmes.

5. Produkta aizstāšana ar pakalpojumu, kas motivē uzņēmumus ražot ilgākas lietojamības un energoefektīvākus produktus, kā arī nodrošina atkritumu izmantošanu produkta aprites cikla beigās. Piemēram, ASV kompānija *Interface* iznomā grīdas segumu pakalpojumu, nevis pārdod grīdas segumus. Šī kompānija ir pazīstama ar savu ambiciozo plānu līdz 2020. gadam panākt nulles atkritumu līmeni. Pašlaik *Interface* ir miljardu dolāru vērtā korporācija, kas darbojas 110 valstīs, un žurnāls *Fortune* to ir nosaucis par vienu no "apbrīnotākajiem uzņēmumiem Amerikā" un "100 labākajiem uzņēmumiem, kur strādāt."

Saglabājot īpašuma tiesības uz grīdas segumiem, *Interface* spēj atgūt ievērojamu daļu materiālu, ko izmantot jaunu segumu ražošanā. Līdzīgs biznesa modelis ir Nīderlandes kompānijai *Bundles*, kas iznomā veļas mazgāšanas iespēju, nevis pārdod veļas mazgājamās mašīnas un tādējādi nodrošina pārraudzību, uzturēšanu un mūža apsaimniekošanu ieguldītajiem materiāliem. Klientiem, kuru mājās atrodas veļas mazgājamās mašīnas, ir jāmaksā tikai par izmantotajām mazgāšanas ciklu reizēm un to uzskaitē tiek nodrošināta, izmantojot interneta tehnoloģijas. *Bundles* savā biznesā izmanto *Miele* ražotās veļas mazgājamās mašīnas, jo tās mūsdienās ir vienīgās, kas joprojām izmanto 100% pārstrādājamus vai atkārtoti izmantojamus materiālus. Taču nākotnē arī veļas mazgājamo mašīnu ražotājam būtu jāņem vērā šāds biznesa modelis un jāpielāgo mašīnas funkcionalitāte tam.

Tā kā liels īpatsvars SEG emisijās ir transporta sektoram, uzņēmējdarbībā liela nozīme jāpiešķir loģistikas uzlabošanai. Ja ar ekonomisko metožu palīdzību oglekļa dioksīda emisiju radītās izmaksas būs jākompensē, tad tas

būs arī ekonomiski izdevīgi. Pašlaik uzņēmējiem nereti ir izdevīgāk lētākus produktus vai izejvielas iepirkt no Ķīnas, Indijas vai citām attālām vietām ar salīdzinoši lētu darbaspēku, jo par transportēšanas izraisītajām ietekmēm pašiem tieši nav jāmaksā. Ja par CO₂ emisijām būs jāmaksā, tad transportēšanas ķēdes būs izdevīgi ievērojami saīsināt. Tā kā ūdens transports un dzelzceļš ir transports ar zemākajām oglekļa savienojumu emisijām, kur iespējams, jāpārorientējas uz tiem.

Arī pašiem transporta līdzekļiem jāklūst daudz efektīvākiem un "tīrākiem". Ievērojamus ietaupījumus transportēšanā var panākt arī ar iepakojuma daudzuma un dizaina izmaiņām. Pasaulē pazīstamajam zviedru mēbeļu un sadzīves priekšmetu ražotājam *IKEA* izdodas uzturēt zemas cenas, lielā mērā pateicoties tam, ka viņi nepārvadā gaisu, piemēram, mēbeles tiek pārdotas plakanos iepakojumos, nevis saliktā veidā, sīkākai priekšmetiem pēc iespējas tiek taupīti iepakojuma materiāli un izvietojums tajos veidots tā, lai tie aizņem mazāk vietas. Piemēram, nomainot tējas svečīšu iepakojumu no brīva iepakojuma maisiņos uz blīvu iepakojumu regulāros četrstūra formas iepakojumos, *IKEA* ir izdevies ietaupīt apstrādes laiku par 30–45 minūtēm dienā, vietu – par 108 iepakojumiem vairāk uz katras paletes, kā arī 400 kravas



10.10. att. Piemēri atšķirīgajiem *IKEA* ražoto tējas sveču iepakojumiem.

automašīnu reisu. Rezultātā uzņēmums varēja samazināt pārdošanas cenu par 10%.

Uzņēmējdarbībā ir svarīgi, lai videi un klimatam labvēlīgi risinājumi radītu arī adekvātu ienākumu plūsmu. Maz ticams, ka uzņēmēji izmantos iepriekš minētos biznesa modeļus filantropisku mērķu vadīti. Tiem ir jābūt arī ekonomiski izdevīgiem. Pareizi izmantojot ekonomiskās metodes un audzinot gala patērētājus, kas ir daudz prasīgāki attiecībā uz ietekmēm pret vidi, šie biznesa modeļi nenoliedzami būs arī lielāku peļņu nesošī nekā tradicionālais bizness.

Literatūra

- Chichilnisky G., Sheeran K. (2009) *Saving Kyoto: An Insider's Guide to the Kyoto Protocol*. New Holland Publishers, p. 198.
- China Carbon Emissions Decline as 2014 Global CO₂ Stays Flat. Pieejams <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-03-13/china-s-carbon-emissions-drop-for-the-first-time-since-2001>
- Chen I.-C., Hill J. K., Ohlemüller R., Roy D. B., Thomas C. D. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. *Science*, Vol. 333, 2011, pp. 1024-1026.
- Energy, Climate Change and Environment: Executive Summary. International Energy Agency, 2014.
- ExternE-Pol, Externalities of Energy: Extension of Accounting Framework and Policy Applications. Final Technical Report, August 2005.
- Fearnside P. M. Emissions from Tropical Hydropower and the IPCC, *Environmental Science & Policy*, Volume 50, June 2015, pp. 225-239.
- Gemene F. Climate-induced Population Displacements in a 4°C+ world (2011) *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369 (1934), pp. 182-195.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. p. 151.

Iglesias A., Garrote L. Adaptation Strategies for Agricultural Water Management Under Climate Change in Europe, *Agricultural Water Management*, Volume 155, June 2015, pp. 113-124.

Stern N. (2006) *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, p. 692

The CSR International Research Compendium. Volume 2 – Environment. Eds. Visser W., Megureanu I., Yadav K. *Kaleidoscope Futures*, 2015, p. 611

Interneta resursi

Eiropas Vides Aģentūras ziņojums par jauno klimata ekonomiku <http://2015.newclimateeconomy.report/>

Bezpeļņas organizācijas *Carbon Tracker* mājas lapa <http://www.carbontracker.org/>

ASV Vides Aizsardzības aģentūras mājas lapas sadaļa par klimata pārmaiņām <http://epa.gov/climatechange/>

Klimata pārmaiņu visapdraudētākās vietas pasaulē <http://www.climatehotmap.org/>

Pasaules Bankas mājas lapas sadaļa par klimata pārmaiņām <http://www.worldbank.org/en/programs/pricing-carbon>

Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes 5. ziņojums <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

Accenture pētījuma rezultāti <http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Circular-Advantage-Innovative-Business-Models-Technologies-Value-Growth.pdf>

Ellenas Makartūras fonda mājas lapa <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/>

Īss skaidrojums par to, kas ir aprites ekonomika <https://www.youtube.com/watch?v=zCRKvDyyHml>

Interface kompānijas mājas lapas sadaļa par ilgtspējas programmu <http://www.interfaceglobal.com/Sustainability.aspx>

Izmantotie attēli

10.2. "Climate Change 2015: The Physical Science Basis", IPCC

10.4. Eiropas Komisijas Kopīgās pētniecības centra pētījums PESETA II, pieejams http://peseta.jrc.ec.europa.eu/peseta1_Tourism.html

10.6. Valsts Augu Aizsardzības Dienesta mājas lapa <http://www.vaad.gov.lv/11/section.aspx/293>

10.7. Foto: R. Indrāns



11.

Klimata politika

11.1. Klimata politikas pamatvirzieni*

Klimata politikas (*climate policy*) veidošanās un attīstība ir saistīta ar mūsdienās novērojamo klimata pārmaiņu parādīšanos un pastiprināšanos. Klimata politikā šobrīd izdalāmi divi pamatvirzieni:

- klimata pārmaiņu novēršana (*climate change mitigation*);
- pielāgošanās klimata pārmaiņām (*adaptation to climate change*).

Senākais ir klimata pārmaiņu novēršanas virziens – tas izveidojās līdz ar prognozēm par klimata pārmaiņu iespējamību un apziņu par nepieciešamību tās novērst. Turpretim pielāgošanās (adaptācijas) klimata pārmaiņām virziens radās salīdzinoši nesen – tad, kad tika konstatēts, ka pilnībā novērst klimata pārmaiņas neizdosies, un tāpēc ir nepieciešams mazināt to radītos riskus un pielāgoties.

Klimata politikas mērķis ir virzība uz oglekļa mazietilpīgu attīstību, OMA (*low carbon development*) un pret klimata pārmaiņām noturīgu sabiedrību. Klimata politikas veidošana un ieviešana iespējama gan nacionālā, gan reģionālā mērogā, un lielā mērā klimata politikas pasākumi aktuāli arī komersantiem, mājsaimniecībām un ikvienam sabiedrības loceklim.

11.1.1. Klimata pārmaiņu novēršana

Klimata pārmaiņu novēršanas politikas mērķis ir novērst antropogēni (cilvēka darbības rezultātā) izraisītās klimata pārmaiņas un panākt klimata sistēmas stabilizēšanos. Klimata pārmaiņu novēršanu teorētiski iespējams sasniegt divējādi:

- klimata ģeoinženierijas (*climate geoengineering*) rezultātā;
- nodrošinot siltumnīcefekta gāzu, SEG (*greenhouse gas, GHG*) apjoma ierobežošanu atmosfērā.

Klimata ģeoinženierija paredz tiešu iejaukšanos atmosfēras dabiskajos procesos, lai samazinātu oglekļa dioksīda un citu SEG apjomu vai

samazinātu Saules starojuma absorbēšanos Zemes atmosfērā. Lai gan daļa zinātnieku klimata ģeoinženieriju uzskata par perspektīvu jomu, vairums ir vienprātis, ka tā tomēr nevar aizstāt SEG apjoma ierobežošanu. Pētījumi klimata ģeoinženierijas jomā vēl aizvien ir pārsvarā teorētiski, un praktisko eksperimentu rezultāti ir neviennozīmīgi. Praksē klimata pārmaiņu novēršanas politika, tāpat, nozīmē klimata pārmaiņu cēloņu novēršanu, proti, SEG apjoma ierobežošanu, un to iespējams panākt, samazinot SEG emisijas, nodrošinot un palielinot oglekļa dioksīda piesaisti, kā arī uztverot un noglabājot oglekļa dioksīdu zemes struktūrās (*carbon capture and storage, CCS*) vai atkārtoti izmantojot (*carbon capture and utilisation, CCU*).

SEG emisiju samazināšana saistīta ar SEG emisiju avotiem. Klimata politikas kontekstā SEG grupā ietilpst 4 vielas un 3 vielu grupas:

- oglekļa dioksīds (CO_2) – rodas visos degšanas procesos;
- metāns (CH_4) – rodas galvenokārt dažādos organisko vielu pārvērtības procesos, t.sk. zarnu fermentācijā;
- slāpekļa (I) oksīds (N_2O) – rodas galvenokārt degšanas procesos, slāpekļa mēslojuma izmantošanas rezultātā un arī organisko augšņu izmantošanā;
- slāpekļa trifluorīds (NF_3) – pārsvarā izmanto elektronikas nozarē LCD displejos, siltuma pārnesei šķidrums;
- fluorogļūdeņraži (HFCs), perfluorogļūdeņraži (PFCs) un sēra heksafluorīds (SF_6) – izmanto dažādās rūpnieciskās iekārtās, piemēram, aukstuma iekārtās.

Nemot vērā SEG emisiju avotu dažādību, SEG emisiju ierobežošanas nolūkā uzmanība jāpievērš visām tautsaimniecības nozarēm (sevišķi enerģētikai, transportam un lauksaimniecībai), kā arī iedzīvotāju dzīvesveidam un patēriņam.

CO_2 piesaistes (saistīšanas) nodrošināšana un palielināšana galvenokārt ir saistīta ar mežsaimniecību. CO_2 piesaisti nodrošina

* 11. nodaļa "Klimata politika" publicēta autorei Ilzes Prūses redakcijā.

fotosintēzes process, kas notiek visās augu zaļajās daļās. Fotosintēzes laikā pēc CO₂ piesaistīšanas tiek atbrīvots skābeklis (O₂) un augā paturēts ogleklis (C).

CO₂ noglabāšana zemes struktūrās nozīmē CO₂ iesūkņēšanu un uzglabāšanu pazemē līdzīgi kā tas tiek darīts ar dabasgāzi. Lai tas būtu iespējams, nepieciešama ne vien atbilstoša zemes struktūra un tehnoloģijas, kas ir ievērojami sarežģītākas nekā dabasgāzes gadījumā, bet arī tuvumā esošs liels stacionārs CO₂ emisiju avots. Savukārt CO₂ atkārtotā izmantošana iespējama tiešā veidā vai pārveidojot CO₂ citās formās, piemēram, pārveidojot karbonātos, pārveidojot šķidrājos kurināmajos, polimēros u.tml.

SEG apjoma ierobežošanas vīzija ir OMA. OMA nozīmē pakāpenisku pāreju uz oglekļa mazietilpīgu ekonomiku – ekonomiku, kas rada minimālas SEG emisijas, sevišķi CO₂ (sk. 11.1. att.). Viens no nozīmīgākajiem brīžiem OMA ieviešanā ir iekšzemes kopprodukta (IKP) atsaiste no SEG, proti, situācija, kad, palielinoties IKP, SEG emisijas proporcionāli nepalielinās vai pat samazinās.

OMA ietver klimata politikas un ilgtspējīgas attīstības politikas mērķus. Lai gan ilgtspējīga attīstība ir plašāks koncepts, ņemot vērā to, ka OMA savukārt ir daudz konkrētāks jēdziens, mūsdienās aizvien biežāk ilgtspējīgas attīstības kontekstā runā tieši par OMA. OMA koncepts atbilst visām trim ilgtspējīgas attīstības dimensijām (vide, ekonomika un sociālie aspekti). OMA nodrošina ne vien SEG emisiju apjoma ierobežošanu, bet arī jaunu darba vietu radīšanu un dzīvesvides drošības un kvalitātes uzlabošanu, ekonomikas konkurētspējas paaugstināšanu u.c.

11.1.2. Pielāgošanās klimata pārmaiņām

Pielāgošanās klimata pārmaiņām politikas mērķis ir samazināt klimata pārmaiņu negatīvās ietekmes un izmantot klimata pārmaiņu



11.1. att. Oglekļa mazietilpīga attīstība un ilgtspējīgas attīstības trīs dimensijas.

radītās iespējas. Nepieciešamība pielāgoties klimata pārmaiņām tiešā veidā saistīta ar klimata pārmaiņu novēršanu – jo ātrāk novērš klimata pārmaiņas, jo mazāka ir vajadzība pēc pielāgošanās klimata pārmaiņām.

Pielāgošanās klimata pārmaiņām pasākumi ir vērsti uz cilvēku, ēku, infrastruktūras, komercdarbības un ekosistēmu aizsardzību. Pielāgošanās klimata pārmaiņām ietvaros jāpievērš uzmanība gan tautsaimniecības nozaru pielāgošanai un infrastruktūras aizsardzībai, gan arī katastrofu riska mazināšanai, piekrastes teritoriju aizsardzībai, veselības aizsardzībai, bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai u.c. (sk. 11.2. att.).

Pielāgošanās klimata pārmaiņām plānošanā jāņem vērā visas klimata pārmaiņu ietekmes, t.sk. temperatūras paaugstināšanas, jūras ūdens līmeņa celšanās, nokrišņu (gan lietus, gan sniega) režīma maiņas, biežākas un spēcīgākas vētras, biežāki un plašāki plūdi, sausuma periodi u.tml. Pielāgošanās klimata pārmaiņām nozīmē klimata pārmaiņu radīto risku pārvaldību.



11.2. Klimata politikas instrumenti

Klimata politikas mērķu sasniegšanai galvenokārt izmanto tos pašus instrumentus, ko vides aizsardzības mērķu sasniegšanai, proti, ekonomiskos, fiskālos un finanšu instrumentus. Tomēr klimata politikai raksturīgs tas, ka vairums instrumentu ir citu nozaru pārziņā, un klimata politikas mērķu sasniegšanai tie nevis tiek radīti no jauna, bet gan pielāgoti klimata politikas vajadzībām. Klimata politikas veiksmīgai īstenošanai tādējādi sevišķi svarīga ir dažādu nozaru politiku saskaņotība.

Klimata politikas īstenošana ir balstīta uz zinātņi un pētniecību, SEG inventarizāciju (SEG apjomu pagātnē precīzu aprēķināšanu un uzskaiti) un prognozēšanu, kā arī dažādu klimata politikas pasākumu uzraudzību un kontroli. Būtiskākos klimata politikas pasākumus var iedalīt četrās grupās – izglītošana un informēšana, likumdošanas nosacījumi, oglekļa cenas iekļaušanas instrumenti (oglekļa cenošana) un finansiālā atbalsta nodrošināšanas instrumenti (sk. 11.3. att.).

Nemot vērā to, ka klimata politikas mērķu sasniegšana ir saistīta ar sabiedrības ieradumu maiņu, nepieciešams izglītēt un regulāri informēt gan atsevišķas mērķauditorijas, gan sabiedrību kopumā. Tāpat būtiski klimata politikas interesēs izmantot iespēju likumdošanā noteikt īpašus nosacījumus, piemēram, noteiktus

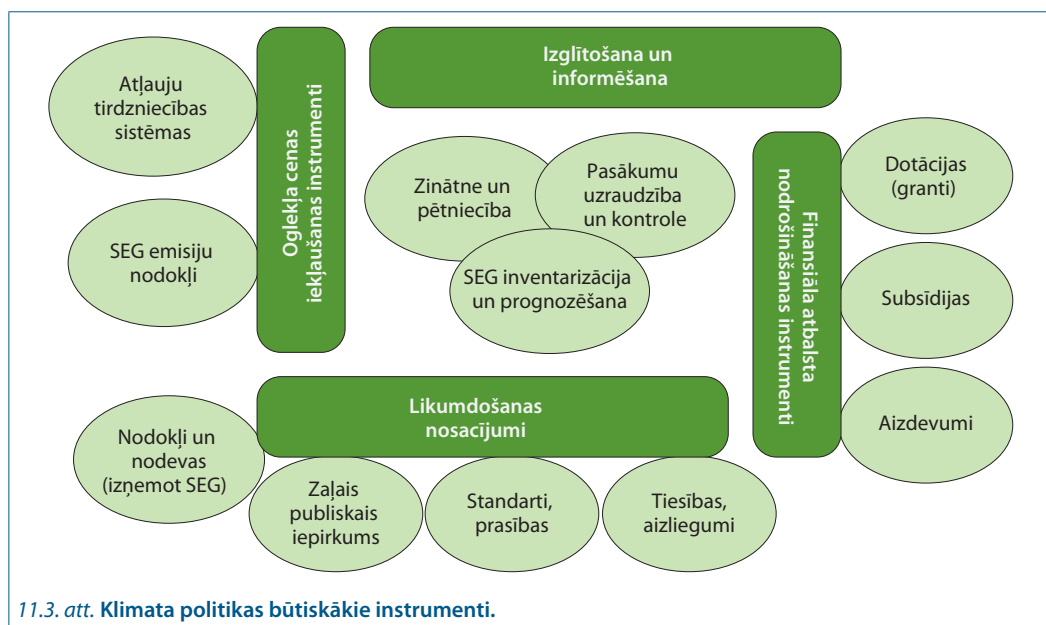
standartus un prasības, tiesības vai aizliegumus, specifiskus nodokļu un nodevu nosacījumus. Pozitīvu ietekmi rada “zaļais” publiskais iepirkums (*green public procurement*), vides pārvaldības sistēmu ieviešana u.tml. Neatņemama klimata politikas sastāvdaļa ir arī finansiālā atbalsta nodrošināšana noteiktu pasākumu ieviešanas veicināšanai, t.sk. dotācijas (granti), subsīdijas un aizdevumi. Tomēr populārākie instrumenti klimata politikas mērķa sasniegšanai ir tie, kas nodrošina SEG emisiju izmaksu ņemšanu vērā jeb oglekļa cenas iekļaušanu (*carbon pricing*) produktu un pakalpojumu cenās, proti, atļauju tirdzniecības sistēmas, kā arī nodokļi atkarībā no radītā SEG emisiju apjoma.

Nodoklis ir tradicionāls politikas instruments daudzuma ierobežošanai vai resursu pārdalei. Tas ir ar likumu noteikts obligāts maksājums valsts vai pašvaldību budžetā. Mūsdienās nereti piemēro nodokļus, kuru bāze ir SEG emisiju apjoms, proti, jo vairāk SEG emisiju, jo lielāks nodokļa maksājums. Taču klimata politikas mērķu sasniegšanas nodrošināšanai var pielāgot arī esošos nodokļus – diferencējot nodokļu likmes un apliekamos objektus vai arī mainot nodokļu struktūru, piemēram, palielinot patēriņa nodokļu īpatsvaru vai palielinot vides vai klimata nodokļu īpatsvaru.

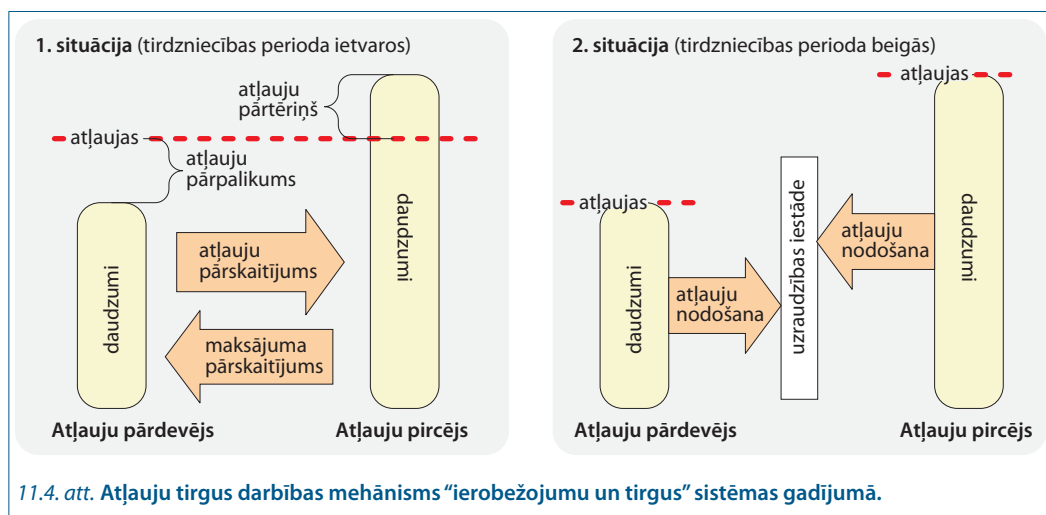
Atļauju tirdzniecības mērķis ir sasniegt atbilstību stingriem vides standartiem, tajā pašā laikā nodrošinot atbilstības sasniegšanas izmaksu samazināšanos un veicinot daudz stingrāku standartu pieņemšanu. Atļauju tirdzniecības instrumenta būtiskākie elementi ir tirgojamas atļaujas, atļauju tirgus dalībnieki un atļauju reģistri. Savukārt no šo trīs elementu mijiedarbības veidojas atļauju tirdzniecības instrumenta pamats – tirgus. Trīs galvenie atļauju

tirdzniecības sistēmu veidi ir kredītu tirdzniecība, viduvējotā tirdzniecība un “ierobežojumu un tirgus” jeb “cepures un tirgus” (*cap and trade*) sistēma, kas ir visplašāk pazīstamā un visvairāk izmantotā atļauju tirdzniecības sistēma. “Ierobežojumu un tirgus” sistēma paredz ierobežojumu jeb “cepures” noteikšanu, kā arī tirdzniecību “cepures” ietvaros (sk. 11.4. att.).

Būtiskākā “ierobežojumu un tirgus” sistēmas atšķirība no tādiem tradicionāliem daudzuma



11.3. att. Klimata politikas būtiskākie instrumenti.



11.4. att. Atļauju tirgus darbības mehānisms “ierobežojumu un tirgus” sistēmas gadījumā.

racionalizēšanas instrumentiem kā, piemēram, nodokļi, ir tā, ka "ierobežojumu un tirgus" sistēma paredz ne tikai kategoriskus ierobežojumus, bet arī instrumentu, lai tajos iekļautos, un rada iespējas gūt papildu labumu.

Atļauju tirdzniecības sistēmas darbības galvenie posmi:

- 1) atļauju tirgus darbības nosacījumu izraudzīšana un apstiprināšana;
- 2) atļauju sākotnējā sadalīšana starp atļauju tirgus tiešajiem dalībniekiem;
- 3) atļauju tirgus darbība;
- 4) atļauju tirgus darbības periodiska pārskatīšana.

Atļauju sākotnējo sadalīšanu starp atļauju tirgus tiešajiem dalībniekiem var īstenot divējādi: atļaujas var piešķirt bez maksas vai arī pārdot vairāksolišanā (izsolīšana). Atļauju tirdzniecības sistēmas var izveidot gan starptautiskā, gan starpvalstu, gan nacionālā un pat reģionālā mērogā. Būtiskākie nosacījumi atļauju tirdzniecības sistēmas efektivitātes nodrošināšanai ir šādi:

- optimāls atļauju kopējais daudzums,
- tirgum piemērots un iespējami taisnīgs atļauju sākotnējās sadales mehānisms,

- atļauju pārskaitījumu iespējami zemas izmaksas,
- optimāls termiņš atļauju derīgumam,
- ieņēmumu no atļauju pārdošanas atstāšana tirgus dalībniekiem,
- atļauju tirgus dalībnieku kompetence un "pareiza" motivācija,
- atļauju tirgus vispusīga un progresīva uzraudzība, kontrole.

SEG emisiju atļauju tirdzniecības sistēmu attīstīšana aizsākās 20. gadsimta beigās, redzot veiksmīgo pieredzi atļauju tirdzniecības sistēmu izmantošanā citās jomās — sevišķi gaisu piesārņojošo vielu emisiju ierobežošanā. Pirmā SEG emisiju atļauju tirdzniecības sistēma darbību sāka 2000. gadā — tā bija Dānijas CO₂ emisiju tirdzniecības sistēma, kas darbību pārtrauca 2004. gadā. Savukārt šobrīd aktīvākās un lielākās šajā jomā ir Eiropas Savienības Emisijas kvotu tirdzniecības sistēma, Reģionālā Siltumnīcefekta Gāzu Iniciatīva un Starptautiskā emisiju tirdzniecība. SEG emisiju atļauju tirdzniecības sistēmu galvenā kopīgā iezīme ir fakts, ka tajās visās 1 atļauja apzīmē 1 tonnu SEG emisijas, kas izteiktas oglekļa dioksīda ekvivalentos (CO_{2e}).

11.3. Starptautiskā klimata politika

Klimata pārmaiņu jautājums ievēribu ieguva līdz ar Pasaules Meteoroloģijas organizācijas (*World Meteorological Organisation, WMO*) un Apvienoto Nāciju Organizācijas (ANO) Vides programmas (*United Nations Environment Programme, UNEP*) darbības sākumu. 1979. gadā Pasaules Meteoroloģijas organizācija organizēja pirmo pasaules klimata konferenci. Tajā secināja, ka pieaugošā CO₂ koncentrācija atmosfērā, iespējams, veicina globālo sasilšanu. 1988. gadā, lai turpmāk apkopotu un izvērtētu visas ar klimata pārmaiņām saistītās liecības, Pasaules Meteoroloģijas organizācija ar ANO Vides programmas atbalstu izveidoja Klimata pārmaiņu starpvaldību komisiju (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*). 1990. gadā pirmajā šīs komisijas

ziņojumā tika secināts, ka 20. gs. laikā gada globālā vidējā atmosfēras temperatūra ir paaugstinājusies par 0,3–0,6 °C un ka cilvēku rīcība ir pastiprinājusi dabisko siltumnīcefektu.

1992. gadā Riodežaneiro ANO konferencē "Vide un attīstība" vienojās par ANO Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām (*United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*) (turpmāk — Konvencija). Šī Konvencija ir pirmais starptautiskais līgums cīņai pret klimata pārmaiņām. Tā stājās spēkā 1994. gada 21. martā, un līdz šim to ir ratificējušas 196 Puses¹, t.sk. Eiropas Savienība (ES)

¹ "Puse" apzīmē valstis un reģionālās organizācijas, kas ir parakstījušas konkrēto dokumentu, piemēram, Konvenciju.

un visas tās dalībvalstis, Amerikas Savienotās Valstis un Kanāda.

Konvencijas mērķis ir SEG koncentrācijas stabilizācija atmosfērā tādā līmenī, kas novērš bīstamu antropogēnu iejaukšanos klimata sistēmā. Konvencija nosaka, ka attīstītajām valstīm (I pielikums) ir jāvada SEG samazināšanas process un ka tām ir ne vien jāsamazina SEG emisijas, bet arī jānodrošina finansējums un tehnoloģiju pārnese uz attīstības valstīm. Konvencija nosaka pamatprasības SEG uzskaitē. Konvencijā noteikti starptautiskās klimata politikas principi.

- ♦ Taisnīguma (*equity*) un vienotas, bet dažādotas atbildības (*common but differentiated responsibilities, CDR*) princips – atspoguļo SEG emisiju un resursu atšķirīgo sadalījumu starp valstīm pagātnē un tagadnē. Dažādošanas jeb diferenciācijas (*differentiation*) tiešs apliecinājums ir Konvencijas I pielikums. I pielikumā noteiktas valstis, kurām ir pienākumi (t.s. I pielikuma valstis), bet pārējām valstīm (t.s. ne-I pielikuma valstis) būtisku pienākumu nav. Valstu bināro dalījumu neformāli sauc par robežmūri (*firewall*). Dažādošana ir pamats arī Konvencijas II pielikuma esamībai, kurā iekļautas visas I pielikuma valstis, izņemot valstis ar pārejas ekonomiku. II pielikuma valstīm, atšķirībā no I pielikuma valstīm, nav pienākuma nodrošināt finansējumu un tehnoloģiju pārnesi ne-I pielikuma valstīm. Papildus, dažādošana vērojama arī ne-I pielikuma valstu vidū – daļa valstu atpazīstamas kā vismazāk attīstītās valstis (*least developed countries, LDCs*), atsevišķi izdalītas pret klimata pārmaiņām visjutīgākās valstis (*most vulnerable countries*) u.tml. Pret katru no valstu grupām izturēšanās ir nedaudz atšķirīga.
- ♦ Piesardzīguma princips (*precautionary principle*) – līdzīgi, kā tas noteikts vides aizsardzības starptautiskajos un nacionālajos tiesību aktos, arī klimata politikā, ja pastāv nopietna un neatgriezeniska kaitējuma draudi, pierādījumu trūkums nav attaisnojums draudu novēršanai.
- ♦ Izmaksu efektivitātes (*cost-effectiveness*) princips – Konvencijas mērķu sasniegšana

nedrīkst radīt nevajadzīgu slogu ekonomikai. Viens no izmaksu samazināšanas veidiem ir pasākumu kopīga ieviešana.

1997. gadā Konvencija tika papildināta ar Kioto protokolu (turpmāk – Kioto protokols), jo tika konstatēts, ka Konvencijas nosacījumi nav pietiekami. Kioto protokols stājās spēkā 2005. gadā. Tajā noteikti starptautiski saistoši pienākumi 39 valstīm (t.s. B pielikuma valstis) no 2008. līdz 2012. gadam (Kioto protokola 1. periods) noteiktā apmērā samazināt SEG emisijas. Kioto protokolu ir ratificējušas 192 Puses, taču Amerikas Savienotās Valstis un Kanāda, kurām Kioto protokolā ir noteiktas saistības, tomēr nav tā Puses (Amerikas Savienotās Valstis Kioto protokolu neratificēja, bet Kanāda izstājās no tā). Ņemot vērā to, ka Kopenhāgenā 2009. gadā valstīm neizdevās vienoties par Kioto protokola aizstājēju, 2012. gadā Dohā valstis vienojās par Kioto protokola grozījumu (t.s. Dohas grozījums) un pagarināja Kioto protokola darbību ar 2. periodu – no 2013. līdz 2020. gadam. Dohas grozījumu līdz 2015. gada 18. novembrim bija ratificējušas tikai 50 Puses, un kamēr to nebūs ratificējušas vismaz 144 Puses, tas nestāsies spēkā.

Kioto protokola 2. periodā saistības SEG emisiju samazināšanai paredzētas tikai ES dalībvalstīm, Austrālijai, Baltkrievijai, Kazahstānai, Monako, Norvēģijai, Šveicei un Ukrainai. Kioto protokola 2. periods nosedz vien 14% no globālajām SEG emisijām. Kioto protokola 2. perioda galvenais uzdevums faktiski ir nodrošināt Kioto protokola nepārtrauktību līdz mirklim, kad spēkā stāsies vienošanās par visaptverošu rīcību Konvencijas mērķu sasniegšanai.

Ņemot vērā to, ka Kioto protokols nebija spējīgs nodrošināt Konvencijas mērķa sasniegšanu (nepietiekams dalībnieku skaits un nepietiekams saistību apmērs), 2015. gada 12. decembrī visas pasaules valstis vienojās par Kioto protokola aizstājēju laikam pēc 2020. gada – tika apstiprināts Parīzes nolīgums (*Paris Agreement*). Parīzes nolīguma mērķis ir stiprināt globālo rīcību klimata pārmaiņu novēršanai un:

- noturēt globālās vidējās temperatūras paaugstinājumu būtiski zem 2 °C robežām salīdzinājumā ar pirmsindustriālo

līmeni, un censties ierobežot temperatūras paaugstinājumu 1,5 °C robežās salīdzinājumā ar pirmsindustriālo līmeni, jo tas būtiski samazinās klimata pārmaiņu izraisītos riskus un ietekmes;

- uzlabot spējas pielāgoties klimata pārmaiņu negatīvajām ietekmēm un sekmēt noturīgumu pret klimata pārmaiņām un oglekļa mazietilpīgu attīstību tā, lai neapdraudētu pārtikas ražošanu;
- sekmēt investīciju novirzīšanu oglekļa mazietilpīgai un pret klimata pārmaiņām noturīgai attīstībai.

Parīzes nolīgums prasa visām valstīm regulāri uzņemties un starptautiski iesniegt ambiciozas apņemšanās Parīzes nolīguma mērķa sasniegšanai. Attīstītajām valstīm jāturpina rādīt priekšzīme, uzņemoties SEG emisiju samazināšanas mērķus, taču pasākumi jāīsteno ne vien attīstītajām, bet arī attīstības valstīm. Parīzes nolīgumā arī iekļauta prasība pēc iespējas ātrāk sasniegt un pārvarēt SEG emisiju maksimumu un 21. gadsimta otrajā pusē nodrošināt līdzsvaru starp SEG emisijām un CO₂ piesaisti.

Pirmās nacionāli noteiktās apņemšanās (*nationally determined contribution, NDC*) valstīm jāiesniedz ne vēlāk kā līdz Parīzes nolīguma ratifikācijai. Līdz 2016. gada 1. martam iecerētās nacionāli noteiktās apņemšanās (*intended nationally determined contribution, INDC*) bija iesniegušas 188 valstis (t.sk. ES un tās 28 dalībvalstis), un tās aptvēra vairāk nekā 98% no pasaules SEG emisijām. Ja vien šīs valstis nelems savādāk, to iecerētās nacionāli noteiktās apņemšanās būs arī to pirmās faktiski īstenojamās nacionāli noteiktās apņemšanās. Savukārt turpmāk nacionāli noteikto apņemšanos aktualizēšana būs jāveic katrus 5 gadus, un katrai nākamajai nacionāli noteiktajai apņemšanās, saskaņā ar Parīzes nolīgumu, būs jābūt ambiciozāka nekā iepriekšējai. Apņemšanos izpildi kontrolēs ar vienas SEG emisiju inventarizācijas sistēmas palīdzību un starptautisku atbilstības mehānismu.

Parīzes nolīgums nosaka arī globālo mērķi pielāgošanās un noturīguma pret klimata pārmaiņām jomā. Tiek atzīts, ka pielāgošanās ir globāls izaicinājums, ar ko sastopas visi un

kam ir vietējas, reģionālas, nacionālas, starptautiskas un starptautiska mēroga dimensijas. Visām valstīm tiek prasīts iesaistīties pielāgošanās pasākumu plānošanā un ieviešanā. Katrai valstij regulāri starptautiski jāziņo par paveikto un plānoto.

Parīzes nolīgums stāsies spēkā pēc tam, kad to būs ratificējušas vismaz 55 valstis un šo valstu kopējās SEG emisijas būs vismaz 55% no pasaules kopējām SEG emisijām. Parīzes nolīgums ietver visu nepieciešamo, lai panāktu globālu pāreju uz oglekļa mazietilpīgu un pret klimata pārmaiņām noturīgu attīstību un sasniegtu visus klimata politikas mērķus.

11.3.1. Starptautisko klimata sarunu dinamika

Starptautiskās klimata sarunas notiek vairākās sarunu plūsmās un formātos. Lēmumus pieņem ikgadējās Klimata pārmaiņu konferencēs, kurās tiekas Konvencijas Puses (COP), Kioto protokola Puses (CMP), un turpmāk tiksies arī Parīzes nolīguma Puses (CMA). Savukārt lēmumu sagatavošana notiek Pakļautajā izpildinstitūcijā (SBI), Zinātnes un tehnoloģiju konsultatīvajā padomē (SBSTA), kā arī citās īpašiem mērķiem izveidotās plūsmās, piemēram, Īpašās darba grupas par Durbanas Paplašināto rīcības platformu (ADP) uzdevums bija sagatavot Parīzes nolīguma teksta projektu.

Lēmumu pieņemšana Klimata pārmaiņu konferencēs notiek ar vienprātību, kas, ņemot vērā lielo Pušu skaitu (COP 196 un CMP 192), ir ļoti sarežģītu un niansētu sarunu (pārsvārā daudzu gadu) rezultāts. Ņemot vērā ANO tradīcijas, visas valstis iedalītas 5 reģionālās grupās (Āfrikas valstis, Āzijas valstis, Austrumeiropas valstis, Latīņamerikas un Karību valstis (GRULAC), Rietumeiropas un pārējās valstis (WEOG)). Taču sarunās vislielākā nozīme ir valstu grupām, kas izveidojušās, ņemot vērā valstu līdzīgās intereses.

- ♦ G77 — attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 134 valstis, t.sk. daudzu citu attīstības valstu grupu dalībnieki (arī Ķīna, Indija, Dienvidāfrika). Grupai sarunās ir ļoti liela

ietekme, taču nereti dalībnieku atšķirīgo viedokļu tā dēļ nespēj vienoties par vienu nostāju. Īpaši aizstāv “robežmūra” uzturēšanu, pieprasa attīstīto valstu līderību un aktīvu rīcību.

- ♦ Vismazāk attīstītās valstis (*Least developed countries, LDC*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 50 valstis (vairums no Āfrikas), kas ANO atzītas par visnabadzīgākajām. Vēlas, lai tiktu ņemtas vērā to īpašās vajadzības un ierobežotās iespējas. Ļoti interesējas par pielāgošanos klimata pārmaiņām.
 - ♦ Līdzīgi domājošās attīstības valstis (*Like minded developing countries, LMDC*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst aptuveni 30 sevišķi aktīvas attīstības valstis (t.sk. Ķīna, Indija, Saūda Arābija). Ļoti asi aizstāv “robežmūra” saglabāšanu un stiprināšanu.
 - ♦ Mazo salu valstu alianse (*Alliance of Small Island States, AOSIS*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 43 nelielas un virs jūras līmeņa zemu izvietotas salu valstis. Vēlas globālās temperatūras iespējami ātru stabilizāciju (paaugstināšanās nevis $< 2^{\circ}\text{C}$, bet gan $< 1,5^{\circ}\text{C}$) un uzstāj, ka pielāgošanās klimata pārmaiņām jābūt prioritāram virzienam.
 - ♦ Āfrikas grupa (*African group, AG*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 54 Āfrikas valstis. Uzstājīgi prasa attīstīto valstu rīcību SEG samazināšanā un atbalsta sniegšanā attīstības valstīm.
 - ♦ Amerikas cilvēku Bolīvārā alianse (*Bolivarian Alliance for the Peoples of Our America, ALBA*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 9 sevišķi kategoriskas valstis (t.sk. Venecuēla, Bolīvija, Kuba un Ekvadora), kas nepiekāpīgi aizstāv savas, kā attīstības valstu, intereses.
 - ♦ BASIC – grupa, kurā ietilpst 4 lielas attīstības valstis ar vidējām vai augstām SEG/iedz., t.i. Brazīlija, Dienvidāfrika, Indija un Ķīna. Aizstāv to, ka galvenā atbildība ir attīstītajām valstīm.
 - ♦ Naftas eksportētājvalstu grupa (*Organisation of Petroleum Exporting Communities, OPEC*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 12 naftas eksportētājvalstis. Iespēju robežās cenšas bloķēt SEG emisiju samazināšanas iniciatīvas.
 - ♦ Centrālāzijas un Kaukāza, Albānijas un Moldovas grupa (*CACAM*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 7 valstis no Centrālāzijas un Kaukāza reģiona, kā arī Albānija un Moldova.
 - ♦ Lietusmežu valstu alianse (*Coalition of Rainforest Nations, C/FRN*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst valstis ar plašām lietusmežu teritorijām. Vēlas panākt kompensācijas par mežu saglabāšanu un atjaunošanu.
 - ♦ Centrālamerikas integrācijas sistēma (*Central American Integration System, SICA*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 8 valstis. Vēlas panākt pret klimata pārmaiņām visjutīgāko valstu plašāku atzīšanu.
 - ♦ Latīņamerikas un Karību alianse (*Alliance of Latin America and the Caribbean, AILAC*) – attīstības valstu grupa, kurā ietilpst 7 progresīvas Latīņamerikas un Karību reģiona valstis, t.sk. Čīle, Gvatemala, Kolumbija, Kostarika, Panama, Paragvaja un Peru. Saredz nepieciešamību pēc attīstības valstu lomas maiņas un attīstīto valstu iesaistīšanās klimata pārmaiņu problēmas risināšanā.
 - ♦ Eiropas Savienība, ES (*European Union, EU*) – attīstīto valstu grupa, kurā ietilpst visas 28 ES dalībvalstis, kā arī pati ES, ko pārstāv ES Padomes prezidējošā valsts un Eiropas Komisija. Vēlas panākt klimata pārmaiņu novēršanu, nodrošinot visu valstu iesaisti. Cenšas būt kompromisu veidotāji domstarpību gadījumos.
 - ♦ “Lietussarga” grupa (*Umbrella Group, UG*) – attīstīto valstu un pārejas ekonomikas valstu grupa, kurā ietilpst Austrālija, Kanāda, Islande, Japāna, Jaunzēlande, Norvēģija, Krievija, Ukraina un ASV. Iestājas par to, ka turpmāk nevar pastāvēt strikts dalījums starp I pielikuma un ne-I pielikuma valstīm.
 - ♦ Vides integritātes grupa (*Environmental Integrity Group, EIG*) – attīstīto valstu grupa, kurā ietilpst Meksika, Korejas Republika un Šveice. Ļoti aktīva un dzirdama grupa, kuras intereses līdzīgas kā ES un “Lietussarga” grupai.
- Ņemot vērā attīstības valstu skaitlisko pārsvaru pār attīstītām valstīm, vairums sarunu grupu ir attīstības valstu grupas. ES līdzīgi domājošās ir “Lietussarga” grupa un Vides

integritātes grupa. Daudzos jautājumos ES kopīgi strādā arī ar Latīņamerikas un Karību aliānsi, Mazo salu valstu aliānsi un Vismazāk attīstītajām valstīm, tomēr jāatceras, ka vienošanās panākšanai nepieciešama 195 valstu vienprātība, un tādējādi ES sadarbojas ar pilnīgi visām valstu grupām un valstīm.

11.3.2. Kioto protokola elastīgie mehānismi

Lai Kioto protokolā noteiktos SEG emisiju samazināšanas mērķus sasniegtu izmaksu efektīvā veidā, Kioto protokolā noteikti trīs elastīgie mehānismi (*flexible mechanisms*):

- Tīras attīstības mehānisms (*Clean Development Mechanism, CDM*);
- Kopīgās īstenošanas mehānisms (*Joint Implementation, JI*);
- Starptautiskā emisiju tirdzniecība (*International Emissions Trading, IET*).

Tīras attīstības mehānisms ir SEG emisijas samazinošu projektu īstenošana valstīs, kas nav iekļautas Kioto protokola B pielikumā, proti, projektu īstenošana attīstības valstīs. Tīras attīstības mehānisma projektu rezultātā par katru samazināto SEG emisiju tonnu piešķir sertificētu emisiju samazināšanas vienību (*certified emission reduction, CER*). Valstīm, kurās īsteno šos projektus, ieguvums ir investīcijas un tehnoloģijas, bet investoru ieguvums ir Starptautiskajā emisiju tirdzniecībā un citās SEG emisiju atļauju tirdzniecības sistēmās izmantojams aktīvs – sertificētas emisiju samazināšanas vienības.

Kopīgās īstenošanas mehānisms ir SEG emisijas samazinošu projektu īstenošana valstīs, kas ir iekļautas Kioto protokola B pielikumā, proti, projektu īstenošana attīstītajās valstīs, kuras ir izpildījušas visus Kioto protokola nosacījumus. Kopīgās īstenošanas mehānisma projektu rezultātā par katru samazināto SEG emisiju tonnu piešķir emisijas samazināšanas vienību (*emission reduction unit, ERU*). Valstīm, kurās īsteno šos projektus, kā arī investoriem ieguvumi ir līdzīgi kā tīras attīstības mehānisma gadījumā.

Starptautiskā emisiju tirdzniecība ir starptautiska “ierobežojumu un tirgus” veida atļauju tirdzniecības sistēma, kuras mērķis ir veicināt Kioto protokolā noteikto SEG emisijas samazināšanas mērķu izpildi. Starptautiskās emisiju tirdzniecības darbība ir strukturēta atbilstoši Kioto protokola periodiem (1. periods bija 2008.–2012. gads, 2. periods ir 2013.–2020. gads). Papildus, pēc katra Kioto protokola perioda beigām ir vēl aptuveni 2 gadus ilgs kopējo emisiju aprēķināšanas un emisijas vienību nodošanas periods, t.s. “*True-up period*”.

Starptautiskās emisiju tirdzniecības ietvaros galvenā tirgojamā atļauja ir noteiktā daudzuma vienība, NDV (*assigned amount unit, AAU*). Kopējais NDV daudzums atbilst Kioto protokola B pielikuma valstu kopējam SEG emisiju daudzumam, ņemot vērā Kioto protokolā tām noteiktās SEG emisiju samazināšanas saistības. 1 NDV atbilst 1 tonnai CO_{2e}. Taču, lai gan šādu dalījumu neparedz nedz Kioto protokols, nedz kāds cits tiesību akts, praksē tiek izdalīti divi NDV pamatveidi:

- “zaļumota” NDV (*greened AAU*), t.sk. “tieši zaļumota” NDV (*hard-greened AAU*) un “netieši zaļumota” NDV (*soft-greened AAU*);
- “nezaļumota” NDV (*non-greened AAU* jeb *hot air*).

Jēdziens “zaļumota” NDV apzīmē vienību, kuras pārdošanā iegūtais finansējums izmantots tādu projektu finansēšanai, kas nodrošina SEG emisiju samazināšanu. “Tieši zaļumotas” NDV pamatā ir projekti, kas nodrošina SEG emisiju samazināšanu tiešā veidā, piemēram, atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšana vai arī energoefektivitātes pasākumu īstenošana. “Netieši zaļumotas” NDV pamatā ir projekti, kas nodrošina SEG emisiju samazināšanu netiešā veidā, piemēram, SEG emisijas samazinošu tehnoloģiju attīstīšana (pētniecība), sabiedrības izglītošana par klimata pārmaiņu novēršanas iespējām u.tml. Savukārt jēdziens “nezaļumota” NDV apzīmē vienību, kuras pārdošanā iegūtais finansējums izmantots jebkuriem citiem mērķiem, izņemot SEG emisiju samazināšanu. “Zaļumošanas” nolūkā valstis veido t.s. “zaļās investēšanas sistēmas” (*green investment scheme, GIS*).

Starptautiskās emisiju tirdzniecības ietvaros, papildus NDV, var izmantot vēl trīs citus vienību veidus – iepriekš pieminētās sertificētās emisijas samazināšanas vienības un emisijas samazināšanas vienības, kā arī piesaistes vienības (*removal unit*, RMU), ko saskaņā ar Kioto protokolu piešķir par SEG emisijas piesaisti. Katra no šīm vienībām, tāpat kā NDV, atbilst 1 tonnai CO_{2e} un līdz ar to pēc būtības ir aizstājama.

Starptautiskās emisiju tirdzniecības primārie dalībnieki ir Kioto protokola B pielikuma valstu valdības, kas ir ratificējušas Kioto protokolu un ir izpildījušas Kioto protokolā noteiktos atbilstības nosacījumus.

Starptautiskās emisiju tirdzniecības darbības nodrošināšanai izmanto emisijas vienību reģistru sistēmu, kurus savstarpēji sasaista Starptautiskais Darījumu Žurnāls (*International Transaction Log*, ITL). Tas reālajā laikā pārbauda katras vienības pārskaitījuma atbilstību Konvencijas un Kioto protokola nosacījumiem. Savukārt ES ietvaros izmanto arī Kopienas Neatkarīgo Darījumu Žurnālu (*Community Independent Transaction Log*, CITL), kura funkcijas 2012. gada vidū pārņēma Eiropas Savienības Darījumu Žurnāls (*European Union Transaction Log*, EUTL). Sertificētās emisijas samazinājuma

vienības izdod Tīras attīstības mehānisma reģistra (*CDM registry*) ietvaros.

Ņemot vērā faktu, ka divas no potenciāli būtiskākajām Starptautiskās emisiju tirdzniecības dalībniecēm – Amerikas Savienotās Valstis un Kanāda – tajā nav iesaistījušies, NDV tirgū pastāv nesabalansēts pieprasījums un piedāvājums. NDV ir ļoti nelikvīdas, un Starptautiskās emisiju tirdzniecības darbība neatbilst “ierobežojumu un tirgus” sistēmas efektīvas funkcionēšanas pamatnosacījumiem. Starptautiskās emisiju tirdzniecības tirgū nosacījumus diktē NDV pircēji. Pirmie darījumi NDV tirgū notika 2008. gada otrajā pusē. Savukārt kopš 2014. gada darījumi ar NDV nav konstatēti.

NDV cenu darījumu partneri publiski neatklāj, taču neoficiālā informācija (*Point Carbon* ziņas un Pasaules Bankas apsekojumu dati) liecina, ka 2008.–2009. gadā NDV cena bijusi vidēji 10 EUR līmenī. 2010. gadā, pieaugot NDV piedāvājumam, NDV cena samazinājies līdz 5–7 EUR. Savukārt 2011.–2012. gadā, padziļinoties ES valstu ekonomiskajām un finanšu problēmām un samazinoties ražošanas apjomiem, kā rezultātā samazinājās SEG emisijas, NDV cena nokritusies līdz 1–3 EUR un vēlāk pat līdz 0 EUR.

11.4. Eiropas Savienības klimata politika

ES ir pasaules līderis klimata politikas veidošanā un ieviešanā. ES emisiju pieaugums ir atsaistīts no ES iekšzemes kopprodukta (IKP) pieauguma. 1990-2014. gadā IKP palielinājās par 46%, bet SEG emisiju intensitāte samazinājās par apmēram pusi. 2012. gadā ES radīja vien 9% no pasaules kopējām SEG emisijām, turklāt ES emisiju īpatsvars pasaulē turpina samazināties.

ES ir ratificējusi Kioto protokolu kā reģionāla organizācija (papildus tam, ka Kioto protokolu ir ratificējušas ES dalībvalstis). ES ir noteikti SEG emisiju samazināšanas mērķi – 1. periodā 8% samazinājums un 2. periodā 20% samazinājums salīdzinājumā ar 1990. gadu. ES ir izpildījusi 1. perioda mērķi un visticamāk izpildīs arī 2. perioda mērķi (2015. gadā aktuālās

prognozes liecināja, ka 2020. gadā ES būs sasniegusi 24% samazinājumu). Lai nodrošinātu SEG emisiju samazināšanas mērķa izpildi, ES ievieš mērķtiecīgu klimata politiku. Tā vērsta uz oglekļa mazietilpīgu un pret klimata pārmaiņām noturīgu attīstību, un tās galvenais instruments ir SEG emisiju atļauju tirdzniecība.

11.4.1. Eiropas Savienības virzība uz oglekļa mazietilpīgu attīstību

ES klimata politika ir balstīta uz 2008. gadā apstiprināto Eiropas Klimata un enerģētikas pakotni 2020. gadam (turpmāk – KEP2020) un 2014. gadā apstiprināto

Eiropas Klimata un enerģētikas politikas satvaru 2030. gadam (turpmāk – KEPS2030). Savukārt ES ilgtermiņa vīzija (nesaistoša) ir noteikta 2011. gadā pieņemtajā Ceļvedī virzībai uz konkurētspējīgu ekonomiku ar zemu oglekļa dioksīda emisiju līmeni 2050. gadā, ko papildina 2011. gadā pieņemtā Baltā grāmata “Ceļvedis uz Eiropas vienoto transporta telpu – virzība uz konkurētspējīgu un resursefektīvu transporta sistēmu”.

Ceļvedis virzībai uz konkurētspējīgu ekonomiku ar zemu oglekļa dioksīda emisiju līmeni 2050. gadā paredz, ka ES līdz 2050. gadam SEG emisijas jāsamazina par vismaz 80% salīdzinājumā ar 1990. gadu. Ceļvedī noteiktie indikatīvie starpmērķi, proti, 20% samazinājums līdz 2020. gadam un 40% samazinājums līdz 2030. gadam ir jau pārņemti ES likumdošanā un kļuvuši juridiski saistoši, bet 60% samazinājuma sasniegšana periodā līdz 2040. gadam pagaidām ir tikai indikatīvs mērķis (sk. 11.5. att.). Ceļvedis uzsver, ka SEG emisiju samazināšana ir iespējama un ilgtermiņā ir izmaksu ziņā efektīva, turklāt samazinājumi iespējami visās nozarēs (sk. 11.1. tabulu).

Saskaņā ar Eiropas Komisijas novērtējumu, vislielākais emisiju samazināšanas potenciāls ir enerģētikā, energointensīvajā rūpniecībā un mājokļu sektorā. Galvenie oglekļa mazieltīpīgas attīstības (OMA) elementi:

- iespējami plaša elektroenerģijas izmantošana,
- iespējami plaša atjaunojamo energoresursu izmantošana,
- energoresursu izmantošanas efektivitātes paaugstināšana,
- elektroenerģijas izmantošanas efektivitātes paaugstināšana,
- siltumenerģijas izmantošanas efektivitātes paaugstināšana,
- zemes ilgtspējīga izmantošana.

Eiropas Komisija ir aprēķinājusi, ka ES pārējai uz OMA 2010.–2050. gadā ir jāinvestē papildus 270 miljardi EUR (vidēji 1,5% no ES IKP), taču SEG emisiju samazināšanas mērķa sasniegšana nodrošinās daudz vairāk nekā tikai pozitīvu ietekmi uz klimatu. OMA stimulēs ES tautsaimniecību, ņemot vērā nepieciešamību pēc tīrākām tehnoloģijām un oglekļa mazieltīpīgiem enerģijas ieguves un izmantošanas



11.1. tabula. Nozaru potenciāls siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanā Eiropas Savienībā līdz 2050. gadam salīdzinājumā ar 1990. gadu

Emisiju avots	2005.	2030.	2050.
Enerģētika (CO ₂)	-7%	-54 līdz -68%	-93 līdz -99%
Rūpniecība (CO ₂)	-20%	-34 līdz -40%	-83 līdz -87%
Transports (t.sk. aviācijas CO ₂ emisijas; izņemot jūras transportu)	+30%	+20 līdz -9%	-54 līdz -67%
Mājokļi un pakalpojumi (CO ₂)	-12%	-37 līdz -53%	-88 līdz -91%
Lauksaimniecība (izņemot CO ₂)	-20%	-36 līdz -37%	-42 līdz -49%
Citas emisijas (izņemot CO ₂)	-30%	-72 līdz -73%	-70 līdz -78%

veidiem, un radīs jaunas darba vietas un veicinās izaugsmi. OMA palīdzēs samazināt ES resursu patēriņu, t.sk. izejvielu, zemes, ūdens un enerģijas patēriņu, kā arī samazinās ES atkarību no naftas un dabasgāzes importa. OMA radīs arī priekšnoteikumus veselības uzlabošanai, jo līdz ar SEG emisiju samazināšanu iespējams samazināt arī gaisa piesārņojumu.

KEP2020 nosaka pienākumu līdz 2020. gadam samazināt ES kopējās SEG emisijas par 20% salīdzinājumā ar 1990. gadu, kā arī nodrošināt atjaunojamo energoresursu īpatsvaru 20% apmērā un energoefektivitātes uzlabojumu par 20% (nereti 2020. gadam noteikto mērķi sauc par "20-20-20"). Par galveno instrumentu SEG emisiju samazināšanai ES izvēlējusies ES emisijas kvotu tirdzniecības sistēmu (ETS), kas sāka darboties 2005. gadā. Tādējādi SEG emisiju mērķim ir divi apakšmērķi – 21% samazinājums salīdzinājumā ar 2005. gadu ES ETS aptvertajām SEG emisijām (turpmāk – ETS mērķis) un 10% samazinājums salīdzinājumā ar 2005. gadu ES ETS neaptvertajām SEG emisijām (turpmāk – ne-ETS mērķis). ETS mērķa sasniegšana ir atkarīga no ES ETS darbības, un atbildība par tā sasniegšanu iedalīta ES ETS dalībniekiem. Savukārt ne-ETS mērķis ir pārdalīts starp visām ES dalībvalstīm, un katra dalībvalsts ir atbildīga par sev iedalītās mērķa daļas izpildi. Dalībvalstu mērķi ir sadalīti ikgadējos mērķos. Katra ikgadējā mērķa (un arī kopējā mērķa) izpilde ir juridiski un finansiāli saistoša. Lai pierādītu mērķa izpildi, dalībvalstīm ik gadu ir jānodod mērķim ekvivalents emisijas vienību skaits. Gadījumā, ja faktiskās emisijas pārsniedz ikgadējā mērķa apjomu, trūkstošās emisijas vienības var aizņemties no nākamā gada (limits 5%) vai iegādāties. Savukārt, ja faktiskās emisijas nepārsniedz mērķa apjomu, pāri palikušās emisijas vienības var uzkrāt nākamajiem gadiem vai pārdot. Visa nepieciešamā ES likumdošana gan ETS mērķa, gan ne-ETS mērķa izpildes nodrošināšanai ir apstiprināta un ir sāka tās ieviešana. Mērķu izpildi kontrolē Eiropas Komisija.

KEPS2030 nosaka pienākumu līdz 2030. gadam samazināt ES kopējās SEG emisijas par vismaz 40% salīdzinājumā ar 1990. gadu. Papildus, KEPS2030 noteikti arī ES līmenī saistoši

mērķi līdz 2030. gadam nodrošināt atjaunojamo energoresursu īpatsvaru vismaz 27% apmērā un energoefektivitātes uzlabojumu vismaz par 27%. Līdzīgi kā KEP2020 gadījumā, arī KEPS2030 ietvaros SEG emisiju samazināšanas mērķis sadalīts divos apakšmērķos, proti, vismaz 43% samazinājums, salīdzinot ar 2005. gadu, ES ETS aptvertajām SEG emisijām un vismaz 30% samazinājums salīdzinājumā ar 2005. gadu ES ETS neaptvertajām SEG emisijām. Atbildību sadalījums par mērķu sasniegšanu būs tāds pats kā KEP2020 gadījumā – ES ETS dalībnieki būs atbildīgi par mērķa izpildi attiecībā uz ES ETS aptvertajām emisijām, bet ES dalībvalstis būs atbildīgas par samazinājumu ES ETS neaptvertajās SEG emisijās. Dalībvalstu mērķi attiecībā uz ES ETS neaptvertajām SEG emisijām būs 0 līdz 40% samazinājums salīdzinājumā ar 2005. gadu. KEPS2030 ieviešanai nepieciešamās ES likumdošanas izstrāde tika uzsākta 2015. gadā.

11.4.2. Eiropas Savienības Emisijas kvotu tirdzniecības sistēma

ES Emisijas kvotu tirdzniecības sistēma (ETS) ir galvenais ES klimata politikas instruments. ES ETS mērķis ir īstermiņā un ilgtermiņā veicināt SEG emisiju samazināšanu rentablā un ekonomiski efektīvā veidā, tādējādi sekmējot SEG emisiju samazināšanas mērķu izpildi.

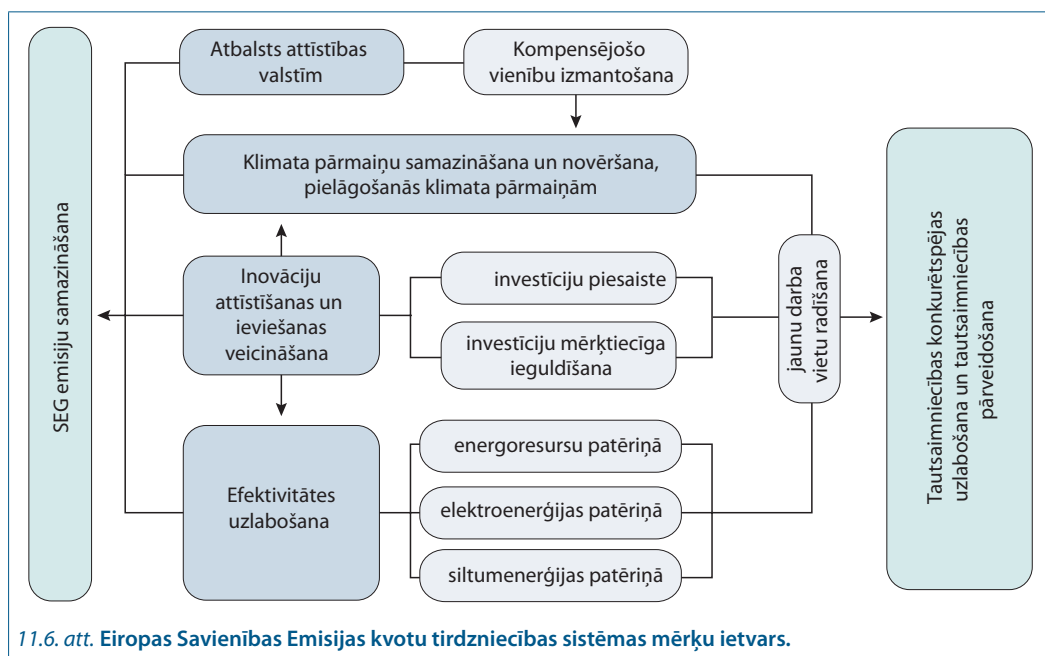
ES ETS ir starptautiski reģionāla "ierobežojumu un tirgus" veida SEG emisiju atļauju tirdzniecības sistēma, kas izveidota, ievērojot subsidiaritātes un proporcionalitātes principus. ES ETS šobrīd aptver 31 valsti, t.sk. 28 ES dalībvalstis un kopš 2012. gada arī Islandi, Norvēģiju un Lihtenšteinu. ES ETS aptver aptuveni 45% no visām ES dalībvalstu SEG emisijām. Saskaņā ar ES sniegto informāciju, ieviešot ES ETS, Kioto protokolā noteikto mērķu izpilde ES izmaksās 2,9 līdz 3,7 miljardus EUR/gadā (mazāk nekā 0,1% no ES IKP). Turpretim bez ES ETS šīs ikgadējās izmaksas varētu sasniegt 6,8 miljardus EUR. ES ETS ir atvērta savienojumiem arī ar citām SEG emisiju atļauju tirdzniecības sistēmām.

Nepieciešamību samazināt SEG emisijas primāri nosaka nepieciešamība novērst klimata pārmaiņas, kā arī nepieciešamība pielāgoties klimata pārmaiņām (sk. 11.6. att.). Taču ES ETS tiecas arī veicināt efektivitātes uzlabošanu (šī jēdziena visplašākajā nozīmē). Ņemot vērā SEG emisiju ciešo saistību ar ražošanas procesiem, ES ETS ir veidota tā, lai tautsaimniecībā stimulētu SEG emisiju aktīvu samazināšanu, optimizējot energoresursu (sevišķi fosilo energoresursu, jo to izmantošana rada visvairāk SEG emisiju) patēriņu, elektroenerģijas un siltumenerģijas patēriņu. Savukārt, nosakot ambiciozus SEG emisiju samazināšanas mērķus, ES ETS motivē dažādu inovāciju attīstīšanu un ieviešanu, kas veicina efektivitātes uzlabošanas iespēju un klimata pārmaiņu novēršanas iespēju palielināšanos. ES ETS ne vien orientē uz investīciju ieguldīšanu, bet arī veicina investīciju piesaisti. Tādējādi ES ETS ne vien veicina SEG emisiju samazināšanu un klimata pārmaiņu novēršanu, bet arī rada jaunas darba vietas un nodrošina ES tautsaimniecības konkurētspējas uzlabošanu un pāreju uz oglekļa mazietilpīgu ekonomiku. Papildus, ES ETS sniedz arī atbalstu attīstības valstīm, jo klimata pārmaiņu

novēršanā ir svarīga visu pasaules valstu iesaiste. ES ETS atbalsts attīstības valstīm izpaužas galvenokārt caur tās atļauju ES ETS ietvaros kā kompensējošās vienības izmantot sertificētās emisijas samazināšanas vienības un emisijas samazināšanas vienības.

ES ETS sāka darboties 2005. gada 1. janvārī. ES ETS darbība ir strukturēta tirdzniecības periodos. 1. periods bija no 2005. līdz 2007. gadam, 2. periods – no 2008. līdz 2012. gadam, 3. periods – no 2013. līdz 2020. gadam. Sākot no ES ETS 3. perioda (lai nodrošinātu pēc iespējas garāku investīciju atmaksāšanās laiku) katra nākamā tirdzniecības perioda ilgums būs 8 gadi. Katra perioda nosacījumi ir nedaudz atšķirīgi. ES ETS 1. perioda darbība nebija saistīta ar nākamajiem posmiem, taču ES ETS 2. perioda un turpmāko periodu darbība ir savstarpēji saistīta.

ES ETS ietvaros galvenā tirgojamā atļauja ir Eiropas Savienības emisijas kvota (*European Union Allowance, EUA*). 1 EUA apzīmē atļauju emitēt 1 tonnu CO_{2e}. Kopējo tirdzniecības perioda ietvaros tirgū izvietojamo EUA daudzumu aprēķina, balstoties uz Kioto protokolā noteiktajām saistībām. Katrā nākamajā periodā



attiecībā pret iepriekšējo periodu tirgū izvietojamo EUA daudzumu samazina. EUA pagaidām izmantojamas vienīgi ES ETS ietvaros.

ES ETS tiešie primārie dalībnieki ir to iekārtu operatori (komersanti, kas ekspluatē iekārtu), uz kurām attiecas SEG emisiju samazināšanas saistības. Taču juridiski ES ETS primārie dalībnieki ir attiecīgās iekārtas, jo visas ES ETS prasības SEG emisiju samazināšanai ir piesaistītas konkrētām iekārtām. ES ETS kopumā piedalās aptuveni 11 000 iekārtu. Noteiktām iekārtām dalība ES ETS ir obligāta, bet pārējās tajā var iesaistīties (un vēlāk arī izstāties) brīvprātīgi. Tādējādi ES ETS tiešie primārie dalībnieki iedalāmi obligātajos un brīvprātīgajos dalībniekos. ES ETS obligāti ir jāpiedalās iekārtām, kas veic kādu no šādām darbībām:

- kurināmā sadedzināšana iekārtās ar kopējo nominālo ievadīto siltumspēju, kas pārsniedz 20 MW (izņemot bīstamo atkritumu vai sadzīves atkritumu sadedzināšanas iekārtas); minerāleļļu rafinēšana; koksa ražošana;
- metāla rūdu (t.sk. sēra rūdas) apdedzināšana vai saķepināšana, t.sk. granulēšana; čuguna vai tērauda ražošanas, t.sk. izmantojot nepārtraukto liešanu, kuras kopējā jauda pārsniedz 2,5 t/h; melno metālu (t.sk. ferosakausējumu) ražošanas vai pārstrāde, kurā tiek izmantotas sadedzināšanas vienības, kuru kopējā nominālā siltumspēja ir lielāka par 20 MW (pārstrādē tiek izmantoti velmēšanas stāvi, tvaika pārkarsētāji, atļaidināšanas krāsnis, kaltuvju, lietuvju, pārklājumu un kodināšanas iekārtas); primārā alumīnija ražošanas; sekundārā alumīnija ražošanas, kurā tiek izmantotas sadedzināšanas vienības, kuru kopējā nominālā siltumspēja ir lielāka par 20 MW; krāsaino metālu ražošanas vai pārstrāde, t.sk. sakausējumu ražošanas, rafinēšanas, liešana u.c., kurā izmantojamo sadedzināšanas vienību kopējā nominālā siltumspēja (t.sk. kurināmo siltumspēja, kurus izmanto kā reducējošus aģentus) ir lielāka par 20 MW;

- cementa klinkera ražošanas rotācijas krāsnīs ar ražošanas jaudu, kura lielāka par 500 t/dienā, vai cita veida krāsnīs, kuru jauda ir lielāka par 50 t/dienā; kaļķu ražošanas, kā arī dolomīta vai magnēzīta apdedzināšanas rotācijas krāsnīs vai cita veida krāsnīs, kuru jauda ir lielāka par 50 t/dienā; stikla, t.sk. stikla šķiedras, ražošanas iekārtās ar kausēšanas jaudu, kas pārsniedz 20 t/dienā; apdedzinātu keramikas izstrādājumu ražošanas, īpaši kārniņu, ķieģeļu, ugunsizturīgo ķieģeļu, flīžu, keramikas vai porcelāna ražošanas ar jaudu lielāku par 75 t/dienā; minerālvates izolācijas materiālu ražošanas, izmantojot stiklu, akmeni vai izdedžus, ar kausēšanas jaudu virs 20 t/dienā; ģipša žāvēšana vai apdedzināšana vai ģipškartona sausā apmetuma plātņu un citu ģipša izstrādājumu ražošanas, kur izmantojamo sadedzināšanas vienību kopējā nominālā siltumspēja ir lielāka par 20 MW;
- celulozes ražošanas no koksnes vai citiem šķiedrainiem materiāliem; papīra vai kartona ražošanas, ražošanas jaudai pārsniedzot 20 t/dienā u.c.

Iekārtas, kurām obligāti jāpiedalās ES ETS, var būt no jebkuras tautsaimniecības nozares, taču visvairāk šādu iekārtu ir enerģētikas un rūpniecības nozarēs. Kopš 2012. gada ES ETS prasības attiecas arī uz lidojumiem uz lidlauku vai no lidlauka, kas atrodas ES ETS dalībvalstu teritorijās vai ES valstu attālajās un aizjūras teritorijās.

Lai minimizētu jebkādas potenciālos ar ES ETS darbību saistītos riskus ES tautsaimniecības konkurētspējas saglabāšanai un uzlabošanai, ES ETS paredz arī vairākus izņēmumus. ES ETS neiekļauj iekārtas, ko izmanto pētnieciskos nolūkos, un iekārtas, kurās izmanto tikai biomasu. ES ETS paredzēti īpaši nosacījumi nozarēm, kas ir pakļautas emisiju pārvirzes riskam, un iekārtām, kurās plānota plaša mēroga modernizācija. ES ETS paredzēti īpaši nosacījumi mazo iekārtu izslēgšanas iespējai no dalības sistēmā, un jaunām (tikko uzstādītām) iekārtām. ES ETS arī sākot ar 2013. gadu un līdz

2016. gadam noteikts periodisks izņēmums lidojumiem “uz” un “no” trešo valstu lidostām, t.i. ES ETS aptver tikai tos lidojumus, kas ir uzsākti un pabeigti Eiropas Ekonomiskās Zonas valstīs.

ES ETS tiešie papildu dalībnieki ir juridiskās vai fiziskās personas, kas ES ETS iesaistījušās spekulatīvos nolūkos (nevis ar mērķi samazināt SEG emisijas). Uz šiem dalībniekiem neattiecas SEG emisiju samazināšanas saistības, taču tiem ir tiesības piedalīties EUA tirgus darbībā – pirkt un pārdot EUA.

ES ETS darbību koordinē Eiropas Komisija. Galvenie Eiropas Komisijas kompetencē esošie uzdevumi ir ES ETS likumdošanas bāzes uzturēšana, priekšlikumu sagatavošana un izskatīšana par tirgū izvietojamo EUA apjomu, iekārtām bez maksas piešķiramo EUA apjomu izvērtēšana, atļauju tirgus darbības vispārīgā uzraudzība, priekšlikumu izstrāde ES ETS darbības pilnveidošanai, ES ETS sadarbības attīstīšana ar citām ETS, kā arī vienību reģistra darbības uzturēšana.

Būtiskākie dalībvalstu kompetento iestāžu pārziņā esošie uzdevumi ir ES ETS darbības nodrošināšanai nepieciešamās nacionālās likumdošanas ieviešana, t.sk. direktīvu prasību transponēšana, priekšlikumu sagatavošana par bezmaksas EUA pārdali un piešķiršanu, bezmaksas EUA piešķiršana, ES ETS operatoru darbības uzraudzība, sankciju piemērošana par ar ES ETS darbību saistītās likumdošanas pārkāpumiem, līdzdarbošanās ES ETS darbības pilnveidošanā u.c. Papildus, lai nodrošinātu EUA pareizu uzskaiti, katrā valstī jābūt arī verificētajiem – atbilstības novērtēšanas institūcijas, kas verificē pārskatus par iekārtu ikgadējām SEG emisijām. Ar ES ETS darbību cieši saistīti arī emisiju pārvaldīšanas konsultanti, emisiju auditori, emisijas vienību tirdzniecības konsultāciju firmas, emisijas vienību tirdzniecības brokeri, biržas u.c.

EUA izvietošanu tirgū veic divējādi – EUA piešķirot bez maksas un izsolot. ES ETS 1. periodā bez maksas tika piešķirtas vismaz 95% EUA, bet ES ETS 2. periodā bez maksas tika piešķirtas vismaz 90% EUA (dažādās valstīs bez maksas piešķirto EUA apjoms atšķiras). EUA

piešķiršana bez maksas ES ETS 1. un 2. periodā bija balstīta uz iekārtu vēsturiskajām SEG emisijām un prognozētajiem ražošanas apmēriem katra atsevišķa gada un perioda ietvaros. EUA varēja tikt piešķirtas gan esošām iekārtām, gan jaunām iekārtām – tām iekārtām, kuras perioda sākumā vēl nedarbojās. Bez maksas piešķiramo EUA sadalījums atsevišķām iekārtām ES ETS 1. un 2. periodā katras valsts mērogā bija noteikts valstu izstrādātajos un Eiropas Komisijas apstiprinātajos nacionālajos emisijas kvotu sadales plānos, bet izolāmais EUA daudzums – ES tiesību aktos.

Lai no ES ETS viedokļa nodrošinātu EUA iespējami labāku sadali, sākot no ES ETS 3. perioda, aptuveni puse no EUA tirgū tiek izvietota izsolot. Elektroenerģiju ražojošajām iekārtām, sākot ar 2013. gadu, bez maksas nepiešķir nevienu EUA un visas nepieciešamās EUA izsola, ja vien konkrētā valsts nav pieņēmusi lēmumu par izņēmuma piemērošanu. Rūpniecības nozares un siltumenerģiju ražojošām iekārtām nepieciešamo EUA daudzumu izolāšanu uzsāk pakāpeniski. Bez maksas piešķiramo EUA sadali veic, izmantojot līmeņatzīmes metodi (*benchmarking*) un ņemot vērā oglekļa pārvirzes (*carbon leakage*) risku. Iekārtām nozarēs, kas pakļautas būtiskam oglekļa pārvirzes riskam, ES ETS 3. periodā visas EUA piešķir bez maksas. Savukārt iekārtām nozarēs, kas nav pakļautas būtiskam oglekļa pārvirzes riskam, 2013. gadā bez maksas piešķīra 80% no EUA, bet 2020. gadā bez maksas piešķīrs 30% no EUA.

ES ETS tirdzniecības periodu ietvaros katra gada sākumā ES ETS primārajam dalībniekam, kuram ir paredzēts bez maksas piešķirt EUA, uz viņa atvērto EUA kontu emisijas vienību reģistrā pārskaita viņam konkrētajā gadā bez maksas piešķirto EUA daudzumu (nākamajiem gadiem bez maksas piešķirto EUA daudzumu pārskaitīta katra nākamā gada sākumā), bet izolāmās EUA iepriekš noteiktos laikos valstu valdības izsola. Katra nākamā gada sākumā līdz 31. martam ES ETS primārajam dalībniekam ir jāpaziņo iepriekšējā gadā radītais verificētais SEG emisiju daudzums un līdz 30. aprīlim uz speciālu emisijas vienību reģistra kontu ir jāpārskaita (jānodod) tāds daudzums EUA vai arī

emisijas samazināšanas vienību vai sertificētu emisijas samazināšanas vienību (kompensējošās vienības), kas ekvivalents tā rīcībā esošās iekārtas radītajām verificētajām SEG emisijām (*surrendering*). Vienīgi, ņemot vērā to, ka kompensējošo vienību izmantošana neveicina SEG emisiju samazināšanu ES ETS ietvaros, to izmantojamais apjoms un avotu veidi ES ETS ir ierobežoti. Ja kāda gada beigās ES ETS primārais dalībnieks nenodod pietiekami daudz EUA vai kompensējošās vienības, lai “nosegtu” attiecīgā gada verificētās SEG emisijas, tam piemēro soda sankcijas.

Tirdzniecību ar EUA var veikt vai nu ārpusbiržas darījumos (*over-the-Counter*, OTC), vai arī izmantojot biržu (*exchange*) pakalpojumus. Iespējami gan tagadnes darījumi (*spot*), gan nākotnes darījumi (*forward*), kā arī iespēju līgumu (*options*) un fjūčeru (*futures*) tirdzniecība. Populārākās specializētās biržas ir EEX (*European Energy Exchange*) un ICE (*ICE Futures Europe*).

ES ETS 1. periodā EUA cenas kopš 2005. gada sākuma strauji pieauga līdz pat 2006. gada aprīlim un salīdzinoši stabili turējās 20–30 EUR/EUA robežās. Augstākā EUA cena ES ETS 1. perioda ietvaros bija 32,15 EUR/EUA. Taču 2006. gada maijā tika publicēti dati par ES ETS iekārtu pirmā gada (2005. gads) kopējo SEG emisiju apjomu, un tā kā bija vērojams mazāks SEG emisiju apjoms nekā plānots, radās liels bez maksas piešķirto EUA pārpalikums. EUA pieprasījuma un piedāvājuma līdzsvars tika izjaukts. EUA cena “sabruka”, un 2007. gadā bija vairs tikai dažu eirocentu līmenī. EUA viszemākā cena ES ETS 1. periodā bija 0,03 EUR/EUA. Lai novērstu EUA tirgus neefektivitāti, visas ES ETS 1. periodā neizmantojot EUA tika anulētas, un ES ETS 2. periods tika sākts pavisam no jauna.

ES ETS 2. perioda EUA tirdzniecības pirmie gadījumi fiksēti 2005. gadā, kad tika uzsākta 2008. gadā izpildāmo nākotnes darījumu tirdzniecība. Gandrīz visu 2008. gadu EUA cenas stabili turējās virs 20 EUR/EUA, taču no 2008. gada beigām līdz 2009. gada sākumam EUA cenas būtiski pazeminājās fosilo enerģoresursu cenu krituma dēļ un dēļ prognozēm par salīdzinoši mazākām sagaidāmajām

SEG emisijām globālās krīzes laikā. Lai gan 2009. gada otrajā ceturksnī EUA cenas stabilizējās vidēji 13 EUR/EUA, 2012. gadā, pasliktinoties prognozēm par ES valstu ekonomiku atlabšanu, EUA cena atkal strauji samazinājās.

EUA tirgū bija liels neizmantojamo EUA pārpalikums, tāpēc 2014. gada sākumā, lai atjaunotu tirgus līdzsvaru, ES pieņēma lēmumu par ārkārtas pasākumu, proti, 2014.–2016. gadā izsolāmo EUA daudzuma samazināšanu par 900 miljoniem EUA. Savukārt, lai nodrošinātu ilgtermiņa risinājumu situācijām, kad neprognozētu ekonomisko apstākļu dēļ būtiski samazinās pieprasījums pēc EUA un tiek apdraudēta ES ETS darbība, 2015. gadā tika pieņemts lēmums par tirgus stabilitātes rezerves (*market stability reserve*) izveidi. Tā sāks darboties no 2019. gada, un tā automātiski koriģēs ik gadu izsolāmo EUA apjomu gadījumos, kad kopējais aprītē esošais EUA daudzums būs ārpus diapazona 400–833 milj. EUA.

11.4.3. Eiropas Savienības pielāgošanās klimata pārmaiņām

2007. gadā Eiropas Komisija publicēja Zaļo grāmatu “Adaptācija klimata pārmaiņām Eiropā. ES rīcības varianti”. Savukārt 2009. gadā Eiropas Komisija publicēja Balto grāmatu “Adaptācija klimata pārmaiņām — iedibinot Eiropas rīcības pamatprincipus”. Tajā uzsvērts, ka pielāgošanās politikas un instrumenti jāmeklē jau esošajā klāstā, t.sk. attīstot krīzes situāciju un risku pārvaldību, veicinot pielāgošanās klimata pārmaiņām pasākumus visos līmeņos (gan nacionālajā, gan reģionālajā, gan vietējā), integrējot politiku un tās īstenošanas instrumentus galvenajos tautsaimniecības sektoros.

2013. gadā Eiropas Komisija apstiprināja ES Stratēģiju par pielāgošanos klimata pārmaiņām. Tās mērķis ir uzlabot ES noturīgumu pret klimata pārmaiņām, samazinot sektoru, sistēmu, cilvēku un aktīvu jutīgumu. Šī stratēģija papildina ES dalībvalstu aktivitātes, uzlabo koordināciju un informācijas apmaiņu.

11.5. Latvijas klimata politika

Latvijas klimata politikas pirmsākumi saistīti ar Konvencijas ratifikāciju un pirmā Nacionālā ziņojuma par Latvijas SEG emisijām sagatavošanu 1995. gadā. Latvija līdzdarbojās arī Kioto protokola pieņemšanā 1997. gadā, kuru ratificēja 2002. gadā. Kioto protokola 1. perioda ietvaros Latvijai bija noteikts mērķis līdz 2012. gadam samazināt SEG emisijas par 8% salīdzinājumā ar 1990. gadu, savukārt Kioto protokola 2. periodā Latvija piedalās kopējā ES mērķa izpildē, jo Latvijai vairs nav noteikts atsevišķs mērķis. Klimata politikas izstrādi un ieviešanas koordinēšanu Latvijā nodrošina Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija sadarbībā ar nozaru ministriņām.

Pirmo politikas plānošanas dokumentu klimata politikas jomā Latvija apstiprināja 2005. gadā. Tā bija Klimata pārmaiņu samazināšanas programma 2005.–2010. gadam. 2009. gadā klimata politikas mērķi un darbības virzieni tika iekļauti Vides politikas pamatnostādņēs 2009.–2015. gadam un 2014. gadā – Vides politikas pamatnostādņēs 2014.–2020. gadam (turpmāk – VPP2020). Sākotnēji Latvijas klimata politika bija vērsta tikai uz klimata pārmaiņu novēršanu. Pielāgošanos klimata pārmaiņām, kā atsevišķu darbības virzienu, noteica 2014. gadā.

Latvija ir aktīvi izmantojusi starptautiskās klimata politikas ietvaros izveidotos elastīgos mehānismus. 2002. gadā Latvija uzsāka pasaulē pirmā kopīgi īstenojamā projekta ieviešanu. Sākot no 2005. gada Latvijā darbību uzsāka ES Emisijas kvotu tirdzniecības sistēma (ETS), un kopš 2012. gada ES ETS ietvaros Latvija veic arī ES emisijas kvotu (EUA) izsoles, ieņēmumus novirzot Emisijas kvotu izsolišanas instrumentam (EKII). Savukārt 2006. gadā Latvija pieņēma lēmumu par iesaistīšanos Starptautiskajā emisiju tirdzniecības sistēmā. Pirmos darījumus Starptautiskajā emisiju tirdzniecībā Latvija veica 2008. gadā. Lai nodrošinātu pārdoto noteiktā daudzuma vienību (NDV) “zaļumošanu”, Latvija pasaulē pirmā izveidoja “zaļās investēšanas sistēmu” un nosauca to par Klimata pārmaiņu finanšu instrumentu (KPFI).

Būtiskākās Latvijas īpatnības klimata politikas kontekstā:

- salīdzinoši neliela ekonomika, kurai nepieciešams vēl būtiski attīstīties un kuras pieprasījums pēc enerģijas nākotnē noteikti pieaugs;
- salīdzinoši neliels SEG emisiju kopapjoms un jebkādu nozīmīgu ekonomikas attīstības projektu būtiska ietekme uz SEG emisiju dinamiku;
- salīdzinoši neliels ES ETS nosepto emisiju īpatsvars un daudz t.s. ne-ETS emisiju, t.sk. liels transporta un lauksaimniecības emisiju īpatsvars;
- salīdzinoši liela emisiju intensitāte enerģijas patēriņā.

11.5.1. Latvijas mērķi siltumnīcefekta gāzu ierobežošanai

Latvijas mērķi SEG ierobežošanai līdz 2020. gadam ir noteikti starptautiskajos un ES tiesību aktos un pārņemti Latvijas likumdošanā (sk. 11.2. tabulu). ES ETS ietvertos SEG emisiju samazināšanai Latvijai piemēro ES kopējo mērķi par 21% samazinājumu salīdzinājumā ar 2005. gadu (ņemot vērā mērķa sadalījumu ES ETS iekļautajām iekārtām). Savukārt Latvijas mērķis ne-ETS emisiju ierobežošanai ir +17% salīdzinājumā ar 2005. gadu, t.i., Latvijai jāierobežo ne-ETS emisiju pieaugums tā, lai līdz 2020. gadam to pieaugums salīdzinājumā ar 2005. gadu nebūtu lielāks kā 17%. Ne-ETS mērķis ir sadalīts ikgadējos mērķos. Papildus, Latvijai noteikts arī mērķis CO₂ piesaistei – ik gadu izpildāms CO₂ piesaistes līmenis.

Ņemot vērā KEP2020 noteiktos mērķus atjaunojamo energoresursu īpatsvaram un energoefektivitātes uzlabošanai, klimata politikas mērķu līdz 2020. gadam sasniegšanas kontekstā Latvijai būtiskākie citi mērķi:

- gala patēriņa ietaupījums 2013.–2020. gadā 9896 GWh;
- 5,4 Mtoe (toe – *tonne of oil equivalent*) kopējais patēriņa samazinājums;

- 3% valstij piederošo ēku platības renovācija ik gadu;
- atjaunojamo energoresursu īpatsvars līdz 40% (pret 2005.), t.sk. 10% transportā.

Nozīmīgākie saistītie politikas plānošanas dokumenti:

- Latvijas Ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam (apstiprināta 2010. gadā);
- Nacionālais attīstības plāns 2014.–2020. gadam (2012.);
- Latvijas nacionālā reformu programma ES2020 stratēģijas īstenošanai (2011.);
- Transporta attīstības pamatnostādnes 2014.–2020. gadam (2013.);
- Latvijas Lauku attīstības programma 2014.–2020. gadam (2015.);
- Meža un saistīto nozaru attīstības pamatnostādnes 2015.–2020. gadam (2015.);
- Atkritumu apsaimniekošanas valsts plāns 2013.–2020. gadam (2013.);
- Zaļā iepirkuma veicināšanas plāns 2015.–2017. gadam (2015.);
- Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2015.–2020. gadam (2016.);

Latvijas Ilgtspējīgas attīstības stratēģijā līdz 2030. gadam (“Latvija2030”) viens no trim Latvijas mērķiem ir “Latvija – mūsu mājas – zaļa un sakopta, radoša un ērti sasniedzama vieta pasaules telpā, par kuras ilgtspējīgu attīstību mēs esam atbildīgi nākamo paaudžu priekšā”. Netiešā veidā klimata politikas aspekti skarti

arī “Latvija2030” prioritātēs – trešā prioritāte ir “Inovātīva un ekoeftīva ekonomika”, un tai izvirzīti divi attīstības virzieni – “Masveida jaunrade un inovācija” un “Atjaunojama un droša enerģija”. Savukārt ceturta prioritāte ir “Daba kā nākotnes kapitāls” un tās ietvaros izvirzīts attīstības virziens “Dabas vērtību un pakalpojumu ilgtspējīga apsaimniekošana”. Līdzīgā veidā mērķi, prioritātes un pasākumi ietverti arī citos politikas plānošanas dokumentos. Tomēr dažos no tiem plānotais nepietiekami ņem vērā vai pat ir pretrunā ar klimata politikas mērķiem.

2016. gadā Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija plāno izstrādāt Latvijas oglekļa mazietilpīgas attīstības stratēģiju 2050. gadam.

11.5.2. Latvijas progress siltumnīcefekta gāzu ierobežošanā

SEG ierobežošanu nodrošina ar nozaru politiku pasākumiem – energoefektivitātes uzlabošanu, pāreju no fosilajiem uz atjaunojamajiem energoresursiem, elektromobilitātes attīstīšanu utt. VPP2020 noteiktie rīcības virzieni:

- ES ETS darbības nodrošināšana,
- biomasas ilgtspējīga izmantošana,
- CO₂ piesaistes nodrošināšana meža zemēs un oglekļa saistīšana koksnēs produktos ar ilgu kalpošanas laiku,

11.2. tabula. Latvijas mērķi siltumnīcefekta gāzu ierobežošanai 2015.–2020. gadā

Politikas rezultāts	Rezultatīvais rādītājs	Sasniegšanas rādītāji pa gadiem					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ierobežotas vai stabilizētas valsts kopējās SEG emisijas	Kopējās SEG emisijas Mt CO _{2e}	12,02	12,06	12,10	12,13	12,15	12,16
Ierobežotas SEG emisijas nozarēs, kas nav iekļautas ETS	Ikgadējās SEG emisijas Mt CO _{2e}	9,44	9,53	9,62	9,72	9,801	9,90
Samazinātas SEG emisijas ETS nozarēs	Kopējās SEG emisijas Mt CO _{2e}	–	–	–	–	–	2,26
Tautsaimniecības SEG emisiju intensitāte	t CO _{2e} /1000 LVL no IKP	–	–	1,30	–	–	1,13
Nodrošināta CO ₂ piesaiste mežsaimniecības sektorā	Mt CO _{2e}	16,30					

- ēku energoefektivitātes uzlabošana,
- apgaismojuma infrastruktūras energoefektivitātes uzlabošana,
- videi draudzīgas transporta infrastruktūras attīstīšana un atjaunojamo energoresursu izmantošana transportā,
- ilgtspējīgas saimniekošanas prakses ieviešana lauksaimniecībā,
- atjaunojamo energoresursu izmantošana enerģijas ražošanā,
- “zaļā” publiskā iepirkuma veicināšana,
- oglekļa mazietilpīgu tehnoloģiju attīstīšana un ieviešana,
- SEG samazināšanas un CO₂ piesaistes jautājumu integrēšana dažādu nozaru politikās un pašvaldību darbībā, t.sk. reģionālu stratēģiju un plānu izstrāde.

VPP2020 nosaka arī vairākus rīcības virzienus SEG emisiju uzskaitē un prognozēšanai (SEG ikgadējās inventarizācijas sistēmas pilnveidošana, nacionālās sistēmas izveide SEG emisiju un piesaistes prognozēšanai, Latvijas starptautisko ziņošanas saistību izpilde), kā arī nepieciešamību īstenot pētījumus, informēt un izglītot sabiedrību.

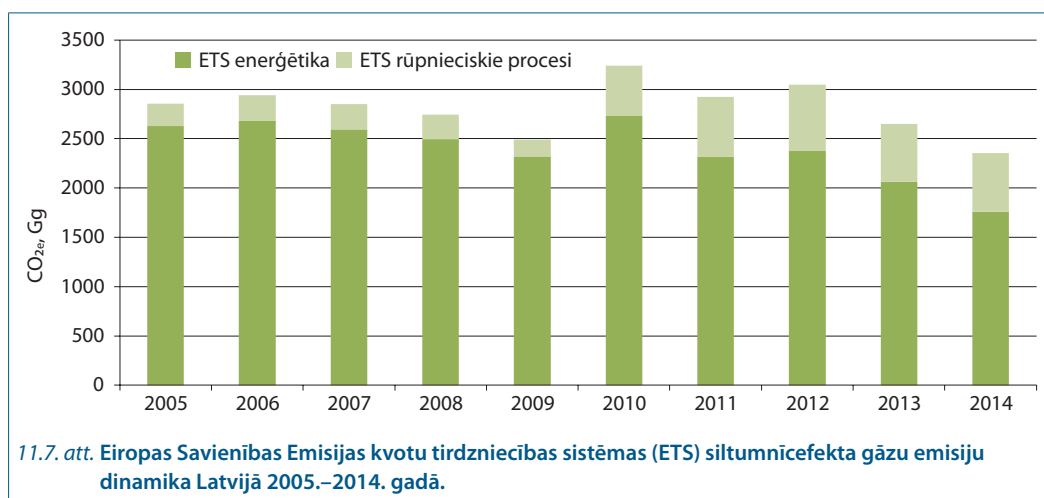
Klimata politikas ieviešana balstīta galvenokārt uz likumu “Par piesārņojumu” (2001.) un likumu “Par Latvijas Republikas dalību Kioto protokola elastīgajos mehānismos” (2007.) un saskaņā ar tiem izdotajiem Ministru kabineta noteikumiem, rīkojumiem un instrukcijām.

Sankcijas par prasību neizpildi ir noteiktas Latvijas Administratīvo pārkāpumu kodeksā (1984.), savukārt likumā “Dabas resursu nodokļa likums” (2005.) noteikti pamatnosacījumi nodokļa aprēķināšanai par CO₂ emisijām no stacionārajām tehnoloģiskajām iekārtām, kas veic noteiktas piesārņojošās darbības.

Latvijas kopējās SEG emisijas 2013. gadā bija par vairāk nekā 58% mazākas nekā 1990. gadā, taču tikai par apmēram 1% mazākas nekā 2005. gadā. Lielākā daļa no Latvijas kopējām SEG emisijām rodas no kurināmā izmantošanas stacionārajās sadedzināšanas iekārtās (38%), no transporta (25%) un no lauksaimniecības (21%).

2013. gadā 24% no Latvijas kopējām SEG emisijām bija ietvertas ES ETS, bet 2014. gadā ES ETS bija ietvertas vairs tikai 21%. Ņemot vērā vāji attīstīto ražošanu, kā arī Latvijas ES ETS operatoru jau veiktos SEG emisiju samazināšanas pasākumus, piemēram, biomasas izmantošanas apjoma palielināšana, Latvijā ES ETS aptvertā kopējo SEG emisiju daļa ir būtiski mazāka nekā vidēji ES.

ES ETS 1. periodā (2005.–2007.) un 2. periodā (2008.–2012.) vienlaikus bija līdz pat attiecīgi 97 un 82 iekārtām, taču liela daļa no tām bija ES ETS brīvprātīgi dalībnieki un pakāpeniski no dalības ES ETS izstājās. 2015. gadā ES ETS no Latvijas bija iekļautas vairs tikai 66 iekārtas, un tās piederēja 47 lielākajiem Latvijas



enerģētikas un rūpniecības komersantiem, t.sk. gan siltumenerģijas un elektroenerģijas ražotājiem (privātiem, kā arī valsts un pašvaldību komersantiem), gan dažāda veida rūpnieciskajiem ražotājiem, piemēram, kokapstrādes komersantiem, cementa ražotājiem, metalurģiskajai rūpniecībai. Papildus, ES ETS ietvaros Latvijas administrācijā 2015. gadā bija arī 14 gaisa kuģu operatori, taču tikai 2 no tiem nebija piemērots izņēmums līdz 2016. gadam, t.i. pienākums nodot emisijas vienības par savu lidojumu emisijām bija 2 komersantiem.

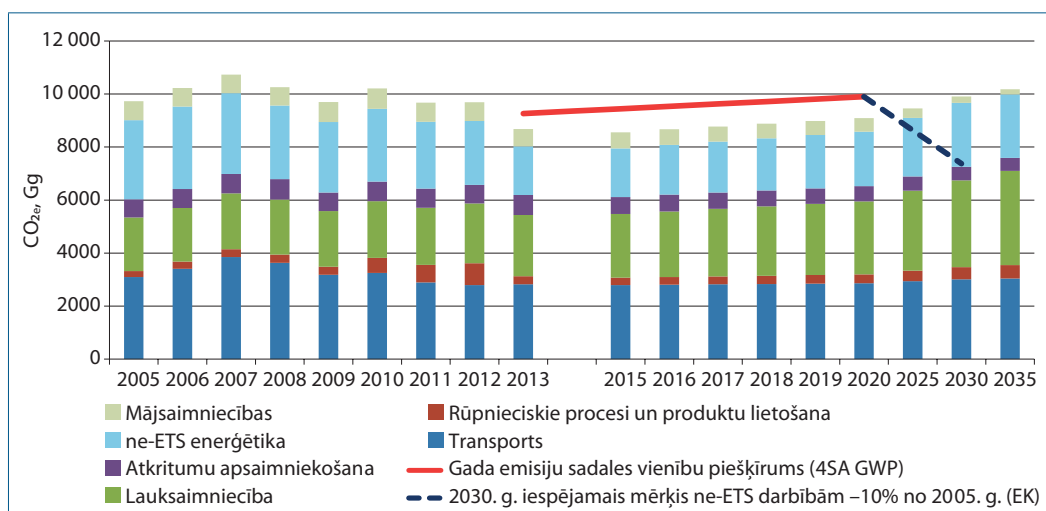
Latvijas ES ETS dalībnieki investē jaunās un modernizē esošās tehnoloģijas (piemēram, uzstādot tvaika kondensatorus otrreizējai siltuma izmantošanai). ES ETS operatori arī aktīvi veic pāreju no fosilo kurināmo izmantošanas uz biomasas izmantošanu, un jau aptuveni 22% no ES ETS operatoru iekārtās saražotās enerģijas daudzuma iegūti, izmantojot biomasu. Biomasas izmantošana ES ETS Latvijā ir pieaugusi no 2191 TJ (teradžouls) 2005. gadā līdz 8655 TJ 2014. gadā. Latvijas ES ETS dalībnieki 2013.–2014. gadā samazināja savas SEG emisijas par vairāk nekā 11%.

Ne-ETS SEG emisijas kopš 2005. gada pakāpeniski palielinās. Kopējais palielinājums 2005.–2014. gadā bija gandrīz 5%, taču lielākā

daļa no šī palielinājuma (vairāk nekā 4%) bija 2013.–2014. gadā, un tas liecina par SEG emisiju palielināšanās tempa pieaugumu.

2015. gadā sagatavotās SEG emisiju prognozes liecina, ka, ņemot vērā esošos un ieplānotos politikas pasākumus, kopējās ne-ETS SEG emisijas laika periodā no 2005. līdz 2020. gadam pieaugs par nedaudz vairāk nekā 8%. Tādējādi sagaidāms, ka Latvija izpildīs tās SEG emisiju ierobežošanas mērķi periodā līdz 2020. gadam. 2030. gadam Latvijas mērķis ne-ETS SEG emisiju samazināšanai visticamāk būs robežās no 0% līdz 10% samazinājums salīdzinājumā ar 2005. gadu. Ņemot vērā 2015. gada prognozes par turpmāko SEG emisiju palielinājumu, 2030. gada mērķa sasniegšanai būs nepieciešama papildu pasākumu īstenošana.

Nodokļus un nodevas kā instrumentu SEG ierobežošanai Latvijā pagaidām izmanto samērā maz. SEG komponente tiešā veidā ietverta vienīgi dabas resursu nodokli (DRN), kuru komersanti maksā par CO₂ emisijām no stacionārajām tehnoloģiskajām iekārtām, kas veic noteiktas piesārņojošās darbības. DRN piemēro par katru emitēto CO₂ tonnu, izņemot par ES ETS iekļautajām emisijām. Taču nodokļu un nodevu instrumentu saistībā ar klimata politiku daudz izmanto citu nozaru politikās. Piemēram,

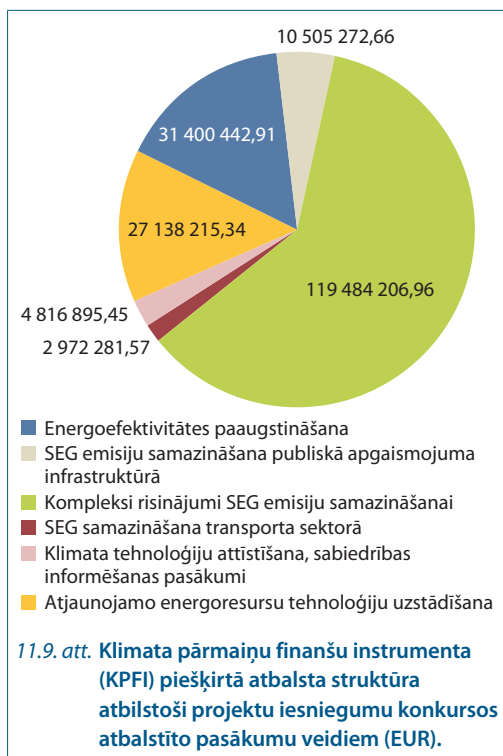


11.8. att. Latvijas ne-ETS emisiju dinamika 2005.–2013. gadā un prognozes par 2015.–2035. gadu, kā arī tagadējais un iespējamais mērķis.

viens no transporta emisiju samazināšanas veidiem ir elektrotransportlīdzekļu izmantošana, un Latvijā elektrotransportlīdzekļi ir atbrīvoti no transportlīdzekļu ekspluatācijas nodokļa, kā arī tiem nav jāmaksā vieglo automobiļu un motociklu nodoklis. Rapšu sēkļu eļļai, kuru realizē vai izmanto par kurināmo vai degvielu, un biodīzeļdegvielai, kas pilnībā iegūta no rapšu sēkļu eļļas, noteikts atbrīvojums no akcīzes nodokļa, bet fosilās degvielas maisījumiem ar biodegvielām noteikta samazināta akcīzes nodokļa likme.

Subsidēšanas mehānismu Latvijā izmanto atjaunojamo energoresursu atbalstam – no atjaunojamajiem energoresursiem un koģenerācijā saražotās elektroenerģijas valsts iepirkumiem piemēro obligātā iepirkuma komponenti (OIK). OIK kompensē šādi ražotas elektroenerģijas dārgumu salīdzinājumā ar tirgus cenu.

SEG ierobežošanai pieejami dažādi fondi, t.sk. Eiropas Ekonomikas zonas finanšu instruments un ES fondi, kuru ietvaros 2014.–2020. gadā ES dalībvalstīm ieteikts vismaz 20% no visa finansējuma izmantot ar



klimata politikas ieviešanu saistītu pasākumu finansēšanai. Taču vienīgais specializētais fonds klimata pasākumu atbalstam Latvijā līdz 2015. gadam bija Klimata pārmaiņu finanšu instruments (KPMF), ko nākotnē visticamāk aizstās Emisijas kvotu izolēšanas instruments (EKII). KPMF ir valsts budžeta programma, kuras mērķis ir veicināt globālo klimata pārmaiņu novēršanu, pielāgošanos klimata pārmaiņu radītajām sekām un sekmēt SEG emisiju samazināšanu. KPMF finansējuma avots ir ieņēmumi no Latvijas dalības Starptautiskajā emisiju tirdzniecībā (nevis ES fondi). KPMF savu darbību uzsāka 2008. gadā.

KPMF ietvaros līdz 2014. gadam tika izveidoti 16 dažādi konkursi projektu atbalstam, un šo konkursu ietvaros noorganizētas pavisam 23 kārtas (dažu konkursu ietvaros notika vairākas kārtas). Līdz 2015. gada beigām KPMF ietvaros veiksmīgi tika pabeigti 2614 projekti. To kopējās attiecināmās izmaksas bija 433 miljoni eiro, un no KPMF tie saņēma vairāk nekā 45% no kopējām attiecināmām izmaksām.

KPMF ietvaros tika finansēti visa veida pasākumi SEG emisiju samazināšanai un atbalsts bija pieejams visplašākajam pretendentu lokam, t.sk. komersantiem, pašvaldībām, valsts iestādēm, sabiedriskajām organizācijām un pat māsaimniecībām.

11.5.3. Pielāgošanās klimata pārmaiņām

Par pielāgošanās klimata pārmaiņām nozīmīgumu Latvijā sāka domāt līdz ar Kioto protokola darbības sākumu. 2008. gadā Ministru kabinets pieņēma informatīvo ziņojumu “Par piemērošanos (adaptāciju) klimata pārmaiņām”, un Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija izveidoja starpministriju un ekspertu darba grupas pielāgošanās klimata pārmaiņām jautājumu risināšanai. 2012. gadā tika veikts klimata pārmaiņu risku novērtējums, kas kļuva par pamatu mērķa “veicināt Latvijas gatavību pielāgoties klimata pārmaiņām un to izraisītajai ietekmei” iekļaušanai Vides politikas pamatnostādnēs 2014.–2020. gadam

(VPP2020). Saistībā ar pielāgošanos klimata pārmaiņām VPP2020 noteiktie rīcības virzieni:

- klimata pārmaiņu Latvijā modelēšana un integrētas datu sistēmas izveide,
- risku un jutīguma analizēšana un pasākumu identificēšana, lai nodrošinātu pielāgošanos klimata pārmaiņām,
- klimata pārmaiņu monitoringa sistēmas attīstīšana,
- nacionālās sistēmas pilnveidošana gatavībai un reaģēšanai uz klimata pārmaiņu radītajām sekām,
- infrastruktūras nodrošināšana klimata pārmaiņu izraisīto plūdu risku novēršanai,
- krasta erozijas riska mazināšanas pasākumu ieviešana sabiedriski nozīmīgu infrastruktūras objektu aizsardzībai,
- jautājumu par pielāgošanos klimata pārmaiņām integrēšana dažādu nozaru politikās un pašvaldību darbībā, t.sk. reģionālu stratēģiju un plānu izstrāde.

Papildus šai specifiskajai politikai, kas vēsta uz to, lai koordinēti attīstītu pielāgošanos klimata pārmaiņām, pielāgošanās klimata

pārmaiņām aspekti ir ņemti vērā arī daudzos esošos citu nozaru politikas plānošanas dokumentos, t.sk. Latvijas Ilgtspējīgas attīstības stratēģijā līdz 2030. gadam (2010.), Nacionālajā attīstības plānā 2014.–2020. gadam (2012.), Latvijas nacionālā reformu programmā ES2020 stratēģijas īstenošanai (2011.), kā arī Sabiedrības veselības pamatnostādņēs 2014.–2020. gadam (2014.), Reģionālās politikas pamatnostādņēs 2013.–2019. gadam (2013.), Piekrastes telpiskās attīstības pamatnostādņēs 2011.–2017. gadam (2011.). Klimata pārmaiņu risku mazināšanu Latvijā veicina arī politika un pasākumi civilās drošības aizsardzībai.

Latvijā tiek veikta sistemātiska meteoroloģiskās informācijas ieguve un uzkrāšana. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs uzkrāj un analizē informāciju par ilggadīgiem novērojumiem. Balstoties uz šiem datiem, ir iespējams spriest par klimata pārmaiņām Latvijā, kā arī plānot pielāgošanos klimata pārmaiņām. 2016. gadā Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija plāno izstrādāt Nacionālo pielāgošanās klimata pārmaiņām stratēģiju.

11.6. Nevalstiskā sektora loma klimata politikas veidošanā un īstenošanā

Kopš klimata politikas pirmsākumiem nozīmīga loma klimata politikas veidošanā un īstenošanā ir nevalstiskajam sektoram šī jēdziena visplašākajā nozīmē — pilsētu un reģionu pašvaldībām, komersantiem, nacionālām un starptautiskām nevalstiskajām organizācijām. Kopš 2014. gada informācija par nevalstiskā sektora aktivitātēm klimata politikā apkopota NAZCA (*Non-State Actor Zone for Climate Action*) portālā. Arī 2015. gada Parīzes nolīgums apstiprina nevalstiskā sektora nozīmīgumu.

Nemot vērā nu jau daudzas desmitgades valdošo urbanizācijas tendenci (2014. gadā pilsētās dzīvoja 54% no pasaules iedzīvotājiem, bet 2050. gadā šis skaitlis varētu sasniegt jau 66%), pilsētas ir kļuvušas par nozīmīgāko SEG emisiju avotu. Aprēķināts, ka šobrīd pilsētas ir

atbildīgas par 71–76% no pasaules kopējām emisijām. Specifiskās vides dēļ pilsētas saskaras ar īpašiem izaicinājumiem (sevišķi pielāgošanās klimata pārmaiņu jomā), taču tām arī ir daudz iespēju, īpaši saistībā ar infrastruktūras maiņu un pielāgošanu oglekļa mazietilpīgai attīstībai (OMA), piemēram, sabiedriskā transporta attīstīšana, elektrotransportlīdzekļu tīkla attīstīšana, un noturībai pret klimata pārmaiņām. Pilsētu un reģionu pašvaldības bieži vien veido savas individuālās klimata politikas, un nereti tās ir ambiciozākas par to valstu klimata politikām. Nozīmīgākie starptautiskie pašvaldību sadarbības tīkli:

- ♦ C40 — pasaules lielāko 75 pilsētu tīkls, kas vērsts uz pilsētu rīcību SEG emisiju un klimata pārmaiņu risku samazināšanai, tajā

pašā laikā uzlabojot pilsētu iedzīvotāju veselību, labklājību un ekonomiskās iespējas.

- ♦ Mēru līgums (*Compact of Mayors*) – vienošanās starp pilsētām, kas tiecas caurskatāmā veidā panākt pilsētu emisiju samazināšanu, jutīguma pret klimata pārmaiņām samazināšanu un noturīguma pret klimata pārmaiņām nodrošināšanu. Līdz 2015. gada 21. decembrim Mēru līgumā bija iesaistījušās 436 pilsētas, kurās dzīvo vairāk nekā 5% no pasaules iedzīvotājiem, t.sk. 1 pašvaldība no Latvijas.
- ♦ Mēru pakts (*Covenant of Mayors*) – Eiropas vietējo un reģionālo pašvaldību kustība cīņai pret klimata pārmaiņām, kas balstīta uz dalībnieku brīvprātīgu apņemšanos sasniegt un pat pārpildīt ES mērķi SEG emisiju samazināšanai par 20%, uzlabojot energoefektivitāti un attīstot atjaunojamo energoresursu izmantošanu. Dalība Mēru paktā prasa attīstīt SEG emisiju uzskaiti, kā arī izstrādāt un ieviest ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plānus. Līdz 2015. gada 21. decembrim Mēru paktam bija pievienojušās 6031 pašvaldības, t.sk. 19 pašvaldības no Latvijas.
- ♦ “Mēri pielāgojas” (*Mayors Adapt*) – Mēru Pakta ietvaros uzsākta iniciatīva, kas vērsta uz pielāgošanās pasākumu ieviešanu pašvaldību līmenī, veicinot pielāgošanās stratēģiju un pasākumu izstrādi un ieviešanu. Līdz 2015. gada 21. decembrim iniciatīvai “Mēri pielāgojas” bija pievienojušās 143 pašvaldības, t.sk. 1 pašvaldība no Latvijas.

Lai gan atsevišķas Latvijas pašvaldības ir pievienojušās Mēru līgumam, Mēru paktam un iniciatīvai “Mēri pielāgojas”, un dažas Latvijas pašvaldību aktivitātes ir atspoguļotas NAZCA portālā, pagaidām klimata politikas veidošana un ieviešana pašvaldībās Latvijā ir attīstības pirmsākumos. Vairums pašvaldību īstenojušas vien Klimata pārmaiņu finanšu instrumenta (KPMI) vai citu finansējuma avotu atbalstītus atsevišķus projektus, taču nav formulējušas klimata politiku un nepievērš šiem jautājumiem regulāru uzmanību. Klimata politikas veidošana un ieviešana pašvaldībām varētu palīdzēt nodrošināt ilgtspējīgu attīstību un gūt visus tos

pašus labumus, ko no OMA un pielāgošanās klimata pārmaiņām var gūt valsts kopumā.

Otra nozīmīgākā nevalstiskā sektora grupa ir privātais sektors. 1000 korporācijas ar vislielākajām SEG emisijām kopā rada ap 20% no kopējām pasaules emisijām, tāpēc klimata politikas veidošanā un īstenošanā korporācijām mūsdienās nereti var būt pat tikpat liela vai pat vēl lielāka nozīme kā valstu valdībām. Pēdējos gados strauji pieaug to korporāciju skaits, kas ievieš pasākumus klimata pārmaiņu ierobežošanai neatkarīgi no valstu politikām. Klimata politika kļūst par daļu no to korporatīvās sociālās atbildības (*corporate social responsibility*) pasākumiem, un palīdz ne vien ierobežot klimata pārmaiņas, bet arī uzlabot komersantu konkurētspēju. Daudzi komersanti pat gūst tiešu peļņu no klimata politikas ieviešanas, proti, tie attīsta Kioto protokola elastīgo mehānismu projektus. Tomēr pēdējos gados aizvien biežāk komersanti izceļas ar nopietnas klimata politikas veidošanu un īstenošanu, klimata finansējuma sniegšanu (ar OMA saderīgu investīciju rezultātā) attīstības valstīm. Dažas no pasaulē pazīstamākajām privātā sektora iniciatīvām klimata politikas jomā ir 2014. gada globālais investoru paziņojums par klimata pārmaiņām (*2014 Global Investor Statement on Climate Change*), RE100, Rūpes par klimatu (*Care for Climate*) u.c.

Latvijā, neskaitot ES Emisijas kvotu tirdzniecības sistēmā (ETS) iesaistītos komersantus, samērā maz dzirdēts par komersantu aktivitātēm klimata pārmaiņu ierobežošanas un pielāgošanās klimata pārmaiņām jomā. Klimata pārmaiņu jautājumiem Latvijā iegūstot aizvien lielāku atpazīstamību un stājoties spēkā Parīzes nolīgumam, tā varētu kļūt par labu iespēju komersantu darbības pilnveidošanai un tālākai attīstībai gan nacionālā, gan starptautiskā mērogā.

Nacionālo un starptautisko organizāciju lomas klimata politikas veidošanā un īstenošanā ir ļoti dažāda – sākot no pētniekiem un padomdevējiem un beidzot ar investoriem. Daļa organizāciju ir specializējušās noteiktu nozaru vai ar klimata politikas īstenošanu saistītu tehnoloģiju jautājumos, daļa seko līdzī un cenšas

ietekmēt politiskos procesus, t.sk. starptautiskās klimata sarunas, daļa koncentrējas uz sabiedrības vispārīgu informēšanu un izglītošanu u.tml. Latvijā līdz 2015. gada beigām nebija izveidota neviena organizācija, kas darbotos

tikai ar klimata politikas jautājumiem, taču atsevišķas organizācijas, piemēram, "Zaļā brīvība" un "Homo Ecos", klimata politikas jautājumiem tradicionāli pievērsušas diezgan lielu uzmanību.

Literatūra

Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām: ratificēta ar Latvijas Republikas 23.02.1995. likumu "Par Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām". *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 37 (320), 09.03.1995.

Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējās konvencijas par klimata pārmaiņām Kioto protokols: ratificēts ar Latvijas Republikas 30.05.2002. likumu "Par Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējās konvencijas par klimata pārmaiņām Kioto protokolu". *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 89 (2664), 13.06.2002.

Climate Action Now: Summary for Policymakers 2015. Bonn: UNFCCC Secretariat, 2015, 66 p.

Climate Change Secretariat. United Nations Framework Convention on Climate Change: Handbook. Bonn: Climate Change Secretariat. 2006, 216 p.

Compact of Mayors (pieejams: <http://www.compactofmayors.org/>)

Covenant of Mayors (pieejams: http://www.pilsetumerupakts.eu/index_en.html)

Dales J. H. (1968) Pollution, Property and Prices: an Essay in Policy-making and Economics, Toronto: University of Toronto Press, pp. 109–111.

Eiropadome. *Secinājumi par klimata un enerģētikas politikas satvaru laikposmam līdz 2030. gadam.* Brisele, 23.10.2014.

Eiropas Komisija. Baltā grāmata "Adaptācija klimata pārmaiņām – iedibinot Eiropas rīcības pamatprincipus". Brisele, 01.04.2009. COM(2009) 147.

Eiropas Komisija. *Ceļvedis virzībai uz konkurētspējīgu ekonomiku ar zemu oglekļa dioksīda emisiju līmeni 2050. g.* Komisijas paziņojums Eiropas Parlamentam, Padomei, Ekonomikas un sociālo lietu komitejai un Reģionu komitejai, Brisele, 08.03.2011. COM(2011) 112.

Eiropas Komisija. *Pielāgošanās klimata pārmaiņām: ES stratēģija.* Komisijas paziņojums Eiropas Parlamentam, Padomei, Ekonomikas un sociālo lietu komitejai un Reģionu komitejai, Brisele, 16.4.2013. COM(2013) 216.

Eiropas Komisijas 2010. gada 12. novembra regula Nr. 1031/2010 par siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju kvotu izsoļu laika grafiku, administrēšanu un citiem aspektiem saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu 2003/87/EK, ar kuru nosaka sistēmu siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas kvotu tirdzniecībai Kopienā. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L302, 18.11.2010.

Eiropas Komisijas 2010. gada 7. oktobra Regulas Nr. 920/2010 par standartizētu un drošu reģistru sistēmu saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu 2003/87/EK un Eiropas Parlamenta un Padomes Lēmumu Nr. 280/2004/EK. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L270, 14.10.2010.

Eiropas Komisijas 2011. gada 27. aprīļa lēmums, ar kuru visā Eiropas Savienībā nosaka pagaidu noteikumus saskaņotai bezmaksas emisiju kvotu sadalei atbilstoši 10a pantam Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvā 2003/87/EK. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L130, 17.05.2011.

Eiropas Parlamenta un Padomes 2003. gada 13. oktobra Direktīva 2003/87/EK, ar kuru nosaka siltumnīcefekta gāzu emisijas kvotu tirdzniecības sistēmas izveidi Kopienā un groza Padomes Direktīvu 96/61/EK. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 275, 25.10.2003.

Eiropas Parlamenta un Padomes 2004. gada 27. oktobra Direktīva 2004/101/EK, ar ko groza Direktīvu 2003/87/EK, ar kuru izveido siltumnīcefekta gāzu emisijas kvotu tirdzniecības sistēmu Kopienā, ņemot vērā Kioto protokola projekta mehānismus. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 338, 13.11.2004.

Eiropas Parlamenta un Padomes 2008. gada 19. novembra Direktīva 2008/101/EK, ar ko groza Direktīvu 2003/87/EK, lai aviācijas darbības iekļautu Kopienas siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas kvotu tirdzniecības sistēmā. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 008, 13.01.2009.

Eiropas Parlamenta un Padomes 2009. gada 23. aprīļa Direktīva 2009/29/EK, ar ko groza Direktīvu 2003/87/EK, lai uzlabotu un paplašinātu Kopienas siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju kvotu tirdzniecības sistēmu. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 140, 05.06.2009.

- Ellerman A. D.** A Note on Tradable Permits. *Environmental & Resources Economics*, Vol 31, 2005. pp. 123–131.
- Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.–2016. gadam** (informatīvā daļa): apstiprināts ar Ministru kabineta 01.08.2006. rīkojumu Nr. 571. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 122 (3490), 03.08.2006.
- Hanley N. D., Shogren J. F. White B.** (1997) *Environmental Economics in Theory and Practice*. UK: Macmillian Press, 464 p.
- Informatīvais ziņojums "Par Klimata pārmaiņu finanšu instrumenta darbību 2014. gadā"** (pieejams: http://www.varam.gov.lv/in_site/tools/download.php?file=files/text/KPFI/lik//KPFI_darbiba_2014_gada.pdf)
- Klimata pārmaiņu samazināšanas programma 2005.–2010. gadam** (informatīvā daļa): apstiprināts ar Ministru kabineta 06.04.2005. rīkojumu Nr. 220. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 56 (3214), 08.04.2005.
- Kossov A., Peszko G., Oppermann K., Prytz N., Klein N., Blok K., Lam L., Wong L., Borkent B.** (2015) State and trends of carbon pricing 2015. Washington, D.C. : World Bank Group, 85 p.
- Latvia's National Inventory Report: submission under UNFCCC 1990–2013.** (2015) (pieejams: http://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Klimats/Zin_starpt_org/LV_NIR_2015.pdf).
- Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam:** apstiprināta Saeimā 10.06.2010. (pieejams: http://www.latvija2030.lv/upload/latvija2030_lv.pdf).
- Latvijas Republikas likums "Par Latvijas Republikas dalību Kioto protokola elastīgajos mehānismos":** Saeimā pieņemts 08.11.2007. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 192 (3768), 29.11.2007. (ar grozījumiem līdz 01.01.2011. pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=167091>).
- Latvijas Republikas likums "Dabas resursu nodokļa likums":** Saeimā pieņemts 15.12.2005. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 209 (3367), 29.12.2005. (ar grozījumiem līdz 22.10.2014. pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=124707>).
- Latvijas Republikas likums "Latvijas Administratīvo pārkāpumu kodekss":** Saeimā pieņemts 07.12.1984. Ziņotājs, Nr. 51, 20.12.1984. (ar grozījumiem līdz 06.07.2015. pieejams <http://likumi.lv/doc.php?id=89648>).
- Latvijas Republikas likums "Par piesārņojumu":** Saeimā pieņemts 15.03.2001. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 51 (2438), 29.03.2001. (ar grozījumiem līdz 22.02.2014. pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=6075>).
- Latvijas SEG emisiju 2015. gada prognozes** (pieejams: http://cdr.eionet.europa.eu/lv/eu/mmr/art04-13-14_lcds_pams_projections/envvyqbag/).
- Markandya A., Harou P., Bellú L. G., Cistulli V.** (2002) *Environmental Economics for Sustainable Growth*. UK: Edward Elgar & The World Bank, 568 p.
- Mayors Adapt** (pieejams: <http://mayors-adapt.eu/>)
- Plūdu riska novērtēšanas un pārvaldības nacionālajā programmā 2008.–2015. gadam:** apstiprināta ar Ministru kabineta 20.12.2007. rīkojumu Nr. 830. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 206 (3782), 22.12.2007.
- Tietenberg T. H.** (2003) The Tradable-Permits Approach to Protecting the Commons: Lessons for Climate Change, *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 19, No. 3, pp. 400–419.
- Vides politikas pamatnostādnes 2004.–2020. gadam** (informatīvā daļa): apstiprinātas ar Ministru kabineta 26.03.2014. rīkojumu Nr. 130. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 62 (5122), 27.03.2014.
- Vides politikas pamatnostādnes 2009.–2015. gadam** (informatīvā daļa): apstiprinātas ar Ministru kabineta 31.07.2009. rīkojumu Nr. 517. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 122 (4108), 04.08.2009.

Izmantotie attēli un tabulas

- 11.1. I. Prūse
- 11.2. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
- 11.3. I. Prūse
- 11.4. I. Prūse
- 11.5. I. Prūse
- 11.6. I. Prūse
- 11.7. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
- 11.8. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
- 11.9. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija

11.1. tabula. Ceļvedis virzībai uz konkurētspējīgu ekonomiku ar zemu oglekļa dioksīda emisiju līmeni 2050. gadā

11.2. tabula. Vides politikas pamatnostādnes 2014.–2020. gadam



12.

Ilgtspējīgas attīstības pamati

Ilgtspējīgas attīstības koncepcija ir ne tikai viedoklis, kā cilvēcei kopumā un arī konkrētai kopienai un sabiedrībai attīstīties, bet galvenokārt uzskatu kopums par to, kāds sabiedrības modelis var nodrošināt tās pastāvēšanu.

Jau no seniem laikiem cilvēki ir tiekušies veidot sabiedrību ne tikai tā, lai nodrošinātu labumu sev, t.i., konkrētam indivīdam, bet arī tā, lai visa kopiena spētu pastāvēt ilgtermiņā. Taču no vēstures liecībām ir zināms, ka nereti valstis, kuras pretendējušas uz pastāvēšanu tūkstošiem gadu, ir sabrukušas dažu gadu desmitu laikā.

12.1. Sociālās pārmaiņas pasaulē

Cilvēces attīstība saistībā ar lauksaimniecības un rūpniecības revolūcijas norisēm nav spējusi mainīt ne cilvēku attieksmi pret vidi, ne arī attiecības pašu cilvēku starpā. Tomēr attiecības cilvēks-vide un cilvēks-cilvēks ir ļoti svarīgas pašreiz un tādas tās būs arī nākotnē. Šīs divas revolūcijas cilvēces vēsturi sadalīja trijās daļās:

- mednieku-augu vācēju sabiedrības vēsture,
- agrārās sabiedrības vēsture,
- industriālās sabiedrības vēsture.

Šie trīs sabiedrību veidi būtiski atšķiras, jo tām bija krasi atšķirīga attieksme pret apkārtni un vidi. Tomēr tie nebija secīgi attīstības soļi, visiem atsakoties no agrāk ierastā un nepieciešamā. Vēl pašlaik pastāv nelielas mednieku-augu

Mums jāapzinās, kādi ir sociāli taisnīgas, vides kvalitāti saglabājošas sabiedrības ilgtspējīgas attīstības pastāvēšanas principi. Jāņem vērā, ka sabiedrības attīstības modeļiem pastāv arī ierobežojumi. Ilgtspējīgas attīstības koncepcijas virzība un tās iedzīvināšana ir atkarīga no patēriņa un ražošanas modeļiem, planētas spējas nodrošināt telpu, pārtiku, dzeramo ūdeni strauji augošajam iedzīvotāju skaitam, cilvēku darbības efektivitātes un produktivitātes, kā arī no paņēmieniem un līdzekļiem nākotnes veidošanai.

vācēju kopienas, piemēram, *Ju/Hoansi* Dienvidāfrikā (≈ 34 000); *ache* Paragvajā (≈ 1500); *hadza* Tanzānijā (≈ 800); *meriami* Austrālijā (≈ 300). *Meriami* jeb Torresa šauruma salinieki joprojām ir mednieki-zvejnieki-augu vācēji, kuri cauri tūkstošgadiem ir izdzīvojuši ģimeņu kopienās.

Nebūt nepastāv secīga pāreja no viena veida sabiedrības uz citu, taču pastāv iespēja atgriezties iepriekšējā sabiedrībā. Tomēr tas notiek ļoti reti, bet tieša pāreja no mednieku-augu vācēju sabiedrības uz industriālo sabiedrību ir neiespējama.

Nav informācijas par agrinās agrārās sabiedrības dzīvesveidu. Tomēr varētu teikt, ka mednieku-augu vācēju sabiedrība bija pilnībā atkarīga no tā, kas tika nomedīts vai atrasts.



12.1. att. Hadza cilts vīrieši atgriežas no medībām.



12.2. att. Daudzviet, arī auglīgajās Ēģiptes zemēs, sāka veidoties agrinās agrārās kopienas.

Viņiem nebija iespēju uzkrāt bagātību vai vairot labklājību. Šo sabiedrību var raksturot kā egalitāru – pilnīgi vienlīdzīgu visiem tās locekļiem ar kopēju īpašumu (dzīves vidi), kopēju pārtiku un līdzīgu sociālo statusu.

Savulaik marksisti šādu sabiedrību nosauca par “primitīvo komunismu”. Kopienas bija nelielas, un tās saistīja radniecība, tomēr darba dalīšana nebija izteikta. Apmaiņa starp indivīdiem balstījās uz savstarpēju izdevīgumu, uzsverot neformālu vadību, personu autonomiju, sadarbību, augstsirdību un līdztiesību. Ņemot vērā šīs iezīmes, ir grūti saprast, kāpēc vēlāk kādam iegribējās to visu mainīt.

Agrārās sabiedrības sēja graudus un novāca ražu, t.i., ražoja un uzkrāja pārtiku, kā arī varēja sakrāt citas bagātības – darba rīkus, ieročus, greznumlietas, kas liecināja par labklājības paugstināšanos. Radās iespēja palielināt kopienas iedzīvotāju skaitu, bet līdz ar to arī sākās darba dalīšana un mainījās sociālā struktūra.



12.3. att. “Auglīgais pūsmēness” ir viens no senākajiem centriem, kurā notika pāreja uz jauno saimniecības veidu. Tas aptver plašas teritorijas Tuvajos Austrumos – mūsdienu Turciju, Izraēlu, Irāku, Irānu, Sīriju un daļēji Ēģipti. Šīs teritorijas ir izvietotas it kā puslokā, tāpēc to dēvē par “auglīgo pūsmēnesi”.

Tomēr pēc kāda laika izveidojās stāvoklis, kad izteikti lielākā daļa sabiedrības locekļu bija spiesti nodrošināt ar produktiem un pakalpojumiem nelielu, elitāru kopienas grupu. Vēlāk sāka veidoties arī valdošā šķira un vairāk zinošo slānis. Tas kopumā radīja pamatus jaunai sociālai kārtībai.

Lai saņemtu drošību un aizsardzību, zemākajai šķirai nācās par to maksāt ar savu darbu, sarāžotiem produktiem un pakalpojumiem. Kopumā agrārā sabiedrība bija zināmā mērā stagnanta, nomākta, kurā dominēja zobens un māņticība.

Atšķirībā no agrārās sabiedrības industriālās sabiedrības balsts ir nevis atsevišķas inovācijas, bet gan būtiski zinātniski atklājumi, kas ļauj risināt jaunā laikmeta problēmas.

Atklājumi lauksaimniecības nozarē bija samazinājuši roku darba nepieciešamību, paverot iespējas citām jomām. Darba ražīgums strauji auga, pastāvīgi mainījās profesiju struktūra. Tas nodrošināja aizvien augošā tirgus vajadzības. Vara bija pārgājusi lielražotāju rokās. Prasības indivīdiem sāka diktēt tirgus principi.

Agrāro īpašnieka-padotā sistēmu ir nomainījusi centralizēta un hierarhiska birokrātija, bet valsts ir monopolizējusi likumīgas varas tiesības. Savukārt iedzīvotājiem relatīvi reti ir kaut kas jādara piespiedu veidā. Tomēr būtisks izņēmums ir starptautiski bruņoti konflikti, kā arī disidentiska, alternatīva rīcība, vienpusēja politiska vardarbība, organizēti noziegumi. Leģitimitāti vairs nenosaka reliģiskie uzstādījumi vai rituāli, bet gan ritualizēta sacensība. Tās



12.4. att. Mednieku-augu vācēju sabiedrības transformācija par agrāro sabiedrību.



12.5. att. Ritualizēta sacensība darba vietā.

piemēri ir vispārējās vēlēšanas, īpašuma izsole vai darba piedāvājumu konkursi.

No šo lielo transformāciju norisēm kļūst skaidrs, ka ir notikušas būtiskas sociālas pārmaiņas, tāpēc arī nākamās pārejas sabiedrība būs principiāli atšķirīga no tagadējās.

Iepriekšējās pārejas nenotika vienlaikus visā pasaulē. Arī nākamā pāreja droši vien sāksies kādā vienā vietā, kur būs savijušies visi nepieciešamie priekšnoteikumi un radusies pārliecība, ka pārmaiņas sniegs ilgtermiņa priekšrocības. Maz ticams, ka šādu pārejas sākumu varētu izplānot un īstenot mākslīgi. Neviens arī priekšlaikus nevar saskatīt visu nākotnes ainu kopumā.

Jārēķinās arī ar stāvokli, kad par iedzīvotājiem un kopienām atbildīgās institūcijas un organizācijas piedāvā viedokli, kas tiek pasniegts kā absolūts un pašsaprotams, bet neatspoguļo patieso stāvokli un ir pat maldīgs attiecībā uz nākotnes perspektīvām. Reizēm tiek veidota aizsardzības sistēma, lai šāds viedoklis netiktu apšaubīts. Tas lielā mērā attiecas arī uz pašreizējām sarunām pasaules mērogā.

Lai samazinātu klimata pārmaiņas, notiek vienošanās par SEG emisiju tirdzniecību, piemērojot vispārīgos tirgus principus. Taču kapitālisma tirgus dominējošie principi tiek reti pārbaudīti reālā procesa norisē un nav pārliecības, ka vēlāmais efekts tiks panākts nākotnē.

Mūsu atrašanās vieta pārejas perioda skalā nav precīzi nosakāma. Pārliekot pašreizējās domāšanas veida un pazīstamo modeļu ietvaros, mēs varētu būt zaudētāji pat ne tik tālā nākotnē. Ir svarīgi izprast iepriekšējo lielo pāreju sociālās izmaiņas, lai nākotnē mēs šajās pārejās nepiedzīvotu neveiksmes.

Mēs esam “iekarojuši” paši savu planētu. Ne tikai tāpēc, ka esam iekārtojušies visos tās stūrīšos, bet arī tādā ziņā, ka arvien pastiprinām ietekmi uz visām planētas dzīvību nodrošinošām sistēmām. Mēs esam nonākuši jaunā ģeoloģiskā periodā — antropocēnā (laikmetā, kam raksturīga pastiprināta cilvēka darbības ietekme uz ekosistēmām, kuras rezultātā izmirst un ir izmirušas daudzas augu un dzīvnieku sugas, mainās reljefs un ainavas), tādējādi apliecinot, ka cilvēces iedarbība uz vidi jau kļuvusi līdzvērtīga ģeoloģiskajiem dabas spēkiem. Pašlaik cilvēce destruktīvi iedarbojas uz apkārtējo vidi. Cilvēki tūkstošgadu vēsturē kopumā ir bijuši veiksminieki, neraugoties pat uz impēriju bojāeju. Tomēr mēs vēl neesam apzinājušies un izpratuši, kā atrisināt pašreizējās un arī nākotnes problēmas, lai saglabātu dzīves vidi.

Vienīgais, ko mēs varam izdarīt, ir skaidri apjaust, kas varētu notikt un ar kādu varbūtību, un kādas sekas tam varētu būt. Mums vajadzētu apkopot visas zināšanas un pieredzi, lai pieņemtu optimālus lēmumus ilgtspējīgai nākotnei.

12.2. Pasaules ekonomiskā attīstība

12.2.1. Ekonomiskā izaugsme

Iedzīvotāju skaita pieaugums ir tikai viens no faktoriem, kas ietekmē ekonomisko izaugsmi, bet tas ir ļoti būtisks faktors.

Cilvēki pārvietojās uz katru apdzīvojamu planētas nostūri. Meži un purvi tika pārvērsti

par lauksaimniecības zemēm. Apdzīvotu vietu, vēlāk, pilsētu skaits sāka strauji augt. Pašlaik nelielu cilvēku grupu bāzes ir pat polos un kosmosa stacijās.

Tā kā cilvēku skaits pastāvīgi palielinās, pieaug arī patērēto dabas resursu apjoms, jo jānodrošina patēriņš, jāizgatavo ražošanas rīki,

mašīnas utt. Nepārtraukti jāievieš jauni izgudrojumi, taču tas prasa lielus vides resursus un galu galā uz vidi iedarbojas destruktīvi.

Cilvēki vienmēr ir centušies uzlabot materiālās dzīves līmeni. Tāpēc pieaug arī enerģijas patēriņš. Mēs esam liecinieki tam, ka strauji izplātās informācijas un komunikāciju tehnoloģijas, notiek tirdzniecības tīklu konsolidācija (sablivēšanās) un ir sācies patiesi fenomenāls naudas vairošanas pieaugums, un naudas plūsma kļūst aizvien intensīvāka.

Šie procesi rada priekšnoteikumus straujām izmaiņām apkārtējā vidē.

12.2.2. Ekonomikas izaugsmes pirmsākumi

Vēsturiski pastāv daudz izšķirošu pagrieziena punktu, kas ir ietekmējuši ekonomikas izaugsmi. Tādi, piemēram, bija eiropiešu jūras braucēju atklājumi un kolonizācija Ziemeļamerikā un Dienvidamerikā, feodālisma sabrukums Eiropā, komercitirdzniecības veidošanās, jauno tehnoloģiju izplatīšanās.

Lai izprastu *lielā paātrinājuma* parādību, ir lietderīgi to sasaistīt ar reāliem notikumiem vēsturē. Par paātrinātas ekonomiskās izaugsmes pirmo pagrieziena punktu un simbolisku "starta šāvienu" uzskata Kalifornijas "zelta drudzi", sākot no 1849. gada.

Kalifornijas zelta drudzim ir simboliski svarīga un vēsturiska nozīme izaugsmes procesā, jo tas notika eiropiešu Amerikas ekspansijas beigās, ko daudzi vēsturnieki atzīst par Eiropas kolonizācijas kustības beigām kopumā. Pēc tam bija palikusi vairs visai maza planētas daļa ar samērā mērenu un patīkamu klimatu, uz kuriem cilvēki, neatkarīgi no to izcelsmes, varētu migrēt. Gandrīz visas labākās vietas jau bija aizņemtas.

Kalifornijas zelta drudzis iezīmēja pēdējo vēsturisko brīdi, kad cilvēki brīvi varēja doties uz vietu, kur viņi varēja iegūt zeltu. Zelts jau izsenis ir vēlamā valūta (maksāšanas līdzeklis) daudzās ekonomikas sistēmās neatkarīgi no tā, vai pastāv citas valūtas sistēmas.

Pārējos resursus, piemēram, naftu, kokmateriālus, zivis, labību, bija jāpērk vai jāpārdod, t.i., jātransformē naudā, kas tika lietota konkrētā sabiedrībā, lai šie resursi dotu iespēju gūt ekonomisku labumu. Plaša mēroga bartera darījumi bija pārāk sarežģīti, lai pārvērstu mantu naudā, tāpēc bija nepieciešama monetāra ekonomiskā sistēma.

Šādu iespēju varēja izmantot, arī pārdodot zeltu, bet praktiski tas bija nevajadzīgi, jo zelts arī bija nauda. Tā, piemēram, Indijā cilvēki joprojām izvairās no bankām un "valkā savu naudu" — zelta aproces, kaklarotas un citas rotaslietas. Centieni pārliecināt šos cilvēkus pārdot savu zeltu un pārvērst to par monetāru bankas



12.6. att. Zelta skalošana un zelta tīrradņi.

kontu sastop spītīgu pretestību pat ne tik bagātu cilvēku vidū.

Dažās valstīs valdības joprojām aktīvi aicina cilvēkus "likt zeltu bankā" – pārvērst par naudu, lai uzlabotu nācījas bilanci.

Pasaules finanšu tirgos zelts joprojām tiek izmantots īpaši. Kad akciju un obligāciju tirgos rodas problēmas, cilvēki raugās uz zeltu kā stabilāku uzkrājumu līdzekli.

Kaut gan zelta kā naudas izmantošana joprojām pastāv, Kalifornijas zelta drudzis iezīmēja galu vēsturiskajam periodam, kam bija raksturīga impēriskā paplašināšanās, balstoties uz zeltu.

19. gs. beigās, kad būtībā visas zemes jau bija aizņemtas, bet zelta un citi resursi jau bija sadalīti starp valstīm, uzmanība tika pievērsta procesiem, lai resursus izmantotu monetārās ekonomiskās aktivitātes celšanai. Cilvēki lielu uzmanību sāka pievērst ekonomiskai izaugsmei, kad no uzkrātiem izejvielu resursiem (zeme, metāli, koksne), izmantojot dažādus procesus, tika iegūtas lietas, kam bija jauna vērtība, ko varēja pārvērst naudā. Taču šī izaugsme vienmēr ir saistīta ar vides un morāles degradāciju.

12.2.3. Enerģētikas un tehnoloģiju revolūcija un tās sekas

Enerģētikas un tehnoloģiju revolūcija sākās 19. gadsimta beigās. Tika iegūta nafta, deggāze un ogles, kuras sāka izmantot arī elektroenerģijas ražošanā. Tādējādi pasaules ekonomika lielos apmēros varēja kāpināt ražošanu – tas attiecas gan uz papīra ražošanu, kokvilnas un vilnas apgērību aušanu, gan metālu iegūšanu no rūdām utt.

20. gs. sākumā strauji attīstījās mašīnbūve. Piemēram, *Ford* automobilis tapa, iespējams, pateicoties arī Henrija Forda jaunievedumiem, konveijera līnijas ieviešanai un jaunai darbinieku atalgošanas sistēmai, kas pamatojās uz automobiļa vērtībai proporcionālu atalgojumu.

No 1916. līdz 1917. gadam vairāk nekā 780 000 automobiļi tika pārdoti par pazeminātu

cenu – 350 dolāriem, jo Henrijs Fords strukturēja savu uzņēmumu tā, lai viņa autorūpnīcu darbiniekiem būtu tik daudz naudas, lai tie varētu atļauties nopirkt auto un, turpinot darbu, spēt atmaksāt aizdevumus.

Radās arī daudz problēmu un konfliktu. Strādnieku neapmierinātības dēļ tika nodibinātas arodbiedrības. Notika arī briesmīgi un groteski gadījumi rūpnieciskajās pārtikas apgādes sistēmās. Šai sakarā īpaši ietekmīgs 20. gs. pirmajā pusē kļuva amerikāņu rakstnieks Aptons Sinklers. Viņš tika uzskatīts par vienu no labākajiem pētnieciskās žurnālistikas pārstāvjiem ASV. Kļuva slavens, 1906. gadā publicējot romānu "Džungļi", kura ietekmē pat tika mainīta ASV pārtikas rūpniecības likumdošana.

Jāpiemin arī bēdīgi slavenās Čikāgas lopkautuves, kurās 19. gadsimta beigās strādāja vairāk nekā 25 000 darbinieku (sievietes un bērnus ieskaitot), kuri apgādāja aptuveni 80% ASV iedzīvotājus ar gaļu.

Čīņa par varu, precēm un resursiem izraisīja asus politiskus strīdus. Tas zināmā mērā bija priekšvēstnesis 1. pasaules karam, kas prasīja šausminošus zaudējumus gan attiecībā uz cilvēkiem, gan arī uz vidi.

Taču, raugoties no ekonomiskās izaugsmes perspektīvām, karš, diemžēl, tās ietekmē pozitīvi.



12.7. att. Čikāgas lopkautuves.

12.2.4. Izaugsme un kari

Lai arī pastāv daudzas interpretācijas gan par 1. pasaules kara, gan 2. pasaules kara cēloņiem un virzības faktoriem, tomēr ir skaidrs, ka šis 20. gadsimta pasaules mēroga katastrofas vismaz daļēji virzīja tā laika vērienīgā impēriju un nacionālo valstu nepārvarama vēlme pēc ātras ekonomiskās izaugsmes. Tas nozīmē, ka ekonomiskai izaugsmei ir nepieciešama enerģija, zeme, izejvielas, tehnoloģijas, tirdzniecības un investīciju sistēma.

Impēriju veidošanās procesu, kas ierakstīts cilvēces vēsturē, vienmēr ir vadījusi politiskā vīzija par nepārtrauktu un ātru ekonomikas paplašināšanos. 20. gadsimta pasaules karu iespējamību virzīja modernās tehnoloģijas un destruktīvie impērijas veidotāji. Tehnoloģijas bija atkarīgas no piekļuves milzīgam daudzumam enerģijas resursu. Tāpēc daži mūsdienu komentētāji interpretē, ka galvenās kaujas darbības 2. pasaules karā (Japānas ekspansija Dienvidaustrumāzijas virzienā, Vācijas iebrukums Krievijā un ASV pozīcijas nostiprināšana Atlantijas un Klusajā okeānā) bija saistītas ar nepieciešamību kontrolēt galvenos resursus, piemēram, naftu.

Daudzi vēsturnieki atzīmē, ka dziļā ekonomikas depresija, ko piedzīvoja industrializētā pasaule 20. gs. 30. gados, beidzās tikai ar industriālo valstu iesaistīšanos karos. Kad kara vajadzībām valsts investē milzīgas summas, lai izstrādātu jaunas tehnoloģijas un attīstītu rūpniecisko ražošanu, ikviens tiek iesaistīts darbā. Daži pat atzīmē, ka pasaules ekonomika turpina attīstīties kara laika režīmā līdz pat mūsdienām. To apliecina gan aukstais karš, gan pašreizējie kari pret teroristiem.

Karš ir izrādījies par vienu no veidiem, lai pasaulē nodrošinātu būtisku ekonomikas izaugsmi un iekšzemes kopprodukta (IKP) palielināšanos. Ja IKP skaitliskā vērtība kļūst lielāka, var teikt, ka notiek ekonomiskā izaugsme, ja kļūst mazāka, runā par lejupslīdi, bet, ja lejupslīde turpinās ilgāku laiku, ir iestājusies "depresija".



12.8. att. Saimons Kuznecs, 1971. gada Nobela prēmijas ieguvējs (Zviedrijas Centrālās bankas Alfrēda Nobela balva ekonomikas zinātnēs).

IKP kā indikatoru sākotnēji radīja amerikāņu ekonomisti, lai palīdzētu ASV valdībai tikt galā ar 20. gs. 30. gadu ekonomisko depresiju. Taču IKP izgudrotājs Saimons Kuznecs bija noraizējies, ka viņa izgudrojums varētu tikt izmantots ļaunprātīgi. Par to viņš ziņoja ASV Kongresam jau 1934. gadā, brīdinot, ka jauno valsts ekonomikas statistiku nedrīkst izmantot, lai novērtētu kopējo tautas labklājību. 1960. gadā viņš brīdināja, ka jāpatur prātā atšķirība iedalījumam starp izaugsmes kvantitāti un kvalitāti, starp tās izmaksām un atdevi, kā arī starp izaugsmi īstermiņā un ilgtermiņā (...); izvirzot mērķi lielākai izaugsmei, ir jāapsver "tieši kādai izaugsmei" un "kāpēc".

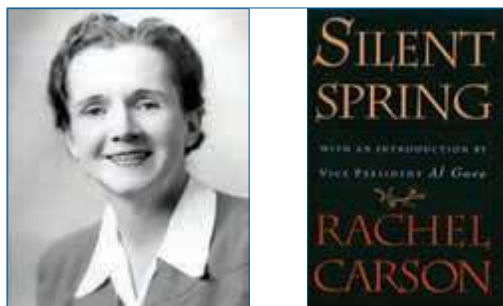
Taču IKP izgudrotāja brīdinājumi tika pilnībā ignorēti. Pasaules finanšu un ekonomikas sistēmas auga, IKP kļuva par arvien nozīmīgāku esošās ekonomiskās sistēmas panākumu rādītāju. Starptautiskie finanšu līgumi un politiskās kampaņas koncentrējās uz izaugsmi. ANO rādītāji, kas atspoguļo valstu sociālekonomisko statusu, regulārie ziņojumi par IKP pieaugumu, valstu plašsaziņas līdzekļi, kas slavina ekonomisko izaugsmi, nostiprina IKP dominanti un aizvien dziļāku lēmumu pieņēmēju atkarību no šī indikatora gandrīz visur.

Ja kāds izmanto tikai IKP datus kā "uzvaras karogu", civilizācija droši virzās uz sabrukumu. Tikai meklējot un izmantojot vēl arī citus indikatorus, mēs varam saprast, ka ekonomiskā izaugsme nes sev līdz arī augošas negatīvas sekas.

12.2.5. "Izaugsme kā parasti"

Sākot ar 20. gs. 50. gadiem izaugsmes līknes daudziem ekonomiskiem rādītājiem strauji pieauga. Tas attiecās ne tikai uz IKP, bet arī uz cilvēku skaita, dabas resursu izmantošanas straujo pieaugumu. Iestājās raķešu un kosmosa izpētes laikmets, kam par cēloni varēja būt arī aukstais karš starp kapitālistiskajiem Rietumiem un komunistiskajiem Austrumiem. Konkurējošās pasaules ekonomiskās un politiskās sistēmas, ko vadīja ASV un PSRS, ieguldīja milzīgus līdzekļus zinātnē, ražošanā, kā arī izglītībā, kas bija nepieciešama tehnoloģiskajam progresam un sacensībai starp divām lielvarām.

Rietumu valstis veicināja aizvien komercializētāku dzīvesveidu, lai pierādītu, ka Rietumu modelis ir labāks nekā valsts kontrolēta vardarbīgā "vienlīdzība". Rezultātā bija iespējams pieaugums visās jomās: vairāk cilvēku, vairāk ražošanas un patēriņa, vairāk naudas un strauja tehnoloģiju izstrāde. Izaugsme nebija apšaubāma. Atskanēja arī brīdinājumi no zinātniekiem un rakstniekiem. Vairākums no tiem bija amerikāņi. Tā, piemēram, Reičela Kārsone (*Rachel Carson*) 1962. gadā izdotajā grāmatā "Klusais pavasaris" izvirzīja iebildumus par pesticīdu pārmērīgo izmantošanu un uzsvēra pesticīdu negatīvo ietekmi uz cilvēka veselību



12.9. att. Reičela Kārsone, jūras bioloģe un rakstniece. Viņas ievērojamākā grāmata ir "Klusais pavasaris", kura atkārtoti izdota 2002. gadā, atzīmējot trīsdesmitgadi kopš pirmā izdevuma publicēšanas.

un ekosistēmām. Kaut gan zinātnieku aprindās R. Kārsones darbs tika kritizēts kā pārāk emocionāls, šobrīd gandrīz visi viņas grāmatā minētie pesticīdi ir aizliegti.

12.2.6. Globālās diskusijas par izaugsmi

Vēsturiski 1972. gads iezīmējās kā pavērsiena punkts. Tas bija gads, kad kosmosā pacēlās pēdējais kosmosa kuģis "Apollo". Pēc tam ASV Mēness izpētes programma tika apturēta valsts budžeta spiedīgo problēmu dēļ.

Cilvēki sāka saprast, ka Zeme ir mūsu vienīgās mājas. Mēs nevaram izglābties aiz tās robežām un atrast jaunus planētas vai to pavadoņus, kas būtu apdzīvojami tuvākajā laikā.

1972. gads iezīmējās arī ar ANO pirmo globālo cilvēkvides konferenci Stokholmā, kurā tika izteikti daudzi brīdinājumi par planētas nākotni. Stokholmas konference šobrīd tiek uzskatīta par sākuma punktu pasaules augstākā līmeņa sanāksmēm par vides un attīstības jautājumiem.

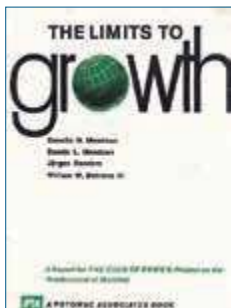


12.10. att. Eižens Kernans (*Eugene Cernan*) uz Mēness virsmas 1972. gada 13. decembrī.

1972. gadā tika izveidotas pirmās vides ministrijas un pieņemti pirmie visaptverošie vides likumi ASV un vairākās Eiropas valstīs.

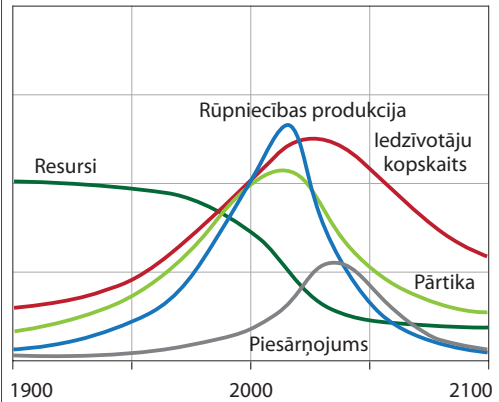
Taču neviens cits notikums tik īpaši neatspoguļo 1972. gada nozīmi vēsturē, kā Romas kluba un Masačūsetas Tehnoloģiskā institūta pētījums "Izaugsmes robežas" (*The limits to growth*). Šī revolucionārā grāmata ziņoja par pētījumu, kas izmantoja datormodelēšanu, lai atrastu kopsakarības starp pasaules iedzīvotāju skaita pieaugumu, rūpniecisko ražošanu, resursu izmantošanu un piesārņojumu. Tās autori brīdināja par nopietnām resursu un vides problēmām nākotnē, ja cilvēki turpinās savu pašreizējo kursu.

Grāmata "Izaugsmes robežas" tika pārdota miljonos eksemplāru, bija publikācijas simtiem laikrakstos un žurnālos. Pasaulē sākās debātes par ilgtermiņa perspektīvas ekonomikas izaugsmes iespējām, un šīs debātes turpinās līdz pat šai dienai.

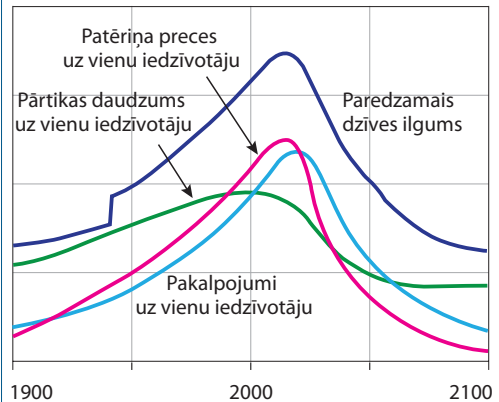


12.11. att. Grāmatas "Izaugsmes ierobežojumi" autori – Deniss Medouzs un Donella Medouza (augšējā rindā), un Jorgens Randers.

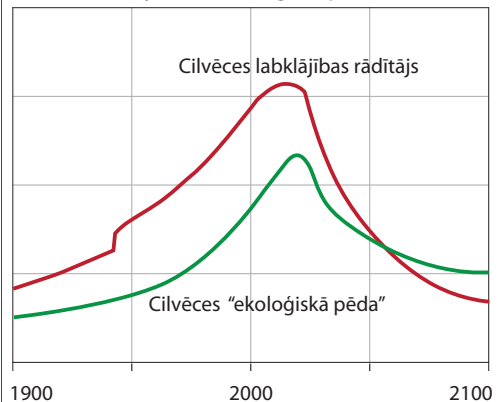
Pasaules stāvoklis



Materiālā labklājība



Cilvēces labklājība un "ekoloģiskā pēda"



12.12. att. Cilvēces attīstībai raksturīgo rādītāju mainība simtgadēs.

12.3. Izaugsmes robežas

12.3.1. Izaugsme un sabiedrības attīstība

Cilvēces attīstību 20. gadsimta laikā raksturo iedzīvotāju skaita, ražošanas un patēriņa eksponenciāls pieaugums un daudzu procesu globalizācija. Protams, ne viss pieaug ar vienādu ātrumu, piemēram, pasaules naftas patēriņš nedaudz samazinās, bet dabasgāzes patēriņš – palielinās.

Pārmaiņu ātrumi ir atšķirīgi, bet kopējā tendence – izaugsme – turpinās. Pasaules iedzīvotāju skaits ir sācis palielināties eksponenciāli kopš industriālās revolūcijas sākuma. Pasaules rūpniecības produkcijas daudzums parāda eksponenciālas izaugsmes tendences, pat neņemot vērā izmaiņas, ko radīja pasaules naftas cenas svārstības un ekonomiskā krīze. Arī piesārņojošo vielu emisijas apjomi palielinās un globālās klimata izmaiņas ir sekas ogļskābās gāzes koncentrācijas pieaugumam atmosfērā.

Sabiedrība izaugsmi nereti vērtē kā sasniegumu. Daudzas kopienas un tautas, bagātas vai nabadzīgas, meklē iespēju paplašināt savu darbību, lai varētu atrisināt svarīgākās problēmas. Bagātajā pasaulē ekonomiskās izaugsmes nepieciešamību pamato ar vajadzību radīt darbavietas, nodrošināt sociālo aizsardzību. Nabadzīgās valstīs ekonomikas attīstība ir vienīgais ceļš, lai izrautos no trūkuma. Kamēr nav atrasts cits risinājums pasaules problēmām, cilvēki uzskatīs ekonomikas attīstību par galveno ceļu uz laimīgu nākotni un darīs visu, lai veicinātu izaugsmi.

Diemžēl izaugsme ne tikai spēj atrisināt vairākas problēmas, bet diemžēl rada arī jaunas. Zeme nav bezgalīga ne telpas ne resursu ziņā. Taču iedzīvotāju skaits, arī saražoto preču apjoms un reizē ar to piesārņojuma līmenis joprojām turpina palielināties.

Sabiedrība un ekonomika ir atkarīga no gaisa, ūdens, pārtikas, izejvielām un kurināmā. Izaugsmes ierobežojumi faktiski ir globālo resursu ierobežojumi un planētas ierobežotā spēja tikt galā ar lielo atkritumu masu un piesārņojumu.

Daudzas cilvēku darbības, sākot no minerālmēslu izmantošanas līdz pilsētu attīstīšanai, ir eksponenciāli augošas, un tās var aprakstīt ar konkrētām līknēm. Eksponenciālā augsmē ir virzošais spēks, kas izraisa sabiedrības ekonomikas tuvošanos planētas fiziskajām robežām. Eksponenciālais pieaugums, kas šķietami ir tik vienkāršs, var sniegt pārsteidzošas atklāsmes.

Iedzīvotāju skaits un kapitāls ir tie dzinēji, kas nodrošina industrializētās pasaules izaugsmi. Citi lielumi – pārtikas ražošana, resursu izmantošana un piesārņojums arī tiecas augt eksponenciāli. Tādējādi pārtikas ražošana, resursu un enerģijas izmantošana palielinās nevis to struktūras ietilpības dēļ, bet tāpēc, ka eksponenciāli augošais iedzīvotāju skaits pieprasa arvien vairāk pārtikas, materiālu un enerģijas.

Ražošanas kapitāls ietver iekārtas, aparāturu, mašīnas un rūpnīcas, kas ir nepieciešamas, lai iegūtu produkciju, izmantojot darbaspēku, enerģiju, izejvielas, zemi, ūdeni, tehnoloģijas un mūsu planētas dabiskās ekosistēmas.

Kapitāla mainību var raksturot eksponenciālā izaugsme, eksponenciālā samazināšanās vai dinamisks līdzsvars. Tāpat kā iedzīvotāju skaits ir pakļauts demogrāfiskām izmaiņām, arī ekonomika ir pakārtota ilgtermiņa pārmaiņu procesam. Ražošanas kapitāls aug eksponenciāli, taču ātrāk par iedzīvotāju skaitu.

Laika posmā starp 1970. un 2010. gadu ražošanas apjoms ir palielinājies gandrīz par 100%. Tādai izaugsmei pasaulē būtu vajadzējis radīt divas reizes lielāku rūpniecības preču daudzumu uz vienu iedzīvotāju, ja vien iedzīvotāju skaits būtu palicis nemainīgs. Tomēr, augot arī iedzīvotāju skaitam, vidējais rūpniecības preču daudzums uz vienu iedzīvotāju ir palielinājies tikai par trešdaļu.

Ja kapitāla daudzums aug ātrāk par iedzīvotāju skaitu, tad atbilstoši demogrāfiskās pārejas teorijai tam vajadzētu nozīmēt, ka materiālā dzīves līmeņa celšanās samazinātu iedzīvotāju skaita palielināšanās ātrumu. Zināmā mērā un dažās vietās tā patiešām notiek. Bet ne ekonomiskā izaugsme, ne tās demogrāfiskā pret darbība nenotiek pietiekami ātri. Dažos gadījumos

šīs ietekmes pat veicina viena otru. Tāpēc ekonomiskā labklājība samazinās, bet iedzīvotāju skaits ir pastāvīgs vai augošs. To nosaka ražošanas produkcijas sadales veids.

Lai arī kopumā pasaulē visos cilvēka darbības sektoros ir notikusi milzīga attīstība, tomēr sociālo problēmu klāsts gadu no gada kļūst satraucošāks:

- katru gadu pasaulē no viegli novēršamām slimībām mirst vairāk nekā 2 miljoni bērnu, kas jaunāki par 5 gadiem;
- katru dienu pasaulē 6000 bērnu mirst no slimībām, kas saistītas ar tīra dzēriņa ūdens trūkumu vai sliktiem sadzīves apstākļiem;
- ap 2 miljardiem cilvēku dzīvo bez elektrības, vēl 2 miljardiem tā ir nepietiekamā daudzumā;
- kopš 1985. gada no AIDS 25 valstīs ir miruši vairāk nekā 7 miljoni cilvēku;
- no 1,2 miljardiem cilvēku, kuri dzīvo ārkārtējā nabadzībā, apmēram 900 miljoni mitinās lauku rajonos, bet viņu izdzīvošana ir tieši atkarīga no bioloģiskās daudzveidības, ūdens piesārņojuma un augsnes degradācijas.

Sevišķi izteikta ir pasaules sabiedrības ekonomiskā noslāņošanās. Dabas resursu un cilvēku saražoto materiālo un nemateriālo labumu sadales veids ir padarījis cilvēkus gan ļoti turīgus, gan galēji nabadzīgus. Pēc Pasaules Bankas aprēķiniem, vienai piektdaļai pasaules iedzīvotāju jeb vairāk nekā miljardam cilvēku vidējie ienākumi ir mazāki par 0,75 eiro dienā. 70% no šiem cilvēkiem ir sievietes.

Pasaules 20 bagātākās valstis pārsvarā ir Ziemeļamerikā un Rietumeiropā. Šajā grupā ietilpst arī Japāna, Singapūra, Austrālija, Jaunzēlande, Apvienotie Arābu Emirāti un Izraēla, un tajās dzīvo apmēram viena piektdaļa pasaules iedzīvotāju. Vairāk nekā trīs miljardi iedzīvotāju dzīvo nabadzīgākajās valstīs Āfrikā un Āzijā. Plaša starp šīm divām pasaulēm arvien palielinās. Gada ienākumu līmenis vienam iedzīvotājam no pasaules bagātākajām valstīm vidēji ir vairāk nekā 100 reizes lielāks nekā vidēji iedzīvotājam valstī ar zemu ienākumu līmeni. Nevienlīdzības plaša ir vēl lielāka indivīdu līmenī.

Pasaules gandrīz divu tūkstošu miljardieru kopējā bagātība ir vairāk nekā 7 triljoni eiro, kas ir vairāk, nekā pieder trim miljardiem pasaules nabadzīgāko iedzīvotāju kopā. 2015. gada Davosas ekonomikas forumā izskanēja ziņa, ka 2016. gadā vienam procentam pasaules bagātāko cilvēku piederēs vairāk par pusi pasaules bagātību.

Pārtikušo iedzīvotāju dzīvesveids būtiski ietekmē pasaules resursu patēriņu. Piemēram, ASV, kur dzīvo 5% pasaules iedzīvotāju, tiek patērēta apmēram viena ceturtdaļa pasaules saražoto preču un veidojas gandrīz puse rūpniecisko atkritumu. Viena vidusmēra amerikāņa dienas patēriņam vajadzīgi apmēram 450 kilogrami izejmateriālu, to skaitā 18 kilogrami fosilā kurināmā, 12 kilogrami lauksaimniecības produktu, 10 kilogrami koksnes un papīra un 450 litri ūdens. Vienā gadā amerikāņi izsviež atkritumos 50 miljonu tonnu papīra, 67 miljardus pudeļu, 18 miljardus autiņbiksesiņu, 2 miljardus žilešu u.c.

Ekonomists Džefrijs Sahš, ANO Tūkstošgades attīstības projekta direktors, norāda, ka pasaulē būtu iespējams likvidēt galēju nabadzību līdz 2025. gadam, ja bagātākās valstis ziedotu tikai 0,7% nacionālā ienākuma palīdzībai nabadzīgajām valstīm. Šie fondi būtu jāizlieto bērnu vakcinācijai pret infekcijas slimībām, sākumskolu vispārējās pieejamības nodrošināšanai, ģimenes plānošanas pakalpojumiem tiem, kas to vēlas, dzēriņā ūdens un sanitāro apstākļu nodrošināšanai, pārtikas izsniegšanai bada cietējiem, kā arī stratēģiskiem mikrokredīta aizdevumiem pašnodarbinātajiem.

Šī summa — 100 miljardu eiro gadā — ir daudz lielāka, nekā tiek ziedots pašlaik, taču jautājums ir par prioritātēm. Pašlaik tērēni militārajām vajadzībām svārstās ap triljonu eiro gadā, kas ir līdzvērtīgi puses pasaules iedzīvotāju ienākumiem gada laikā. Viens aviobāzes kuģis maksā tikpat, cik desmit gados visas rūpnieciski attīstītās valstis ziedo palīdzībai attīstības valstīm.

Ekonomika straujāk attīstās industrializētās valstīs, un ekonomiskā izaugsme sistemātiski turpinās pārsvarā bagātajās valstīs. Ekonomisko stagnāciju nabadzīgās valstīs nosaka

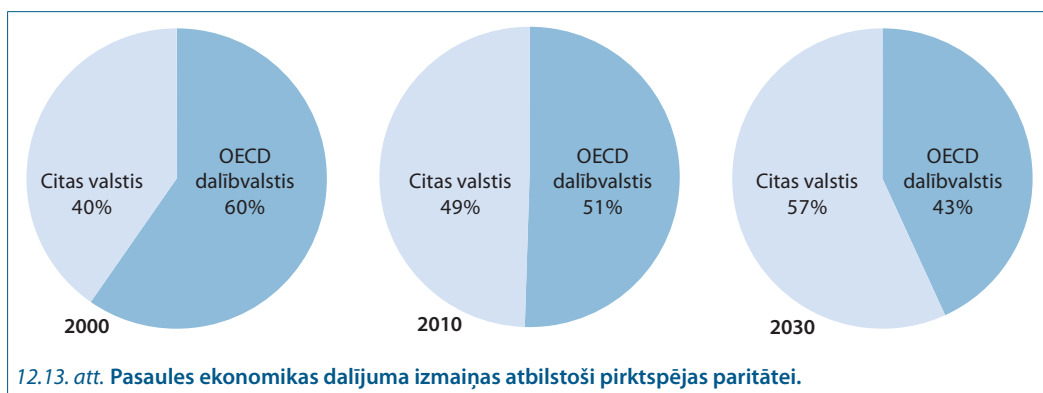
vairāki iemesli, to skaitā sistemātiska netaisnība un apspiestība, īpaši attiecībā uz nabadzīgajiem slāņiem.

Bagātām valstīm ir daudz vieglāk taupīt, investēt un pavairot kapitālu nekā nabadzīgām valstīm, un ne tikai tāpēc, ka bagātajiem ir lielākas iespējas kontrolēt tirgus apstākļus, izstrādāt un nopirkt jaunas tehnoloģijas un pārvaldīt resursus. Bagātajās valstīs iepriekšējās izaugsmes gadsimtos ir uzkrājies vairāk kapitāla, kas tagad var palielināties daudz efektīvāk.

Tomēr pamatvajadzību nodrošināšana nākotnē būs iespējama tikai bez pašreizējo krājumu noplicināšanas, nodrošinot resursu taupīšanu un saglabājot investīciju apjomus. Mazāks iedzīvotāju skaita pieaugums bagātākās valstīs ļauj tām rūpniecības kapitāla lielāko daļu

novirzīt ražošanas investīcijām un samazināt investīciju daļu pakalpojumu sfērā, kas paredzēta veselības aprūpei un izglītībai. Taču to nevar atļauties ātri augošas valstis un ekonomikas.

Nabadzīgās valstīs kapitāla izaugsmei ir lieli ierobežojumi iedzīvotāju skaita palielināšanās un citu iemeslu dēļ. Virsvērtība, ko varētu izmantot investīcijām, tiek atvēlēta ārzemju investoriem, vietējās elites luksusa apstākļu radīšanai, ārējo parādu nomaksai vai arī pārmērīgai militarizācijai. Nabadzību sekmē korupcija, zems izglītības līmenis un slikta vadība, bet iedzīvotāji tiek pakļauti izaugsmes modelim, kas palielina iedzīvotāju skaitu, bet neļauj kļūt pārtikušākiem. Struktūra, kas saista iedzīvotāju skaitu ar kapitālu, ir tāda, ka globālās ekonomikas attīstības modeli realizējas



princips, ko labi raksturo sens sakāmvārds – bagātais kļūst bagātāks, bet nabagam dzimst bērni. Tomēr tā nav nejaušība, ka sistēmai piemīt šādas īpašības.

Tā ir veidota, lai radītu tieši tādu rezultātu, un tas turpināsies, ja vien struktūra netiks pārdomāti mainīta. Iedzīvotāju skaita pieaugums palēnina ražošanas kapitāla augsmi, radot augošanas prasības pēc skolām, slimnīcām, resursiem un pamatprecēm, tādējādi samazinot rūpniecības produkcijas daļu investīcijām ražošanā.

Nabadzība padara cilvēku skaita palielināšanos nenovēršamu, liekot cilvēkiem dzīvot apstākļos, kur nav iespējams saņemt kvalitatīvu izglītību, veselības aprūpi, nodrošināt ģimenes plānošanu. Nav citas izvēles vai ceļa virzībai uz priekšu kā vien liela ģimene un cerības, ka bērni palīdzēs vairot ienākumus vai kalpos ģimenei kā darbaspēks.

Nabadzīgiem cilvēkiem ir nepieciešama pārtika, pajumte un materiālās vērtības. Pārtikušie ļaudis mēģina izmantot materiālo izaugsmi, lai apmierinātu citas tieksmes, kas nav materiālas, – atzišanu, pašapziņu, personības attīstīšanu.

12.3.2. Attīstības ierobežojumi

Nemot vērā iedzīvotāju un rūpniecības kapitāla pašatjaunošanās potenciālu, tos var uzskatīt par pasaules sistēmas eksponenciālās izaugsmes virzošajiem spēkiem. Iedzīvotāju skaitam un kapitālam piemīt potenciāls, kas nodrošina ražošanu un atražošanu. Šis potenciāls nevar tikt īstenots bez nepārtrauktas enerģijas un materiālu pievadīšanas, kā arī bez nepārtrauktas piesārņojuma aizvadīšanas.

Cilvēkiem vajag pārtiku, ūdeni un gaisu, lai nodrošinātu dzīvības procesus organismā un radītu pēcnācējus. Savukārt ražošanai vajag enerģiju, ūdeni un gaisu, kā arī milzīgu daudzumu minerālu, ķimikāliju un bioloģisko materiālu, lai ražotu preces, atvieglotu cilvēku dzīvi, kā arī lai uzturētu ražošanas sistēmu un palielinātu ražošanu. Saskaņā ar fundamentāliem likumiem enerģija nezūd, bet planētu piesārņojošās vielas uzkrājas arvien lielākos daudzumos.

Materiālus var izmantot atkārtoti vai arī tie kļūst par atkritumiem un piesārņojumu. Enerģija tiek izkliedēta siltuma veidā vai akumulēta jaunās vielās un materiālos. Taču pastāv ierobežojumi, cik lielā apmērā un kādos tempos cilvēki drīkst izmantot dabas resursus un enerģiju, kā arī radīt atkritumus, lai tie nenodarītu ļaunumu cilvēkiem, ekonomikai vai Zemes procesiem, reģenerācijai, pašregulācijai.

Viss, ko izmanto cilvēki, – pārtika, ūdens, dzelzs, fosfors, nafta u.c. – ir ierobežots gan resursu, gan to ieguves, izmantošanas radītā piesārņojuma dēļ. Pastāv arī īslaicīgi ierobežojumi, piemēram, uzkrātās naftas daudzums rezervuārā kādai vajadzībai, un ilgtermiņa ierobežojumi, piemēram, naftas daudzums Zemes dzīlēs.

Resursi un piesārņojums var savstarpēji mijiedarboties. Augsne, piemēram, var būt gan avots pārtikas ražošanai, gan noplūdes vieta skābajiem lietiņiem, kurus izraisa gaisa piesārņojums. Tās spēja veikt kādu funkciju ir lielā mērā atkarīga no citu funkciju īstenošanas.

Pasaules Bankas ekonomists Hermans Deilijšs (*Herman Daly*) ir piedāvājis trīs vienkāršas likumsakarības, lai ieviestu skaidrību šajā sarežģītībā un definētu ilgtermiņa līdzsvarotus ierobežojumus attīstībai:

- 1) atjaunojamiem resursiem – augsnei, ūdenim, mežiem, zivīm – ilgtspējīgas izmantošanas apjoms nedrīkst būt lielāks par reģenerācijas apjomu. Piemēram, zivis var sabalansēti iegūt, ja tās tiek nozvejotas tādā daudzumā, ko līdzsvaro palikušās populācijas reprodukcija;
- 2) neatjaunojamiem resursiem – fosilajam kurināmajam, augstas koncentrācijas minerālu rūdām, dabiskajam pazemes ūdenim – līdzsvarotas izmantošanas ātrums nedrīkst būt lielāks par to, ar kādu izmanto atjaunojamos resursus, lai aizvietotu neatjaunojamos resursus. Piemēram, naftas atradņu izmantošanu varētu samazināt, ja daļu ienākumu, ko ienes nafta, sistemātiski investētu Saules paneļu ražošanai vai koku stādīšanai, jo tad, kad nafta būs izbeigusies, būs pieejama atjaunojamā enerģija;
- 3) piesārņojuma noplūdes ātrums nedrīkst būt lielāks par ātrumu, ar kādu piesārņojums var tikt utilizēts, absorbēts vai padarīts

nekaitīgs videi. Piemēram, notekūdeņi var tikt ievadīti upē vai ezerā tikai tad, ja ievadīšanas ātrums atbilst dabisko ekosistēmu pašattīrīšanās spējai.

Ir daudzi pierādījumi tam, ka attīstība un izaugsme notiek uz esošo resursu neatgriezeniskas izsmelšanas vai degradācijas rēķina. Cilvēces attīstības raksturs diemžēl parāda, ka Zemes resursi un attīstības iespējas netiek izmantotas līdzsvaroti.

Augsne, virszemes un pazemes ūdeņi, pārmitrās teritorijas, daba un vide ir sākusi degradēties. Pat vietās, kur atjaunojamie resursi šķiet stabili (piemēram, Ziemeļamerikas meži vai Eiropas augsnes), resursu kvalitāte, daudzveidība un izdzīvošanas spējas var tikt apšaubītas.

Minerālu un fosilā kurināmā krājumi sāk izsīkt. Nav pat plāna un apmierinošas kapitāla investīciju programmas, lai uzturētu rūpniecību tad, kad fosilā kurināmā krājumi būs beigušies. Piesārņojums uzkrājas un mainās atmosfēras ķīmiskais sastāvs.

Ja tikai viens vai daži resursi izbeidzas, bet citi ir pietiekamā daudzumā, varētu domāt, ka izaugsme turpināsies, aizvietojojam vienu resursu ar citu (kaut gan arī tādi aizvietošanai ir ierobežojumi). Taču, ja daudzi avoti tiek iztukšoti un piesārņojuma plūsma palielinās, vairs nav šaubu, ka cilvēces materiālu un enerģijas patēriņš ir pārkāpis robežas.

Pasaules zinātnieki mēģina izprast un aprakstīt ilgtspējīgas attīstības būtību, kā arī meklē ceļus, lai atrisinātu ilgtspējīgas attīstības problēmas jau kopš renesanses laikmeta. Piemēram, Tomass Maltuss ir risinājis iedzīvotāju skaita straujās palielināšanās problēmu, bet Svante Areniuss apmēram gadsimtu vēlāk (1896. gadā) izvirzīja siltumnīcefekta teoriju un pirmais aprēķināja cilvēka izraisīto klimata pārmaiņu iespējamās sekas.

Cilvēces pastāvēšanai īpaši svarīgs ir pieejamais saldūdens daudzums. Diemžēl, pašreizējās cilvēku darbības veicina globālā ūdens aprites cikla sarūkšanu. Apmēram 25% no pasaules upēm nesasniedz izteku pārmērīgā ūdens patēriņa dēļ. Pasaules saldūdens resursus apdraud apjomīgā mežu izciršana un augsnes degradācija. Rezultātā zūd augsnes

mitrums. Tas savukārt izraisa biomasas produktivitātes samazināšanos un atbilstoši arī CO₂ piesaistīšanas apjomu no atmosfēras. Pārmērīgs pašreizējais ūdens patēriņš rada draudus nākotnē nesaņemt to pietiekamā apjomā cilvēku un ekosistēmu vajadzībām. Saistībā ar ūdens resursu izmantošanu sausajās klimatiskātajās zonās tiek izraisīti pat bruņoti konflikti.

Jāņem vērā, ka daudzos gadījumos planētas robežas tiek vērtētas globālā mērogā, tomēr ilgtspējīgas attīstības sasniegšanai ir nepieciešams rēķināties arī ar reģionālām un vietējām problēmām. Piemēram, ķīmisko savienojumu un aerosolu piesārņojums ir vairāk raksturīgs pilsētām un industriālām zonām, savukārt korāļu rifus graužoši ietekmē okeāna ūdens pakābināšanās.

Baltijas jūrā no sateces baseina pēdējos 50 gados ir ieplūduši apmēram 20 miljoni tonnu slāpekļa savienojumu un 2 miljoni tonnu fosfora savienojumu. Tas ir izraisījis skābekļa deficītu un radījis mirušās zonas Baltijas jūras dienvidos (apmēram Latvijas lieluma platībā).

Planētas spēju pārsniegšana ļoti nopietni ietekmē arī cilvēku dzīves apstākļus un apdraud izdzīvošanu nākotnē. Tāpēc zinātnieki ir mēģinājuši savietot planētas robežas ar cilvēces sociālajām robežām, pamatojoties uz vispārējām cilvēku tiesībām.

Šādā skatījumā pasaule sociālā ziņā nevar būt ilgtspējīga, ja pašlaik apmēram viens miljards cilvēku pastāvīgi nav paēduši. Pat, ja bērnu stāvoklis ar pārtikas nodrošinājumu ir uzlabojies, tomēr nav pieņemams, ka 16% bērnu vecumā līdz 5 gadiem ir ar neatbilstoši mazu masu, bet 26% ir panīkuši augumā. Īpaši jāuzsver, ka tad, ja bērniem nepietiek pārtikas, palielinās viņu saslimšanas risks un nāves gadījumu skaits, viņiem ir kavēta izziņas spēju attīstība, kas izpaužas kā pazemināta spēja mācīties un apgūt iemaņas. Cilvēce nevar samierināties ar tādu pasaules kārtību, kurā apmēram 11% iedzīvotāju nav pieejams kvalitatīvs dzēriņš, bet gandrīz pusei iedzīvotāju nav nodrošināti elementāri sanitārie apstākļi.

Iepriekšējos vēsturiskajos posmos cilvēcei ir izdevies pārvarēt kritiskus apstākļus, bet nekad agrāk šādu atsevišķu apstākļu nav bijis tik

daudz un tie nav savstarpēji ietekmējuši cits citu tik izteikti negatīvo ietekmju pastiprināšanās virzienā. Tāpēc tagad šajā jomā īpaši svarīgas kļūst inovācijas, kā arī jaunu zināšanu izmantošana un izplatīšana.

12.3.3. Ierobežojumu pārsniegšanas sekas

Cilvēces attīstības raksturu un ierobežojumus tās attīstībai, kā arī to, kādas var būt šo ierobežojumu pārsniegšanas sekas, 20. gs. 70. gados mēģināja interpretēt, bet, galvenais, modelēt un izstrādāt ieteikumus rīcībai grāmatas "Izaugsmes robežas" autori Donella Medouza, Jorgens Randers un Deniss Medouzs.

Cilvēces ekonomiskās attīstības raksturs, kā arī pieeja vides un sociālo problēmu risinājumiem apliecina izteikto prognožu un modeļu pareizību un to, ka nepieciešams mainīt attīstības raksturu.

Cilvēces attīstības rakstura modelēšanas pamatā ir esošo un pieejamo resursu apjoma novērtējums, to mainību skatot kopā ar iedzīvotāju skaitu un kapitālu. Lai to izdarītu, nepieciešams



12.15. att. Profesors Deniss Medouzs ar Latvijas augstskolu profesoriem Upsalas Universitātē. No kreisās: Džineta Dimante (Latvijas Universitāte), Deniss Medouzs (Nūhempšīras Universitāte, ASV), Tatjana Tambovceva (Rīgas Tehniskā universitāte), Dzintra Atstāja (Banku Augstskola).

pāriet no statiskās, viena faktora analīzes laikā uz dinamisku visas sistēmas analīzi.

Vairumā pasaules valstu kapitāls aug straujāk nekā iedzīvotāju skaits, bet dažās pasaules valstīs ir pretēji. Dažās valstīs augošā ekonomika ļauj samazināt dzimstību, bet citās valstīs nabadzība un sociālā nevienlīdzība palielina mirstību. Cilvēki, kuri ir kļuvuši bagātāki, pieprasa vairāk preču, vairāk enerģijas, tīrāku gaisu.

Nabadzīgie ļaudis cīnās par tīru ūdeni, zemi lauksaimniecībai un malku kurināšanai. Dažas tehnoloģijas palielina piesārņojumu apjomu, citas to samazina. Neatjaunojamo un dažu atjaunojamo resursu krājumi sāk izsīkt, bet atlikušie krājumi tiek izmantoti daudz intensīvāk un efektīvāk.

Cilvēces attīstības rakstura modelēšana parāda, ka, turpinoties līdzšinējam attīstības raksturam, pat pastāvot tehnoloģiskajam progresam un paplašinoties izejvielu un resursu pieejamībai, jau šī gadsimta laikā iespējama izaugsmes robežu pārsniegšana un labklājības rādītāju katastrofāla samazināšanās. Tā sekas var būt rūpnieciskās ražošanas un pārtikas pieejamības samazināšanās, kā arī iedzīvotāju skaita samazināšanās.

Mūsdienu sabiedrība ir piedzīvojusi ātru iedzīvotāju skaita pieaugumu pēdējos trīs simt gados, un pēdējo gadsimtu laikā ir gūti ievērojami sasniegumi tehniskā un sabiedriskā jomā: no tvaika mašīnas līdz datoram, demokrātijai. Tas ir ļāvis ekonomikai pārsniegt redzamās fiziskās un materiālās robežas un nepārtraukti uzturēt pieaugumu.

Īpaši pēdējo gadu desmitu laikā izvērsta rūpniecības kultūra tika saistīta ar patērētāju sabiedrības attīstību un ieviesta cilvēku apziņā saistībā ar ideju par izaugsmi, kas vienmēr turpināsies. Tāpēc ideju, ka varētu būt kādi izaugsmes ierobežojumi, vairums cilvēku nevar pat iedomāties vai pieņemt. Ierobežojumi nav politiski pieminami un ekonomiski iedomājami.

Iedzīvotāju skaita pieaugums, resursu izmantošanas apjomi un attīstīto valstu patēriņa apjomi turpina pieaugt, kā tas noticis 20. gadsimta laikā, līdz izaugsmes ātrumu samazina neatjaunojamo resursu pieejamības un to vērtības pieaugums. Tas, savukārt,

izraisa ražošanas apjomu samazināšanos un investīciju novirzīšanu resursu plūsmu uzturēšanai, bet investīciju pieejamības samazināšanās citos ekonomikas sektoros izraisa rūpnieciskās ražošanas un pakalpojumu apjoma samazināšanos.

Samazinoties rūpnieciskās un pārtikas ražošanas apjomam, sarūk veselības pakalpojumu pieejamība, un, vienlaikus, palielinoties vides piesārņojumam, samazinās mūža ilgums.

Sabiedrība tiecas noraidīt ierobežojumu iespēju un cenšas to aizvietot ar iespējamo cīņu par tehnoloģiju uzlabošanu un brīvā tirgus attīstību. Tomēr sabiedrības izaugsmes modelēšanas rezultāti parāda, ka līdzšinējais cilvēces attīstības ceļš ir izsmelts.

- ♦ Ja pasaules iedzīvotāju skaita, rūpniecības, piesārņojuma, pārtikas ražošanas un resursu patēriņa augšanas tendences turpināsies, mūsu planētas iespēju robežas tiks sasniegtas aptuveni nākamo piecdesmit gadu laikā. Daudzu ierastāko resursu izmantošana un daudzie piesārņojuma veidi jau pārsniedz līdzsvarotus apjomus. Bez ievērojamas materiālu un enerģijas plūsmu samazināšanas nākamajās desmitgadēs notiks nekontrolējama pārtikas, enerģijas un rūpniecības produkcijas daudzuma samazināšanās uz

vienu iedzīvotāju. Iespējamākais rezultāts varētu būt pēkšņa iedzīvotāju skaita un ražošanas apjoma samazināšanās.

- ♦ Šī samazināšanās nav neizbēgama. Ir iespējams mazināt izaugsmes tendences un veidot apstākļus vides un ekonomikas stabilitātei, kas varētu būt līdzsvarota arī tālākā nākotnē. Globālā līdzsvara stāvokli vajadzētu veidot tā, lai tiktu apmierinātas katras personas materiālās pamatvajadzības un katram būtu vienlīdzīgas iespējas īstenot savas ieceres.
- ♦ Līdzsvarotas un ilgtspējīgas sabiedrības pastāvēšana ir tehniski un ekonomiski iespējama. Tā ir vairāk vēlama nekā sabiedrība, kas tiecas atrisināt savas problēmas ar pastāvīgu ekspansiju. Pāreja uz līdzsvarotu un ilgtspējīgu sabiedrību prasa rūpīgi sabalansēt ilgtermiņa un īstermiņa mērķus, dot priekšroku dzīves pietiekamam nodrošinājumam, vienlīdzībai un kvalitātei, nevis kopprodukta daudzumam. Tas prasa vairāk nekā tikai darba ražīgumu un vairāk nekā tikai tehnoloģiju attīstību – tas prasa arī briedumu, līdzjūtību un gudrību. Ja ļaudis izlems īstenot otro iespēju pirmās vietā un jo ātrāk tas notiks, jo lielākas būs izredzes ilgtspējīgai attīstībai.

12.4. Ilgtspējīga attīstība

12.4.1. Ilgtspējīgas attīstības koncepcija

Ilgtspējīgas attīstības koncepcija ietver fizisko apstākļus, politiskas koncepcijas, jēdzienu par dzīves kvalitāti vai labklājību un optimizētu ietekmi uz vidi, lai nodrošinātu, ka tās resursi ir vienlīdz pieejami visām paaudzēm.

Ilgtspējīgas attīstības koncepcijas pamatā ir izpratne par trim jēdzieniem: attīstību, sabiedrības vajadzībām un nākamo paaudžu vajadzībām. Ilgtspējīgas attīstības koncepcijā ar jēdzienu "attīstība" tiek saprasts ne tikai pieaugums (ražošanas, nacionālā kopprodukta, labklājības), bet arī sociālās un ekonomiskās sfēras

attīstība, vienlaikus nodrošinot dabisko ekosistēmu un cilvēka dzīves vides saglabāšanu.

Ilgtspējīgas attīstības koncepcija līdz ar to ne tikai aplūko īstermiņa procesus (nodrošināt tagadnes vajadzības), bet arī pretendē uz vienlīdzīgu iespēju nodrošināšanu starp paaudzēm. Ilgtspējīga būtu tāda sabiedrība, kas varētu pastāvēt mūžīgi. Līdz ar to ilgtspējīgas attīstības koncepcijas mērķis ir ietekmēt cilvēces nākotni un sabiedrības pastāvēšanu.

Var uzskatīt, ka līdzšinējie sabiedrības attīstības modeļi ir bijuši neveiksmīgi ilgtermiņā un pierādījuši vai nu savu acīmredzamo nespēju nodrošināt sabiedrības attīstību, vai arī nav spējuši ietvert būtiskās atšķirības

starp dažādiem pasaules reģioniem. Sabiedrības attīstības koncepciju pārvērtēšanā lie-la loma ir izpratnei par sabiedrības attīstības ietekmi uz vidi un tās aizsardzības nepieciešamību. Tāpēc ir vairāki argumenti, kādēļ nepieciešams pārvērtēt līdzšinējos sabiedrības attīstības modeļus.

- ♦ Attīstība, īpaši rietumu sabiedrībā, tiek saprasta kā cilvēka dominēšana pār dabu (šo attieksmi raksturo frāze “cilvēks – radības kronis”) un tās resursu izmantošana ražošanas attīstībai. Līdz ar to tiek ignorēts dabas un ekosistēmu sniegtais nodrošinājums cilvēcei un tas, ka dabai ir vērtība pašai par sevi, bet citām dzīvības formām un dzīvājiem organismiem var būt savas vajadzības, un, galvenais, tiesības pastāvēt.
- ♦ Rietumu sabiedrības dominējošā attīstības modeli galvenā prioritāte ir ekonomiskā izaugsme un tas, ka patēriņš ir galvenais rādītājs, kas raksturo cilvēka un cilvēces labklājību. Saskaņā ar šo koncepciju sabiedrības labklājība ir pieņemtu dzīves standartu pastāvēšana. Ieņēmumu daļa tiek izmantota, lai iegādātos lietas un pakalpojumus. Šāds attīstības modelis, kas pamatojas uz individuālo patēriņu, neizbēgami noved pie milzīgas ieņēmumu un labklājības nevienlīdzības pat vienā valstī (īpaši ņemot vērā brīvā tirgus ekonomikas ciklisko raksturu), nemaz nerunājot par atšķirību veidošanos starp dažādiem pasaules reģioniem. Šādi definētās labklājības atšķirības izraisa sociālu spriedzi, militārus konfliktus un sabiedrības nestabilitāti.
- ♦ Sabiedrības attīstība, kas balstās uz pieaugošu resursu izmantošanu, noved pie patēriņa un ražošanas atkritumu (piesārņojuma) palielināšanās un resursu izsīkšanas. Ražošanas un patēriņa attīstības dēļ pēdējās desmitgadēs ir mainīties arī vides problēmu raksturs.

Vides piesārņojuma avoti – punktveida vai difūzi.

Agrāk piesārņojuma avoti bija punktveida, piemēram, gaisa vai ūdens piesārņojums no rūpnīcas, kaitīgo vielu izplūde kādā katastrofā vai kaitīgo vielu noplūde no atkritumu

izgāztuves. Pamazām kaitīgā ietekme uz vidi kļuva mazāk koncentrēta un sāka dominēt difūzie piesārņojuma avoti, kas ietver augu barības vielu noplūdi no lauksaimniecības zemēm, ķīmikāliju lietošanu mājāsaimniecībās, automašīnu radīto gaisa piesārņojumu. Punktveida piesārņojuma avotu radītās problēmas var risināt ar skaidri saskatāmu un ierobežojošu darbību, bet difūzo avotu izraisīto problēmu risināšana ir daudz sarežģītāka, bet uzlabojumi ir sasniedzami daudz lēnāk.

Vides problēmu mērogs – vietējs, reģionāls vai globāls.

Vēl nesen daudzi piesārņojuma veidi bija vietēja rakstura, parasti ap punktveida piesārņojuma avotu. Vēlāk atklājās, ka piesārņojums var ietekmēt pat reģionus, šķērsojot valstu robežas, piemēram, skābie nokrišņi un eitrofikācija. Pašlaik aktuālākās vides problēmas ir globālas. Jo plašāks problēmas mērogs, jo grūtāk to risināt. Tāpēc nepieciešama starptautiska sadarbība.

Vides problēmu turpināšanās – neilga vai ilga.

Kaitīgā ietekme uz vidi daudzos gadījumos ir īslaicīga, ja avota pastāvēšana ir ierobežota laikā. Tā tas bija ar gaisa piesārņojumu no centralizētās apkures uzņēmumiem vai ar ūdens piesārņojumu no nelielām apdzīvotām vietām. Pašlaik vairums vides problēmu ir ilglaicīgas, tās nepazūd īsā laika posmā arī tad, ja cēlonis ir likvidēts. Noturīgie organiskie savienojumi, smago metālu savienojumi vai radioaktīvais piesārņojums var ietekmēt vidi ilgu laiku pēc tiešas piesārņošanas beigām. Tā tas ir arī ar Baltijas jūras eitrofikāciju, kuras samazināšana prasīs vairākas desmitgades pat tad, ja papildu augu barības vielu ieplūde tiks pilnīgi apturēta.

Vides piesārņojuma problēmu pakāpe – vienkārša vai sarežģīta.

Daudzas vides problēmas kļūst arvien kompleksākas. Vienā rūpnīcā var izmantot simtiem dažādu ķīmisko vielu un daudzas no tām var būt vidē noturīgas. Tāpat arī dažādas patēriņa preces var dažādi ietekmēt vidi. Daudzas vielas, kā arī tautsaimniecības nozares iedarbojas uz vidi savstarpēji saistīti, piemēram, organiskie atkritumi no celulozes ražošanas rūpnīcas

vai pilsētas notekūdeņi piesaista aromātiskās vielas vai smago metālu savienojumus, kuri atbrīvojas, ja organiskās vielas sadalās. Jo kompleksāka ir vides problēma, jo sarežģītāk ir to izprast un atrisināt.

- ♦ Patēriņa sabiedrības attīstības modelis ignorē faktu, ka tāda ražošana, kas pārtērē resursus un degradē vidi, bet nodrošina augsta līmeņa dzīvesveidu bagātākajās pasaules valstīs, uz visas planētas nav iespējama. Jau pašlaik, kad vēlamais patēriņa līmenis sasniegts tikai relatīvi nedaudzās pasaules valstīs, visas planētas ekosistēmas nespēj absorbēt radīto piesārņojumu, kā tas ir siltumnīcefekta gāzu emisijas radīto klimata pārmaiņu piemērā. Planētai nepietiek resursu, lai ilgtermiņā nodrošinātu esošā patēriņa līmeni Rietumeiropas un Ziemeļamerikas valstīs, bet šāds patēriņa apjoms nav nodrošināms visiem pasaules iedzīvotājiem. Bez tam šādu patēriņa līmeņa pieaugumu nebūs iespējams nodrošināt arī nākotnē, pat strauja tehnoloģiskā progresa ietekmē.
- ♦ Līdzšinējās rietumu sabiedrības attīstības pamatā bija izpratne, ka attīstība un izaugsme nav ierobežota. Tomēr jāatzīst, ka ekonomiskajai izaugsmei tomēr pastāv ierobežojumi. Izaugsmes robežas nosaka planētas nestspēja, resursu pieejamība un planētas ekosistēmu spēja absorbēt piesārņojumu. Kaut arī tehnoloģiskais progress var paaugstināt resursu izmantošanas efektivitāti, tomēr šos attīstības ierobežojumus pārvarēt nav iespējams.

Nākotnes attīstībai jānodrošina līdzsvars starp planētas spēju uzturēt cilvēci un cilvēkiem vēlamu dzīvesveidu.

12.4.2. Ilgtspējīgas attīstības ietvars

Pasaules diskusiju process par nākotnes perspektīvām sākās 1972. gadā Stokholmā, ANO konferencē par cilvēkvidi. Kaut gan aukstā kara attiecību dēļ PSRS un sociālistisko valstu bloks atteicās piedalīties konferencē, tomēr ieradās 113 valstu delegācijas gan no ekonomiski

attīstītām, gan mazāk attīstītām valstīm, kā arī no daudzām starptautiski atzītām organizācijām.

Konferences deklarācijā tika iekļauti 26 principi, kas cilvēkvidi definēja daudz plašāk, nekā tas bija pieņemts vides aizsardzības jomā, jo tika iekļautas arī cilvēktiesību, vienlīdzības un adekvātu dzīves apstākļu prasības.

Deklarācija prasīja samazināt vides piesārņojumu, aizsargāt atjaunojamus un neatjaunojamus resursus nākotnes attīstības vajadzībām, ierobežot cilvēku skaita palielināšanos. ANO dalībvalstīm tika ieteikts veidot vides aizsardzības politiku, kas uzlabotu dzīves apstākļus visiem un izveidot atbilstošas vides pārvaldes institūcijas, uzsverot pētniecības, izglītības un inovāciju svarīgumu.

Mūsdienu izpratne par ilgtspējīgu attīstību pamatojas uz 1987. gadā ANO Vides un attīstības komisijas ziņojumā "Mūsu kopīgā nākotne" izteikto ideju:

"Ilgtspējīga attīstība ir attīstība, kas apmierina pašreizējās paaudzes vajadzības, neradot draudus nākamajām paaudzēm to vajadzību apmierināšanā".

Divdesmit gadus pēc Stokholmas konferences 1992. gadā Riodežaneiro, Brazīlijā notika ANO konference par vidi un attīstību, kurā piedalījās 172 valstu delegācijas, ieskaitot 108 valstu vai valdību vadītājus.

Tika pieņemta Riodežaneiro Deklarācija par vidi un attīstību un Rīcības programma 21. gadsimtam (Agenda 21).



12.16. att. ANO Cilvēkvides konferences atklāšana Stokholmā 1972. gada 5. jūnijā.



12.17. att. Grū Hārlema Bruntlande, bijusī Norvēģijas Karalistes premjerministre un ANO Vides un attīstības komisijas vadītāja.



12.18. att. ANO konference par vidi un attīstību, Riodežaneiro, Brazīlija, 1992. gads.

Latvijas Republikas Saeima ratificēja Rio-dežaneiro pieņemtos dokumentus, arī Rīcības programmu 21. gadsimtam, kurā ietverti nepieciešamo darbību apraksti pasaules vides problēmu risināšanā. “Domā globāli, rīkojies konkrētajā vietā” — šajā stratēģijā pausta atziņa, ka neviena globāla darbība nav iedomājama bez apzinātas vietējā līmeņa rīcības.

Daudzās pasaules valstīs tika atzīts, ka jāveido sava attīstības stratēģija tā, lai tiktu saglabāti ne tikai ekonomiskās attīstības tempi un iespējas, saglabāta dzīves kvalitāte, bet arī novērsta vides degradācija un resursu pārtēriņš.

Lai ilgtspējīga attīstība tiktu īstenota, vides aizsardzībai jāklūst par attīstības integrētu daļu, bet tās abas kopā satur sociālā joma. Tai ir būtiska nozīme nabadzības izskaušanā pasaulē un pasaules iedzīvotāju vairākuma vajadzību nodrošināšanā. Tā kā lielu daļu nepieciešamā cilvēki saņem no dabas, ir jā rūpējas par Zemes ekosistēmu integritāti un dzīvotspēju.

Ilgtspējīga attīstība ir viens no būtiskiem mērķiem Eiropas Savienības līgumā, kas nosaka ES politiku un rīcību. Ilgtspējīgai attīstībai, kas nodrošina Zemes spēju uzturēt dzīvību visā daudzveidībā, jābalstās uz demokrātijas, dzimumu līdztiesības, solidaritātes un likumu varas principiem, kā arī uz pamattiesību, brīvības un vienādu iespēju ievērošanu. Tā ir orientēta uz šīs un visu turpmāko paaudžu pastāvīgas dzīves kvalitātes uzlabošanu un labklājības veicināšanu. Ilgtspējīga attīstība veicina

dinamisku ekonomiku, pilnīgu nodarbinātību, augstu izglītības līmeni, labu medicīnisko aprūpi, sociālu un teritoriālu kohēziju un vides aizsardzību mierīgā un drošā pasaulē, respektējot kultūras daudzveidību.

Ilgtspējīgas attīstības koncepcija balstās uz nepieciešamību optimizēt ekonomisko attīstību un sociālo sistēmu, kā arī ietekmi uz vidi un resursu izmantošanu. Šim attīstības modelim jānodrošina ekonomikas, vides un sociālās sfēras ilgtspēja laikā un telpā.

Trīs pamatsfēras, bez kurām mūsdienās nav iespējama cilvēces pastāvēšana, ir ekonomika, harmoniska sabiedrība un veselīga vide,



12.19. att. Vides, ekonomikas un sociālās sfēras mijiedarbība, kas nodrošina ilgtspējīgu attīstību.

kas vienlaikus ir vēlamie ārējie priekšnosacījumi indivīda attīstībai.

Ilgtspējīga attīstība nozīmē to, ka jebkurš ekonomikas, sabiedrības vai vides jautājums jārisina tā, lai pieņemtais lēmums būtu labvēlīgs vai pēc iespējas mazāk nelabvēlīgs pārējo sfēru attīstībai.

Ilgtspējīgas attīstības mērķi un principi ir kļuvuši par vadlīnijām, lai pieņemtu atbilstošus ekonomiskus un politiskus, kā arī vides aizsardzības lēmumus, kuru mērķis ir

- ierobežot cilvēces ietekmi uz apkārtējo vidi un nepieļaut tālāku vides pašatjaunošanās spēju pārsniegšanu;
- samazināt līdz minimumam neatjaunojamo resursu patēriņu un nodrošināt atjaunojamo resursu izmantošanas paplašināšanu;
- saudzēt un aizsargāt dabu, nodrošināt bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu;
- veicināt ekonomisko attīstību, lai nodrošinātu cilvēka vajadzības, ļautu paaugstināt dzīves kvalitāti un nodrošinātu taisnīgu pasaules bagātību sadali;
- izveidot tādu lēmumu pieņemšanas un pārvaldes sistēmu, kas sekmē sabiedrības līdzdalību lēmumu pieņemšanas procesā.

Lai nodrošinātu ilgtspējīgu attīstību, sabiedrībai jāizpilda vairāki galvenie uzdevumi.

1. Resursu saglabāšana, respektīvi, cilvēces attīstībai nepieciešamo resursu pieejamības nodrošināšana ne tikai esošajām, bet arī nākamajām paaudzēm. Līdz ar to nepieciešams realizēt rīcības programmu un politiku, kuras mērķis ir paaugstināt neatjaunojamo resursu izmantošanas efektivitāti, to aizvietošanu ar atjaunojamiem resursiem, vienlaikus saglabājot bioloģisko daudzveidību un aizsargājot sugu ģenētisko potenciālu. Šī uzdevuma risināšanas pieejas ir alternatīvo enerģijas avotu attīstība, ražošanas un cita veida atkritumu atkārtota izmantošana, videi draudzīgu tehnoloģiju attīstība.
2. Cilvēka ietekmētās un neskartās vides sabalansēta attīstība, kas saistās, piemēram, ar nepieciešamību saglabāt lauksaimnieciski izmantojamo zemju produktivitāti,

optimizēt pilsētu teritoriju lietošanu un transporta plūsmas.

3. Sabiedrības attīstībai pieņemamas vides kvalitātes nodrošināšana, pārtraucot vai ierobežojot procesus, kas degradē vidi, negatīvi ietekmē ekosistēmu pašatjaunošanās spējas un, nepieļaujot procesus, kas var nelabvēlīgi ietekmēt cilvēku veselību un samazina dzīves kvalitāti. Vienlaikus jāpatur prātā nepieciešamība atjaunot degradēto vidi.
 4. Ilgtspējīga attīstība nav iedomājama bez sociālās vienlīdzības nodrošināšanas gan valstī, gan starp valstīm, nepieļaujot ienākumu nevienlīdzības pieaugumu un nodrošinot tādu attīstību, kas samazina sociālo plaisu starp bagātajiem un trūcīgajiem.
 5. Sabiedrības līdzdalība valsts un vides pārvaldē, lai ilgtspējīga attīstība tiktu atbalstīta un uzturēta visas tautas mērogā, jo tā nav sasniedzama bez sabiedrības attieksmes maiņas par patēriņu un resursu izmantošanu. Sabiedrībai ir svarīga politiskā apņemšanās veidot tādu sistēmu, kas balstās uz esošo un iegūto labumu vienlīdzīgu sadali, uz sociālo vienlīdzību, resursu saudzīgu izmantošanu un efektīvu pārvaldi.
 6. Ilgtspējīgas attīstības īstenošanas procesā ir jāpanāk izmaiņas attieksmē pret vērtībām un tām ir jābūt ierosinātām un atbalstītām no apakšas, iesaistot aizvien lielāku sabiedrības daļu politisku lēmumu pieņemšanā un pārvaldē. Vienlaikus ir skaidrs, ka šādas izmaiņas sabiedrībā nav sasniedzamas ar administratīvām reformām.
- Ilgtspējīga attīstība sasniedzama, rodot risinājumus visiem šiem uzdevumiem, — īstenojot sabiedrības plānošanu tirgus ekonomikā atbilstoši optimālai politiskai sistēmai. Ilgtspējīga attīstība pastāv tad, ja kopīgie Zemes kapitāla krājumi paliek nemainīgi vai turpina augt. Ar to saprot trīs galvenās kapitāla formas:
- ekonomiskais (cilvēku radītais) kapitāls, kas tradicionāli ietver iekārtas, tehniku, celtnes un infrastruktūru un tiek izmantots preču ražošanā un pakalpojumu sniegšanā;

- sociālais kapitāls, kas saistīts ar cilvēku labklājību gan sabiedriskā, gan individuālā veidā. Tas sastāv no sociālajām normām, no formālām un neformālām strukturām, kas nodrošina pieeju resursiem, palīdz risināt kopīgas problēmas un veicina sociālo vienotību, bet balstās uz cilvēku garīgo un fizisko veselību, izglītību, motivāciju, talantu, prasmēm un iemaņām;
- dabas kapitāls – visas ekosistēmas un dabas resursi (atjaunojamie un neatjaunojamie). Papildus tradicionālajiem dabas resursiem (koksne, ūdens, enerģija, minerāli) dabas kapitāls ietver arī dabas vērtības, ko grūti izteikt monetārās vienībās, – bioloģisko daudzveidību, sugas un ekosistēmas, kas nodrošina ekosistēmu pakalpojumus (piemēram, gaisa un ūdens sagatavošanu un attīrīšanu).

Ilgtspējīga attīstība paredz pastāvīgu visu kapitāla formu attīstību un saglabāšanu, jo no tām ir atkarīga cilvēces eksistence un labklājība gan tagad, gan nākotnē. Tā kā Zemes kopējais kapitāls sastāv no šo kapitālu kopsummas, tad pastāv iespēja, ka kopējie kapitāla krājumi var palielināties arī tad, ja viena kapitāla forma samazinās un cita aug. Piemēram, tiek samazināts dabas kapitāls, bet ekonomiskā izaugsme ir pietiekami liela, lai nodrošinātu kopējā kapitāla pieaugumu.

Tāpēc kapitāla formu savstarpējo aizstājāmību var izteikt kā ilgtspējīgas attīstības divas pieejas:

- paliekoša ilgtspēja tiek nodrošināta, ja neviena no ilgtspējīgas attīstības kapitāla formām nesamazinās. Tā nebalstās uz aizstāšanas principu un nepieļauj dabas kapitāla aizstāšanu ar cilvēka radīto kapitālu. Izmantojot šo pieeju, rodas problēmas, nosakot dabas kapitāla kritiskās robežas. Savukārt, nepieļaujot kapitālu aizstājāmību, rodas situācija, kad dažiem kapitāla veidiem tiek piešķirta absolūta vērtība, kas ir lielāka nekā citiem;
- vāja ilgtspēja balstās uz pieņēmumu, ka labklājība un ilgtspēja nav atkarīga no

kādas īpašas kapitāla formas, bet tiek nodrošināta, ja kopējie Zemes kapitāla krājumi pieaug. Šāda pieeja pieļauj dažādu kapitāla formu savstarpējo aizstājāmību. Izmantojot šo pieeju, būtu, piemēram, iespējams izcirst Brazīlijas mūžamežus, lai šajā teritorijā nodrošinātu bioloģiskās pārtikas ražošanu vai arī, lai iegūtos finanšu līdzekļus ieguldītu cilvēku kapitāla attīstībā. Šajā gadījumā problēma rodas, salīdzinot dažādas nesalīdzināmas kategorijas – mežus ar cilvēkiem, kā arī nosakot to vērtību un aizstājāmības pakāpi. Vājā ilgtspēja balstās arī uz ieguvumu un izdevumu analīzi, kurā savstarpēja aizstājāmība ir pieņemama.

12.4.3. Ilgtspējīgas attīstības pamatprincipi

Plānojot, īstenojot un vērtējot attīstības ilgtspēju, ir izstrādāti vairāki pamatprincipi. Vieni no tiem ir sociāli ekoloģiskie principi, kas skaidri parāda attīstības procesa likumsakarības, tādējādi ļaujot precīzi definēt attīstības mērķus.

Pārejas ceļi uz ilgtspējīgu attīstību var būt dažādi, un tajos iespējams kļūdoties, taču skaidra mērķa definēšana ir uzskatāma par attīstības priekšnoteikumu. Sociāli ekoloģisko principu priekšrocības ir tās, ka tie ilgtspējīgu attīstību vērtē no sistēmu viedokļa un darbības aplūko virknē kopš paša sākuma.

Ilgtspējīgas attīstības pamatprincipos par nozīmīgākajiem jāuzskata četri ilgtspējas veidi, kas sniedz atbildi uz jautājumu "Kā to izdarīt?", lai nodrošinātu sabiedrības attīstību.

1. **Daudzveidība** ir uzskatāma par nepieciešamu priekšnoteikumu jebkuras sistēmas (arī sabiedrības) tālākai attīstībai. Bioloģiskā daudzveidība, ekonomiskā daudzveidība, kultūru daudzveidība ir pamatā biosfēras un sabiedrības spējai uzturēt to dinamisko stabilitāti. Inovācija un pielāgošanās jauniem apstākļiem ir iespējama tad,

ja pastāv dažādas pieejas un attīstības alternatīvas, no kurām var veidot jaunas, stabilas sabiedriskas sistēmas. Lai palielinātu ilglaicīgu stabilitāti, bieži vien piemērotākā stratēģija ir attīstības dažādošana.

2. **Subsidiaritāte** nozīmē visa veida funkcijas zemākajā iespējamā pārvaldes līmenī. Palīdzība vai norādījumi no ārpuses ir vējami tikai gadījumā, ja tie veicina attiecīgās deleģētās funkcijas izpildi, bet tajā pašā laikā bīstami nesamazina apakšsistēmas autonomiju. Pašpārvalde ir cieši saistīta ar sociālo atbildību un sociālo drošību un var tikt lietota visās jomās – politikā, administrācijā, uzņēmējdarbībā, tehniskajās sistēmās, ekonomikas materiālo plūsmu nodrošināšanā. Šis princips nesniedz skaidrus norādījumus, bet liek meklēt optimālo risinājumu starp autonomiju un integrāciju plašākās sistēmās. Pašnoteikšanās principa ieviešana veicina indivīdu iesaistīšanos un pašvaldību aktivitāti veidot un pārvaldīt savu dzīvi, tādējādi veicinot demokrātiju.
3. **Sadarbības princips** akcentē horizontālo, nehierarhisko mijiedarbību nozīmi. Tāds sadarbības modelis balstās uz savstarpēji vienotiem mērķiem un likumiem un parasti ir atvērts: dalībnieki var pievienoties vai izstāties. Sadarbības tīkli nodrošina pieredzes un informācijas apmaiņu, rada savstarpējo atbalstu, stabilizē sistēmas, kā arī veicina konkurenci – dalībnieki var izvēlēties citu, pievilcīgāku sadarbības tīklu. Tādēļ sadarbības tīklu pastāvēšanai vitāli svarīga ir spēja piemēroties jaunajam un orientēties uz dalībnieku vajadzībām.
4. **Piedalīšanās** jeb **līdzdalības princips** atbilst demokrātijas idejām un ir pamats pieeju daudzveidībai. Tas var būt svarīgs, lai izvairītos no konfliktiem. Īpaši būtiska ir visu jautājuma risināšanā iesaistīto pušu piedalīšanās problēmas formulēšanas sākuma stadijā un iespējamo alternatīvu apzināšanā. Piedalīšanās veicina atbildību un motivē cilvēkus dot savu ieguldījumu pieņemtā lēmuma izpildē. Turklāt piedalīšanās prasa dalībnieku laiku un ieinteresētību,

iesaistītās institūcijas atvērtību un bieži arī vairāk laika un līdzekļu nekā labi izstrādāta hierarhiskā tipa lēmumu pieņemšana. No izvēlētās procedūras ir atkarīgs risks, ka lēmums var neatbilst ekspertu viedoklim, bet piedalīšanās princips liek respektēt atšķirīgas intereses un viedokļus.

Kaut arī ilgtspējīgas attīstības pamatprincipi ir daudzveidīgi, tomēr konkrētu pamatprincipu izmantošana atbildīgu ekonomisku, politisku un vides aizsardzības lēmumu pieņemšanu padara praktiskāku. Vērtējot ilgtspējīgas attīstības īstenošanu, īpaši būtisks ir jautājums par ilgtspējīgas attīstības koncepcijas izmantošanas iespējām atšķirīga ekonomiskā un sociālā režīma valstīm.

Līdz šim visplašāk ir pētītas industriāli attīstīto valstu ilgtspējīgas attīstības iespējas. Lai arī šo valstu skaits ir relatīvi mazs, tomēr ilgtspējīgas attīstības pamatprincipu ievērošana tajās ir īpaši aktuāla saistībā ar augsto patēriņa līmeni, kas mijiedarbībā ar brīvā tirgus ekonomikas un globalizācijas procesiem būtībā ir viens no galvenajiem problēmu cēloņiem.

No otras puses, tieši industriāli attīstīto valstu grupā vērojama izpratne par ilgtspējīgas attīstības nepieciešamību. Industriāli attīstītajās valstīs par ilgtspējīgas attīstības stratēģiski nozīmīgu virzienu priekšplānā ir dematerializācijas koncepcija – ekonomiskās attīstības un materiālu patēriņa atsaistīšana jeb labklājības pieauguma nodrošināšana, vienlaikus samazinot materiālu un resursu patēriņu.

Situācija industriāli attīstītajās valstīs visai ievērojami atšķiras no situācijas, piemēram, Āfrikā, lielākajā daļā Āzijas un Dienvidamerikas valstu, arī daudzās Eiropas valstīs. Šo valstu iedzīvotāju vēlme pēc iespējas straujāk sasniegt industriāli attīstīto valstu labklājības līmeni vēl vairāk aktualizē nepieciešamību panākt ekonomiskās attīstības un materiālu patēriņa atsaistīšanu.

Savukārt pasaules nabadzīgākajās valstīs ilgtspējīgas attīstības jautājumi ir saistīti ar brīvā tirgus ekonomikas un globalizācijas negatīvo seku radīto problēmu risināšanu, kas būtībā nav iespējams vietējā mērogā.

Literatūra

- AtKisson A.** (2012) Annual Survey Report of the Institute for Studies in Happiness, Economy, and Society, Tokyo, Japan.
- AtKisson A.** (1999) *Believing Cassandra*. Vermont, Chelsea Publishing company.
- Baker S.** (2006) *Sustainable Development*. London: Routledge.
- Becker P.** (2014) *Sustainability Science*. Elsevier, London, New York, Sydney, Tokyo.
- Degnbol-Martinussen J, Engberg-Pedersen P.** (1999) *Understanding International Development Cooperation*. ZED Books, London, New York, Copenhagen.
- Epstein M.** (2008) *Making Sustainability Work*. Greenleaf Publishing, Sheffield.
- Foundations of environmental sustainability.** Eds. Rockwood L., Stewart R., Dietz T. (2008) Oxford University Press.
- Gore A.** (2006) *An Inconvenient Truth*. London, Bloomsbury Publishing.
- Gors A.** (2009) *Neērtā patiesība*. Rīga, apgāds Zvaigzne ABC.
- Latvijas ilgtspējīgas attīstības pamatnostādnes** (2002) Latvijas Republikas Ministru kabinetā apstiprinātas 2002. gada 13. augustā.
- Lauder H., Brown P, Dillabough J., Halsey A.** (2006) *Education, Globalization and Social Change*. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Leichenko R., O'Brien K.** (2008) *Environmental Change and Globalization*. Oxford University Press, New York, Oxford, Nairobi, Toronto.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J.** (1992) *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. UK: Earthscan.
- Meadows D., Randers J., Meadows D.** (2008) *Limits to Growth: The 30-year Update*. London: Earthscan.
- Muler H.** (2009). *Building a New World Order*. Haus Publishing, London.
- O'Neil K.** (2009) *The Environment and International Relations*. Cambridge University Press, Cambridge, Cambridge, New York, Melbourne, Delhi.
- Our Common Future.** The World Commission on Environment and Development. Chair. Brundtland G.H. Oxford, New York, Oxford University Press, 1987.
- Randers J.** (2012) *2052: A Global Forecast for the Next Forty Years*. Chelsea Green publishing, Vermont.
- Revesz R., Sands P, Stewart R.** (2008) *Environmental Law, the Economy and Sustainable Development*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town.
- Römpczyk E.** (2007) *Gribam ilgtspējīgu attīstību*. Rīga: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Sorensen S.** (2010) *The Sustainable Network*. Beijing, Cambridge, Taipei, Tokyo, O'Reilly Media.
- Strategies Toward Sustainable Development: Implementing Agenda 21.** Oceana publications, New York, 2004.
- Success Factors for Local Agenda 21 in the Baltic Sea Region.** Eds. Gronholm B., Joas M., Nordstrom M. Abo, Finland, 2001.
- Sustainability Measures.** Eds. Bennet M., James P. Greenleaf Publishing, Sheffield, 1999.
- The Baltic Sea Region – Cultures, Politics, Societies.** Ed. Maciejewski W., Uppsala, A Baltic University Publication, 2002.
- The Sustainability Curriculum.** Eds. Blewitt J., Cullingford. Earthscan, London, 2004.
- Towards Sustainable Household Consumption.** Paris, OECD, 2002.
- UNDP Latvia** (2004) *Kā dzīvosim Latvijā 2015. gadā? Ziņojums par ANO Tūkstošgades attīstības mērķiem Latvijā*. Rīga: UNDP Latvia.
- Vide un ilgtspējīga attīstība** (2010) Red. M. Kļaviņš, J. Zājoksnis. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- Vides zinātne** (2008) Red. M. Kļaviņš. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- Vries B.** (2013) *Sustainability Science*. Cambridge, Cambridge University Press.

Interneta resursi

WWF – World Wildlife Fund (2002) *Living Planet Report 2002*. WWF. [23.01.2005.]
Pieejams: <http://globalis.gvu.unu.edu/indicator.cfm?Country=LV&IndicatorID=99>

Baltic 21 (1998) *An Agenda 21 for the Baltic Sea Region – Baltic 21*. Pieejams: www.baltic21.org/?a,166

ICLEI – International Council for Local Environmental Initiatives (2004) *Aalborg Commitments*. ICLEI. Pieejams: www.aalborgplus10.dk/

Sustainable Development Strategy. Pieejams: <http://ec.europa.eu/comm/sustainable/>

Ekonomisko instrumentu datubāze. Pieejams: www.economicinstruments.com/

Izmantotie attēli

- 12.1. https://en.wikipedia.org/wiki/Hadza_people
- 12.2. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Maler_der_Grabkammer_des_Sennudem_001.jpg
- 12.3. <http://www.uzdevumi.lv/p/vesture/10-klase/cilveces-attistiba-akmens-laikmets-4294/re-d7b62406-6f13-41ac-80b7-8180c8d462b7>
- 12.4. <https://libcom.org/blog/climate-class-neolithic-revolution-09062014>
- 12.5. [Alphaspirit/Shutterstock.com](http://www.alphaspirit.com)
- 12.6. http://en.wikipedia.org/wiki/California_Gold_Rush
- 12.7. http://en.wikipedia.org/wiki/The_Jungle
- 12.9. https://en.wikipedia.org/wiki/Silent_Spring
- 12.10. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Apollo_17_Cernan_on_moon.jpg
- 12.12. Donella Meadows, Jorgen Randers, Dennis Meadows. *Limits to Growth: the 30-year update*. Earthscan, London, Sterling VA, (2008), 169 p.
- 12.13. <http://www.oecd.org/dev/pgd/economydevelopingcountriessettoaccountfor nearly60ofworldgdpby2030 accordingtonewestimates.htm>



13.

Adaptācija klimata pārmaiņām

13.1. Adaptācijas koncepcija

Klimata pārmaiņas patiešām notiek! Taču laika apstākļi var būt risku cēlonis, kurus nosaka klimata dabiskā mainība. Mūs apdraud ne tikai klimata pārmaiņas, bet arī cilvēka neietekmēta dabiska klimata ekstremālas parādības. Sausums vai intensīvi nokrišņi, karstuma viļņi vai neparasts aukstums, vētras, plūdi, virpuļviesuļi, krusa utt. ir klimatiskas parādības, kuru cēlonis var būt dabiski norisoši procesi. Šādas parādības ir pastāvējušas un būs arī nākotnē. Piemēram, 2012. gadā novērotas 905 dabas katastrofas, no kurām 93% saistāmas ar klimatiskām parādībām: 45% meteoroloģiskas (vētras), 36% hidroloģiskas (plūdi), 12% klimatoloģiskas (karstuma viļņi, mežu ugunsgrēki un citi), bet 7% bija ģeofizikālas izcelsmes dabas katastrofas (zemestrīces, vulkānu izvirdumi). No 1980. līdz 2011. gadam ģeofizikālas dabas katastrofas veidoja 14% no visām dabas katastrofām.

Lai nodrošinātu kvalitatīvu dzīves vidi un mazinātu bīstamu klimatisko parādību radītās ietekmes, ir svarīgi tām piemēroties, t.i., adaptēties klimata pārmaiņām un klimata dabiskajai mainībai.

Adaptācijas pirmais solis ir politisku lēmumu pieņemšana (Latvijā, Eiropas Savienībā, starptautiskā līmenī). Tā ir jauna politika, kas atrodas izstrādes stadijā. Adaptācijas mērķis ir konkrētas darbības, rīcības, lai nodrošinātu cilvēku, tautsaimniecības un dabas vides aizsardzību no klimata izraisītiem riskiem. Adaptācijas politika un rīcības programmas ir ilgtspējīgas attīstības politikas elementi. Adaptāciju var definēt kā dabas vai cilvēka radītu sistēmu pielāgošanu tā, lai mazinātu potenciālu kaitējumu vai izmantotu iespējamus ieguvumus, kurus rada klimata pārmaiņas vai klimata dabiskā mainība.

Kaut arī adaptācijas koncepcija ir jauna, piemērošanās klimata riskiem ir sākusies, cilvēcei mazinot atkarību no dabas vides, piemēram, cilvēks kļuva aizvien mazāk atkarīgs no aukstuma, kad iemācījās izmantot uguni, izveidot apmetnes. Nepieciešamība aizsargāties no plūdu riskiem sekmēja pilsētu attīstību un

rūpniecību. Ja pašlaik viena no vides politikas prioritātēm ir ES Plūdu direktīvas ieviešana, tad pretplūdu aizsardzība, dzīves vietu izveide, lai plūdi neapdraudētu mītnes un cilvēkus, ir bijusi viens no cilvēku kopienu sekmīgas attīstības priekšnosacījumiem. Vienkāršā atziņa, ka māju nedrīkst celt plūdu apdraudētās upju palienās, ir bijusi pašsaprotama gadsimtiem ilgi, bet mūsdienās tas dažkārt ir jāatklāj no jauna! Var apgalvot, ka mūsdienu klimata adaptācijas koncepcijas viens no būtiskiem avotiem ir tās zināšanas un mutvārdu tradīcijas, kuras ir pastāvējušas gadsimtiem ilgi. Taču mūsdienu tehnoloģiskais progress, sabiedrības pārvaldības sistēma un strukturētās pieejas problēmu risināšanai prasa izstrādāt jaunas metodes, lai mazinātu klimata pārmaiņu vai mainības radītos riskus.

Adaptācijas jēdziens ir cieši saistīts ar ilgtspējīgas attīstības politikas izstrādi un ir pieminēts ANO Vispārējā konvencijā par klimata pārmaiņām, tās Kioto protokolā un citos starptautiskās likumdošanas aktos. Tomēr saikne ar ilgtspējīgas attīstības politiku ir dziļāka, jo adaptācijas nepieciešamība ietver nepieciešamību veikt darbības, kuras sniedzas pāri tai robežai, kas parasti ir kritiska ikviena politiķa vēlēšanu periodam. Adaptācijas mērķis ir mazināt riskus, kurus var radīt, piemēram, plūdi, kuru notikšanas varbūtība ir reizi 100 gados. Tātad adaptācijas koncepcija ietver sevī rūpes par sabiedrību kopumā, nevis tikai noteiktu elektorāta grupu, turklāt jārēķinās ar iespējamām ietekmēm un riskiem. Adaptācijas mērķis ir novērst riskus, nevis rīkoties pēc tam, kad nelaime jau ir notikusi.

Klimata pārmaiņu radītie riski ir tik būtiski, ka to risināšanai ir mobilizēta starptautiskā sabiedrība. Ja klimata pārmaiņu mazināšana lielā mērā ir atkarīga no valstu sadarbības saskaņā ar savstarpējas vienošanās principiem, tad adaptācija lielā mērā ir katras valsts risināms politikas uzdevums un rīcību kopums. Adaptācijai ir jāatbalsta arī reģionālas darbības un jāveic nepieciešamie vietējie uzdevumi atbilstoši katras pašvaldības pastāvošām aktualitātēm.

Protams, risināmās problēmas un jautājumi starptautiskā, reģionālā, nacionālā un vietējā līmenī ir būtiski atšķirīgi.

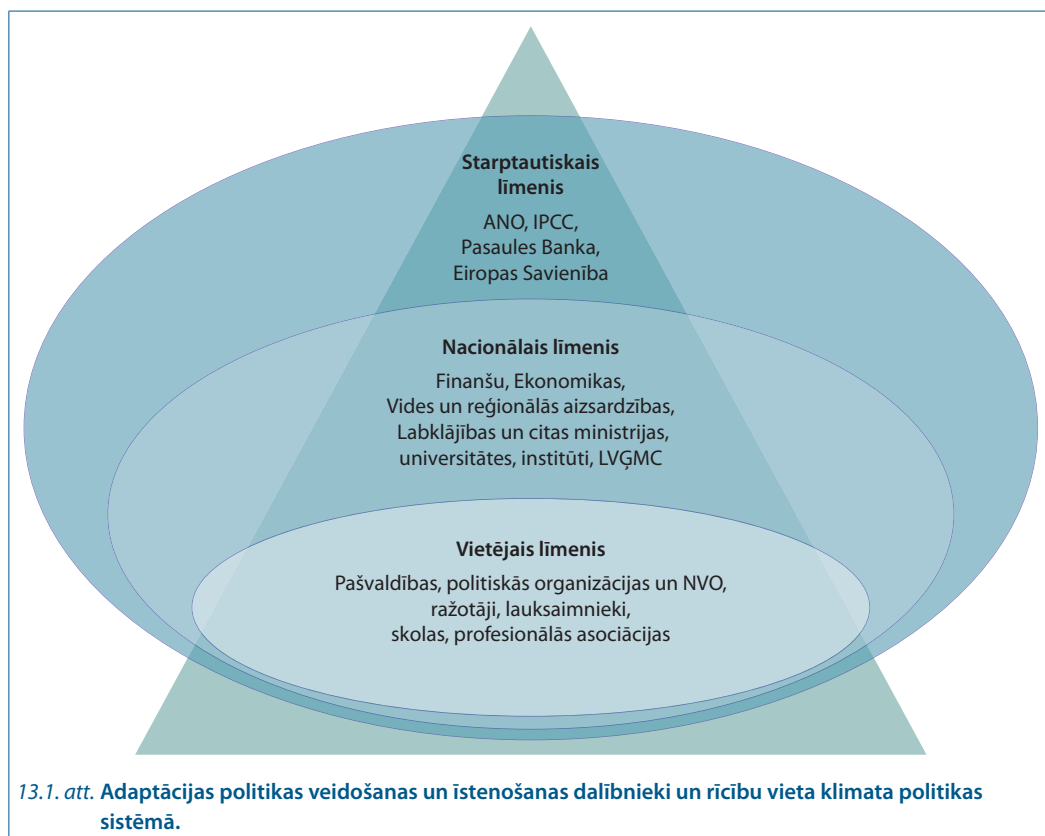
Adaptācijas politika ir viens no pasaules vides politikas elementiem un saistīts ar klimata pārmaiņu mazināšanas politiku. Respektīvi, klimata pārmaiņu mazināšana un piemērošanās tām ir integrāli saistītas. Mūsdienu vides problēmu aktualitātes pieaugums klimata politiku izvirza par vienu no politiskā procesa būtiskiem elementiem, un tā ir nozīmīga aktualitāte ES dalībvalstīs, arī Latvijā. Pašvaldību līmenī adaptācijas jautājumi kļūst aizvien nozīmīgāki. Lai sekmētu adaptācijas plānošanu un ieviešanu, ir svarīga sadarbība visos politikas veidošanas un ieviešanas līmeņos.

Vienlaikus adaptācija saistīta ar ieguldījumiem, lai mazinātu riskus, kas ir tikai iespējami. Lai pamatotu rīcību nepieciešamību un pieņemtu lēmumu, svarīgi ir izvērtēt klimata radītos riskus ekonomikas kategorijās. Tieši

klimata pārmaiņu ekonomiskā novērtējuma komplicētība ir galvenais faktors, kas ir svarīgs gan diskusijās ar sabiedrību par klimata politikas mērķu sasniegšanu, gan arī konkrētu investīciju projektu pamatošanai. Jautājumu sarežģītās, ka ir ietekmes, kuras monetārās kategorijās vērtēt ir grūti, piemēram, bioloģiskās daudzveidības samazināšanās. Tomēr ir pietiekami daudz klimata risku veidu, kuru ietekmes un potenciālās izmaksas novērtēt var visai precīzi, piemēram, zemes platību zaudējumus piekrastes noskalošanas rezultātā.

Ir iespējams izdalīt vairākus adaptācijas veidus gan atkarībā no tā, kā notiek reakcija uz klimata pārmaiņu riskiem, gan atkarībā no rīcībām, kas nodrošina piemērošanos. Izšķir

- 1) autonomo adaptāciju,
- 2) preventīvo adaptāciju,
- 3) *post factum* adaptāciju,
- 4) plānoto adaptāciju.



Adaptācijas uzdevumu sasniegšanai var izmantot dažāda veida kombinācijas, kuru mērķis ir samazināt jutīgumu, nodrošināt klimata risku pārvaldību vai veikt proaktīvu risku mazināšanu.

1. Sociālās vides aizsardzības pasākumi.
2. Infrastruktūras pilnveidošana.

3. Tehnoloģiskie risinājumi.
4. Integrēta dabas resursu pārvaldība.
5. Institucionālās sistēmas, izglītošana vai izturēšanās veida izmaiņas.
6. Finanšiālie pakalpojumi.
7. Informācijas sistēmu izveide, lai nodrošinātu agrīnu brīdināšanu.

13.1. tabula. Pieejas adaptācijai, lai mazinātu klimata pārmaiņu risku: jutīguma un atkarības ierobežošana no laika apstākļiem

Adaptācijas aktivitāte	Piemērs
Cilvēkresursu attīstība	Uzlabotas pieejas izglītībai, veselības aprūpei, drošai mītnai, sociālā atbalsta sistēmai. Ienākumu nevienlīdzības mazināšana.
Nabadzības mazināšana	Uzlabota pieejamība vietējiem resursiem. Katastrofu risku pārvaldība. Sociālās palīdzības tīkli.
Dzīves vides drošība	Uzlabota infrastruktūra. Līdzdalība lēmumu pieņemšanā. Pieeja jaunākajiem tehnoloģiskajiem risinājumiem.
Katastrofu riska mazināšana	Informācija par riskiem. Agrīnās brīdināšanas sistēmas. Ūdens un enerģijas resursu pieejamības nodrošinājums. Būvju drošība. Vētru riska mazināšana. Transporta infrastruktūras pilnveidošana.
Ekosistēmu pārvaldība	Mitrāju un pilsētu zaļo platību aizsardzība. Piekrastes teritoriju apmežošana. Ūdens resursu pārvaldība.
Telpiskā un zemes izmantošanas plānošana	Dzīves vietu kvalitātes nodrošināšana. Plānošana plūdu un citu risku teritorijās. Attīstība aizsargājamās teritorijās. Pilsētas plānošanas risinājumi.

13.2. tabula. Pieejas adaptācijai, lai mazinātu klimata pārmaiņu risku: tehnoloģiskie risinājumi un adaptācijas sistēmas izveidošana

Adaptācijas aktivitāte	Piemērs
Nacionāla līmeņa politika un adaptācijas pārvaldība	Nacionāla un vietēja līmeņa adaptācijas stratēģijas un rīcības programmas. Ekonomikas diversifikācija. Pilsētvides pielāgošana. Katastrofu risku mazināšanas programmas un rīcību plānojums. Ūdens resursu un piekrastes pārvaldības plāni.
Likumdošanas sistēmas pilnveidošana	Zemes lietojuma zonēšana. Celtniecības kvalitātes kontrole. Likumdošana, lai sekmētu katastrofu risku mazināšanu. Likumdošana, kas sekmē risku apdrošināšanu. Likumdošana, kas sekmē tehnoloģisko progresu.
Ekonomikas sektora iniciatīvas	Klimatisko risku apdrošināšanas sistēma (valsts garantijas). Ekosistēmu pakalpojumu novērtējums. Resursu taupīšanas sekmēšana.
Adaptācijas tehnoloģisko risinājumu attīstība	Bistamības un risku kartēšana. Agrīnas brīdināšanas un prognozēšanas sistēmas. Krasta aizsardzības struktūras. Pretplūdu risinājumi. Celtniecības prakses pilnveidošana. Transporta un ceļu infrastruktūras uzlabošana. Energoapgādes un informāciju tehnoloģiju drošība.
Adaptācija lauksaimniecībā, mežsaimniecībā	Jaunas augu kultūras un to izmantošanas risinājumi. Tradicionālo zināšanu izmantošana. Irigācija un ūdens taupīšana. Siltumizolācijas un dzesēšanas risinājumi.
Ekosistēmu resursu izmantošana	Vides rekultivācija. Apmežošana. Zaļās infrastruktūras izveide (parki, zaļie jumti utt.). Ekoloģiskie koridori un tīklojums.
Izglītība un pētniecība	Risku kartējums. Brīdināšanas un prognozēšanas sistēma. Klimata izglītības sistēmas izveide. Tālākizglītība. Klimata risku izpēte.

13.2. Adaptācijas politika

Adaptācijas politikā iniciatīva pieder starptautiska līmeņa dalībniekiem, un to nosaka klimata pārmaiņu globālie draudi, kas izpaužas gan kā pasaules gada vidējās temperatūras paaugstinājums, gan arī kā dažādas ietekmes uz ekosistēmām visos kontinentos, Pasaules okeāna ūdens līmeņa celšanās, arvien pieaugošie dabas katastrofu seku apmēri:

- ekstremālo dabas parādību biežuma pieaugums,
- jūras līmeņa celšanās un piekrastes teritoriju apdraudējums,
- ietekme uz cilvēku veselību un labklājību,
- ietekme uz lauksaimniecību un mežsaimniecību,
- ietekme uz bioloģisko daudzveidību un ekosistēmu pakalpojumiem,
- ietekme uz reģionālo attīstību,
- ietekme uz pilsētvides attīstību, plānošanu un būvniecību,
- ietekme uz iedzīvotāju migrāciju.

Globālās adaptācijas politikas nozīmīgs elements ir tādu procesu negatīvo ietekmju mazināšana, kas sniedzas pāri nacionālo valstu iespēju un interešu spējām. Izteikta problēma ir, piemēram, okeānu salu applūšanas draudi, jo šajā gadījumā kombinējas gan jūras līmeņa celšanās draudi, gan ekstremālo parādību ietekmju draudi.

Cita globālās adaptācijas politikas aktivitāšu joma ir rīcība, lai mazinātu klimata pārmaiņu ietekmi uz iedzīvotāju migrāciju. Tas parāda klimata pārmaiņu milzīgo ietekmi un nepieciešamību sākt darbības, lai mazinātu negatīvo ietekmi. Visi klimata pārmaiņu rakstura novērojumi un modeļi rāda ievērojamu nokrišņu daudzuma samazināšanās risku, piemēram, Ziemeļāfrikā, kas, apvienojoties ar iedzīvotāju skaita pieaugumu un politisko nestabilitāti, ir nozīmīgs drauds ne tikai reģiona, Eiropas, bet visas cilvēces attīstībai.

Gan klimata, gan adaptācijas politikas specifika ir tāda, ka tās pirmsākumi meklējami starptautiskā līmenī. Tiek uzskatīts, ka ir svarīgi adaptācijas politiku risināt valdības līmenī:

- piemērošanās (preventīvie) pasākumi ļauj samazināt izmaksas un dod tūlītējus rezultātus (jo īpaši tas attiecas uz lauksaimniecību);
- neskaidrības, riski un ieguvumi aprūtinā indivīda izpratni par ieguvumiem no pielāgošanās politikas, tāpēc tie risināmi valdības līmenī;
- informēšana, zināšanas, apmācība vissekmīgāk nodrošināma, ja tā ir integrēta visas valsts politikā;
- palīdzība nelaimē sniedzas pāri indivīda vai reģiona spējām un risināma vismaz nacionālā līmenī;
- risinājumu, vadlīniju izstrāde prasa kompetenci;
- atbilstošu rīcības spēju (finanšu un cilvēkresursu) nodrošināšana;
- infrastruktūras plānošana un attīstība.

Mūsdienās risku identifikācija vairāk vai mazāk ir notikusi atsevišķu nozaru politikas plānošanas dokumentos, detalizētāk – civilās aizsardzības sistēmā. Taču risku apzināšana un pārvaldības mehānisms ir jāparedz arī visaptverošā nacionālās drošības sistēmā. Klimata mainības risku ietveršana nacionālajā valsts drošības sistēmā, izstrādājot monitoringa sistēmu un sastādot riska objektu kartes (tās regulāri



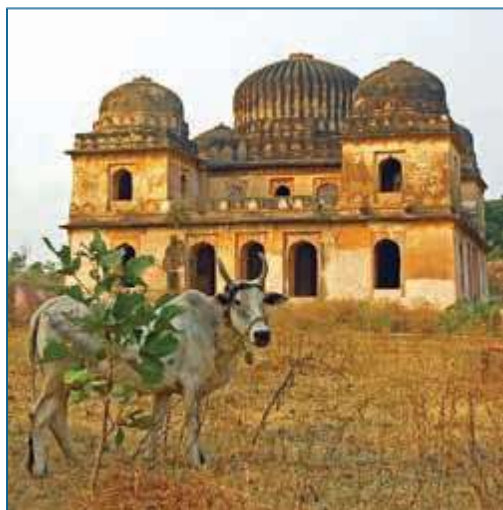
13.2. att. Plūdi Koblencē 2011. gadā (Vācija).

atjaunojot), atvieglotu risku identificēšanas un novērtēšanas (ieskaitot finansiālo) procesu, pilnveidotu dažādu prognožu un attīstības modeļu sistēmas veidošanu, arī tās sistēmas, kas saistītas ar klimata mainības ietekmju izvērtējumu uz dažādām dabas ekosistēmām un bioloģisko daudzveidību, cilvēku veselību un labklājību kopumā.

Kāpēc ir jāveido vienota stratēģija ar klimata riskiem saistītas visaptverošas sistēmas izveidei? Vai nevar iztikt kā līdz šim, jo tik ļoti postošas kataklizmas Latviju vēl neapdraud?

Diemžēl tā ir tikai ilūzija, jo iespējamās negatīvas sekas, ja klimata mainības radītie riski netiks laikus identificēti un radītas alternatīvas šo risku novēršanai vai efektīvai piemērošanās procesu veikšanai:

- katru gadu valsts būs spiesta maksāt milzīgas kompensācijas gan atsevišķiem sektoriem (jo īpaši lauksaimniecībā un mežsaimniecībā), gan iedzīvotājiem par dabas nodarītajiem postījumiem viņu īpašumiem, veselībai vai pat dzīvībai,
- šie riski kropļos dabisko konkurenci tirgus ekonomikā, iznīcinot pat atsevišķas apakšnozares,



13.3. att. Karstuma vilnis Indijā – gaisa temperatūra 2015. gada pavasarī pārsniedza 43 °C, tika radīti milzīgi zaudējumi lauksaimniecībā, gāja bojā cilvēki.

- netiks pildītas ES tiesību aktos un politikas plānošanas dokumentos, kā arī ANO Vispārējās konvencijas par klimata mainību un tās Kioto protokolā noteiktās saistības, tādējādi valsts var nonākt nepatīkamā stāvoklī, raugoties no starptautiskā viedokļa.

Par galvenajiem adaptācijas politikas īstenošanas veidiem noteikta pārvaldība (ieskaitot riska pārvaldību kā galveno), būtiskāko darbības virzienu noteikšana (ieskaitot valstu valdību, pašvaldību, privātā sektora utt. lomu) un adekvātas apdrošināšanas sistēmas radīšana. Neskaidrības vēl rada Kioto protokola funkcijas adaptācijas pasākumu finansēšanas mehānismu (piemēram, pielāgošanās fonda) radīšana un pilnveidošana.

Piemērošanās politikai jāklūst par ekonomiski pamatotu papildinājumu nepieciešamajiem klimata mainības mazināšanas pasākumiem, turklāt tā būtu jāuztver par ilgtspējīgas attīstības nepieciešamāko sastāvdaļu, integrējot to sektoru politikās kopā ar pētījumiem, tehnoloģiju pārnesei, sabiedrības informēšanu un informētības līmeņa paaugstināšanu, kā arī strauju un pamatotu rīcības celšanu.

Pirmais nozīmīgais starptautiskais dokuments, kas attiecas tieši uz klimata pārmaiņu radītajiem riskiem un ar tiem saistītajiem jautājumiem, bija ANO Lēmums 1/CP.10 – Buenosairesas darba programma par adaptāciju¹. Tajā pausts, ka līdztekus jau aprobētiem adaptācijas pasākumiem (piemēram, aizsargdambji pret plūdiem, hidromezglu ierīkošana, upju gultņu tīrīšana, stāvkraustu nostiprināšana u.c.) jāstimulē inovatīvi pasākumi un tehnoloģiju attīstība. To varētu veikt, attīstoties un veiksmīgi funkcionējot starptautiskajam CO₂ emisiju tirgum, dažādiem fondiem, daudzpusējām finansiālām institūcijām u.c.

ANO Vispārējās konvencijas par klimata pārmaiņām dalībvalstu 12. sesijā un Kioto protokola dalībvalstu otrajā sesijā, kas 2006. gadā notika Nairobi (Kenijā), tika pieņemta Nairobi

¹ Decision 1/CP.10 Buenos Aires programme of work on adaptation and response measures, FCCC/CP/2004/10/Add.1,19.04.2005.

Piecu gadu darba programma par klimata pārmaiņu ietekmi, to radītajiem apdraudējumiem un pielāgošanos tām. Tika panākta vienošanās par principiem un nosacījumiem Pielāgošanās fonda (kā galvenā starptautiskā finanšu mehānisma) darbībai un pārvaldībai.

2013. gadā tika izveidots Varšavas Starptautiskais mehānisms, lai sekmētu iniciatīvas klimata pārmaiņu radīto zaudējumu mazināšanai, bet 2015. gadā notika ANO konference par Klimata katastrofu risku mazināšanu. Nozīmīgs pagrieziena punkts ir 2015. gada Parīzes ANO konference par klimata politiku.

Eiropas Kopienas ietvaros izstrādāti pamatdokumenti, lai nodrošinātu ES dalībvalstu, visas ES un reģionu (piemēram, Vidusjūras reģiona) politikas izveidi klimata pārmaiņu adaptācijai. Eiropas Komisijas "Zaļajā grāmatā" par adaptāciju klimata mainībai² pausts viedoklis, ka nepieciešams izstrādāt adaptācijas politiku visos līmeņos (nacionālajā, reģionālajā, vietējā), integrējot politikas un to realizāciju galvenajos tautsaimniecības sektoros, īpašu uzmanību veltot ūdenssaimniecībai un ūdensapgādei, veselībai, lauksaimniecībai, reģionālajai plānošanai, enerģētikai, transportam, ekosistēmām, vides ietekmes izvērtējuma un stratēģiskā vides izvērtējuma nozīmībai, kā arī civilās sistēmas un agrās brīdināšanas sistēmas pastiprināšanai preventīvu pasākumu nodrošināšanā.

"Zaļajā grāmatā" uzsvērts, ka piemērošanās klimata mainībai politikas mērķis ir izmaksu ziņā efektīvi samazināt riskus un zaudējumus, ko rada dabas katastrofas un cita veida klimata mainība, kā arī izpētīt potenciālos labumus, kādus iegūtu sabiedrība un ekosistēmas, laikus novēršot riskus. "Zaļajā grāmatā" izvirzītas šādas prioritātes:

- savlaicīga rīcība, lai izstrādātu piemērošanās stratēģijas nozarēs un jomās, kur pašreizējās zināšanas ir visvājākās,



13.4. att. Apvienoto Nāciju organizācijas konference par klimata pārmaiņām Kioto (Japāna), 1997. gads.

- globālo piemērošanos vajadzību integrēšana ES ārējās attiecībās un jaunās starptautiskas partnerības dibināšana,
- zināšanu trūkuma vai nepilnību novēršana par piemērošanās jautājumiem, veicot pētījumus un informācijas apmaiņu ES līmenī,
- Eiropas pārraudzības grupas izveide, lai analizētu koordinēto stratēģiju un rīcību īstenošanu.

Kā nākamais ES klimata politiskais dokuments tika izstrādāta "Baltā grāmata"³. ES "Baltajā grāmatā" sniegts izvērtējums adaptācijai klimata pārmaiņām, uzsvērtā nepieciešamība adaptācijas stratēģijas un rīcības programmu izstrādi pamatot, izmantojot plānoto rīcību ekonomisko analīzi. Tomēr par galveno sasniegumu var uzskatīt prasību izstrādāt ES stratēģiju adaptācijai klimata pārmaiņām un dalībvalstu adaptācijas stratēģijas.

ES adaptācijas stratēģijas mērķis ir nodrošināt dalībvalstu noturību pret klimata pārmaiņām, uzlabot gatavību un spēju reaģēt uz klimata pārmaiņu ietekmi pašvaldību, reģionālā,

² Komisijas "Zaļā grāmata" Padomei, Eiropas Parlamentam, Eiropas Ekonomikas un Sociālo lietu komitejai un Reģionu komitejai "Adaptācija klimata mainībai Eiropā. ES rīcības varianti", COM (2007) 354, Briselē, 29.06.2007.

³ Komisijas "Baltā grāmata" Padomei, Eiropas Parlamentam, Eiropas Ekonomikas un Sociālo lietu komitejai un Reģionu komitejai "Adaptācija klimata pārmaiņām Eiropā: Virzībā uz Eiropas ietvaru darbībai", COM (2009) 147, galīgā redakcija, Briselē, 1.04.2009.

valsts un ES līmenī, izstrādājot saskaņotu pieeju un koordinējot pasākumus.

Galvenais veids adaptācijas mērķu sasniegšanai ir valstu līmeņa pielāgošanās stratēģijas, kas var nodrošināt piemērošanos un prioritāšu noteikšanu attiecībā uz darbībām un ieguldījumiem, kā arī kopīgu pieeju izstrādi un saskaņošanu starp valstu pielāgošanās stratēģijām un valstu risku pārvaldības plāniem. ES atbalsta labas prakses apmaiņu starp dalībvalstīm, reģioniem, pilsētām un citām ieinteresētajām organizācijām un personām.

Adaptācijas stratēģijā īpašu uzmanību paredzēts pievērst darbībām pilsētās, kā arī pielāgošanās pasākumu integrēšanai ES rīcībpolitikās un programmās, lai nodrošinātu ES darbības "klimatgatavību". Tās jomas, kurās pielāgošanās plānojuma integrācija ir īpaši nozīmīga, ir jūras ūdeņi, mežsaimniecība, transports, iekšzemes ūdeņi, bioloģiskā daudzveidība, migrācija un mobilitāte. Šīs iniciatīvas, lai pielāgošanos klimata pārmaiņām integrētu ES rīcībpolitikās, tiks turpinātās tādās prioritārās jomās kā enerģētika un transports. Veselības politikas jomā vairums cilvēku, dzīvnieku un augu aizsardzības veselības pasākumu un sistēmu jau ir ieviestas, taču tās būs jāpielāgo jaunajiem klimata pārmaiņu radītajiem sarežģījumiem.

Par būtisku jutīguma samazināšanai uzskatāma katastrofu riska apdrošināšana, kas gan dalībvalstīs pašlaik ir maz pieejama.

Adaptācijas stratēģijas uzmanības centrā ir zināšanas par pielāgošanos un pētniecības programmas valstu un reģionālo pielāgošanās stratēģiju izstrādei. Lai stimulētu inovācijas un atbalstītu tādu inovatīvu tehnoloģiju ieviešanu tirgū, kuras palīdz pielāgoties klimata pārmaiņām, ir vajadzīgas zināšanas.

Plānotās darbības ir šādas.

1. Mudināt dalībvalstis pieņemt visaptverošas pielāgošanās stratēģijas.
2. Ar *LIFE* finansējumu atbalstīt spēju veidošanu un palielināt Eiropā veikto pielāgošanās darbību intensitāti (2013.–2020.). Īpaši paredzēts atbalstīt pielāgošanos šādās jomās:
 - plūdu pārvaldība pārrobežu līmenī, sadarbības līgumu atbalstīšana, pamatojoties uz Eiropas parlamenta un padomes

direktīvu 2007/60/EK (2007. gada 23. oktobris) par plūdu riska novērtējumu un pārvaldību,

- piekrastes pārvaldība pārrobežu līmenī, jo sevišķi blīvi apdzīvotu deltu un piekrastes pilsētu pārvaldība,
 - pielāgošanās integrēšana pilsētu zemes izmantojuma plānošanā, ēku plānošanā un dabas resursu pārvaldībā,
 - lauksaimniecības, mežsaimniecības un tūrisma nozaru ilgtspēja un noturība pret klimata pārmaiņām,
 - ūdens resursu ilgtspējīga pārvaldība; cīņa ar pārtuksnešošanos un meža ugunsgrēkiem teritorijās, kam raksturīgs sausums,
 - pasākumi, kuru mērķis ir palielināt informētību par pielāgošanos.
3. Atbalstīt pielāgošanos pilsētās, galvenokārt aicinot brīvprātīgi pieņemt pašvaldību pielāgošanās stratēģijas un veikt informētības veicināšanas darbības.
 4. Nodrošināt zinātniski pamatotu informāciju par klimata pārmaiņām un to ietekmēm:
 - informācija par zaudējumiem, pielāgošanās izmaksām un sniegtajiem ieguvumiem,
 - reģionu un pašvaldību līmeņa analīze un risku novērtējumi,
 - sistēmas, modeļi un uzdevumi lēmumu pieņemšanas atbalstam un dažādo pielāgošanās pasākumu efektivitātes novērtēšanai,
 - līdzšinējo pielāgošanās pasākumu monitoringa un novērtēšanas rezultāti.
 5. Turpināt Interneta vietnes *Climate-ADAPT* pilnveidošanu, lai tā Eiropas mērogā kļūtu par "vienas pieturas aģentūru" attiecībā uz informāciju par pielāgošanos.
 6. Sekmēt kopējās lauksaimniecības politikas, kohēzijas politikas un kopējās zivsaimniecības politikas gatavību klimata pārmaiņu uzdevumiem.
 7. Izveidot noturīgāku infrastruktūru.
 8. Atbalstīt apdrošināšanu un citas finanšu metodes, kas uzlabo ieguldījumu un uzņēmējdarbības lēmumu noturību pret klimata pārmaiņām.

Pieņemta ES direktīva par plūdu riska izvērtēšanu un pārvaldību⁴, lai izveidotu plūdu radīto apdraudējumu izvērtēšanas un pārvaldības sistēmu, tādējādi mazinot nelabvēlīgo ietekmi uz cilvēku veselību, vidi, kultūras mantojumu un saimniecisko darbību.

Eiropas Parlaments šajā sakarā norādījis, ka “plūdi ir dabas parādība, kas nav novēršama. Tomēr cilvēka nesaprātīga rīcība (piemēram, apdzīvoto vietu veidošana un investīciju ieguldīšana regulāri applūstošās teritorijās, erozija un zemes dabisko ūdens aiztures spēju samazināšana, izcērtot mežus un nodarbojoties ar lauksaimniecību upju baseinos), kā arī klimata mainība palielinās plūdu rašanās varbūtību un plūdu negatīvās sekas”.

Direktīvā minēts: “lai konkrētajā teritorijā izvairītos no plūdiem un lai samazinātu to negatīvās sekas, ir lietderīgi izstrādāt plūdu riska pārvaldības plānus. Plūdu cēloņi un sekas dažādos Kopienas vai ES reģionos un valstīs ir dažādi. Tādēļ plūdu riska pārvaldības plānos būtu jāņem vērā konkrēto apgabalu raksturojums, kurus tie aptver, kā arī rūpniecības un lauksaimniecības iekārtas un citi iespējamie piesārņojuma avoti attiecīgajā apgabalā, lai novērstu šādu piesārņojumu, un jānodrošina piemēroti risinājumi saistībā ar šo apgabalu vajadzībām un prioritātēm, tajā pašā laikā nodrošinot piemērotu koordināciju

⁴ Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2007/60/EC par plūdu riska novērtējumu un pārvaldību, publiskots 2007. gada 26. novembrī.

ar upju baseinu rajoniem”. Turklāt “plūdu riska pārvaldības plānos uzmanība būtu jāvelta plūdu novēršanai, aizsardzībai un gatavībai tos novērst. Plūdu riska pārvaldības plānu elementi periodiski būtu jāpārskata un vajadzības gadījumā jāatjaunina, ņemot vērā iespējamo klimata pārmaiņu ietekmi uz plūdu iespējamību”.

Plūdu riska pārvaldības plānos jāiekļauj pasākumi, kas ir saistīti ar dabiskiem procesiem, piemēram, palieņu saglabāšana un/vai atjaunošana, lai atdotu upēm teritoriju, kur vien tas ir iespējams, un veicinātu piemērotu zemes izmantošanu, lauksaimniecisko un mežsaimniecisko darbību visā upes baseinā.

Eiropas Komisijas paziņojumā “Meklējot risinājumu sausuma un ūdens trūkuma problēmai Eiropas Savienībā” teikts, ka līdztekus plūdiem arvien biežāki kļūst karstie un sausie periodi. Laika posmā no 1976. līdz 2006. gadam sausuma skarto teritoriju un cilvēku skaits ir pieaudzis par gandrīz 20%. Piemēram, sausums 2003. gadā skāra vairāk nekā 100 miljonus cilvēku un vienu trešdaļu no ES teritorijas. Tika aplēsts, ka Eiropas ekonomikai radīto zaudējumu apmērs bija 8,7 miljardi eiro. Pēdējos trīsdesmit gados piedzīvotā sausuma radīto izdevumu apjoms savukārt mērāms simtos miljardu eiro. Ikgadējās vidējās izmaksas šajā periodā palielinājušās četrkārt.

Arī Ūdens struktūrdirektīva, kas ir ES t.s. ietvardirektīva ūdens politikā, akcentē nepieciešamību nodrošināt piemērošanos klimata pārmaiņām.



13.5. att. Plūdi Pendžabas provincē (Pakistāna) 2014. gadā.



13.6. att. Pretplūdu barjeras uz Temzas (Lielbritānija).

Plūdu jautājumu ES pašlaik risina gan 2001. gadā izveidotais ES civilās aizsardzības mehānisms, gan ES padomes direktīva 2008/114/EK par to, lai apzinātu un noteiktu Eiropas kritiskās infrastruktūras un novērtētu vajadzību uzlabot to aizsardzību (2008. gada 8. decembris), gan vadlīnijas plūdu riska pārvaldības plānu un plūdu riska zonu karšu izstrādei un ieviešanai. Tālākā

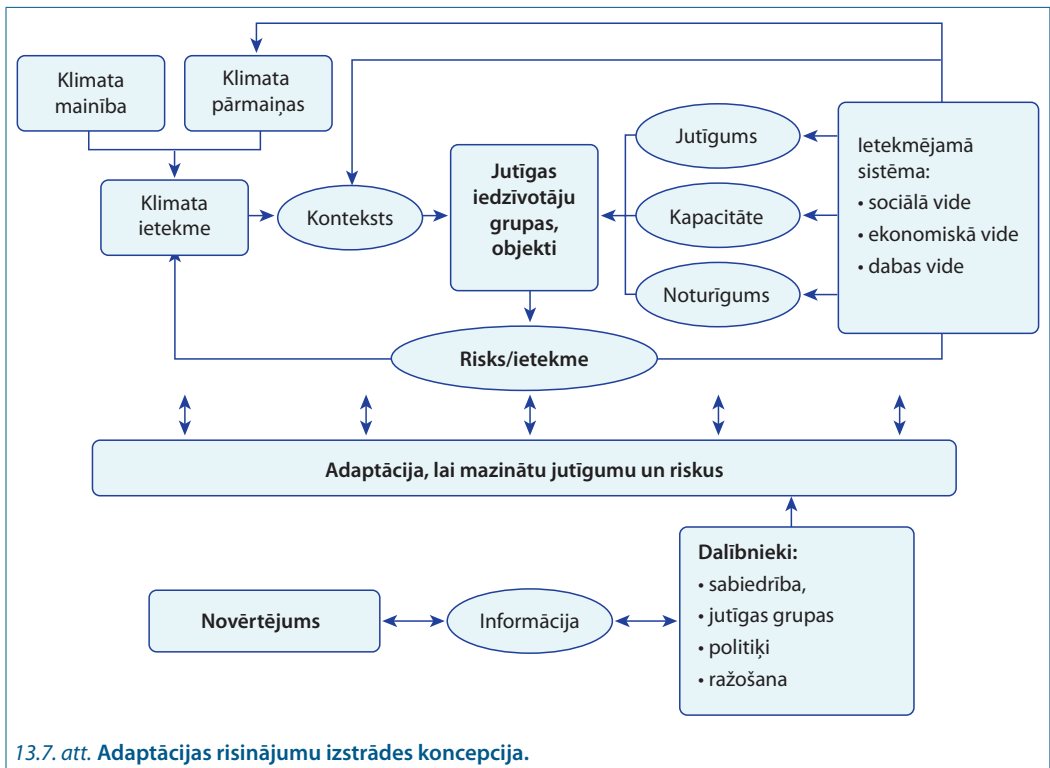
politikas un pasākumu ieviešana jau būs atkarīga no tā, cik efektīvi nacionālās valstis realizēs izstrādātos plūdu pārvaldības plānus, saistot tos vienotā sistēmā ar valsts nacionālās drošības un civilās aizsardzības mehānismiem, pēdējo ietverot kā būtisku sastāvdaļu no nacionālās drošības politikas un izvirzot tēzi, ka vides riski ir līdzvērtīgi citiem apdraudējumiem.

13.3. Ieteikumi adaptācijas risinājumiem

Adaptācijas plānojuma un rīcības programmas tiek izstrādātas gan starptautiskā, gan valsts līmenī, tomēr svarīgākās ir tās darbības, kuras ietekmē ne tikai politisku lēmumu pieņemšanu, bet rīcību konkrētā vietā: pašvaldībā, uzņēmumā, saimniecībā. Taču bez valsts politiskajām nostādnēm un uzdevumiem, kā arī finanšu nodrošinājuma rezultātus sasniegt neizdosies. Svarīga ir arī

sabiedrības izpratne par to, kāpēc adaptācija ir nepieciešama un nepieciešamas arī rīcības ikdienas darba plānošana.

Nozīmīgs resurss adaptācijas risinājumu izstrādāšanā ir platforma ES adaptācijām klimata pārmaiņām, kurā pieejama informācija gan par teorētiskām koncepcijām adaptācijas uzdevumu risināšanai dažādos līmeņos, gan arī piemēri, kā adaptācijas jautājumi jau



tiek risināti⁵. Likumdošanas ietvarus adaptācijas risinājumiem konkrētās darbības jomās (ūdenssaimniecība, mežsaimniecība, aizsardzība pret plūdiem un citiem klimata riskiem) sniedz un regulāri atjauno Eiropas Komisija⁶. Domājot par adaptācijas risinājumiem, svarīgi atcerēties, ka neviena problēma nav absolūti unikāla un esošās informācijas un sadarbības tīklu platformas piedāvā apjomīgu informāciju par līdzīgām problēmām un to risinājumiem, kuri ir aktuāli Latvijā.

Par pirmo nozīmīgo soli adaptācijas risinājumu izstrādē var uzskatīt galveno riska objektu vai ietekmējamo iedzīvotāju grupu identifikāciju – ko klimata pārmaiņas vai dabiskā mainība konkrētajā vietā var ietekmēt, kas vispirms ir apdraudēts. Riska objekts vai iedzīvotāju grupa var būt piemēram, palieņu pļavās uzceltas mājas, skola, kuru var apdraudēt mazās HES ūdeņi, ja sabrūk uzpludinājuma dambji. Sociālās aprūpes nama iemītniekus var apdraudēt karstums. Nepieciešams veikt apdraudējuma riska novērtējumu, kuru iespējams izteikt arī nepieciešamo līdzekļu apmērā un novērtēt iespējamus ekonomiskos zaudējumus vai ietekmes uz cilvēku veselību un labklājību. Izstrādājot priekšlikumus par adaptācijas pasākumiem, svarīgs posms ir sabiedrības informēšana un vienotas izpratnes izveide par plānoto pasākumu nepieciešamību.

13.3.1. Klimata pārmaiņu adaptācijas risinājumi valsts līmenī

Kaut arī dažādu klimata risku ir daudz, tieši tāpat kā situācijas, kurās var būt nepieciešamība mazināt to ietekmes, tomēr ir iespējams ieteikt priekšlikumus par jautājumiem, kuriem jāpievērš īpaša uzmanība, izstrādājot risinājumu piemērošanās pasākumiem. Latvijas klimata pārmaiņu adaptācijas politikas nepieciešamību reglamentē ES adaptācijas stratēģijas

prasības, ES plūdu direktīvas, Ūdeņu ietvaru direktīvas un citu ES līmeņa politisko dokumentu prasības, nosakot valsts atbildību ne tikai stratēģiju izstrādē, bet arī rīcības programmu izstrādē un ieviešanā. Šo uzdevumu sasniegšanā ievērojamo palīdzību sniedz citas Baltijas jūras reģiona valstis, bet īpaši Vācija un Norvēģija, kā arī Latvijas zinātnieku aktīva iesaiste starptautiskās sadarbības tīklos.

Adaptācijas politika valstī nepieciešama tās ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai, un klimata pārmaiņu jautājumiem jābūt integrētiem tālākās attīstības plānošanā Latvijā gan valsts līmenī (Nacionālās attīstības plāns), gan sektoru attīstības plānojumos. Klimata pārmaiņu adaptācijas jautājumus nepieciešams ņemt vērā, veicot novērtējumu par attīstības ietekmi uz vidi gan teritoriju plānojumos, gan upju baseinu apsaimniekošanas plānos, gan attīstības stratēģiju un sektoru plānu izstrādē. Valsts adaptācijas politikas nozīmīgs elements ir klimata adaptācijas finansēšanas mehānismu izstrāde, nepaļaujoties tikai uz ES finansējumu, turklāt ir svarīgi lēmumu pieņemšanā finansējumu piešķirt prioritārajiem pasākumiem, kuri dod lielāko atdevi problēmas risināšanā. Nozīmīgs adaptācijas politikas elements ir klimata risku apdrošināšana, bet privāta kapitāla kompānijas, ņemot vērā augsto riska pakāpi, ir maz ieinteresētas risku apdrošināšanas programmu izstrādē un piedāvājuma radīšanā. Līdz ar to valsts ieguldījums klimata risku apdrošināšanā īpaši būtiskās riska zonās (piemēram, plūdu risks, ražas apdrošināšana utt.) ir nozīmīgs valsts adaptācijas sistēmas elements. Nacionālās politikas līmenī, ievērojot visus riska vadības principus, ir svarīgi sistēmā iekļaut ar klimata pārmaiņām saistītos vides riskus un to iespējamo ietekmi gan uz ekosistēmām, gan uz cilvēku radīto vidi, gan uz pašiem cilvēkiem (viņu veselību un labklājību). Īpaši atzīmējami klimata pārmaiņu riski un ietekme uz cilvēka veselību.

Valstiskā līmenī nepieciešams risināt jautājumus par plūdu risku mazināšanu, to skaitā hidrotehnisko būvju izveidi un apsaimniekošanu, ja pastāv draudi iedzīvotājiem vai var tikt apdraudēti valstiski nozīmīgi resursi, turklāt

⁵ European climate adaptation platform <http://climate-adapt.eea.europa.eu/adaptation-support-tool>

⁶ Climate action http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation_en.htm

svarīgi ņemt vērā tādas faktorus kā ūdens pieejamība cilvēkiem, dabisko ūdeņu ģeomorfoloģiskā un ģeoloģiskā struktūra (cieša saistība ar piesārņojumu un infekcijas izplatīšanās draudiem). Valsts tieša atbildība ir izstrādāt normatīvos aktus, kas regulē valsts, pašvaldību un privātīpašnieku rīcību katastrofu situācijās, nosakot institucionālās atbildības. Valstiskā līmenī nepieciešams risināt jautājumus par prognozēšanas un agrīnās brīdināšanas sistēmas izveidi.

Kaut arī ne prioritāri, tomēr nozīmīgi ir jautājumi par erozijas un jūras krastu noskalošanas risku pārvaldību, kad nepieciešama nenovēršamā riska joslā esošu objektu vai īpašumu aizsardzība vai pārcelšana tālāk no krasta. Nepieciešams izstrādāt priekšlikumus, normatīvos aktus, kas regulētu valsts, pašvaldības un privātīpašnieku rīcību jūras krastu katastrofālas noskalošanas gadījumos.

Lai sasniegtu izvirzītos uzdevumus, svarīga ir ekonomiskās pārvaldības veidu izstrāde, t.i., jāizstrādā metodika vētru laikā noskaloto mežu, lauksaimniecības zemju, īpaši aizsargājamo dabas teritoriju un apdzīvoto vietu apbūves platību zaudējumu aprēķināšanai.

13.3.2. Izglītība un zinātne adaptācijas izstrādei un ieviešanai

Adaptācijas stratēģijas, rīcības plānojumu un ieviešanas izstrādes priekšnosacījumi veido izpratni par to, ko nepieciešams darīt, kā tas darāms, un sabiedrības atbalsts, respektīvi, sabiedrības (ieskaitot politiķus un lēmumu pieņēmējus) izpratne par klimata pārmaiņām. Adaptācijas (tāpat kā vides politikas) ieviešanas priekšnosacījums ir sabiedrības izpratnes izveidošana, kas jāpasniedz zinātniski korekti, bez neadekvātiem pārspīlējumiem, izprotot klimata pārmaiņu riskus, to iespējamās ietekmes un atbalsta rīcības, lai novērstu vai mazinātu zaudējumus nākotnē. Tas sasniedzams, iekļaujot izglītību par klimata pārmaiņām visos izglītības sistēmas līmeņos.

Zinātniskās pētniecības mērķis ir radīt priekšnoteikumus pamatotu lēmumu pieņemšanai, bet

pētniecība nepieciešama gan fundamentāli nozīmīgu zināšanu iegūšanai, gan ieteikumu saņemšanai par aktuāliem jautājumiem:

- vides (arī mūsdienu ģeoloģisko procesu) un ekoloģisko novērojumu ilgtermiņa monitoringa un klimata pārmaiņu ietekmju izpēte, prognožu modeļu izstrādei,
- klimata pārmaiņu ietekme uz virszemes un pazemes ūdens resursiem, to kvalitāte mainīga klimata apstākļos,
- klimata pārmaiņu novērtēšana un to ietekmju ekonomiskais izvērtējums, ietverot adaptācijas risinājumu izmaksu ekonomisko un sociālo izvērtējumu,
- klimata risku pārvaldības pilns cikls, ievērojot risku vai ieguvumu nozīmi un ietekmi uz atsevišķiem saimniecības sektoriem, bioloģisko daudzveidību, aizsargājamajām teritorijām, ekosistēmu pakalpojumiem un produktiem, sabiedrības veselību,
- klimata pārmaiņu nacionālas nozīmes informatīvā mehānisma izveide,
- klimata pārmaiņu ietekme uz mežiem, lauksaimniecības kultūrām, dabiskajām zivju populācijām, zivsaimniecību,
- risinājumi lauksaimniecības, mežsaimniecības un citu tautsaimniecības nozaru attīstībai saistībā ar klimata pārmaiņām,
- enerģētikas, būvniecības un citu sektoru attīstības risinājumi mainīga klimata apstākļos, ietverot izmaiņas būvnormatīvos un hidrotehnisko būvju drošības risinājumos,



13.8. att. Avotains zāļu purvs – nozīmīga aizsargājamā teritorija.

- klimata politikas indikatoru sistēmas izveide, kā arī adaptācijas politikas un pasākumu efektivitātes vērtēšanas un izpētes sistēmas izveide.

13.3.3. Adaptācija klimata pārmaiņām pilsētvidē un telpiskās attīstības plānošanā

Lielākā daļa Latvijas un citu attīstīto valstu iedzīvotāju dzīvo pilsētās. Neraugoties uz pastāvošo komforta līmeni, klimata mainības ietekmes pilsētvidē var būt īpaši katastrofālas, piemēram, plūdi. Pilsētās koncentrējas ne tikai iedzīvotāji, bet pastāv arī lielas kultūras un materiālās vērtības, kā arī notiek liela daļa no rūpnieciskās ražošanas un tirdzniecības. Līdz ar to adaptācijas risinājumiem pilsētvidē nepieciešams pievērst īpašu uzmanību. Adaptācija pilsētvidē ir cieši saistīta ar pilsētu attīstību. Plānošanā un projektēšanā ir svarīgi orientēties uz nākotnes, nevis pašreizējo situāciju, tādējādi veidojot teritorijas un ēkas, kurās iedzīvotājiem tiek piedāvāts lielāks komforts un mazāks risks, ko var radīt klimata mainība. Ēkām paredzētais mūžs parasti ir 40–100 gadi, bet apdzīvotas vietas veidols pastāv vēl ilgāk. Tādēļ plānošanā un būvniecībā klimata pārmaiņas ir aktuāls nevis nākotnes jautājums. Pielāgojot ne tikai ēkas, bet arī ārtelpu un infrastruktūru paredzamajām izmaiņām, un ņemot vērā iedzīvotāju potenciālās vajadzības, tiks veidoti vērtīgi īpašumi, samazināts risks veselībai un apdrošināšanas izmaksas.

Pilsētās īpaši bīstama ir plūdu ietekme un līdz ar to ir svarīgi veikt plūdu kartēšanu — apzināt teritorijas, kuras var apdraudēt gan lietusūdeņu plūdi, vēja sadzinuma plūdi, upju pārplūšana vai kombinētas veidošanās avotu plūdi, izmantojot informāciju par ūdens līmeņa celšanās tendencēm, vējuzplūdiem un plūdu riskiem dažādos gada periodos. Rīgai šāds plūdu kartējums ir veikts⁷, un tas ļauj izvērtēt paaugstināta riska teritorijas Rīgā un līdz ar to

sekmēt pretplūdu risinājumu izstrādi un adaptāciju plūdu risku mazināšanai. Vienlaikus plūdu kartējuma izstrāde ir tikai pirmais solis, lai piemērotos plūdu radītajiem riskiem. Svarīgi ir nodrošināt kvalitatīvas zaļās zonas gan pie ēkām, gan apkaimē, nebūvēt ēkas un infrastruktūras objektus applūstošajās teritorijās un upju palienēs. Teritoriju aizsardzībai svarīgi izmantot pretplūdu inženierbūves. Jāievēro nelabvēlīgu apstākļu kombinācijas (vējuzplūdi vienlaikus ar ekstrēmu nokrišņu daudzumu) teritoriju applūsuma zonējuma izveidē. Eroziņas un plūdu apdraudētajos krasta posmos apdzīvotās vietās nevajadzētu pieļaut jaunas, valstij vai pašvaldībām svarīgas infrastruktūras attīstību.

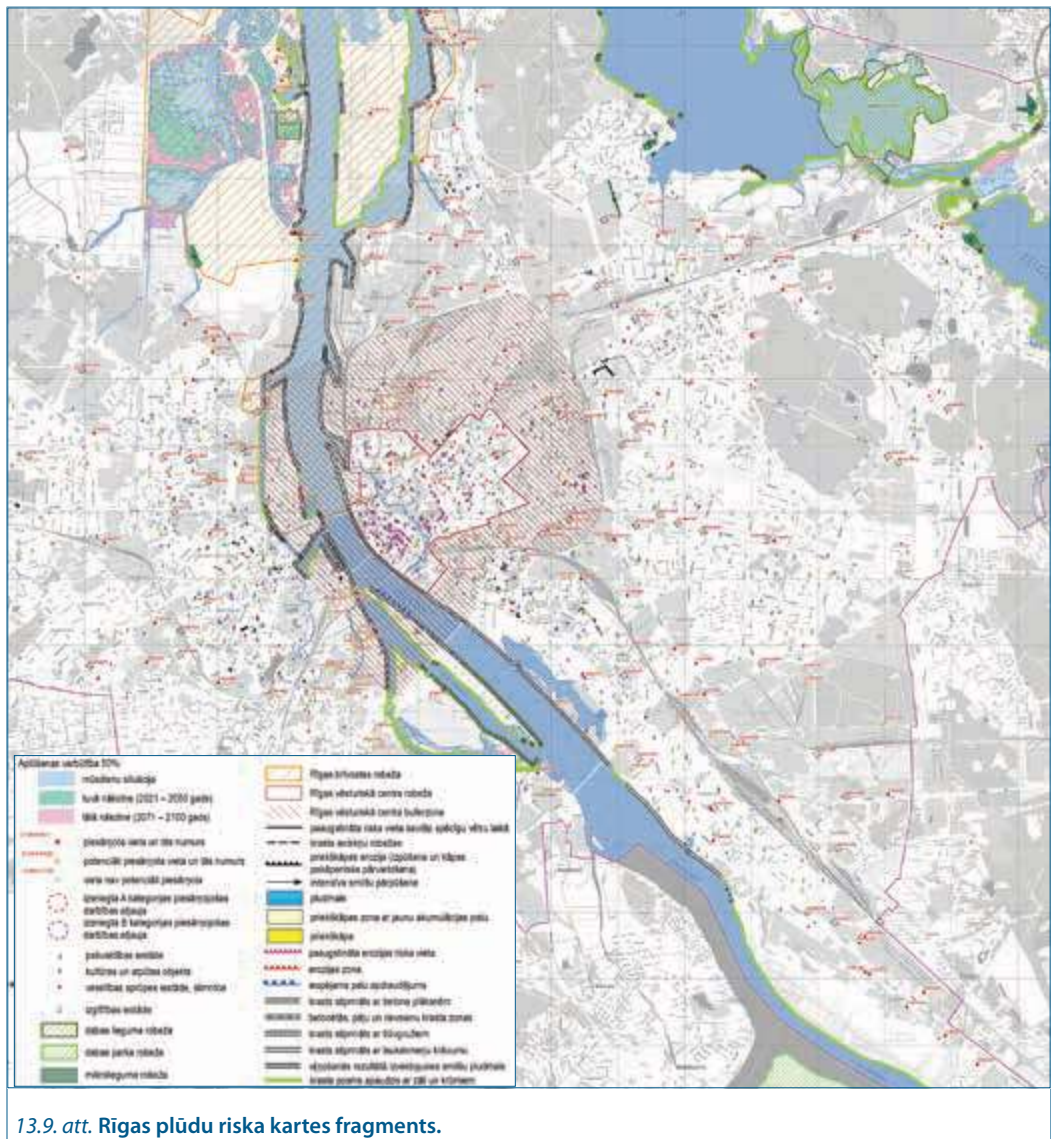
Plūdu risku mazināšanai jāveido ūdenscaurlaidīgi zemes segumi. Plūdu risku var ievērojami samazināt, plānojot dabisku ūdenstilpju piemērošanu vai mākslīgu ūdenstilpju izveidi parkos un zaļajās zonās lietusūdens uztveršanai un infiltrēšanai, kā arī nodrošināt plūdu ūdens uzkrāšanās vietas, lai samazinātu maksimālo ūdens līmeņa augstumu. Tas ietver plūdu aiztures baseinu un “ziedojamu” teritoriju (sporta laukumi, autostāvvietas) izveidi, kurās plūdu laikā uzkrājas ūdens. Nozīmīgi izveidot lietus notekūdeņu sistēmu, atdalot to no komunālās notekūdeņu sistēmas. Ir iespējams izmantot zaļos jumtus un teritorijas ūdens aizturai un infiltrācijai spēcīgu lietusgāzu laikā, lai mazinātu slodzi notekūdeņu novadīšanas sistēmai. Nozīmīgs adaptācijas uzdevumu kopums saistās ar ekstremālu nokrišņu apjoma izmantošanu ūdens resursu taupīgas izmantošanas sekmēšanai garākos sausuma periodos vasarā, ko var panākt, savācot un izmantojot lietusūdeni, piemēram, apstādījumu laistīšanai. Sausuma seku mazināšanai ieteicams izstrādāt risinājumus, kas ļauj attīrīt mājāsaimniecībās mazgāšanai izlietoto ūdeni un izmantot to saimnieciskām vajadzībām, arī zaļo zonu laistīšanai vai tualetēs. Pilsētu zaļās zonas plānošanā apstādījumiem ieteicams izvēlēties sausumizturīgus augus.

Tieši pilsētvidē vispirms ir aktuāls jautājums par cilvēku aizsardzību ekstremāla aukstuma vai karstuma gadījumā, īpaši pret “karstuma viļņiem”. Lauku teritorijās šāda ietekme

⁷ Rīga pret plūdiem <http://www.rigapretpludiem.lv/>

ir mazāk jūtama. Pilsētvidē pret klimatiskiem ekstrēmiem cilvēka veselības aizsardzībā uzmanības centrā ir iedzīvotāju riska grupu aizsardzība. Klimatiskām ekstremālām ietekmēm vispirms ir pakļauti veci cilvēki, sociāli nelabvēlīgā vidē dzīvojoši, sociāli izolēti iedzīvotāji, smaga darba strādnieki. Adaptācijas programmām ir jābūt orientētām vispirms uz augsta riska iedzīvotāju aizsardzību, paredzot to izolētības samazināšanu, informācijas un palīdzības nodrošināšanu utt.

Pilsētvidē ir svarīgi izstrādāt risinājumus augstākas vasaras temperatūras negatīvo seku mazināšanai. Veiktie pētījumi pierāda, ka zaļās zonas samazināšana par 10% var izraisīt maksimālās temperatūras paaugstināšanos pie zemes virsmas par 8,2 °C piecdesmit gadu laikā, taču zaļās zonas palielināšana pilsētā par 10% nodrošinātu maksimālās temperatūras palikšanu līdzšinējās robežās līdz pat 2080. gadam. Līdz ar to adaptācijas uzdevumi prasa nodrošināt kvalitatīvas zaļās zonas gan pie ēkām, gan



13.9. att. Rīgas plūdu riska kartes fragments.

arī apkaimēs. Apstādījumos un zaļajās zonās ieteicams izveidot ūdens objektus – strūklakas, baseinus, grāvjus, dīķus un ūdensteces. Vēlams izmantot zālienu mākslīgā virsmas seguma vietā, bet stādīt kokus ne tikai estētiskajām, bet arī noēnojuma vajadzībām. Apstādījumos jāizmanto siltumizturīgus un vietējiem apstākļiem piemērotus augus. Zālienos jāizmanto vietējo sugu daudzveidība. Ēkām ieteicams veidot zaļos jumtus. Savukārt “zaļie koridori”, nelielas atklātas teritorijas, koki ielās, kā arī zaļie jumti un sienas var būtiski nodrošināt iztvaikošanas atvērinošo ietekmi.

Plānotājiem, arhitektiem un attīstītājiem ir pavērtas lielas iespējas veidot vai pārveidot pilsētu ēkas un ārtelpu atbilstoši kvalitatīvai dzīves videi saskaņā ar notiekošajām un paredzamajām klimata pārmaiņām. Telpiskās plānošanas mērķis klimata jomā ir ūdens, atklāto teritoriju un apbūvētās vides integrācija, izmantojot zaļo un ūdens teritoriju attīstības stratēģiju. Šie uzdevumi sasniedzami, plānojot un veidojot:

- augstas kvalitātes un plašam cilvēku lokam lietojamas zaļās zonas, kuras ir savstarpēji savienotas, labi apūdeņotas un kurām ir ekoloģiskā, atpūtas un plūdu ūdeņu uzglabāšanas funkcija. Pilsētu zaļā infrastruktūra ietver atklātās teritorijas, mežus, kokus pagalmos un ielu malās, laukus, parkus, sporta laukumus, ģimenes dārziņus, atmatas, privātos dārzus, arī jumta dārzus un vītenaugiem noaugušas sienas. Apstādījumos un zaļajās zonās izmanto ūdens objektus – strūklakas, baseinus, grāvjus, dīķus un ūdensteces;
- attīstot pilsētvidē ūdens jeb “zilās” teritorijas – upes, ezerus, grāvjus, kanālus. Ievērojot mozaikveida principu ūdens tecu 10 m aizsargjoslas plānošanā upes noēnojumam; izvērtējot vietas, kur nepieciešams noēnojums, un vietas, kur kokus un krūmus būtu vēlams izcirst un nodrošināt gaismas pieplūdi;
- plānojot noēnojumu un objektu izvietojumu, lai samazinātu pārlieku Saules starojumu vasarā, vienlaikus ņemot vērā vajadzību pēc gaismas un siltuma ziemā;

- attīstot pilsētas pasīvo ventilāciju, kuru veido ēku un ielu izvietojums un morfolģija un kurā jāsaņem vēlme pēc vēsākām gaisa plūsmām vasarā un pēc aizvēja ziemā.

Vienlaikus, attīstot būvniecības standartus, iespējams plānot patīkamu mikroklimatu ēkās karstākiem vasaras mēnešiem, minimizējot enerģijas patēriņu dzesēšanai.

Telpiskās plānošanas gaitā nepieciešams ievērot Baltijas jūras krasta noskalošanas un upju krastu erozijas iespēju:

- erozijas apdraudētajos krasta posmos, to skaitā apdzīvotās vietās, nepieļaut jaunas, valstij vai pašvaldībām svarīgas infrastruktūras attīstību,
- erozijas apdraudētajos krasta posmos nepieļaut jaunu nekustamo īpašumu celšanu,
- krasta posmu aizsardzībai izmantot preterozijas pasākumus,
- plašāk izmantot ģeogrāfiskās informācijas sistēmas riska karšu izveidē, vides risku pārvaldībā un teritoriālajā plānošanā un attīstībā,
- izmantot vēsturisko pieredzi,
- izvērtēt polderu apbūves lietderību.

Pašvaldību darba un plānošanas specifika rada problēmas, kuras jāpārvar, lai nodrošinātu



13.10. att. Zaļie jumti ir ne tikai estētiski pievilcīgi un atdzīvina pilsētvidi, bet arī palīdz saistīt piesārņojumu pilsētās un paaugstināt ēku energoefektivitāti.

piemērošanos klimata pārmaiņām pašvaldību līmenī un plānojot teritoriju un reģionu attīstību:

- izglītēt pašvaldību politiķus un darbiniekus, lai veidotu izpratni un attīstītu spējas pamatot iedzīvotājiem veicamo darbību nepieciešamību,
- veidot pašvaldību partnerību, sadarboties ar mājsaimniecībām un privāto sektoru projektu realizēšanā,
- noteikt visvairāk jutīgās teritorijas un jomas pret klimata pārmaiņām un kritiskās robežas, kuru pārsniegšana ir bīstama infrastruktūrai vai sabiedrībai,
- noteikt klimata mainības riskus, izmantojot jaunākos modeļus un scenārijus,
- lēmumu pieņemšanā par attīstību izmantot informāciju par klimata riskam pakļautajām teritorijām un procesiem,
- izvairīties no darbībām, kas piemērošanos klimata pārmaiņām nākotnē padarītu vēl grūtāku,
- regulāri pārskatīt piemērošanās stratēģiju un pasākumus.

13.3.4. Adaptācija klimata pārmaiņām lauksaimniecībā, mežsaimniecībā

Lauksaimniecība, mežsaimniecība, zivkopība, medību saimniecība un citas jomas ir ļoti atkarīgas no klimatiskajiem apstākļiem, un adaptācijas plānojuma izstrādē ietekmē klimata pārmaiņas tieši Latvijā. Tās nepieciešams apzināt un izprast. Vairāki ieteikumi, kā rīkoties, ir izstrādāti un ir tieši piemērojami klimata adaptācijas risinājumu izstrādei Latvijā. Lauksaimniecisko ražošanu vispirms var ietekmēt nokrišņu režīma mainība, īpaši sausuma periodi, un risinājumi šādu ietekmju mazināšanai var būt gan pret sausumu mazāk jutīgu kultūraugu izvēle, gan augu audzēšana apūdeņojamās platībās. Lauksaimniecības kultūraugu izslikšanu siltās, slapjās ziemās var novērst, lauksaimniecības zemēs uzturot un atjaunojot meliorācijas sistēmas, tās papildinot ar mitrājiem vai sedimentācijas dīķiem, niedrājiem. Nav šaubu, ka

audzējamo kultūru un lauksaimnieciskās prakses izpēti un priekšlikumu izstrāde ir viens no aktuālākajiem uzdevumiem pētniekiem. Viena laikus ar lauksaimniecības tehnoloģisko risinājumu pilnveidošanu nepieciešams rūpēties par to, lai samazinātu augsnes eroziju, augu aizsardzības līdzekļu un augu barības vielu noplūdi virszemes ūdeņos. Piesārņojuma noplūdes samazināšanai iespējams veidot zaļās platības ziemā, piemēram, ziemājus vai rudenī iesētas starpkultūras – zaļmēslojuma augus vai tauriņziežus, kā arī ievērot labu lauksaimniecības praksi.

Mežsaimniecībā galvenais ir jautājums par koku sekas, mežu kopšanas tehnoloģisko risinājumu izvēli, tomēr arī mežu kopšanai un adaptācijai ir liela nozīme. Ieteikums izvairīties no kailcirtēm, kā arī aizvākt koku atliekas no cirmām, lai samazinātu mineralizācijai pakļauto biomasas apjomu. Svarīgi ir ievērot mitruma un nesasalušas augsnes apstākļiem piemērotas mežizstrādes tehnoloģijas, labas ciršanas praksi ūdensteču tuvumā attiecīgos reljefa apstākļos, ņemot vērā sezonālītāti. Ciršana būtu jāveic, kad ir mazāka notece. Svarīgi ir izbūvēt un pareizi izmantot meža ceļus, ievērot mitruma un nesasalušas augsnes apstākļiem piemērotas mežizstrādes tehnoloģijas.

Būtiska kļūs enerģētiskās koksnes resursu izmantošanas palielināšana siltumenerģijas ražošanā. Ne tikai koksne, bet visa pārējā biomasa, kas iegūstama no lauksaimnieciskās



13.11. att. Piekrastes erozija apdraud ēkas un ainaviski nozīmīgus objektus (piekrastes erozija Mārup, Dānija).

darbības, ir izmantojama gan siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanai, gan biodeģvijas iegūšanai autotransportam.

Zivsaimniecībā nepieciešams samazināt upju aizaugumu, ierobežojot augu barības vielu noplūdi, kā arī atjaunot lašveidīgajām zivīm nozīmīgās upes. Dabisko populāciju attīstībai svarīgi ir samazināt augu barības vielu noplūdi un punktveida piesārņojumu. Dīķsaimniecībā ieteicams orientēties uz siltumu mīlošām sugām, jo sagaidāms, ka vairumam Latvijas zivju sugu palielināsies produktivitāte.

13.3.5. Adaptācija klimata pārmaiņām un ūdens resursu apsaimniekošana

Klimata pārmaiņas var ietekmēt gan ūdens resursu apjomu, gan to kvalitāti. Līdz ar to risinājumi ūdens resursu apsaimniekošanā ietver gan konkrētus risinājumus, gan konceptuālus ūdens resursu saudzēšanas plānus. Piemēram, nepieciešams izveidot kanalizācijas tīklu un būves ekstremālu lietusgāžu ūdens novadīšanai, lietus notekūdeņu sistēmu veidot atsevišķi no komunālo notekūdeņu sistēmas. Nepieciešams nodrošināt notekūdeņu attīrīšanas iekārtu augstu efektivitāti mainīga klimata apstākļos, īpašu uzmanību pievēršot notekūdeņu izplūdēm atkarībā no sezonas (mazūdens periodā vai daudzūdens periodā). Pilsētās ieteicams veidot dabisko drenāžu piejamās vietās. Pilsētvīdē ieteicams izmantot zaļos jumtus un teritorijas ūdens aizturi un infiltrācijai spēcīgu lietusgāžu laikā, lai mazinātu slodzi notekūdeņu novadīšanas sistēmai, kā arī paredzēt lietusūdens dabisku infiltrāciju un virszemes noteci teritoriju plānojumos.

Adaptācijai nepieciešams izveidot ūdens apgādes sistēmas, kas spēj darboties mazūdens periodos, kā arī regulēt pazemes ūdens resursu izmantošanu sausuma apstākļos. Būtiski ieviest ekstremālu lietusgāžu izraisītu plūdu ūdens pārvaldi.

Ūdens resursu taupīšanas nodrošināšanai nepieciešams pārskatīt pilnās ūdens lietošanas izmaksas atbilstoši visiem kritērijiem, jo ūdens izmaksas netiek iekļauti paredzamie riski (nēierēķinātās izmaksas), tajā pašā laikā tajās ņemts vērā pilns ūdens aprites cikls (ieguve, ražošana, padeve, savākšana utt.). Mazūdens periodos noteikt piesārņojošo vielu zemāku koncentrāciju vai apjomu. Nodrošināt ūdeņu kvalitātes monitoringa programmas izpildi un nosakāmo rādītāju skaitā iekļaut arī klimata pārmaiņu ietekmju monitoringu. Nacionālajā vides monitoringa programmā iekļaut klimata pārmaiņu ietekmju monitoringu, pievēršoties arī ietekmju un atbilstošo indikatoru savstarpējam izvērtējumam un iekļaujot analizē ne tikai vides, bet arī sociālekonomiskos rādītājus.

Izstrādāt koncepcijas un stratēģijas slodzes samazināšanai, ko rada iedzīvotāji, kuru mājokļi nav iekļauti centralizētajā kanalizācijas sistēmā.

Stingri kontrolēt ūdeņu monitoringa programmas izpildi, kontrolē iesaistoties nevalstisko organizāciju sektoram.

Lai plānotu ūdens resursu pārvaldību, modelēt ūdens kvalitāti, izmantojot starptautiskā praksē atzītas metodes un modeļus.

Ievērot, ka enerģijas ražošanai hidroelektrostacijās ūdens mazāk ir pieejams vasarā sausuma dēļ, bet vairāk pieejams siltās ziemās, kad ir palielināts nokrišņu daudzums.

Stingri ievērot minimālā caurplūduma normas mazajos HES, lai samazinātu to negatīvo ietekmi uz zivju populāciju.

Avoti tālākām studijām

Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Pieejams: <http://www.ipcc/ch/report/ar5/wg2/>

European Commission. Pieejams: http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/index_en.htm

Center for Climate Adaptation. Pieejams: <http://www.climateadaptation.eu/>

European Climate Adaptation Platform. Pieejams: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>

Adaptation in Germany. Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung.

Pieejams: <http://www.umweltbundesamt.de/en/topics/climate-energy/climate-change-adaptation/kompass>

Climate Change Impacts and Adapting. Pieejams: <http://www.epa.gov/climatechange/impacts-adaptation/>

Adaptation and Mitigation Strategies. Pieejams: <http://adam-digital-compendium.pik-potsdam.de/adaptation-catalogue/>

Literatūra

Klimata mainība Latvijā: aktualitātes un piemērošanās pasākumi (K. Āboliņa red.) (2009) Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.

Lim B., Spanger-Siegfried E. (2005) *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. Developing Strategies, Policies and Measures.* Cambridge, Cambridge University Press.

Hilpert K., Mannke F., Schmidt Thome P. (2007) *Towards Climate Change Adaptation in the Baltic Sea Region.* Espoo, Geological Survey of Finland.

Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2012) Geneva, WMO No.1123.

Indriksone D., Aļeksejeva I. (2013) *Sekmējot klimata pārmaiņu pielāgošanās stratēģijas izstrādi Latvijā.* Rīga, BEF.

Projekts “Rīga pret plūdiem” – “Rīgas pilsētas virszemes ūdeņu ietekmju novērtēšana, novēršana un ekoloģiskā stāvokļa uzlabošana” (2010–2012), www.rigapretpludiem.lv

Salacgrīvas novada klimata pārmaiņu adaptācijas stratēģija (2011), www.salacgriva.lv/lat/salacgrivas_novads/zalais_novads/?text_id=6401

Projekts “Atbildīga klimata politika” (2010–2011), www.zb-zeme.lv/klimats-un-energija/jauna-politika

Buklets “Meža apsaimniekošana klimata izmaiņu kontekstā”, www.zm.gov.lv/doc_upl/Buklets_Meza_apsaimniekosana_klimata_izmainu_konteksta.pdf

Report Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2012 (2012), www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012

German Strategy for Adaptation to Climate Change (2008), www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/das_gesamt_en_bf.pdf

Adaptation Action Plan of the German Strategy for Adaptation to Climate Change (2011), www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_en_bf.pdf

Project “BaltCICA” – “Climate Change: Impacts, Costs and Adaptation in the Baltic Sea Region” (2009–2012), www.baltcica.org

Project “Baltadapt” – “Baltic Sea Region Climate Change Adaptation Strategy” (2010–2013), www.baltadapt.eu

Izmantotie attēli

13.1. Pēc Lim un Spanger-Siegfried, 2005 un IPCC, 2001.

13.2. Autors Robert Muller. Creative commons licence.

13.3. Dennis Jarvis. Creative commons licence.

13.4. ANO fotoarhīvs, ar atļauju.

13.5. Avots ANO fotoarhīvs, ar atļauju

13.6. Avots Chris Wheal. Creative commons licence

13.8. Foto: Liene Auniņa

13.9. Rīgas dome <http://www.rigapretpludiem.lv/data/doc/13056369114513.jpg>

13.10. Chesapeake Bay Program. Creative commons licence.

13.11. John Nuttall. Creative commons licence.



14.

**Klimata pārmaiņas,
dzīvesveids un patēriņš,
oglekļa mazietaipīga attīstība**

Pasaules iedzīvotāju skaits pēdējo 50 gadu laikā ir vairāk nekā dubultojies, bet patēriņa apjoms, mērot to pēc iekšzemes kopprodukta (IKP), šajā laika periodā ir gandrīz pieckāršojies. Tiek prognozēts, ka 2050. gadā pasaules iedzīvotāju skaits sasniegs 9 miljardus, bet pasaules IKP varētu palielināties 3,5 reizes salīdzinājumā ar mūsdienām. Augošais iedzīvotāju skaits un dzīvesveida izmaiņas, kā arī strukturālas pārmaiņas nozīmē arvien pieaugošu globālo resursu patēriņu un piesārņojumu, kā arī klimata pārmaiņas. Mājsaimniecību patēriņš Eiropā un arī Latvijā rada 60–80% no visām antropogēnajām ietekmēm uz klimata pārmaiņām, bet patēriņa apjoma pieaugums lielā daļā valstu nav spējis nodrošināt labklājības celšanos. Klimata pārmaiņu samazināšanai un cilvēku vajadzību apmierināšanai ir nepieciešams noteikt ilgtspējīgu patēriņu, kas nodrošina izmaiņas pašreizējos patēriņa paradumos, kā arī tā apjomu un struktūru ietekmējošos faktoros.

Klimata politika Latvijā pamatā ir veidota un īstenota nacionālā līmenī. Arī siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju aprēķini ir pieejami par valsti kopumā, bet trūkst informācijas, aprobētas metodikas un prakses vietējā, pašvaldību līmeņa SEG emisiju aprēķiniem un vietējā līmeņa klimata un attīstības politikas izstrādē

un īstenošanā. Taču tieši pašvaldības ir tās, kuras lielā mērā var ietekmēt izmaiņas patēriņa un ražošanas paradumos, kas nosaka kopējo SEG emisiju apjomu. Pašvaldības var stimulēt tādu infrastruktūras, tehnoloģiju izmantošanas, piegādes sistēmu attīstību savā teritorijā, kas patērē mazāk oglekļa savienojumu un tādējādi veicina ilgtspējīgu dzīvesveidu, kā arī integrēt klimata jautājumus publiskā iepirkuma nosacījumos.

Priekšnosacījums efektīvai emisiju samazināšanai ir labi organizētas struktūras izveide un skaidrs process. Pirmais ir apņemšanās virzīties uz oglekļa dioksīda zemu emisiju sabiedrību. Pēc tam ir jāapzinās patēriņa un ražošanas darbības, kas saistītas ar mūsu radītajām CO₂ emisijām, un jāmek tās uzskaitīt un analizēt, lai saprastu, kā mēs spējam tās mazināt, kādas ir mūsu izvēles un iespējas un kā tas ietekmē citus sociālekonomiskos, kā arī vides procesus, lai izvairītos no nevēlamām parādībām. Savukārt pēc tam mums ir jānovērtē veikto rīcību efektivitāte gan vides, gan sociālajā un ekonomiskajā sfērā un jāmek viss process no gala, ņemot vērā izdarītos secinājumus. Šis vides pārvaldības procesa cikls ir līdzīgs visām vides jomām, bet īpaši būtisks klimata sfērā, jo bieži vien ietekmes ir izklaidētās telpā un laikā, līdz ar to grūti apzināmas un kontrolējamas.

14.1. Siltumnīcefekta gāzu emisiju novērtēšanas metodes – “oglekļa pēda”

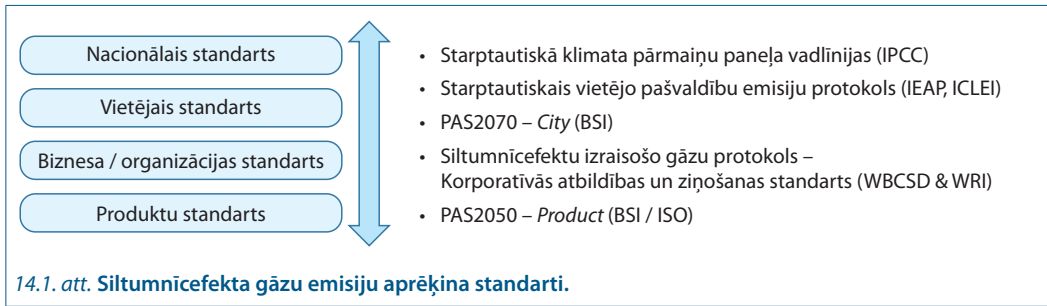
Emisiju uzskaitē un analīzē ir viens no būtiskākajiem soļiem, lai saprastu rīcības, kas jāveic, lai samazinātu radītās ietekmes uz klimatu. Slodžu apzināšana ļauj identificēt būtiskākās ietekmes jomas, noteikt prioritātes un identificēt rādītājus, lai novērtētu progresu. Jautājumi, uz kuriem jāatbild, veidojot emisiju novērtējumu, ir vairāki.

- ♦ Kādas SEG emisijas iekļaut uzskaitē?
- ♦ Kuri emisiju avoti tiek iekļauti uzskaitē? Šeit var identificēt dažādus rūpnieciskos

procesus, piemēram, enerģētika, transports, lauksaimniecība, atkritumi.

- ♦ Kuras preces un pakalpojumus iekļaut uzskaitē?
- ♦ Kas ir atbildīgs par šīm emisijām, un kur tās rodas?

Atbildot uz šiem jautājumiem, SEG emisijas var aprēķināt gan atsevišķam produktam vai organizācijai, gan pašvaldībai, reģionam vai valstij. Lai nodrošinātu savstarpēju rezultātu salīdzināšanu, ir izstrādāti vairāki standarti,



kas nosaka vienotu kārtību SEG emisiju aprēķiniem dažādos līmeņos.

Nacionālās SEG emisijas ir daudz pētītas un zināmas gandrīz visām pasaules valstīm. Taču arī šeit ir iespējamas dažādas pieejas. Vispirms tiek aprēķinātas teritoriālās emisijas – tās ir emisijas, kas radušās attiecīgajā teritorijā enerģētikas, rūpniecības, transporta, lauksaimniecības un citu darbību rezultātā. Šīs ir emisijas, par kurām jāatskaitās ANO un kuras tirgojam ES un pasaules līmenī. Latvijā tās salīdzinājumā ar 1990. gadu ir samazinājušās par vairāk nekā 40%.

Taču Latvijas ekonomika nav izolēta, bet aktīvi iesaistīta starptautiskajā tirdzniecībā. Līdz ar to liela daļa emisiju ir ieguldītas Latvijā ražotajos produktos, kurus eksportējam uz citām valstīm, piemēram, starptautiskajā tirgū pārdodot kokmateriālus. Tai pašā laikā Latvija importē preces no citām valstīm. Šim importam savukārt seko emisijas, kas ieguldītas šajos importētajos produktos. Līdz ar to bez teritoriālajām emisijām ir iespējams aprēķināt arī patēriņa emisijas – visas attiecīgajā teritorijā patērēto preču un pakalpojumu (gan nacionālās, kas tiek patērētas iekšējā tirgū, gan importētās) dzīves ciklā radītās tiešās un netiešās SEG emisijas.

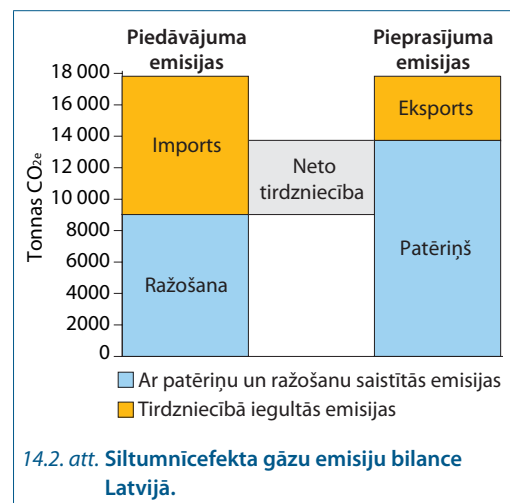
- ♦ Tiešās emisijas – attiecīgā produkta, procesa vai darbības lietošanas laikā radītās emisijas, kas parasti ir saistītas ar fosilā kurināmā sadedzināšanu, piemēram, automašīnai patērējot dīzeļdegvielu, rodas tiešās CO₂ emisijas.
- ♦ Netiešās emisijas – attiecīgā produkta, procesa vai darbības piegādes ķēdē radušās

SEG emisijas, piemēram, emisijas, kas saistītas ar dīzeļdegvielas ieguvu, transportēšanu un realizāciju, līdz tā nonāk transporta līdzeklī.

- ♦ Iegultās emisijas – visu tiešo un netiešo SEG emisiju summa, kas radusies attiecīgā produkta, procesa vai darbības pilnā dzīves ciklā.

Latvijā liela daļa mūsu patērēto produktu tiek radīti citur pasaulē, tāpēc ar šo preču ražošanu saistītās emisijas ir izkaisītas pa visu pasauli. Lielākā daļa mūsu importēto emisiju rodas Krievijā, Ķīnā, Igaunijā, Lietuvā un Polijā, jo šīs valstis ir mūsu tirdzniecības partneri. Arī daļa Latvijā saražoto preču netiek patērētas uz vietas, bet eksportētas uz citām valstīm, tāpēc tās netiek pieskaitītas pie patēriņa emisijām.

Ņemot vērā Latvijas ražošanas procesu, patēriņa paradumu un starptautiskā tirdzniecībā



(eksportā un importā) iegultās SEG emisijas, var gūt pilnīgu priekšstatu par Latvijas ekonomikas ietekmēm uz klimatu (sk. 14.2. att.).

Iegultās emisijas ļauj labāk saprast vietējā patēriņa un globālās ražošanas vides ietekmju atšķirības un parāda emisiju noplūdi no attīstītajām uz jaunattīstības valstīm. Ar starptautiskās tirdzniecības palīdzību attīstītās valstis, kurām attiecībā pret vidi ir augstākas prasības, pārceļ piesārņojošo rūpniecību uz citiem reģioniem, tādējādi nevis samazinot savas emisijas, bet pārnesot tās uz citām valstīm.

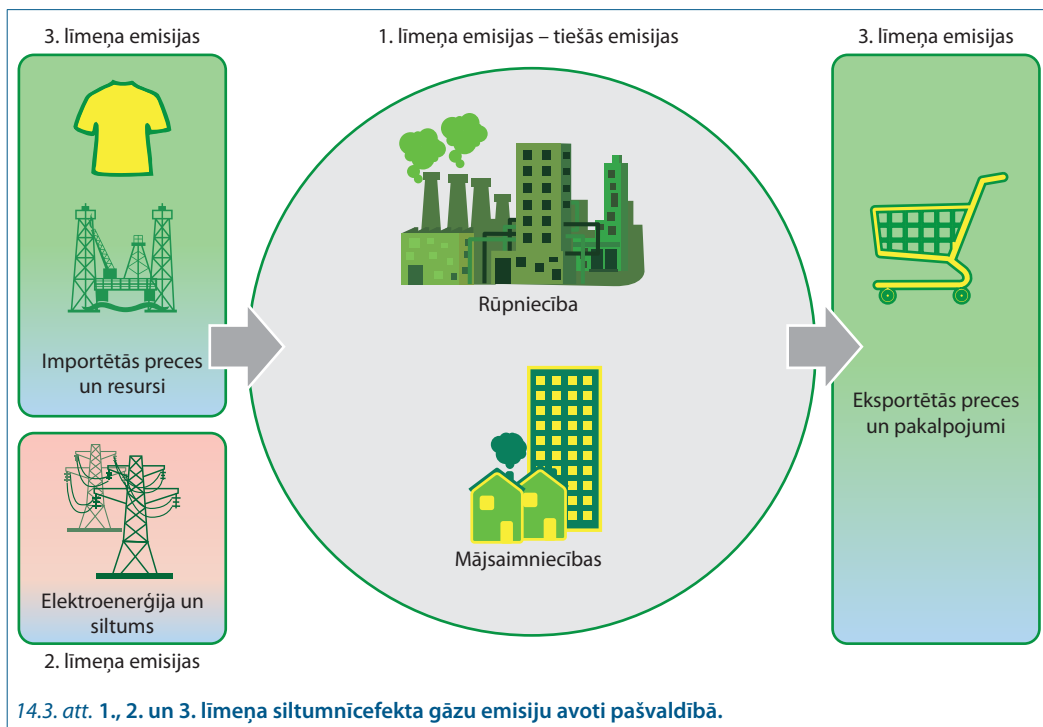
Atbilstoši PAS2070, vietējo emisiju aprēķina standartam pašvaldības emisiju aprēķinā tiek iekļautas trīs līmeņu emisijas (sk. 14.3. att.):

- 1. līmeņa emisijas (visas pašvaldības, vietējo uzņēmumu un iedzīvotāju tiešās emisijas) – fosilās enerģijas sadedzināšana; vietējais transports, noplūdes u.tml.,
- 2. līmeņa emisijas – netiešās emisijas, kas saistītas ar pašvaldības elektroapgādi un siltumapgādi,

- 3. līmeņa emisijas – visas pārējās iegultās piegādes ķēdes emisijas, kas radušās saistībā ar aktivitātēm attiecīgajā teritorijā (pārtikas, celtniecības, transporta un citu preču un pakalpojumu aprites ciklā radītās emisijas).

Šis dalījums norāda uz SEG emisiju rašanās vietu, kas ir būtiski, lai nodalītu emisijas, kas rodas attiecīgās pašvaldības teritorijā, un tās, kas rodas ārpus teritorijas, bet par kuru rašanos ir atbildīgi pašvaldības iedzīvotāji, uzņēmumi un/vai administrācija, kas ir to gala patērētāji.

Patēriņa emisiju aprēķina metodika aptver visas pašvaldības iedzīvotāju radītās tiešās un netiešās (aprites cikla) SEG emisijas, t.i., SEG emisijas tiek piešķirtas preču un pakalpojumu gala patērētājiem, nevis to ražotājiem. Patēriņa emisiju metodika nevērtē pašvaldības teritorijā radītās emisijas precēm un pakalpojumiem, kuras tiek eksportētas (netiek patērētas attiecīgajā pašvaldībā) vai kuru gala patērētāji ir pašvaldības.



14.3. att. 1., 2. un 3. līmeņa siltumnīcefekta gāzu emisiju avoti pašvaldībā.

Tā kā preces un pakalpojumi, ko ikdienā patērējam, un to ieguvei nepieciešamie resursi ir izklaidēti Latvijā un pasaulē, arī patēriņa emisijas nerodas tikai vienā pašvaldībā, bet ir izklaidētas pa visu piegādes ķēdi. Šo emisiju kopsumma veido attiecīgā produkta “oglekļa pēdu”, ar ko šajā gadījumā saprot attiecīgajā pašvaldības teritorijā patērēto preču un pakalpojumu pilnā aprites ciklā radīto tiešo un netiešo SEG emisiju apjomu, kas izteikts CO_{2e} ekvivalentu (CO_{2e}) tonnās.

“Oglekļa pēdas” popularitāte visā pasaulē strauji aug. To plaši izmanto pētniecībā, uzņēmējdarbībā (piemēram, dažādu preču un pakalpojumu klimata slodžu novērtēšanai) un politikas veidošanā. Tā kļuvusi par daudzu pilsētu un pašvaldību vides ilgtspējības indikatoru, un to izmanto, piemēram, Berlīne, Helsinki, Liverpūle, Londona, Manila, Sandjogo, Tokija, Toronto. Tā ir labs līdzeklis, lai identificētu būtiskākās slodzes, noteiktu to attīstības tendences, izdarītu savstarpējos salīdzinājumus un plānotu oglekļa savienojumu zemu izmantošanas attīstību nākotnē. “Oglekļa pēdas” aprēķina rezultāti pašvaldībām ļauj izvirzīt pareizās prioritātes SEG emisiju samazināšanā, veiksmīgi komunicēt un pamatot pieņemtos lēmumus un attīstības scenārijus un stratēģiju zemu CO_{2e} emisiju virzienā.

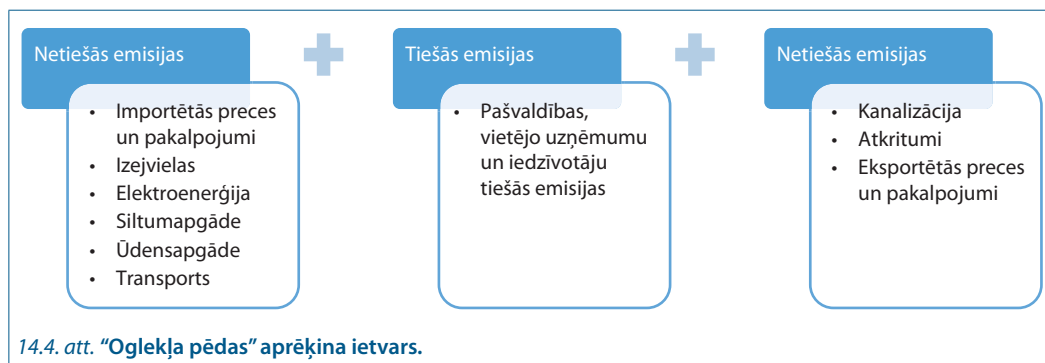
Patēriņa emisiju rezultāti tiek atspoguļoti pa patēriņa izdevumu kategorijām. Līdz ar to “oglekļa pēdas” aprēķinā tiek iekļautas ar transportu, mājokli, pārtiku, patēriņa preču un pakalpojumu radīšanu, lietošanu

un utilizāciju saistītās tiešās un netiešās SEG emisijas. “Oglekļa pēdas” aprēķināšanai bieži vien tiek izmantota multireģionālās ielaides-izlaides analīzes metode (angļu val. *Environmentally extended Multi Regional Input-Output Model* – EE-MRIO), kas papildināts ar vidi ietekmējošiem faktoriem (šajā gadījumā ar CO_{2e} emisijām).

EE-MRIO modelis nodrošina iespēju noteikt naudas plūsmu starp valstīm, nozarēm, apakšnozarēm, organizācijām un patērētājiem, kā arī ļauj izsekot dažādiem multiplikatora efektiem ekonomikā. Šo metodi bieži izmanto, lai analizētu makroekonomikas izmaiņu ietekmi uz vietējo, nacionālo vai starptautisko ekonomiku vai lai noteiktu konkrētas nozares vai iestādes piesummu vietējai ekonomikai. Šis modelis balstās uz savstarpēji saistītām valstu ielaides-izlaides vai piedāvājuma-pieprasījuma tabulām, kas attēlo preču un pakalpojumu plūsmu starp valstīm un ekonomikas nozarēm viena gada griezumā un sniedz informāciju par visu ielaidi, ko izmanto ražošanā, proti, starpproduktiem, darbaspēku, kapitālu un zemi.

Ielaides-izlaides analīze ir pētniecības metode, kas izmanto MRIO modeli, lai noteiktu, cik daudz ir savstarpējo saistību starp dažādām ekonomikas nozarēm un modelētu ekonomisko attīstību.

Lai novērtētu ietekmi uz vidi, MRIO modeli tiek papildināti ar vides faktoriem. SEG emisiju novērtēšanā tiek noteikti CO_{2e} emisiju apjomi katrai tautsaimniecības nozarei. Tādējādi, izmantojot ekonomisko procesu analīzi,



iespējams aprēķināt dažādu tautsaimniecības nozaru pilnas piegādes ķēdes SEG emisijas. Daļot tās ar attiecīgās nozares izlaides vērtību, iespējams iegūt nozaru oglekļa ietilpības rādītājus (CO_{2e}/EUR).

Ielaides–izlaides metodes precizitāte atkarīga no koeficientu precizitātes, vecuma, ekonomikas izmaiņu ātruma, perioda, par kuru tāme sastādīta, plānoto gala pieprasījumu precizitātes un pieņēmumu piemērotības. Latvijā šobrīd ir pieejamas ielaides–izlaides tabulas no dažādiem avotiem, un tās atšķiras pēc savas precizitātes, detalizētības pakāpes un aktualitātes. Ielaides–izlaides tabulas izstrādā vairākas institūcijas:

- Latvijas Centrālā statistikas biroja izstrādātās tabulas ir pieejamas *Eurostat* mājaslapā;
- Pasaules ielaides–izlaides datubāze ir vēl viens labs datu avots, kur pieejama arī informācija par Latviju;

Lai noteiktu patēriņa emisijas, majsaimniecību izdevumu apjoms tiek reizināts ar attiecīgās nozares oglekļa ietilpības koeficientiem, tādējādi iegūstot datus par majsaimniecību SEG emisijām. Diemžēl ielaides–izlaides tabulas Latvijā ir pieejamas tikai nacionālā griezumā, līdz ar to pašvaldību emisiju aprēķinam tiek izmantoti Centrālās statistikas pārvaldes dati par majsaimniecību budžetu, bet arī tās Latvijā ir tikai reģionālā nevis novadu un pilsetu griezumā.

Tāpēc aktuālākas informācijas iegūšanai var izmantot iedzīvotāju aptauju, ar kuras palīdzību var iegūt datus par majsaimniecību patēriņa struktūru un apjomu. Aptauju arī ieteicams izmantot, lai iegūtu papildu informāciju tiešo un piegādes ķēdes emisiju aprēķinam.

SEG emisiju aprēķiniem nepieciešams ievērojams datu apjoms. Šie dati var atšķirties pēc to kvalitātes, formāta un pilnīguma un daudzos gadījumos tie ir jāprecizē, lai varētu tos pilnvērtīgi izmantot aprēķinos. Būtiskas problēmas ir saistītas ar Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra uzskaites formas Gaiss 2 pieejamo energoresursu patēriņa un SEG emisiju datu kvalitāti, kā arī ar sociālekonomisko datu pieejamību pilsētās un novados.

Taču standarti pieļauj iespēju izmantot dažādus datu avotus darbības datu un emisijas faktoru iegūšanai. Priekšroka būtu jādod Centrālās statistikas pārvaldes datiem un pašvaldībā pieejamiem primāriem datiem par siltumapgādi, ēku energoefektivitāti, atkritumu apsaimniekošanu un sabiedrisko transportu.

Jomās, kur šādi dati nav pieejami, izmantojami aktuālākie nacionālie dati, kurus pielāgo pašvaldības specifikai, tos koriģējot ar mēroga koeficientu, piemēram, iedzīvotāju skaitu vai ekonomisko aktivitāti. Pēc iespējas jāizmanto attiecīgā gada dati, taču, ja tādi nav pieejami, var izmantot tuvāko gadu datus. Diemžēl vairākām darbības jomām datu pieejamība var būt ļoti ierobežota, piemēram, par pārrobežu kravu pārvadājumiem pa autoceļiem vai ūdeni. Tādā gadījumā jāparedz atsauce, ka šie dati kopējā aprēķinā nav iekļauti. Papildus tam datus var iegūt aptauju veidā, piemēram, par majsaimniecības patērēto energoresursu veidiem un apjomu.

Oglekļa emisijas pasaulē 2014. gadā bija 4,4 tonnas CO_{2e} uz cilvēku. Taču šīs emisijas nav vienmērīgi sadalītas visā pasaulē. ASV “oglekļa pēda” ir aptuveni 28,6 tonnas CO_{2e} uz cilvēku gadā, Krievijā – 10 tonnas CO_{2e} , Ķīnā – 3,1 tonna CO_{2e} , bet Indijā – tikai 1,8 tonnas CO_{2e} uz cilvēku gadā. Eiropas Savienībā vidējā “oglekļa pēda” ir 13,3 tonnas CO_{2e} uz cilvēku gadā; lielākā “oglekļa pēda” Eiropas Savienībā ir Lihtenšteinas iedzīvotājiem (41 tonna CO_{2e} uz cilvēku gadā) un Beļģijas iedzīvotājiem (20 tonnu CO_{2e} uz cilvēku gadā). Savukārt mazākā tā ir Rumānijā un Bulgārijā – nedaudz mazāka par 5 tonnām CO_{2e} uz cilvēku gadā.

Latvijas iedzīvotāju ekoloģiskā pēda būtiski pārsniedz pasaules vidējo rādītāju. Ja 2000. gadā tā bija 4,2 tonnas, tad 2013. gadā jau sasniedza 7,5 tonnas CO_{2e} uz cilvēku gadā. Tas ir lielā mērā noticis sakarā ar straujo ekonomikas attīstību, kas veicinājusi iedzīvotāju pirktspējas pieaugumu. Savukārt tehnoloģiskie uzlabojumi emisiju samazināšanā nav bijuši pietiekami, lai nepieļautu “oglekļa pēdas” pieaugumu.

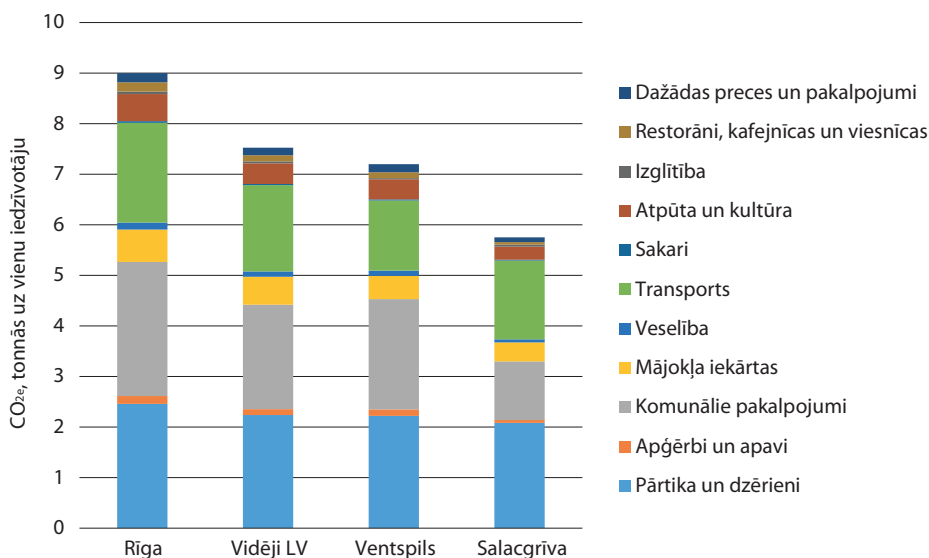
Taču emisijas nav arī vienmērīgi sadalītas visā valstī. Pētījums, kurā salīdzinātas patēriņa emisijas Rīgā, Ventspilī un Salacgrīvā, parāda, ka lielākās emisijas Latvijā ir tieši galvaspilsētā

Rīgā – 9 tonnas CO_{2e} uz vienu cilvēku gadā. Savukārt patēriņa emisijas Salacgrīvas novadā un Ventspils pilsētā ir zemākas nekā vidēji Latvijā, attiecīgi 5,75 un 7,2 tonnas CO_{2e} uz vienu iedzīvotāju gadā (sk. 14.4. att.). Līdzīgi kā citur pasaulē, arī Latvijā lielākās emisijas saistītas ar pārtikas produktu patēriņu (36% Salacgrīvā, 31% Ventspilī), transportu (27% Salacgrīvā, 19% Ventspilī) un komunālajiem pakalpojumiem (20% Salacgrīvā, 30% Ventspilī).

Patēriņa emisijas ir ļoti cieši saistītas ar iedzīvotāju ienākumiem, līdz ar to pēdējos gados, ekonomikai atgūstoties un pieaugot māj-saimniecību ienākumiem, visā Latvijā vērojams straujš patēriņa emisiju pieaugums. Kopš 2010. gada salacgrīviešu patēriņa emisijas ir pieaugušas par 39%, bet ventspilnieku emisijas augušas par 19%.

Pašvaldību līmenī iespējams aprēķināt ne tikai patēriņa emisijas, bet arī tiešās SEG emisijas. Teritoriālās emisijas Salacgrīvas novadā 2013. gadā bija 49 387 tonnas CO_{2e} (par 5% mazāk nekā Salacgrīvas iedzīvotāju patēriņa rezultātā radītās emisijas), bet Ventspils pilsētā – 357 634 tonnas CO_{2e} (par 17% vairāk nekā Ventspils iedzīvotāju patēriņa rezultātā radītās emisijas).

Energētika (apkure un rūpniecība), auto-transporta un pārtika veido lielākās emisijas gan Salacgrīvas novadā, gan Ventspils pilsētā. Laika posmā no 2010. gada līdz 2013. gadam SEG emisijas Salacgrīvas novadā nav būtiski mainījušās. Taču Ventspils pilsētas SEG emisijām ir tendence samazināties – no 2010. gada līdz 2013. gadam tās ir samazinājušās par 9%. Īpaši pozitīvi vērtējams emisiju samazinājums no pasažieru pārvadājumiem, centralizētās pilsētas siltumapgādes un privātā autotransporta (-7%). Arī ēku siltināšanai ir pozitīva ietekme uz mājokļu radītajām emisijām. Lielākā daļa emisiju – gan pārtikas, gan citu preču un energoresursu ražošanas emisijas – rodas ārpus pašvaldību robežām, līdz ar to pašvaldībai ir ierobežotas iespējas tās ietekmēt. Labākais līdzeklis ārējo emisiju samazināšanai ir “zaļā” iepirkuma kritēriju integrēšana pašvaldību iepirkumos. Viens no sektoriem ar lielām ārējām izmaksām ir pārtika. Šī sektora emisiju samazināšanu varētu veicināt ar sezonālās, vietējās un bioloģiskajā lauksaimniecībā audzētās pārtikas patēriņa veicināšanu māj-saimniecībās un pašvaldības pakļautības iestādēs, piemēram, skolās un medicīnas iestādēs.



14.5. att. Patēriņa SEG emisijas Latvijā 2013. gadā.

14.2. Oglekļa mazietilpīga attīstība

Oglekļa mazietilpīgas attīstības (OMA) (angļu val. — *low carbon development*) koncepcijas pirmsākumi rodami ANO Vispārējā konvencijā par klimata pārmaiņām. 2008. gada līgumslēdzēju pušu konferencē tika ierosināts sākotnējais priekšlikums šādu attīstību ieviest visās valstīs, kas ratificējušas konvenciju.

OMA ir kompleksa attīstības pieeja, kurā atsevišķi tiek izdalīta arī oglekļa mazietilpīga ekonomika, ko lieto kontekstā ar ekonomikas plānošanas stratēģijām attiecībā uz SEG emisiju samazināšanu, bet kopumā OMA var ietvert arī citas jomas, piemēram, vides ilgtspēju un sociālo vienlīdzību. Diemžēl līdz šim brīdim nav ieviesta starptautiski vienota OMA definīcija. Līdz ar to katra valsts oglekļa mazietilpīgu attīstību interpretē citādi, kas pēc būtības nav slikti, ja vien izvirzītie starptautiskie mērķi tiek sasniegti.

Uz ANO pieņemto stratēģiju pamata arī ES sākusī īstenot pāreju uz zemu SEG emisiju ekonomiku. Priekšnosacījumi šim attīstības virzienam ir noteikti dokumentā “Eiropa 2020 — ES stratēģijā gudrai, ilgtspējīgai un integrējošai izaugsmei”, kas izvirza trīs prioritātes:

- uz zināšanām un inovāciju balstītu ekonomikas attīstību,
- tādas ekonomikas veicināšanu, kas rada zemu oglekļa dioksīda emisiju līmeni, taupīgi izmanto resursus un ir konkurētspējīga,
- tādas ekonomikas sekmēšanu, kurā ir augsts nodarbinātības līmenis un kura nodrošina sociālo un teritoriālo kohēziju.

OMA ir kompleksa un starpdisciplināra sistēma, kurā ir gan politikas izstrāde un instrumenti, gan ilgtspējīga zinātne un pētījumi, organizatoriskas pārmaiņas, pārvaldības vadība, finanšu instrumenti un citas sfēras, kurās nepieciešama uz OMA ieviešanu vērsta rīcība. Šādi emisiju samazināšanas pasākumi ir domāti, lai panāktu noturīgas izmaiņas mājāsaimniecību, iestāžu un uzņēmumu uzvedībā. Taču indivīdiem un grupām, kam jāievieš šīs izmaiņas, joprojām nav brīvi pieejami instrumenti

un tehnoloģijas, kas atvieglotu šādu rīcību. Lai panāktu SEG emisiju samazinājumu globālā un nacionālā līmenī, būtiski ir saprast faktorus, kas ietekmē izmaiņas patēriņā un ražošanas paradumos. Emisiju samazināšanas nolūkā ir jācenšas panākt attieksmes maiņa un jārada motivācija videi draudzīgai rīcībai, kā arī jāmeklē jaunas partnerības un jārada rīki, lai izvērtētu un nodrošinātu nepieciešamās izmaiņas. Tieši pašvaldībām šajā ziņā ir lielas priekšrocības, jo tām ir tieša saikne ar mājāsaimniecībām un vietējiem uzņēmumiem. Tāpat vietējās pašvaldības var identificēt un atbalstīt pārmaiņu aģentus, kas veicina zemu SEG emisiju līmeni, tādejādi nostiprinot motivāciju. Tas, savukārt, stiprina vietējo identitāti un lepnumu par sasniegto labklājības veicināšanā un emisiju samazināšanā.

Daudzas no jomām, kam ir būtiska ietekme uz SEG emisijām, ir pašvaldības tiešās funkcijas vai arī iekļaujas to plašākā atbildības lokā. Mājokļu sektors ir viena no šīm jomām, kur pašvaldība var panākt būtisku SEG emisiju samazinājumu, siltinot savā īpašumā esošās ēkas, veicinot privātmāju energoefektivitātes uzlabojumus un nodrošinot labāku būvniecības praksi. Tāpat ir būtiski SEG emisiju samazināšanas pasākumus integrēt vietējā attīstības telpiskajā plānošanā, kas nodrošinātu ilgtermiņa stratēģisku pieeju zemu SEG emisiju panākšanai un dotu attiecīgus signālus investoriem, kā arī iepirkumu procedūrās aktīvāk izmantot vides kritērijus.

Patēriņa emisijas bieži vien ir grūti kontrolēt, jo, piemēram, nevaram likt Ķīnai izvēlēties vienu vai citu energoresursu vai izmantot videi draudzīgas tehnoloģijas. Globālajai tirdzniecībai liberalizējoties, arī valstu valdībām ir aizvien mazāk iespēju aizliegt ievest produktus, kuriem ir būtiska ietekme uz vidi. Vienīgi mēs, kā patērētāji, varam boikotēt preces ar lielu “oglekļa pēdu” vai preces no valstīm, kas necenšas samazināt SEG emisijas. Tomēr arī tas ne vienmēr izdodas, jo pārsvarā mūsu izvēli nosaka preces vai pakalpojuma cena nevis doma par klimata pārmaiņu ierobežošanu.

Mūsu ikdienas patēriņa un ražošanas paradumi nosaka lielāko daļu SEG emisiju un līdz ar to arī klimata pārmaiņas. Taču pašus patēriņa paradumus veido komplekss savstarpēji saistītu faktoru kopums (vajadzības, iekšējie un ārējie faktori), kuri ir atkarīgi no dabas vides un plašākas sociālekonomiskās vides – makrovides faktoriem: pieejamajām tehnoloģijām un infrastruktūras, ekonomiskās, demogrāfiskās, institucionālās un sociālās vides (sk. 14.6. att.).

Mājsaimniecību radīto vides slodžu novērtējumi viennozīmīgi atzīst pārtikas, transporta un mājokļa patēriņa sektorus par jomām ar lielāko ietekmi uz klimatu. Šīs slodzes var izteikt, izmantojot IPAT vienādojumu, kas tiek lietots arī SEG emisiju novērtēšanā un modelēšanā:

$$I = P \times A \times T$$

kur I – kopējās radītās SEG emisijas,

P – iedzīvotāju skaits,

A – ienākumi uz vienu mājsaimniecības locekli gadā,

T – ecoefektivitātes rādītājs (SEG emisijas uz vienu EUR).

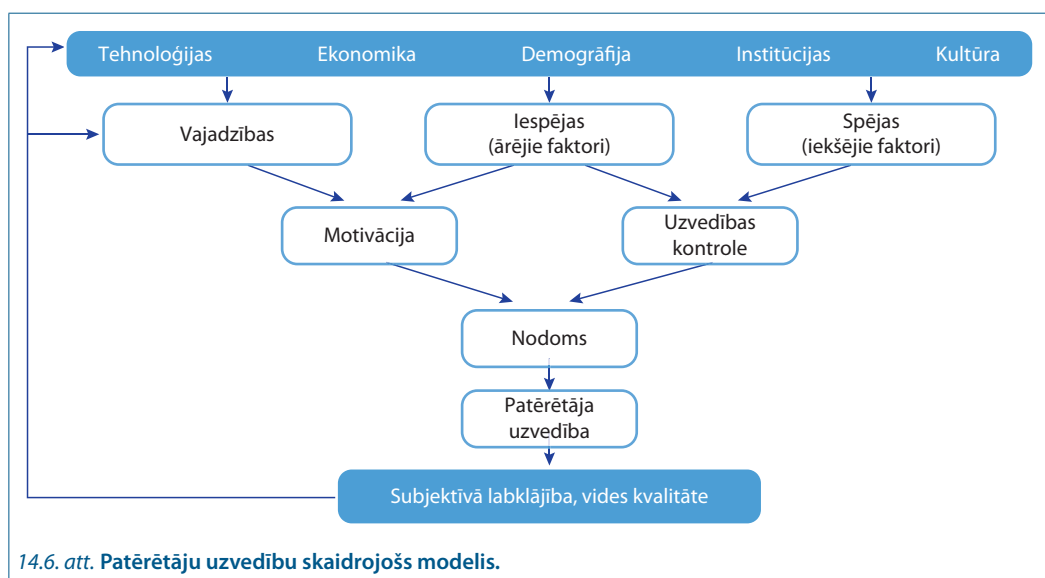
IPAT vienādojumu var raksturot ar šādu piemēru. 1990. gadā, kas ir pieņemts par atskaites punktu SEG emisiju samazināšanai, kopējās pasaules radītās SEG emisijas bija 21,7 milj. t CO₂, iedzīvotāju skaits bija 5,3 miljardi,

ienākumi – vidēji 5,69 tūkstoši USD uz cilvēku gadā, bet ecoefektivitāte – 0,72 g CO₂ uz vienu radīto USD ($5,3 \times 5,69 \text{ USD/cilv.} \times 0,72 \text{ g CO}_2/\text{USD} = 21,7 \text{ milj. t CO}_2$).

Savukārt divdesmit gadus vēlāk SEG emisijas bija pieaugušas līdz 31,1 miljardam tonnu, iedzīvotāju skaits 2010. gadā bija palielinājies līdz 6,8 miljardiem, ienākumi – līdz 7,5 tūkstošiem ASV dolāru uz cilvēku gadā, bet tehnoloģiskais progress emisiju intensitāti bija samazinājis līdz 0,61 g CO₂/USD ($6,8 \times 7,5 \text{ USD/cilv.} \times 0,61 \text{ g CO}_2/\text{USD} = 31,1 \text{ milj. t CO}_2$). Līdz ar to, neskatoties uz tehnoloģisko progresu šajā laika periodā, emisijas bija pieaugušas par 43%. Tas bija noticis iedzīvotāju skaita pieauguma un ekonomiskās attīstības ietekmē.

Izmantojot IPAT vienādojumu, iespējams modelēt SEG emisiju nākotnes scenārijus. Lai nodrošinātu SEG emisiju samazinājumu, nepieciešams nodrošināt izmaiņas labklājībā un tehnoloģijās. Šīs izmaiņas ietekmē apjoma, strukturālais un intensitātes efekts, kas saistīts ar dažādām pieejām ilgtspējīga patēriņa vides slodžu pārvaldībā:

- ecoefektivitātes pieeja, kas ir vērsta uz ecoefektivitātes uzlabošanu visos produkta aprites cikla posmos,
- pārslēgšanās pieeja, kas ir vērsta uz izmaiņām patēriņa strukturā, mainot



14.6. att. Patērētāju uzvedību skaidrojošs modelis.

kollektīvo rīcību un koncentrējoties uz izmaiņām piegādes sistēmās,

- pietiekamības pieeja, kas ir vērsta uz patēriņa apjoma samazināšanu un atbalsta ekonomiku bez izaugsmes un attīstītajās valstīs pat ekonomiskās izaugsmes samazināšanu. Labklājību un apmierinātību ar dzīvi var nodrošināt, attīstot sociālo kapitālu un dzīvesveidu, kas vairāk tendēts uz garīgām nevis materiālām vērtībām.

Mūsdienu sabiedrība ir pārlietu koncentrējusies uz ekoeftektivitātes pieeju – tehnoloģiskajām inovācijām un brīvā tirgus risinājumiem, lai sabiedrību ievirzītu videi draudzīgākā gultnē. Taču “atsitiena” efektu ietekmē šī pieeja nespēj nodrošināt absolūtu resursu patēriņa un piesārņojuma samazinājumu. Tā tiek kritizēta no pietiekamības pieejas atbalstītāju puses, kas uzsver, ka ikdienas dzīvē cilvēkiem ir grūti mainīt savus ieradumus pat tad, ja viņi ir labi informēti un motivēti. Līdz ar to nepieciešams ar sistēmiskām sociālām inovācijām un pieprasījuma puses pārvaldību mainīt ne tikai individuālu, bet arī kolektīvu rīcību, mainot patēriņa struktūru un apjomu.

Ilgspējīga patēriņa pārvaldībā nevar koncentrēties tikai uz vienu no minētajām pieejām. Tā ir atkarīga no patēriņa sektora, mērķgrupas un sociālekonomiskā konteksta. Līdz ar to jālieto šo pieeju dažādas kombinācijas, kas vērstas uz pārmaiņām makrovīdes faktoros:

- ekonomiskajā sistēmā – jāattīsta tirgus mehānismi, kas veicina videi draudzīgu ražošanu un patēriņu un ierobežo neilgtspējīgus patēriņa paradumus,
- tehnoloģijās – produktiem un pakalpojumiem ar mazāku ekoloģisko pēdu ir jākļūst pieejamākiem un dominējošiem tirgū,
- infrastruktūrā – vides attīstība, kas atvieglo ilgtspējīgu patēriņu un izskauž neilgtspējīgus patēriņa paradumus,
- institucionālajā vidē – jāveicina cilvēku vajadzību apmierināšana ārpus tirgus (piem., sociālā kapitāla stiprināšana),
- sociālpsiholoģiskajā vidē – palielinot patērētāju zināšanas par patēriņa vides

slodzēm un mainot patēriņa simbolisko nozīmi un attīstot mazāk materiālistisku, altruistiskāku dzīves stilu un vērtības.

Šo spēku ietekmē patēriņa paradumi Latvijā pēdējos 20 gados ir būtiski mainījušies. Ir notikušas izmaiņas iedzīvotāju dzīves stilā, piegādes sistēmās, ekonomiskajos procesos u.c. Daudzos gadījumos šīs izmaiņas ir bijušas neilgtspējīgas. Izmaiņas piegādes sistēmās ir pārlikušas vides slodzi no ražošanas uz patēriņu. Piemēram, pieaugošā mobilitāte, piepilsētas lielveikalu attīstība un “pilsētu atlūzas” ir palielinājušas nobraukto pasažierkilometru skaitu un tādējādi palielinājušas ietekmi uz klimatu. Arī izmaiņas dzīves stilā, piemēram, aizvien pieaugošais pieprasījums pēc sadzīves elektronikas un dzīvnieku izcelsmes pārtikas produktiem, ir veicinājušas vides slodzi pieaugumu.

Daudziem no patēriņu ietekmējošajiem faktoriem ir dubulta daba. Ienākumi, tehnoloģiju attīstība un informācijas pieejamība var veicināt patēriņa apjoma pieaugumu un jaunu iekārtu izmantošanu, gan arī, tieši pretēji, videi draudzīgu rīcību, energoefektivitāti un resursu taupību. Ekonomiskā izaugsme veicina elektroierīču skaita palielināšanos un elektroenerģijas patēriņu mājaimniecībās, bet ekonomiskās krīzes ietekmē 2008. un 2009. gadā samazinājās energoresursu un pārtikas produktu patēriņš, veicinot SEG emisiju samazināšanos. Tāpat ekonomiskās problēmas veicināja aktīvāku iedzīvotāju sadarbību resursu taupīšanā.

Pētījumi atklāj būtiskākos patēriņa virzošos spēkus, kas vecina gan ilgtspējīgu, gan neilgtspējīgu patēriņu. Tie ir saistīti ar tirgus nepilnībām, kas valdības līmenī netiek risināti, un “labas dzīves” un labklājības izpratni sabiedrībā:

- zemās videi kaitīgo produktu cenas, kas neatspoguļo ārējās vides izmaksas,
- infrastruktūra un piegādes sistēmas, kas patērētāju ieslēdz neilgtspējīgās izvēlēs,
- tirgus ekonomikā iebūvētais konkurences un izaugsmes modelis, kas veicina visu dzīves sfēru komercializāciju un produktu ražošanas inovācijas,
- mārketingi, kas izmanto produktu statusa nozīmi un veicina materiālistisku vērtību nostiprināšanos sabiedrībā ar masu

mediju (īpaši televīzijas), publiskās telpas komercializācijas un atlikto maksājumu palīdzību,

- sabiedrības materiālistiskās vērtības un vēlme pēc augstāka komforta.

Šo virzošo spēku kompleksās mijsakārības un daudzveidīgās ietekmes liedz skaidri prognozēt mājokļa, transporta un pārtikas sektoru vides slodžu dinamiku. Piemēram, mājokļu sektorā cilvēkiem būs vēlme pēc lielākas dzīvojamās telpas un daudzām elektroierīcēm, kas veicinās vides slodžu pieaugumu, taču ēku siltināšana, elektroierīču efektivitātes palielināšana un pāreja uz atjaunojamiem energoresursiem veicinās SEG emisiju samazināšanos.

Socioloģiskās aptaujas atklāj, ka iedzīvotājiem Latvijā rūp vides jautājumi (pārsvārā vides piesārņojums un atkritumu problemātika) un klimata pārmaiņas tie uzskata par būtisku vides problēmu, taču aptaujātie nav ieinteresēti ilgspējīgā patēriņā un neuzskata, ka viņu ikdienas patēriņa paradumi atstāj būtisku ietekmi uz vidi. Tajā pašā laikā veidojas nišas dzīves stili un tirgi, piemēram, bioloģiskās pārtikas, ekokosmētikas un dažādu energoefektīvu iekārtu jomā. Tas saistās ar ilgspējīga patēriņa dzīves stila nostabilizēšanos noteiktās sociālās grupās, taču šie dzīves stili ir margināli un nespēj atsvērt apjoma efektu un ar to saistītās augošās patēriņa ietekmes uz klimatu.

Sabiedrība nav homogēna un, vērtējot iedzīvotāju rūpes par vidi un ilgspējīgu patēriņu, visus iedzīvotājus var iedalīt četrās apjoma ziņā līdzīgās grupās (sk. 14.1. tabulu). Pirmā grupa, kurai rūp vides aizsardzība un kura rīkojas videi draudzīgi, iekšēji var būt ļoti atšķirīga. Daļa šīs grupas pārstāvju var būt gatavi aktīvi rīkoties paši un piedalīties ilgspējīgas kopienas veidošanā, preču koplietošanā un

dekomercializācijā. Savukārt citi (trešā grupa) paļaujas uz ekomarķējumiem un, nemainot savas vajadzības un sociālekonomiskos nosacījumus, izvēlas videi draudzīgus produktus un pakalpojumus. Arī ceturtajā grupā var izdalīt apakšgrupas ar indivīdiem, kuri neinteresējas par videi draudzīgu rīcību, bet pasīvi labprāt izvēlētos videi draudzīgus produktus un pakalpojumus, kā arī ar indivīdiem, kuri uzskata videi draudzīgu dzīvesveidu par aplamu un nevajadzīgu. Līdz ar to, analizējot patērētāju vides rīcību, bez attieksmēm un rīcības būtiski ir saprast arī patērētāju gatavību mainīt savas vajadzības un apmierināt tās ārpus tirgus vai esošo sistēmu ietvaros pārslēgties uz videi draudzīgākām izvēlēm.

Šis dalījums atklāj arī vērtību un rīcības atšķirības starp cilvēku zināšanām par to, kas būtu jādara, un patieso rīcību. Piemēram, 3. grupa, kurai vides jautājumi nerūp, rīkojas videi draudzīgi, jo ierobežoto ienākumu dēļ ir spiesti dzīvot mazākos dzīvokļos, apkurē izmantot koksni, braukt ar sabiedrisko transportu, bet labprāt šīs izvēles aizstātu ar neilgtspējīgākām. 2. grupa apzinās vides jautājumu aktualitāti, bet ierobežoto iespēju dēļ ilgspējīgu dzīvesveidu nespēj īstenot. Sabiedrības grupās, kurām nerūp vides jautājumi, videi draudzīgu rīcību ir iespējams veicināt, veidojot ilgspējīgu produktu piegādes sistēmas, tirgū nodrošinot videi draudzīgu produktu piedāvājumu un produktu cenās integrējot ārējās vides un sociālās izmaksas. Taču patērētāji, kuriem rūp vides jautājumi un kuri interesējas par patēriņa ietekmēm uz vidi un veselību, ir vai nu gatavi maksāt vairāk, vai arī mainīt savus uzvedības paradumus par labu videi draudzīgākām izvēlēm, kuras lielā mērā ir atkarīgas no iedzīvotāju ienākumu līmeņa un citiem iekšējiem

14.1. tabula. Ilgspējīga patēriņa mērķgrupu dalījums

	Attieksme – rūp vides jautājumi	Attieksme – nerūp vides jautājumi
Ilgspējīgs patēriņš	1. grupa – rūp vides jautājumi, praktizē ilgspējīgu patēriņu	3. grupa – nerūp vides jautājumi, bet praktizē ilgspējīgu patēriņu
Neilgtspējīgs patēriņš	2. grupa – rūp vides jautājumi, bet nepraktizē ilgspējīgu patēriņu	4. grupa – nerūp vides jautājumi, nepraktizē ilgspējīgu patēriņu

faktoriem, piemēram, prasmēm vai zināšanās par videi draudzīgas rīcības iespējām.

Veidojot oglekļa mazietilpīgu attīstību, jāņem vērā patērētāju rīcības atkarība no vajadzībām, spējām un iespējām. Šie spēki darbojas atšķirīgi dažādos patēriņa sektoros un dažādās mērķgrupās un ir atkarīgi no aktuālā vides aspekta un pieliekamajām pūlēm. Tā, piemēram, socioloģiskajās aptaujās lielākā daļa respondentu atzīst, ka cena un produktu kvalitāte nevis produktu ietekme uz vidi vai veselību, ir būtiskākie patēriņa izvēli noteicošie faktori. Taču patērētājs var būt vairāk norūpējies, piemēram, par dzīvnieku izcelsmes produktu patēriņu, bet tajā pašā laikā būt vienaldzīgs par transporta līdzekļu radīto gaisa piesārņojumu un klimata pārmaiņām.

Viens no pirmajiem soļiem OMA īstenošanai ir izstrādāt un ieviest zemu CO₂ emisiju attīstības stratēģiju, kas arī paredzētu galvenās vadlīnijas dažādiem tautsaimniecības sektoriem. Lai nodrošinātu mērķtiecīgu pāreju uz SEG mazietilpīgu attīstību un samazinātu valsts vai pašvaldības ietekmi uz klimatu, būtu jāseko vienkāršam priekšrakstam:

- jāsāk ar SEG emisiju samazināšanu tajos sektoros, kas rada lielāko ietekmi uz klimatu (noderēs “oglekļa pēdas” aprēķins),
- pēc iespējas jāizvairās no rīcībām, kas īstermiņā vai ilgtermiņā veicinās tiešo un netiešo SEG emisiju pieaugumu,
- jāizvēlas iespējas, kas ļauj samazināt SEG emisijas, piemēram, uzlabojot darbības efektivitāti un izmantojot labākos pieejamos tehniskos risinājumus.

Veicamie uzdevumi šajā ziņā būtu, piemēram, pēc iespējas ātrāk samazināt SEG emisiju apjomu un palielināt atjaunojamās enerģijas īpatsvaru kopējā energobilancē, veicināt energoefektivitāti un nostiprināt Latvijas ekonomikas noturību pret klimata pārmaiņu radītajiem riskiem, attīstīt spēju novērst katastrofas un reaģēt uz tām.

Līdz ar to OMA potenciālie rīcību virzieni skar tādas jomas kā CO₂ emisiju mazietilpīgu tehnoloģiju attīstība, resursu efektivitātes uzlabošana uzņēmējdarbībā, ekodizaina un

ekoinovāciju attīstība, ēku energoefektivitāte, vides nodokļi, videi kaitīgu subsīdiu izskaušana, “zaļais” publiskais iepirkums un ES fondu ieguldīšana SEG emisijas mazietilpīgos pasākumos.

Daudz no iepriekš minētā SEG emisiju samazināšanā uzlabotu arī citas rīcības jomas. Tā, piemēram, ieviešot energoefektivitātes pasākumus, ir iespējams ietaupīt līdzekļus, nodrošināt augstāku energoneatkarību un panākt būtiskus labklājības uzlabojumus. Daudzas no klimatom draudzīgām rīcībām ir arī ekonomiski izdevīgas ilgtermiņā. Aprites cikla izmaksu aprēķins var atvieglot šādu izvēli.

Jau pašlaik ilgtspējīgas un oglekļa mazietilpīgas attīstības nodrošināšanai Latvijā tiek izmantots plašs pārvaldības instrumentu klāsts: regulējošie, brīvprātīgie, komunikācijas un ekonomiskie instrumenti, piemēram, fiskālie stimuli un ekomarķējumi (izmantoto pārvaldības instrumentu kopums katrā sektorā ir atšķirīgs). Pārvaldības instrumentu lokam ir jābūt pietiekami plašam, un brīvā tirgus un ekoeftivitātes pieeja ir jāpapildina ar sociālajām (sistēmiskajām) inovācijām, jāattīsta ilgtspējīga infrastruktūra un jāmaina sabiedrības vērtības.

Mājokļa sektorā OMA nodrošināšanai būtiski ir ne tikai veicināt pārslēgšanos uz atjaunojamiem energoresursiem, energoefektīvu ierīču (elektroierīču un apkures katlu) izmantošanu un ēku sienu, logu un griestu termisko izolāciju, bet arī veicināt ilgtspējīgu pilsētplānošanu un ēku dizainu, lai maksimāli izmantotu dabisko siltumu un apgaismojumu, kā arī attīstītu videi draudzīgu uzvedību un sabiedrības diskusiju par “labu dzīvi”. Tādējādi jāizmanto ne tikai ekonomiskie, bet arī interešu grupas iesaistoši teritorijas plānošanas un komunikācijas paņēmieni, lai veicinātu iedzīvotāju interesi un iesaistīšanos energoefektivitātes pasākumos, veicinātu vajadzību nevis par labu materiālām, bet garīgām vērtībām.

Transporta sektorā dominē regulējoši un ekonomiski risinājumi, cenšoties problēmas atrisināt, būvējot jaunu un atjaunojot esošo satiksmes infrastruktūru, ieviešot ekonomiskos stimulus autovadītājiem. Taču, neskatoties uz to, transporta radītās SEG emisijas palielinās,

jo cilvēki aizvien vairāk pārslēdzas no sabiedriskā uz privāto autotransportu. Tam par iemeslu ir vides un transporta jomās nesaskaņotie pārvaldības mērķi un lietoto instrumentu fragmentētais raksturs. Taču nedrīkst aizmirst par autotransporta simbolisko, sociālpsiholoģisko nozīmi. Līdz ar to ilgtspējīgas mobilitātes nodrošināšanai ne tikai jāattīsta sabiedriskais un nemotorizētais transports, bet, izmantojot plānošanas un komunikācijas līdzekļus, jāveido ilgtspējīga infrastruktūra, piegādes sistēmas un jāierobežo privātā autotransporta izmantošanas nepieciešamība.

Pārtikas sektorā tāpat kā mājokļa sektorā klimata ietekmes pēdējo gadu laikā nav būtiski palielinājušās, neraugoties uz rīcībpolitiku vājo savstarpējo integrāciju. Pārtikas produktu patēriņš ir viena no sabiedrības pamatvajadzībām, un pārtikas pieejamības nodrošināšana tiek uzverta kā valdības pienākums. Tāpēc pārtikas sektorā minimāli tiek izmantoti instrumenti, kas celtu produktu cenas. Tieši pretēji, ekonomiskās metodes aprobežojas ar tiešām un netiešām subsīdijām lauksaimniecības produkcijas ražotājiem. Pārtikas sektorā, iesaistoties dažādām interešu grupām, plaši izmanto arī komunikācijas instrumentus, lai veicinātu patēriņu produktu kategorijās ar lielām

vides slodzēm (piemēram, piena un zivju produktu patēriņu). Ilgtspējīga pārtikas produktu patēriņa nodrošināšanai jāveicina bioloģiskās lauksaimniecības attīstība un pieejamība, pārtikas produktu cenās jāintegrē vides izmaksas un jāizvērš sabiedrības diskusija un informatīvās kampaņas par videi draudzīgu pārtiku.

Labākie sasniegumi, piemēram, mājokļu vides slodzi ierobežošanā – pārslēgšanās uz koksni apkurē un ūdens patēriņa samazinājums māsaimniecībās, kā arī tehnoloģiskie risinājumi, ekonomiskie stimuli (cenas un nodokļi) un komunikācijas pasākumi ir bijuši savstarpēji saskanīgi un papildinoši. Valsts pārvaldes iestāžu lietotās metodes ir izrādījušās neefektīvas jomās, kur patēriņam ir būtiska simboliskā nozīme saistībā ar dzīves kvalitātes pieaugumu un izpratni par labu dzīvi. Piemēram, autotransporta un elektroenerģijas patēriņa pieaugums ir lielā mērā skaidrojams ar automašīnu un elektropreču aizvien pieaugošo lomu cilvēku ikdienas dzīvē. Līdz ar to cilvēkiem, kuri atteiktos no automašīnas, papildu elektroierīču izmantošanas, dzīvnieku izcelsmes produktu liela patēriņa uzturā un lielas dzīvojamās platības, būtu jāatsakās no lietām, kuras tiek uzskatītas par labas dzīves standartu.

Literatūra

- Brizga J.** (2012) Ilgtspējīga patēriņa pārvaldība Latvijā: politikas instrumenti, tikli un indikatori. Disertācija, Latvijas Universitāte, Rīga.
- Brizga J.** (2015) Patēriņa emisijas Latvijā aug. *Vides Vēstis*, 2(153), 12–13. lpp. <http://www.videsvestis.lv/view.asp?ID=153&what=12>
- Brizga J.** (2014) Klimats un mēs – kurš kuru? *Vides Vēstis*, 2(147), 28–29. lpp. <http://www.videsvestis.lv/view.asp?ID=147&what=28>
- Brizga J., Kudreņickis I.** (2010) Māsaimniecību ietekme uz klimatu Latvijā: oglekļa pēdas rādītājs. *Scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and Climate Technologies*, 3(3), 34–40. doi: 10.2478/v10145-009-0004-9
- Davis S. J., Caldeira K.** (2010) Consumption-based accounting of CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(12), 5687–5692. doi: 10.1073/pnas.0906974107
- EEA** (2013) Environmental Pressures from European Consumption and Production. A Study in Integrated Environmental and Economic Analysis. EEA Technical report 2/2013. Copenhagen: European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production.
- IPCC** (2014) IPCC Fifth Assessment Synthesis Report (p. 110): IPCC.
- Fuchs D. A., Lorek S.** (2005) Sustainable Consumption Governance: A History of Promises and Failures. *Journal of Consumer Policy*, 28(3), pp. 261–288.

Steen-Olsen K., Weinzettel J., Cranston G., Ercin A. E., & Hertwich E. G. (2012) Carbon, Land, and Water Footprint Accounts for the European Union: Consumption, Production, and Displacements Through International Trade. *Environmental Science & Technology*, 46(20), 10883–10891.

Stern N. (2007) *The Economics of Climate Change: the Stern Review*: Cambridge University Press.

Tukker A., Bulavskaya T., Giljum S., de Koning A., Lutter S., Simas M., Stadler K., Wood R. (2014) The Global Resource Footprint of Nations. Carbon, Water, Land and Materials Embodied in Trade and Final Consumption Calculated with EXIOBASE 2.1. (p. 74). Leiden/Delft/Vienna/Trondheim.

Tukker A., Dietzenbacher E. (2013) Global Multiregional Input-Output Frameworks: An Introduction and Outlook. *Economic Systems Research*, 25(1), 1–19. doi: 10.1080/09535319100000001

Tukker A., Huppes G., Guinée J., Heijungs R., Koning A. D., Oers L. V., Jansen B. (2006) Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the Life Cycle Environmental Impacts Related to the Final Consumption of the EU-25.

Victor P. A. (2012) Growth, Degrowth and Climate Change: A Scenario Analysis. *Ecological Economics*, 84, pp. 206–212.

Zaļā brīvība, Oglekļa pēda Latvijas pašvaldībās. <http://www.zalabriviba.lv/dzivesveids/pasvaldibu-oglekla-peda/>

Izmantotie attēli

14.6. Gatersleben & Vlek, 1998.



15.

Ilgtspējīgas attīstības īstenošana

15.1. Starptautiskā sadarbība ilgtspējīgas attīstības īstenošanai

2012. gada sākumā ANO Augsta līmeņa Globālās ilgtspējas grupa, ko vadīja Dienvidāfrikas Republikas prezidents Džeikobs Zuma (*Jacob Zuma*) un Somijas prezidente Tarja Halonena (*Tarja Halonen*), uzsvēra nepieciešamību "starptautiskajai sabiedrībai izvērtēt iekšzemes kopprodukta nozīmi un izstrādāt jaunu ilgtspējīgas attīstības rādītāju kopumu".

Daudzpusējie starptautiskie vides līgumi (konvencijas) ir viena no senākajām sadarbības formām, lai risinātu klimata, dabas, vides un ilgtspējīgas attīstības problēmas. Pēc 1972. gada ANO Cilvēkvides konferences starptautiskie vides līgumi ir kļuvuši par galveno globālās vides pārvaldes veidu, tomēr vairāk uzsverot starptautisko diplomātiju nevis vienkārši tehnisko izpratni un izpildījumu. Kopš 1920. gada ir parakstīti, ratificēti un stājušies spēkā ap 140 starptautiskie līgumi, bet tos papildinošo dokumentu, piemēram, protokolu un grozījumu, skaits ir daudzkārt lielāks. Starptautiskiem vairākas konvencijas un protokoli īpaši izceļas ar savu nozīmīgumu saistībā ar ozona slāņa degradāciju, bioloģiskās daudzveidības samazināšanos un klimata pārmaiņām.

Kaut gan konvencijas un to protokoli ir atšķirīgi pēc būtības un izvirzītajiem mērķiem, tomēr ir arī līdzības. Konvencijas faktiski ir starptautiski likumi, par kuriem ir vienojušās neatkarīgas valstis vai to pilnvarotas institūcijas. Tā kā konvencijas nosaka valstu tiesības un pienākumus noteiktā jomā, pirms to pieņemšanas parasti notiek samērā ilga saskaņošana, ko veic valstu oficiāli pārstāvji. Pēc tam tehniskie eksperti sagatavo konvencijas projektu un nodod izvērtēšanai dalībvalstīm. Dalībvalstu augstākās amatpersonas starptautiskas konferences laikā, kas veltīta ar konvenciju saistīto jautājumu izskatīšanai, paraksta konvenciju un pēc tam veic ratifikācijas procedūru, kas ietver valsts likumdevēja (parlamenta) oficiālu lēmumu par konvencijas atbilstību nacionālajai likumdošanai un vēlmei to pildīt, uzņemoties starptautiskas saistības, kas izriet no konvencijas. Ja noteikts skaits dalībvalstu ir ratificējušās konvenciju (minimālo dalībvalstu skaitu, kas nepieciešams, lai konvencija efektīvi darbotos, izlemj pašas dalībvalstis), tās sasauca pirmo konvencijas dalībvalstu konferenci, kurā vienojas par konvencijas īstenošanas pasākumiem,



15.1. att. ANO Augsta līmeņa Globālās ilgtspējas Padomes 5. sanāksme. ANO Galvenā mītne, Ņujorka, 2011. gada septembris. Līdzpriekšsēdētāji: Somijas Republikas prezidente Tarja Halonena un Dienvidāfrikas Republikas prezidents Džeikobs Zuma.

ieskaitot konvencijas sekretariāta izveidošanu, finansējuma nodrošināšanu, budžeta līdzekļu izmantošanu, dalībvalstu atskaitīšanās kārtību un nepieciešamības gadījumā arī dalībvalstu atbilstības izvērtējumu. Dažkārt tiek izveidotas ekspertu komisijas vai darba grupas aktuālu jautājumu risināšanai.

Globālās vides politikas veidošanā, kā arī konvenciju un to protokolu tapšanā nenovērtējama ir zinātnieku un ekspertu loma. Kā labu piemēru var minēt Starpvaldību klimata pārmaiņu speciālistu grupu, kurā ietilpst apmēram trīs tūkstoši zinātnieku. Viņu pētījumu rezultāti, to savstarpēja apmaiņa un kolektīva interpretācija ir veicinājusi pasaules sabiedrības izpratni par pašlaik aktuālāko vides problēmu,



15.2. att. Starpvaldību klimata pārmaiņu speciālistu grupas apbalvojums – 2007. gada Nobela Miera prēmija.

kā arī palīdzējusi veidot vienotu klimata pārmaiņu negatīvo seku mazināšanas politiku. Šīs starptautiskās organizācijas ieguldījums ir novērtēts ar 2007. gada Nobela Miera prēmiju.

15.2. Vienkāršākas dzīves iespējas

1981. gadā amerikāņu rakstnieks Daiens Elgins (*Duane Elgin*) publicēja grāmatu “Brīvprātīgā vienkāršība” un pats atzina, ka šis darbs ir radies, iedvesmojoties no Ernesta Šumahera (*Ernst Friedrich Schumacher*) idejām, īpaši saistībā ar Šumahera 1973. gadā izdoto grāmatu “Mazais ir skaists” (*Small is Beautiful*). Viņš redzēja “brīvprātīgās vienkāršības” sūtību kā savā ziņā aicinošu dzīves virzienu.

Ideja par izvēli dzīvot vienkārši nozīmē nepalielināt savus izdevumus, lai mazinātu ietekmi uz vidi, bet vienlaikus tikties paplašināt savu brīvību un iekšējā miera sajūtu. Šī ideja izplatījās, līdz tā kļuva par sociālo kustību arī OECD (Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija – *Organisation for Economic Co-operation and Development*) valstu ietvaros, aptverot dažādas sociālās grupas.

Izvēle par labu vienkāršībai un pretošanās “žurkas skrējienam” (“vāveres ratam”) izraisīja pat žurnālu un televīzijas interesi un iesaistīšanos, jo īpaši 1990. gadā, kad aktualizējās jautājums par dzīvesveidu.

Tas vienlaikus radīja paralēlas kustības. “Lēnā ēšana” (*Slow Food*) un “rāmā pilsēta” (*Slow City*) saistīta ar ideju par vienkāršību un nekomercializētu darbību, kas veicina

augstāku dzīves kvalitāti. “Lēnā ēšana” ir starptautiska kustība, ko iedibināja Karlo Petrīni (*Carlo Petrini*) 1986. gadā kā alternatīvu “ātrai ēšanai” (*Fast food*), tā cenšoties saglabāt tradicionālo virtuvi. Viņš mudināja lauksaimniekus audzēt augus, sēklas un mājlopus, kas raksturīgi vietējām ekosistēmām. Kustība ir aptvērusi pasauli un iekļauj vairāk nekā 100 000 biedru 150 valstīs. Tās mērķi ir ilgtspējīgas pārtikas un vietējo mazo uzņēmumu attīstības veicināšana, kā arī politiska prasība, kas vērsta pret lauksaimniecības produktu aprites globalizāciju.



15.3. att. “Žurkas skrējieni” tiek veikts paša skrējiena dēļ un ir bezjēdzīgs – tā ir pakalīdzšanās pēc kaut kā nezināma.



15.4. att. Restorāna izkārtne Santorīni, Grieķijā.

Populārais šefpavārs Mārtiņš Rītiņš ir šīs starptautiskās kustības aizsācējs Latvijā. Viņš 1996. gadā nodibināja biedrību “*Slow Food Rīga*”.

Tomēr “brīvprātīgās vienkāršības” kustība nav sasniegusi vairākumu – kritisko masu, kas ir svarīgs parametrs, lai veicinātu domu apmaiņu sociālo tīklu plūsmā, tādējādi palīdzot sagatavot augsni jaunai ekonomiskai domāšanai par laimi un labklājību.

Individuālā apņemšanās par labu “brīvprātīgajai vienkāršībai” paver ceļu tāda paša veida kolektīvām saistībām, ko pieņem mazās kopienas, ciemati un pilsētas.

Rūpes par planētas lielajām vides problēmas pastiprinājās 20. gs. 90. gados un 21. gs. sākumā. Tās vienoja cilvēku kustības, mēģinot parādīt alternatīva dzīvesveida iespējas, par kurām nevajadzēs “samaksāt ar planētu Zeme”. Tās būs elastīgākas, saskaroties ar iespējamām vides, sociālajām un ekonomikas problēmām. Daži cilvēki pārvietojās, lai veidotu jaunas kopienas un īstenotu alternatīvās ekonomikas un vides principus.

Ekociemati (*Ecovillages*) parasti bija maza mēroga apmetnes, kas tika izveidotas industriālās sabiedrības robežteritorijās – pamestās rūpnieciskās zonās, ārpuspilsētās vai lauku rajonos. Projekti tika izstrādāti, lai būtu vairāk videi draudzīgi, kā arī lai nodrošinātu iztikas pietiekamību ekonomiskā skatījumā, bet nevis pieaugumu.

Citi projekti bija vairāk tendēti reformēt pastāvošās kopienas. Tika ieteikti arī principi, lai izmantotu vairāk amatnieku darbībai līdzīgu un ekoloģisku pieeju. Šāda pieeja iemiesojās arī



15.5. att. “Cittaslow” kustība jau ir izplatījusies visā pasaulē.

apdzīvotās vietās un kopienās, piemēram “*Slow Society*” koncepcija, kas guva atzinību no biznesa līderiem Japānā 21. gs. sākumā.

Šīs kustības mērķi ir

- padarīt dzīvi labāku ikvienam, kas dzīvo pilsētvidē,
- uzlabot dzīves kvalitāti pilsētās,
- pretoties pilsētu homogenizācijai un globalizācijai visā pasaulē,
- aizsargāt vidi,
- veicināt kultūras daudzveidību un unikālītāti atsevišķās pilsētās,
- iedvesmot veselīgākam dzīvesveidam.

Ekociemati tiek plānoti 50–150 personām. Lielāki ekociemati līdz pat 2000 personām pastāv kā veidojumi no daudzām mazākām vienībām, lai saņemtu lielāku sociālo fondu atbalstu. Daži ekociemati pieaug uz tuvējo iedzīvotāju rēķina, kas ne vienmēr ir to īstenie locekļi, bet



15.6. att. Moderna ekociemata vizija.

dzīvo perifērijā un efektīvi piedalās ekociemata dzīves norisēs.

Ekociematos locekļus vieno kopīgas ekoloģiskās, sociālās, ekonomiskās, kultūras un garīgās vērtības. Tur bieži dzīvo cilvēki, kuri izvēlējušies alternatīvu elektroapgādes, ūdens un

kanalizācijas sistēmu. Daudzi uzskata, ka pašreizējais patērētāja dzīvesveids ir izšķērdīgs, kas iznīcina dabiskos biotopus, veicina pilsētu, rūpnīcu un fermu pārlietu izvēršanos, paļaušanos uz fosilo kurināmo, un tās ir tendences, kas jāmaina, lai nepieļautu ekoloģisko katastrofu.

15.3. Alternatīvās attīstības iespējas

15.3.1. Ekonomiskās izaugsmes vēsturiskais pamats

Ekonomiskā augsme ir saistīts jēdziens, taču tā nav tā pati vienkāršā "izaugsme". Pauls Romers (*Paul Romer*), Stenfordas universitātes ekonomists, to definē šādi: "Ekonomiskā izaugsme notiek, ja cilvēki ņem resursus un pārkārto tos vērtīgākā veidā".

Tas ir līdzīgi ēdiena gatavošanai – izejvielas nonāk virtuvē, tiek pielikts darbs, zināšanas, enerģija un tehnoloģijas. Pagatavotais garšīgais ēdiens ir daudz vērtīgāks nekā izejvielas, tādējādi ir radīta pievienotā vērtība, t.i., ekonomiskais pieaugums.

Bet kā izmērīt šo pievienoto vērtību? Mūsdienu pasaulē to mēra ar naudu. Pievilcīgas maltītes vērtība nav atkarīga no tā, vai kāds ir gatavs maksāt par to. Tomēr šāda vērtības mērīšana rada zināmas grūtības. Ja maltīti ir sagatavojusi mana māte, tā varētu būt liela vērtība man. Taču šāda vērtība netiek reģistrēta ekonomikas statistikā, jo mēs jau nemaksājam par ēdiena gatavošanu savai mātei.

Teorētiski, mātes darbība ēdiena gatavošanā un pasniegšanā veicina tautas ekonomisko

izaugsmi. Taču tā kā nav veikts maksājums, un par šo darbību netiek ziņots oficiālajai uzskaites sistēmai, jaukā ēdienreize paliek ekonomiski neredzama.

Varētu pieļaut, ka māte tomēr iesniedz rēķinu par maltīti. Dēls vai meita varētu apmaksāt šo rēķinu skaidrā naudā. Māte ieraksta to ienākumu deklarācijā un nomaksā atbilstošu nodokli. Tad un tikai tad, sniedzot ziņas par maltītes sagatavošanu un pasniegšanu, kā arī saņemto samaksu, viņa un viņas bērni būs veicinājuši savas tautas mērāmo ekonomisko izaugsmi.

Modernā pasaule ir apsēsta ar augošu mērīšanas māniju, vai "monetāru" ekonomisko izaugsmi. Tika izgudrots un ieviests pasākums apkopot stāvokli par monetārās ekonomikas pieauguma līmeni valstīs jeb iekšzemes kopproduktu (IKP). Par šo skaitli visbiežāk ziņo saistībā ar panākumiem vai panikumu pasaules valstīs. Tas atspoguļo arī darba efektivitāti un ekonomikas aktivitāti.

Tomēr ir bīstami saistīt panākumus vai panikumu ar IKP vērtību. Katastrofas, nelaimes gadījumi un pat kari palielina IKP, jo nācija mobilizē savu ekonomiku, lai atgūtos pēc stihijas, veiktu atjaunošanas darbus vai dotos uzbrukumā citai valstij. Turklāt vides degradācija vai dziļa sociālā nevienlīdzība biežāk izraisa IKP pieaugumu, bet šo nedienu mazināšana vairāk saistās ar IKP kritumu.

"Augsme kā parasti" (*bussines as usual*) atsaucas uz fiziskās paplašināšanas saplūšanu ar monetārās ekonomikas izaugsmi, atstājot malā kvalitatīva, laba vai slikta veida izaugsmi un ignorē sistēmiskos izaugsmes ierobežojumus. "Augsme kā parasti" tik labi korelē ar IKP, ka šie divi termini kļūst gandrīz sinonīmi. Gada IKP



15.7. att.
Pauls Romers, Stenfordas un Ņujorkas universitātes profesors, ekonomists.



15.8. att. "Augsme kā parasti".

pieaugums liecina par "augsmes kā parasti" uzvaras gājiena turpināšanos.

Tomēr pēdējos gados vairāku valstu valdībās kritika par IKP izmantošanu kā galveno parametru valstu attīstības vērtēšanai ir ievērojami pastiprinājusies. Pat Ķīnas valdība, kas spēja nodrošināt strauju ekonomikas attīstību pēdējās desmitgadēs, publiski ir norādījusi par savu nodomu mazināt ar IKP saistīto attīstības vērtējuma īpatsvaru un izaugsmē uzsvērt cilvēku laimes līmeni un lielākas rūpes par dabu.

Ekonomiskās domāšanas globālas izmaiņas un pat valstu ekonomikas politikas izmaiņas ir sākušās. Kvantitatīvi šīs izmaiņas vēl nav noteiktas, taču jau pastāv daudzi virzieni, kas pētījumos izmanto sasniegumus psiholoģijā un neiroloģijā, bažas par klimata pārmaiņām, demogrāfisko tendenču izmaiņas.

15.3.2. "Jaunā ekonomika"

"Jaunā ekonomika" ir ekonomiskā filozofija un teorija, kas vairāk balstās uz idejām par pietiekamību nekā izaugsmi, arī uz Zemes sistēmu ierobežojumu ievērošanu, bet mazāk nodarbojas ar pašu ierobežojumu vērtēšanu un iespēju meklēšanu, lai mazinātu pašus ierobežojumus. "Jaunā ekonomika" varētu sākt alternatīvu, kultūras ziņā atšķirīgu, bet mazāk staigātu ceļu.

Celmlaužu — Hermana Deilī un Ernesta Šumahera centieniem ir pievienojušās neskaitāmas citu zinātnieku idejas ekonomikā, kā arī sociālajās un dabaszinātnēs. Kopā ar jaunām ekonomikas idejām ir radušās jaunas metodes un paņēmieni, iesaistot pilnveidotas

matemātikas un datoru modelēšanas metodes, lai palīdzētu leģitimēt "jauno ekonomiku" tradicionālās augsmes ekonomikas pārāk skeptisko politiku acīs.

Pašlaik domāšana "jaunās ekonomikas" virzienā aptver aizvien vairāk cilvēku, kuru līderi ir gan Nobela prēmijas laureāti ekonomikā, gan arī valstu vadītāji. Atšķirību starp "jauno ekonomiku" un pašreizējo augsmes modeli īsumā var formulēt šādi.

- ♦ *Plašāki un daudz humānāki mērķi.* "Augsme kā parasti" ir vērsta uz ekonomikas izaugsmi, kas balstīta pārliecībā, ka šī izaugsme vienmēr garantē cilvēces progresu. "Jaunā ekonomika" koncentrējas uz reāliem rezultātiem, kurus tradicionālā ekonomika tikai šķietami cenšas panākt — uz labklājību iedzīvotājiem.
 - ♦ *Ētiska orientācija.* "Augsme kā parasti" nepietiekami novērtē ētiskos jautājumus par bagātības vairošanu šodien, neraugoties uz tās negatīvo ietekmi nākotnē. Turklāt tai ir tendence vērtības koncentrēt, nevis bagātību taisnīgāk sadalīt. "Jaunā ekonomika" uzskata, ka nevienlīdzības problēmas jārisina ne vien šodien, bet arī rīt. Tā īpaši uzsver godīgumu arī attiecībā uz nākotnes paaudzēm, balstoties uz koncepciju par starppaaudzju taisnīgumu.
 - ♦ *Skaidras ekoloģiskās robežas.* "Augsme kā parasti" bieži ignorē realitāti, ka ekosistēmu pakalpojumi un dabas resursi ir ierobežoti. "Jaunā ekonomika" izmanto šos ierobežojumus kā sākuma punktu, ap kuru veidot jaunu, funkcionējošu sistēmu vērtēšanai, attīstībai, nodarbinātības politikai utt.
 - ♦ *Vairāk sistēmisko rādītāju.* "Augsme kā parasti" izmanto vienkāršotus indikatorus, kā galveno izceļot IKP un tam analogus rādītājus. "Jaunā ekonomika" izmanto virkni mūsdienīgu mērījumu, lai varētu iegūt korektas atbildes uz jautājumiem, kas ir patiesi nozīmīgi iedzīvotājiem, to skaitā, vērtējumu par personīgo laimi un dzīves kvalitāti.
- "Jaunās ekonomikas" idejas jāiekļauj ekonomikā, kas pašlaik dominē vairākumā gadījumu. Tas nozīmē, ka jaunās ekonomiskās koncepcijas, politika un pasākumi kļūs aizvien

nozīmīgāki valsts vai valdības lēmumu pieņēmējiem. Turklāt “Jaunā ekonomika” saglabā arī noteiktu specifiku — tā ir alternatīva, bet pagaidām vēl nav līdz galam sakārtota, jo tās dažādie piekritēji vēl nav vienojušies par kopīgu ietvaru. Tas veicina atšķirīgus formulējumus, aprakstus un redzējumus samērā līdzīgām koncepcijām.

Pēdējos gados ir parādījušās dažas norādes, ka augsmes modeļa dominance sāk vājināties, kaut gan tikai nedaudz. Pierādījumi ir ļoti pārlicinoši, ja pieminām, piemēram, pasaules vadošo ekonomistu viedokļus, kādi tiek izteikti, tiem runājot ar ietekmīgāko valstu vadītājiem. Spilgtākais piemērs tam bija Ekonomiskās darbības un sociālā progresa novērtēšanas komisijas izveidošana, kas pazīstama arī kā “Štiglica komisija” pēc tās priekšsēdētāja, Nobela prēmijas laureāta, ekonomista Džozefa Štiglica (*Joseph Stiglitz*) vārda.

Štiglica komisija tika izveidota 2008. gadā pēc Francijas prezidenta Nikolā Sarkozī (*Nicolas Sarkozy*) lūguma. Tā sniedza oficiālu paskaidrojumu: “Jau ilgāku laiku rodas aizvien lielākas bažas par pašreizējo ekonomisko rādītāju pietiekamību, īpaši, ja izaugsmi pamato galvenokārt tikai ar IKP datiem. Tomēr attiecībā uz šiem skaitļiem jāraugās plašāk un dziļāk — kā tie atspoguļo pasākumu efektivitāti un vai tie ir izmantojami ekonomikas, vides un sociālās ilgtspējas raksturošanai”.

Darba noslēgumā komisija iesniedza ziņojumu un uzsvēra, ka “ir pienācis laiks mūsu vērtēšanas sistēmā pārvirzīt uzsvaru no ekonomiskās ražošanas mērīšanas uz cilvēku labklājības novērtēšanu”. Turklāt komisija sniedza arī detalizētas rekomendācijas par sociālekonomisko procesu norisi un to analīzes iespējām.

Štiglica komisijas darbību var uzskatīt par galveno pavērsienu ceļā uz “jauno ekonomiku”, kā arī par potenciālu pagrieziena punktu valsts attīstības procesu vēsturē. Īpaši nozīmīgas ir rekomendācijas, kā novērtēt tautas progresu un kādus mērķus izvairīt nācīgas attīstībai.

Darbu ar Štiglica komisijas secinājumiem turpina Francijas valdības aģentūra, saņemot Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (*Organisation for Economic Co-operation and Development*, OECD) finansiālu

atbalstu programmas “Sabiedrības attīstības progress” ietvaros.

Tagad par jaunumiem šajā programmā iespējams uzzināt, izmantojot ļoti noderīgu un visaptverošu tīmekļa vietni “Wikiprogress.org”, ko pārvalda OECD. “Wikiprogress” sniedz ne vien informāciju par pašlaik notiekošo, bet arī datus, ziņas un saites ar citiem, kas ir profesionāli iesaistīti jaunu pieeju meklējumos, lai pārietu uz labāku uzskaiti saistībā ar labklājības pētniecības un sociālo progresu kopumā. Tas ir būtisks resurss ikvienam, kas vēlas sekot alternatīvam domāšanas veidam par progresu.

15.3.3. “Zaļā ekonomika”

“Zaļā ekonomika” ir ANO iniciatīva, kas tika ieviesta un atbalstīta galvenokārt ANO Vides programmas ANO-VP (*United Nations Environment Programme* — UNEP) ietvaros.

ANO-VP izpilddirektors Ahims Steiners (*Achim Steiner*) vērtē “zaļās ekonomikas” iniciatīvu kā neitralizējošu attiecībā uz to, ka ilgtspēju var sasniegt tikai uz ekonomiskās attīstības rēķina.

ANO-VP atbalstītā “Zaļās stimulēšanas pakete” 2008. gada finanšu krīzes laikā identificēja konkrētās jomas, kurās plaša mēroga publiskā sektora ieguldījumi varētu iedarbināt “Zaļo ekonomiku”. Rūpniecībai, kas pārmērīgi izmanto resursus, ik gadu globālā mērogā vajadzētu novirzīt 1,3 triljonus EUR uz desmit “zaļākām” jomām, sākot no ilgtspējīgas mežsaimniecības līdz ēku modernizēšanai. Investīcijas — aptuveni 2% no pasaules ekonomikas kopprodukta — palīdzētu mazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas un ļautu izvairīties no cenu šoka saistībā ar atkarību no fosilā kurināmā un citām precēm.



Sākot ar 2011. gadu ANO-VP piedāvā dažādus pakalpojumus, kas saistīti ar videi draudzīgo “zaļo ekonomiku” un būtiski svarīgas konsultācijas par zinātnes un pētniecības attīstību. Tādējādi tiek palīdzēts valstīm veidot stratēģiju

un politiku, kā arī tiek piedāvātas uz modeļiem bāzētas analīzes metodes par “zaļās ekonomikas” investīciju ietekmi.

“Zaļā ekonomika” bija arī viena no divām galvenajām tēmām “Rio+20” konferencē 2012. gadā, kad tā tika minēta kā centrālā stratēģija daudzu valstu valdību uzstādījumā, bet daudzas nevalstiskās organizācijas to uzskatīja par galveno, lai tiektos uz ilgtspējīgu attīstību. Tas būtiski ir ietekmējis globālo politiku par ilgtspējīgu attīstību. Pašlaik tiek strādāts pie tā, lai panāktu saistošu vai brīvprātīgu vienošanos par “zaļās ekonomikas” plašāku ieviešanu.

“Zaļās ekonomikas” koncepcijas veicināšanā ANO-VP sadarbojas ar ideju ģeneratoriem (domnīcām – *think tank*) un komerciāliem partneriem (piemēram, *Deutsche Bank*) par uzticēšanos starptautiskiem aizdevumiem un ekonomiskās analīzes pilnveidošanu.

15.3.4. “Zaļā augsme”

“Zaļā augsme” ir jēdziens, ko bija iecerējuši *McKinsey* konsultāciju firma saistībā ar praktiskajām darbībām klimata pārmaiņu ietekmes mazināšanai. Šo jēdzienu kā labu atzina arī ANO, saistībā ar Ilgtspējīgas attīstības konferences (Johannesburga, 2002) Īstenošanas plānu.

“Zaļās augsmes” intelektuālais centrs saistās ar Koreju, kur darbojas Globālās zaļās augsmes institūts (*Global Green Growth Institute* – GGGI).



“Zaļā augsme” atspoguļo ekonomisko domātāju – Nikolasa Šterna, Džefrija Saha (*Nicholas Stern, Jeffrey Sachs*) uzskatus. GGGI atrašanās vieta Dienvidkorejā atspoguļo šīs valsts īstenotos politikas pasākumus, jo īpaši pēc 2008. gada finanšu krīzes, lai stimulētu tradicionālo ekonomikas izaugsmi “zaļākā” veidā (galvenokārt ar zemām CO₂ emisijām). GGGI izvietošana Korejā

ietvēra arī plašāku starptautisku interesi, ko virzīja ANO, palīdzot Āzijas-Klusā okeāna reģionam, veicot pārlēcienu pāri Rietumu industrializācijas modeļiem un izvairoties no slazda “vispirms augsme, bet sakopšana vēlāk”.

Klusā okeāna un Āzijas reģiona valstis jūt neatliekamu vēlmi turpināt savas ekonomikas izaugsmi, lai mazinātu nabadzību un panāktu sociālo progresu. Tomēr tās arī jau ir piedzīvojušas ievērojami pieaugošu vides degradāciju, dabas resursu izsīkšanu, veselības problēmas un klimata pārmaiņu ietekmi. Šīs valstis aizvien ir atzinušas atšķirīgas pieejas nepieciešamību, lai atbalstītu uz eksportu orientētu saimniecisko darbību reģionā, bet “zaļā augsme” ir kļuvusi par vēlamu pieeju augstākā – valdības līmeņa vadībā. Dažādas ANO sponzorētas programmas tiek izmantotas, lai īstenotu “zaļo augsmi”, kas ir “zaļās ekonomikas” atzars – vadošā ekonomikas attīstības stratēģija visā Āzijas-Klusā okeāna reģionā un daļēji arī pasaulē.

OECD arī veicina videi draudzīgu izaugsmi, un tai ir sava “zaļās augsmes” stratēģija. “Zaļā augsme” ir galvenokārt pieeja “no augšas uz leju”, ko virza valdības iniciatīvas, bet tā vēl nav tik nozīmīga kopienām un investoriem kā klasiskā ilgtspējīgā attīstība. “Zaļā augsme” tiek kritizēta par “zaļo” attieksmi samērā ierobežotā veidā, un to bieži kritizē ekologi un arī ne-augsmes aktivisti, kuriem “ne-augsme” ir vēlamais veids. “Zaļās augsmes” galīgais mērķis joprojām paliek augsme, bet dažkārt pat uz esošo ekosistēmu rēķina. Tomēr “zaļā augsme” ir kļuvusi par nopietnu alternatīvu “augsmei kā parasti” abos – gan vides, gan arī sociālajā virzienā.

ANO “zaļās augsmes” programmas uzsver ilgtspējīga patēriņa pieeju, t.i., koncepciju, kas liecina, ka galvenie ieinteresētie attīstības procesā ir nabadzīgie. “Zaļā augsme” mudina izmantot līdzdalības novērtējumu, kas palīdz noteikt galvenos ierobežojumus, iespējas un problēmas, ar ko saskaras trūcīgie cilvēki, un iekļaut tos politikas plānošanas un īstenošanas ciklos. Tas atbalsta neaizsargātās kopienas, nodrošinot nabadzīgajiem sociālos pakalpojumus un radot labvēlīgu vidi ilgtspējīgai attīstībai.

15.3.5. "Ilgtspējīga attīstība"

Ilgtspējīga attīstība ir definēta ar ANO mandātu 1987. gadā izveidotās Komisijas par vidi un attīstību ietvaros un tika akceptēta ANO Vides un attīstības konferences laikā (Riodežaneiro, 1992).

Ilgtspējīga attīstība ir attīstība, kas nodrošina pašreizējās paaudzes vajadzības, respektējot nākamo paaudžu iespējas apmierināt savas vajadzības.

Jau gadsimta ceturksni kopš tās definēšanas, šis jēdziens bija kļuvis par starptautisko sarunu stūrakmeni un vienošanās pamatu par dažādiem sociāliem, vides un ekonomikas jautājumiem, sākot no klimata pārmaiņām (Vispārējā konvencija par klimata izmaiņām), bioloģisko daudzveidību (Vispārējā konvencija par bioloģisko daudzveidību) un sociālajiem mērķiem (Tūkstošgades attīstības mērķi).

"Ilgtspējīgai attīstībai" nav skaidri noteikta ekonomiskā filosofija vai stratēģija. Ilgtspējīgas attīstības kritiķi mēdz teikt, ka tā cenšas aptvert visas lietas saistībā ar visiem cilvēkiem un atrisināt visas problēmas.

Vairākums gan ir gatavi atbalstīt "ilgtspējīgu attīstību" kā galveno virzienu un alternatīvu "augšmei kā parasti", un to veicina ANO Ilgtspējīgas attīstības birojs (*United Nations Office for Sustainable Development – UN OSD*), kas tika atklāts 2011. gada beigās. Šī biroja darbība tiek atbalstīta visā pasaulē, padarot to par ārkārtas situācijas "smaguma centru" attiecībā uz "zaļo

augsmi", "zaļo ekonomiku" un "ilgtspējīgu attīstību" vismaz ANO kompetences ziņā.

Šāda ANO ievirze atspoguļo augsto nozīmības pakāpi attiecībā uz "ilgtspējīgu attīstību", kas ir kļuvusi par vispārējās plānošanas koncepciju un ko atbalsta plašas zināšanas par konkrētām tēmām (piemēram, enerģētika, mā-joklis, pārtika) un procesu virzību (piemēram, ieinteresēto pušu konsultācijas, integrētā plānošana, atbilstošu indikatoru lietošana). Ļoti daudzas valstis gatavo Ilgtspējīgas attīstības stratēģiju, programmas vai plānus. Tomēr šiem dokumentiem parasti ir vāja pozīcija attiecībā pret valsts ekonomisko lēmumu pieņemšanu.

Kā integrējoša plānošanas un vīzijas koncepcija, ilgtspējīgas attīstības pozīcija ir krasi atšķirīga salīdzinājumā ar tradicionālo ekonomikas izaugsmes politiku, kas uzņemas neierobežotu brīvību kapitāla, infrastruktūras, tehnoloģiju un patēriņa paplašināšanā, lai nodrošinātu brīvā tirgus virzītu līdzekļu izmantošanu vēlamās nākotnes sasniegšanai.

Ilgtspējīgā attīstība, kā to mūsdienās saprot un praktizē vairums speciālistu, netieši atzīst, ka izaugsmei jābūt vismaz virzītai un orientētai, bet dažos gadījumos pat ierobežotai, lai spēja "nākamajām paaudzēm apmierināt savas vajadzības" netiktu apdraudēta. Tomēr lielākā daļa valstu ilgtspējīgas attīstības plānošanas procesos neidentificē konkrētus ierobežojumus vai robežas augšmei pašai par sevi, kas liecina, ka nav skaidras izpratnes par vārda "ilgtspēja" būtību.

Kaut gan ir izvērstas pamatīgas darbs ilgtspējīgas attīstības rādītāju sasniegšanas jomā vairāk nekā divdesmit gadu periodā, joprojām nav vienota, galīga un saskaņota veida, kā mērit sociālo progresu attiecībā uz ilgtspējīgu attīstību. Pārliecinošu priekšlikumu par to, kā mainīt IKP, ir viens no iemesliem, kāpēc vienkāršāk ir izmantot alternatīvas – piemēram, Butānas nacionālās laimes indikators ir izrādījies itin pievilcīgs.

ANO Ekonomikas un sociālo lietu padome ir publicējusi dokumentu kopu par pamatnostādņu lietošanu valsts līmenī. No mērīšanai domātiem 96 indikatoriem 50 ir identificējami kā pamatindikatori. Tiek piedāvāta arī metodoloģija,

Implementation Strategy

- The UNOSD is uniquely positioned, institutionally as well as geographically, to play an important leadership role in the dissemination and adoption of sustainable development ideas and practices.
- It has a unique role in providing and promoting information, knowledge and expertise on sustainable development to the public.
- It brings together and links governments, businesses, academia, the private sector, and the media.
- It provides the knowledge, processes and the user of an emerging network of high-level decision-makers in the sustainable development.

CONTACT

United Nations Office for Sustainable Development
 Room 202, United Secretariat,
 85 Singapore Road, Singapore
 Telephone: +65 6341 6666
 Fax: +65 6341 6688
 Email: UNOSD@un.org

UNITED NATIONS OFFICE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

www.unosd.org

15.9. att. Informatīva brošūra par ANO Ilgtspējīgas attīstības biroju.



15.10. att.
ANO Ekonomikas un
sociālo lietu Padomes
sēžu zāle ANO mītnē
Nujorkā.

lai pareizi veiktu mērījumus. Valstis pēc tam var augšuplādēt to gatavos nacionālos ziņojumus par ilgtspējīgu attīstību ANO mājas lapā.

Daudz ir bijis centieni pārveidot indikatoru sistēmu, kura būtu vairāk atbilstoša reālajam stāvoklim pasaulē un kura ļautu panākt ekonomiskās izaugsmes mērķa maiņu. Vairāki no šiem centieniem ir pietuvojušies oficiālas atzišanas līmenim valsts iestādēs. Ieteicamie indikatori varētu būt “Patiesais progress”, “Patiesais ietaupījums” vai “Zaļais IKP”

Patiesā progresa indikators. Kā jēdziens ekonomikā tas radās saistībā ar ekonomista Hermana Deili (*Herman Daly*) un viņa kolēģa Džona Koba (*John Cobb*) darbiem, lai ekonomikas mērījumus izteiktu jaunā, vairāk integrētā veidā. Viņi arī ieviesa Sociālās un ekonomiskās labklājības indeksu, lai koriģētu iekšzemes kopproduktu.

Sociālās un ekonomiskās labklājības indekss bieži tika aizstāts ar jēdzienu “Patiesais progresa indikators” (PPI). Savukārt PPI aprēķini bija mēģinājums būtiski uzlabot IKP, ņemot vērā arī sociālās un vides izmaksas, kas faktiski izraisītu IKP palielināšanos, kā arī pievienojot ne-ekonomisko aktivitāšu vērtību (piemēram, brīvprātīgo darbu). Kanādas ideju generatori nesēn ieviesuši jaunu, nedaudz uzlabotu variantu, kas neņem vērā tīri izteiktus vides faktorus un tiek saukts par “Ekonomiskās

labklājības indeksu – ELI” (*Index of Economic Well-Being – IEWB*). Šī metodoloģija koncentrējas uz atšķirību starp patēriņu un kapitālu un ņem vērā tādus jautājumus kā taisnīgi ienākumi un ekonomiskā drošība vecumdienās.

Ķīnas ekonomists Niu Venjuans (*Niu Wenjuan*) nesēn ieteica jaunu “IKP kvalitātes indikatoru”. Viņš jau agrāk bija mēģinājis ieviest Ķīnas “Zaļo IKP”, bet sastapa sīvu pretestību. Jaunais indikators ir kas vairāk nekā “Patiesais progresa indikators” un ietver vairākus elementus: enerģijas intensitāte uz vienu IKP vienību, ienākumu atšķirības starp bagātajiem un nabagajiem, atkritumu daudzums uz vienu IKP vienību, dzīves kvalitāte (mūža ilgums un citi cilvēkiem svarīgi attīstības indikatori). Tas tika saistīts arī ar pārvaldības kvalitāti (komunālā infrastruktūra; valsts ierēdniecības apmērs).



15.11. att. Ķīnas valdības padomnieks Niu Venjuans.

Tomēr neviens no šiem centieniem nav radījis kaut kādas būtiskas izmaiņas attiecībā uz tradicionālajiem IKP mērījumiem, bet nopietna diskusija par jaunajiem indikatoriem ir palīdzējusi radīt vienprātību par IKP kā indikatora vājumu attiecībā uz sociālo un ekonomisko labklājību.

Darbība ap PPI dod iespēju izvēlēties, kuras jomas būtu jāuzskata par “izmaksām” un kuras par “labuma gūšanu”, lai aplēstu naudas vērtību saistībā ar “izmaksām” un “ieguvumu”, kas nav monetārs. Piemēram, vai meža izciršana ir “izmaksas” vai “pabalsts” sabiedrībai? To var uzskatīt par izmaksām no apkārtējās vides aizsargātāja viedokļa, bet to uzskata par labumu tie, kas izmanto zāgmateriālus un papīru.

Tradicionālais IKP, gluži pretēji, neredz šādas atšķirības — tas vienkārši pārvērš nocirsto mežu naudā, atbilstoši esošajai cenai kokmateriālu tirgū. Tādējādi IKP neprasa nekādus papildu ētikas vai ar vērtībām saistītus lēmumus par to, kā vērtēt mežus grāmatvedībā.

“Zaļais IKP” faktiski ir parastais IKP, kas koriģēts ar vides izmaksām ekonomiskajās kategorijās. “Zaļo IKP” ir pieņēmušas dažas valdības, piemēram, Indija, kas plānoja sākt “Zaļā IKP” datu publicēšanu no 2015. gada.

“Zaļā IKP” ideja nav jauna — jau 1993. gadā ASV regulējošās institūcijas, kas pārrauga finanšu iestādes, sāka veidot “zaļo grāmatvedību”, jo radās bažas, ka IKP indikatoram būs vajadzīga reforma. Jaunā sistēma tika nosaukta par “Integrētiem vides un ekonomikas kontiem”.

Sākotnējie rezultāti liecināja, ka IKP skaitļiem ir pārspīlēta ietekme attiecībā uz kalnrūpniecības un citiem uzņēmumiem, vērtējot kopējo tautas ekonomisko bagātību. Ieguves kompānijām nepatika šie rezultāti, un ASV Kongress būtībā “iesaldēja” šo virzību.

“Zaļā IKP” kritiķi vērtē, ka ieteiktos indikatorus ir grūti precīzi aprēķināt, jo daudzi dabas resursi bieži tiek izmantoti bez maksas (ieskaitot ūdeni, ekosistēmu pakalpojumus), tiem nav cenas vai monetārās vērtības. Tāpēc nav iespējams tos iekļaut monetārā ekonomiskajā aprītē, kas balstās uz “klasisko” IKP aprēķinu metodiku.

“Patiesā ietaupījuma indikators” ir daudz tradicionālāks ekonomikas rādītājs — faktiski,

tas atspoguļo valsts “neto ietaupījumu likmi”, kas ir nedaudz pārveidota, lai integrētu dabas un cilvēka kapitāla vērtības. Datus par “patieso ietaupījumu” tarifiem ir aprēķinājis un publicējis Pasaules Banka. Tie tiek izmantoti, lai parādītu, cik lielā mērā tradicionālais ekonomikas izaugsmes ceļš, kas izraisa vides degradāciju un resursu izsmelšanu, var novest līdz izmišumam nabadzīgākās tautas.

15.3.6. “Nacionālā kopīgā laime”

Jēdzienu “nacionālā kopīgā laime” pirmoreiz ieviesa Butānas karalis Džigme Singje Vangčuks (*Jigme Singye Wangchuck*) 1972. gadā. Daudz vēlāk jēdziens pārtapa par apsekojuma metodi, ko lietoja Butānas pētījumu centra darbinieki, lai novērtētu Butānas iedzīvotāju labklājības līmeni. Pēdējos gados Butānas arvien sarežģītākos aptaujas paņēmienus sāka pētīt un pielāgot arī citas valdības daudzās pasaules valstīs.

Kaut gan ideja par “laimes noteikšanu” daudziem cilvēkiem izklausās dīvaini, pieredze, apsekojot cilvēkus, lai noteiktu, kā tie uztver savu labklājību, apmierinātību ar dzīvi un vērtē pašu laimes līmeni, ir ar ilgu vēsturi. Tomēr jau tagad pamati ir pietiekami labi izstrādāti, lai būtu iespējams novērtēt valsts attīstības virzību un politikas veidošanas atbilstību valstīs, kas būtiski atšķiras, piemēram, Butānā, Ķīnā, Francijā un Lielbritānijā.

Butānas pētījumu centrs ir pilnveidojis apsekošanas metodes, kas aptver visu iespējamo informāciju, sākot ar subjektīviem ziņojumiem par emocionālo stāvokli, un beidzot ar personīgā laika izmantošanu vai attieksmi pret vietējām ekosistēmām.

Indikatoru izvēle sakņojas Butānas nacionālajā kultūrā, bet laimes definīcija tika ieteikta Butānas kontekstā.

Svarīgākie indikatori ir šādi:

- savtības sajūtas biežums,
- cēlsirdības sajūtas biežums,
- domas par pašnāvību,
- zināšanas par augu un dzīvnieku sugu nosaukumiem,
- izglītības līmenis,

- lasītprasmes un rakstītprasmes līmenis,
- tradicionālo spēļu spēlēšanas biežums,
- dienu skaits gadā, kad tiek apmeklēti kopienas pasākumi,
- mājsaimniecības ienākumi,
- ienākumu pietiekamība ikdienas vajadzībām,
- telpu skaits (personu skaits vienā telpā),
- lietotu apģērbu iegāde,
- miega stundu skaits,
- uzticība kaimiņiem,
- palīdzība darbā kopienas locekļiem,
- attiecības ģimenē,
- uzticēšanās plašsaziņas līdzekļiem.

Tradīcijas, psiholoģija, veselība, ekoloģiskās problēmas, svarīgākās attiecības un mūsdienu tehnoloģijas – tam visam ir sava vieta Butānas jēdzienā par nacionālo laimi, tomēr to izmantošana nav tikai teorētiska. Atšķirībā no citām sistēmām un rādītājiem, Butānas “nacionālā kopīgā laime” ir politiski saistoša. Butānas apmeklētāji stāsta par plašām un ilgām kopienas apspriedēm saistībā ar būtiskiem attīstības lēmumiem, piemēram, par jaunas šosejas būvniecību. Kopienas locekļiem tiek lūgts apsvērt, kā jaunā attīstība varētu ietekmēt “nacionālās kopīgās laimes” rādītājus, un atsevišķu cilvēku pārdomas tiek ievērotas, pieņemot gala lēmumus par politiku un ieguldījumiem.

Pašreizējā ekonomiskajā situācijā, kad pastāv nopietni Rietumu ekonomikas un valūtas sistēmas traucējumi, kad politiskie līderi cenšas “atkal atjaunot augsmi”, ir grūti iedomāties

reālu pāreju no IKP uz “nacionālo kopīgo laimi”. Tomēr izmaiņas, kas notiek jau tagad, norāda, ka ne pārāk tālā nākotnē, “valsts laimes” rādītāji var sākt nopietni konkurēt ar ekonomiskās izaugsmes klasiskajiem indikatoriem, ja tie ir parasto pilsoņu uzmanības lokā.

To apliecina Apvienotās Karalistes valdības publicētais pirmais “Nacionālās laimes indekss” 2012. gadā un Vācijas parlamenta izveidotā oficiālā komiteja, lai izpētītu “Nacionālo laimes indeksu” un to ieviestu tuvākajā laikā. Savukārt, Austrija jau publicē oficiālo statistiku par valsts laimi un labklājību ilgtspējīgas attīstības programmu ietvaros, bet Francijas valdība ir izstrādājusi oficiālas vadlīnijas par “valsts laimes indeksu”, kas ir līdzīgas Butānas modelim.

OECD ziņojumā par labklājību (*“How’s Life? Measuring Well-Being”, 2015*) teikts, ka līdzīgi centieni, kas variē no valsts mēroga apspriešanas procesiem līdz statistiskās informācijas savākšanai, jau notiek Norvēģijā, Austrālijā, Itālijā, Spānijā, Slovēnijā, Japānā un vairākas citās valstīs.

Katra no šīm iniciatīvām ir pielāgota savas valsts specifikai un īpašā veidā katras tautas kultūras skatījumam attiecībā uz laimi un labklājību. Tomēr uzdotie jautājumi Latvijā varētu ļoti atšķirties no tiem, ko uzdod Butānā, piemēram: “Vai jums pieder vismaz divi pāri apavu? Vai varat atļauties ēst gaļu katru otro dienu? Vai māja ir pietiekama ērta, lai jūs varētu apmeklēt draugi? Vai jūs traucē skaļi kaimiņi?”.



15.12. att. Butāna un tās ļaudis.

Lai gan tas šķiet pretēji intuīcijai, valdību rīcībā, kas koncentrējas uz laimes izvērtēšanu grūtajos ekonomikas depresijas gados, ir uz-
tverama politiskā loģika. Virzība uz “laimi” un prom no “augsmes” iezīmē “izmaiņas rezultātu tabulā”, kas potenciāli var kalpot valdošās politikas interesēm. Piedāvāt tradicionālo ekonomisko augsmi kļūst arvien grūtāk attīstītās valstīs, piemēram, Francijā, Vācijā vai Japānā, jo tur pastāv demogrāfiskās problēmas sabiedrības novecošanās dēļ un samazinās ekonomiskā izaugsme atšķirībā no ekonomiskajiem sasniegumiem Ķīnā un Indijā.

Laime, labklājība un dzīves kvalitāte nav cieši saistīta ar ekonomisko izaugsmi un ienākumiem, ja reiz valsts ir sasniegusi minimālo materiālā ekonomikas komforta līmeni.

Ir skaidrs, ka par naudu, kas ir ekonomiskās izaugsmes mērīšanas pamatā, nevar nopirkt laimi. Tomēr daudzi pētījumi liecina, ka patiesībā par naudu var nopirkt ceļu uz laimi, bet tikai līdz noteiktam līmenim. Pētījumi par cilvēku laimi un vispārējo apmierinātību ar dzīvi liecina, ka, pieaugot naudas ienākumiem, apmierinātībai ar dzīvi ir tendence pieaugt visās kultūrās. Pēc tam, kad tiek sasniegts noteikts ienākumu līmenis (aptuveni 15 000–75 000 EUR uz vienu iedzīvotāju gadā), laime pārstāj augt. Palielinoties IKP uz vienu iedzīvotāju virs šī līmeņa, tiek pirktas neskaitāmi daudz lietu, taču tās vairs laimes sajūtu nepastiprina. To bieži sauc par “Īsterlina paradoksu”, jo ekonomists Ričards Īsterlins (*Richard Easterlin*) pētīja šo parādību pagājušā gadsimta 70. gados. Paradokss ir tas, ka mēs turpinām strādāt monetārās ekonomiskās izaugsmes virzienā, uzskatot, ka tas pastiprinās mūsu laimes izjūtu, tomēr pētniecība liecina, ka tā tas nav.

Cilvēki, kas dzīvo valstīs, kurās IKP uz vienu iedzīvotāju ir mazāks par 15 000 EUR gadā, ir pelnījuši lielāku izaugsmi. Tomēr ir apmēram 100 pasaules valstis, kurās ienākumi uz vienu personu ir pat mazāki par 10% no šī skaitļa (1500 EUR/iedz. gadā).

2014. gadā ES-28 IKP uz vienu iedzīvotāju bija 27 300 EUR, Latvijā 12 100 EUR, un tas bija sestais zemākais rādītājs no visām Eiropas Savienības dalībvalstīm. Vislielākais IKP uz vienu

iedzīvotāju bija Dānijā — 45 500 EUR/iedz. gadā, Zviedrijā — 44 300 un Īrijā — 40 200, Horvātijā — 10 200, Rumānijā — 7600, bet vismazākais tas bija Bulgārijā — 5000 EUR/iedz. gadā.

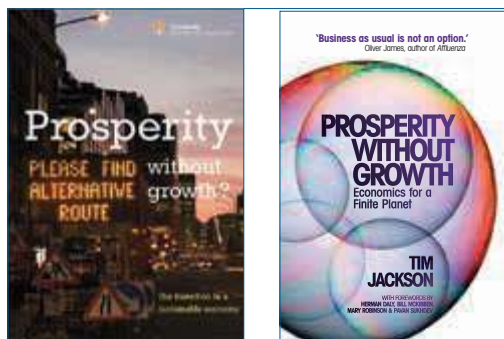
Kā būt ar tām valstīm, kuru ienākumi ir daudz lielāki un ekonomikas “augsmē kā parasti” uzskatāmi grauj planētu, pat nenodrošinot laimīgāku dzīvi? Būtu politiski mulķīgi ieteikt, lai cilvēki šajās valstīs samazinātu savus ienākumus pat tad, ja tas būtu motivēts ar ētiskiem apsvērumiem. Cilvēki, kuri pēkšņi jūtas nabadzīgāki naudas izteiksmē, neapšaubāmi jutīsies mazāk laimīgi, ja viņu ienākumi pat saglabāsies krietni virs 15 000 EUR gadā. Protesti Grieķijas ielās kļāji demonstrē šo faktu (Grieķijā 2014. gadā IKP bija 72% no ES-28 vidējā līmeņa, t.i., aptuveni 19 700 EUR/iedz. gadā). Tāpēc 15 000 EUR ienākumus vienai personai varētu pieņemt kā minimālo universālo viena iedzīvotāja ienākumu gadā, uz ko valstīm vajadzētu tiekties. Tomēr tas ir ļoti maz ticams, ka šāds mērķis varētu tikt sasniegts visā pasaulē.

15.3.7. “Ne-augsme”

“Ne-augsme” ir visradikālākais jēdziens attiecībā uz alternatīvām, lai aizvietotu ekonomiskās augsmes modeli. “Ne-augsmes” kustībā lielākoties iesaistās pārstāvji no akadēmisko pētnieku un ekonomikas aktīvistu tīkla, kuri veicina domu, ka mērķis ir mazāka mēroga ekonomika, kas radīs lielāku cilvēka labklājību, vienlaikus samazinot dabas resursu pārmērīgu izlietošanu un saudzējot ekosistēmas.

Jēdziens “ne-augsme” pievērsa uzmanību starptautiski līdz ar ekonomista Tima Džeksona (*Tim Jackson*) gada ziņojuma publikāciju, ko 2009. gadā izdeva Apvienotās Karalistes valdības oficiālā Ilgtspējīgas attīstības komisija. Profesora Džeksona ziņojums ar nosaukumu “Labklājība bez izaugsmes?” (*“Prosperity without Growth?”*) bija pirmais, kas pauda šādu oficiālu valdības attieksmi. Tas vēlāk tika pārpublicēts šāda paša nosaukuma grāmatā.

Šī grāmata ir kļuvusi par visvairāk lasīto saistībā ar “ne-augsmi” un var kalpot kā būtisks atskaites punkts par izaugsmes tēmu.



15.13. att. Džeksona ziņojums “Labklājība bez izaugsmes?” un grāmata.

Džeksona argumentus var apkopot vairākos kopsavilkumos.

Augsme nav ilgtspējīga. Jāpiekrīt desmitgades veiktajiem zinātniskiem pētījumiem, kas ir radījuši publikācijas “Izaugsmes robežas” (*“Limits to Growth”*) un “Planētas robežas” (*“Planetary Boundaries”*). Uz mūsu planētas, kur jādzīvo cilvēkiem, nepārtraukta ekonomiska izaugsme, lai iegūtu resursus, ražotu, patērētu un tiktu galā ar atkritumiem, acīmredzami nav iespējama.

Augsme nav stabila. Jāmēģina būvēt tiltu starp tradicionālo ekonomisko domāšanu un alternatīvu atbalstītājiem, jo pastāv valstu ekonomisko sistēmu pilnīga atkarība no planētas spējām, tās stabilitātes pamatnosacījumiem un nepārtrauktas izaugsmes neiespējamības. “Lejupslīdes” un “depresijas” nes sev līdz nopietnu sociālu neapmierinātību un politisku nestabilitāti, kas ir jānovērš valdībām.

Tas palīdz izskaidrot intensitāti, ar kādu valdības cenšas par katru cenu panākt, lai saglabātos augsmē, neskatoties uz visiem uzkrātiem negatīviem pierādījumiem par izaugsmi, negatīvām sekām apkārtējā vidē un izaugsmes nespēju piegādāt aizvien pieaugošu labklājību.

Atsaiste nedarbojas. Atsaiste nozīmē uzturēt nepārtrauktu monetāro ekonomikas pieaugumu (IKP pieaugumu), vienlaikus samazinot resursu izmantošanu, atkritumu daudzumu un piesārņojumu (kas gan pieaug līdz ar augsmi “atsaistes” modelī). Pirmo reizi uzstādījums “atsaiste” tika ieviesta kā mērķis Nīderlandes

valdības politikā 20. gs. 90. gadu sākumā. Tika paredzēts, ka atsaiste palielinās efektivitāti, ar kuru ekonomika labāk iesaistīs resursus jaunās lietās vērtībā, ko varētu izmērīt ar kādu indikatoru, piemēram, ar “oglekļa savienojumu izmantošanas intensitāti” (cik daudz CO₂ tiek emitēts, iegūstot vienu IKP naudas vienību).

Džeksons ir parādījis, ka līdz šim atsaistes ieguvumi ir bijuši minimāli salīdzinājumā ar absolūto CO₂ emisiju pieaugumu. Šīs uz efektivitāti bāzētās pieejas, samazinot kopējo ietekmi uz planētas ekosistēmām, nav reālas. Nav nekādu iespēju, lai augoša ekonomika tiktu atsaistīta, izaugsmes process tiktu atdalīts no ekosistēmu degradācijas procesa pietiekami ātri, lai netiktu radītas problēmas, kā tas ir noticis, mainoties klimatam un pastāvot globālai sasilšanai.

Koncepcijas rosinātāji ir izstrādājuši arī politikas priekšlikumus un pat alternatīvus ekonomiskos modeļus, kas mēģina pierādīt, ka patiešām pastāv citi atšķirīgi ekonomikas attīstības ceļi. Aptuvenus nepieciešamo izmaiņu rezdējums ietver

- radikālu kapitāla investīciju tirgu revīziju ar mērķi būtiski samazināt spekulācijas ar precēm vai pakalpojumiem, piemēram, pārtiku vai finansēm (risika ieguldījumu fondi), bet palielinot ieguldījumus zemu SEG emisiju tehnoloģijām, transporta sistēmām, veselības aprūpei, izglītībai un energoefektīvu mājokļu radīšanai;
- neierobežotas spekulācijas izbeigšanu uz klientu un nodokļu maksātāju rēķina, iespējams, izmantojot stingrāku uzņēmējdarbības regulēšanu un pamudinājumu jaunu korporatīvo formu veidošanai, kas ietvertu stingrākus pārvaldības noteikumus, prasību, lai kapitālsabiedrības darbojas sabiedrības labā, nodrošinot korektu sociālo, vides un ekonomisko nosacījumu izpildi;
- būtiskas apziņas kultūras izmaiņas, lai pārvirzītu līdzsvaru domāšanā no patēriņa un materiāliem labumiem uz “labu uzturu, atbilstošu mājokli, augstas kvalitātes pakalpojumiem, stabilām kopienām, cienīgu un drošu nodarbinātību un veselīgu vidi”.

15.3.8. Alternatīvu spektrs

Pastāv dažādi veidi, kā modelis “augsmes kā parasti” varētu tikt pārveidots vai “ne-augsmes” gadījumā pilnīgi noraidīts par labu radikālākam, bet mazāka mēroga alternatīvam rezdījumam par globālo ekonomiku. Tomēr būtu jāiekļauj vairāki inovatīvi rādītāji, piemēram, OECD jaunais “Tavas labākas dzīves indekss”, kas ļauj lietotājam apskatīt OECD valstu datus, kas ir saistīti ar vispārējo progresu un labklājību vai arī “Jaunās ekonomikas” fonda projektu “Laimīgās planētas indekss”, kas apvieno apmierinātību ar dzīvi, dzīves ilgumu un “ekoloģisko pēdu” (kopējo cilvēka spiedienu uz ekosistēmām). Šie indikatori var uzrādīt tās valstis, kuras spēj nodrošināt lielāku laimi cilvēkiem, bet rada mazāko ekoloģisko ietekmi.

Politikai svarīgi ir konkrēti priekšlikumi par alternatīvu spektru, jo praksē robežas starp šīm alternatīvām bieži vien ir diezgan izplūdušas.

Vajadzētu panākt plašu vienošanos daudzveidīgajā alternatīvo modeļu sistēmā vismaz četros galvenajos punktos.

1. “Augsmes kā parasti” nav iespējama ilgtermiņā. Augsmes var radīt daudz labumu cilvēcei, bet tā ir arī radījusi bīstamās klimata pārmaiņas, degradē ekosistēmas, radījusi dziļas atšķirības starp bagātājiem un nabadzīgajiem un citas nopietnas problēmas. Planēta nav pietiekami liela, lai nodrošinātu “augsmes kā parasti” ilgu laiku.
2. IKP ir neatbilstošs vai pat maldinošs progresa rādītājs. To nepieciešams vismaz reformēt, un tas nav jāuzskata par galveno

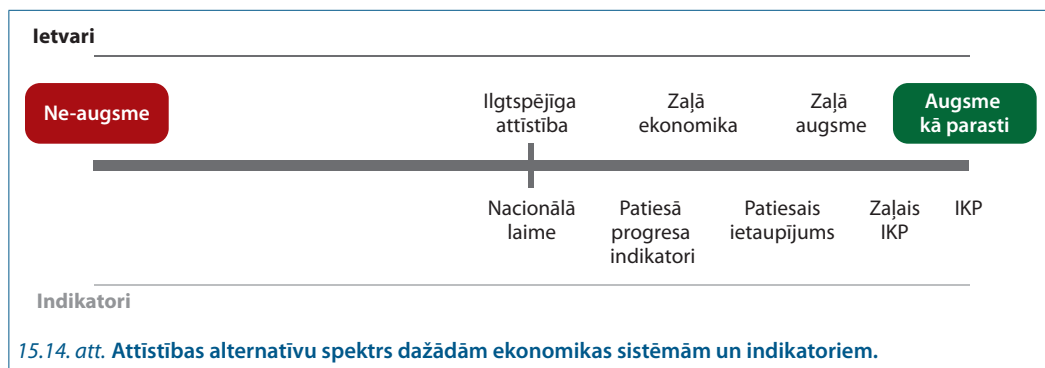
rādītāju, pēc kura tiek vērtēti politisko un sociālo sistēmu panākumi.

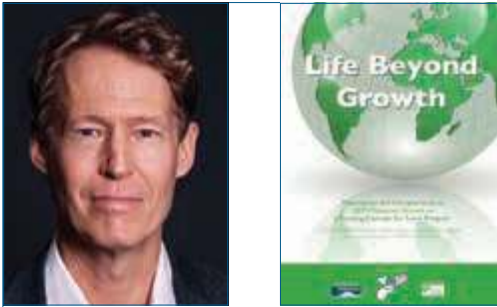
3. Alternatīvas ir vajadzīgas un ir iespējamas. Pasaule pašlaik atrodas “meklējumu režīmā”, lai atrastu labāko kombināciju no tradicionālās ekonomiskās domāšanas un no jaunās ekonomiskās domāšanas. Pastāv zināma vienprātība, ka šādu kombināciju var atrast, bet nav vienprātības, ka tas varētu izdoties galīgajā formulējumā.
4. Laime un cilvēku labklājība ir būtiski jebkādā ekonomiskā uzstādījuma mērķi. Iespējams, ka tā ir visradikālākā jaunā ideja, lai izkļūtu no dažādajiem strāvājumiem un panāktu vienprātību par laimes un labklājības milzīgo nozīmi. Ja šī perspektīva iesakņosies dziļāk un kļūs par organizējošo principu valsts ekonomiskās politikas veidošanā, to varēs uzskatīt par revolucionāru.

15.3.9. Dzīve bez augsmes?

Pasaules izvēles iespējas par ekonomiskās labklājības sasniegšanu lielā mērā ir ētikas jautājums. Vai esam radīti, lai vienmēr vēlētos izaugsmi, tādējādi padarot “jauno ekonomiku” par sava veida starpspēli attīstības procesā, — vai arī izvēlēsimies tikai tādas darbības, lai spētu izdzīvot uz mūsu mazās planētas, kas tomēr dod iespēju pastāvēt, ja savstarpēji dalāmies ar nepieciešamo.

Optimistiskā pieeja piedāvā cerību, ka spēsim nodrošināt apmierinošu dzīvi visiem uz mūsu daudzveidīgās planētas un varēsim





15.15. att. Alans AtKissons (Alan AtKisson) un viņa pārskats "Dzīve pēc augsmes".

izvairīties no kļūdām, kas var gadīties ceļā uz ilgtspējīgu nākotni.

Par ilgtspējīgas attīstības jautājumiem stāsta AtKissona grāmata, publikācijas un neseinātais pētījums, kas apkopots ziņojumā "Dzīve pēc augsmes".

Vai cilvēce kopumā var būt laimīga un apmierināta, neiznīcinot pasaules dabas sistēmas, no kurām mēs esam atkarīgi? Tas ir kļuvis par mūsdienu aktuālāko jautājumu. Atsevišķi zinātnieki izdala vēl īpašu epochu – antropocēnu, kam raksturīga pastiprināta cilvēka darbības ietekme uz ekosistēmu, ietekmēts klimats, bioloģiskās un ģeoloģiskās sistēmas. kā rezultātā izmirušas vairākas augu un dzīvnieku sugas, mainīts reljefs utt.

Pašlaik visām pasaules lielākajām ekonomikas sistēmām ir kopīga atkarība no izaugsmes. Katras valsts ekonomiskā veiksmē pasaulē tiek mērīta ar to, cik ātri katra valsts patērē resursus, nodrošina preču ražošanu un pakalpojumus un rezultātā paplašina naudas plūsmu. Straujš pieaugums ir labāks nekā lēna izaugsme, ne-izaugsme ir slikta, bet lejupslīde jau tiek uzskatīta par katastrofālu, ja tā turpinās ilgāk nekā dažus mēnešus.

Mēs dzīvojam uz nelielas planētas ar ierobežotām iespējām. Zeme mums reiz šķita neizmērojami liela, bet tagad ar reaktīvo lidmašīnu zemeslode aplidrojama dienas laikā.

Pētnieki spriež, cik desmitgades (ne gadsimtus) vēl būs pieejami naftas produkti. Metālu,

zivju, pat svaiga ūdens nodrošinājuma līmenis kļūst aizvien zemāks. Vēl vairāk satrauc tas, ka mājsaimniecību un ražošanas atkritumu daudzums, kas rodas mūsu darbības rezultātā, turpina palielināties. Dažreiz atkritumi satur vielas, kas ir bīstamas, bet ir arī neredzamas (piemēram, siltumnīcefektu izraisošās gāzes).

Šādos apstākļos uzskats, ka augsme var turpināties bezgalīgi, ir maldīgs. Ekonomika laika gaitā kļūst efektīvāka, bet inovācijas sniedz aizstājējus dažiem resursiem, kad tie beidzas vai kļūst pārāk reti un dārgi. Var pienākt brīdis, kad tos nav ar ko aizstāt, nav arī iespējams panākt vēl augstāku efektivitāti, un ir pat palicis pārāk maz resursu, lai apmierinātu pamatvajadzības.

Ja izaugsme vēl nav pārtraukta pirms šī brīža un, ja ekonomika nav mainījies un pietuvinājusies dabas sistēmu iespējām, kas nepieļauj nepārtrauktu ražošanas paplašināšanu fiziskā patēriņa nodrošināšanai, tad sabrukums ir neizbēgams.

Lai panāktu ilgtspējīgu un drošu attīstību nākotnē, ir nepietiekami tikai runāt par nepieciešamām izmaiņām globālajā ekonomikā, – mums pašiem ir jāsāk mainīt pasaule.



15.16. att. Kopenhāgenas ielas ANO Klimata konferences laikā 2009. gada decembrī. Vides aizsardzības aktivistu protesti pret pasaules valstu vadītāju nespēju vienoties par konkrētiem un neatliekamiem pasākumiem, lai mazinātu klimata pārmaiņu negatīvās sekas.

15.4. Ilgtspējīgas attīstības īstenošana

15.4.1. "Rio+20"

ANO konference par ilgtspējīgu attīstību ("Rio+20"), kas notika 2012. gadā Riodežaneiro, noteikti kalpos kā liels vēstures pagrieziena punkts ilgtspējas veicināšanā.

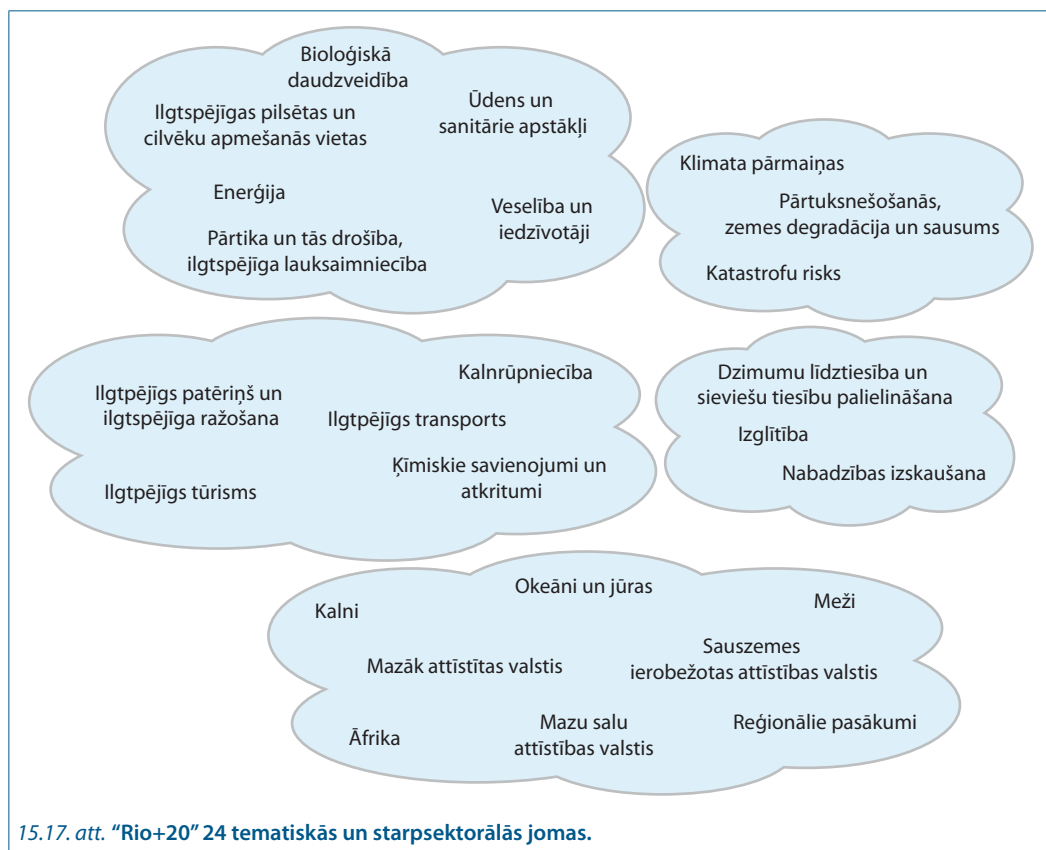
"Rio+20" bija grandiozs notikums, pat lielākais ANO konferenču organizēšanas pieredzē, jo tajā piedalījās 192 valstu delegācijas, to skaitā 105 delegācijas vadīja valstu vai valdību vadītāji. Kopumā šajā pasākumā bija iesaistīti apmēram 50 000 cilvēku. Konferencē divi galvenie temati bija "Zaļā ekonomika" un "Ilgtspējīgas attīstības institucionālais ietvars". Balstoties uz iepriekšējās konferencēs nolemtu, atkal priekšplānā bija izvirzītas septiņas svarīgākās jomas – bezdarbs, enerģētika, pilsētu attīstība, nodrošinājums ar pārtiku, ūdens, okeānu

aizsardzība un dabas katastrofas. Konferencē svarīgākajam dokumentam "Nākotne, ko vēlamies" (*The Future We Want*) ir 53 lappuses, 283 paragrāfi un sešas galvenās nodaļas.

I. Mūsu kopējais redzējums apliecina vienotības par nepieciešamību veidot ekonomisku, sociālu un videi draudzīgu planētu ilgtspēju mūsdienai paaudzei un nākotnes paaudzēm, kā arī paātrināt agrāk pieņemto mērķu sasniegšanu atbilstoši ANO Hartai, Cilvēktiesību deklarācijai un citiem saistošiem dokumentiem.

Tiek uzsvērts, ka cilvēks ir ilgtspējīgas attīstības centrā un tāpēc līdztiesīgai un visus ietverošai pasaulei jāizskauž nabadzība, neilgtspējīga ražošana un patēriņš, resursu izsīkšana.

II. Politisko saistību atjaunošana norāda uz nepieciešamību pārapsūtināt "Riodežaneiro-1992" konferencē noteiktos pamatprincipus



15.17. att. "Rio+20" 24 tematiskās un starpsektorālās jomas.

un agrāk pieņemtos darbības plānus, kā arī pieļikt papildu pūles saistībā ar ilgtspējīgas attīstības īstenošanu, sektoru integrēšanu un saskaņošanu. Uzsvars tiek likts uz ANO Tūkstošgades mērķu izpildi, Dohas Deklarāciju par finansējumu ilgtspējīgai attīstībai un ANO Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām un ANO Konvenciju par bioloģisko daudzveidību.

Tiek uzsvērts, ka jāpalielina atbalsts attīstības valstīm, lai panāktu arī to nostāšanos uz ilgtspējīgas attīstības ceļa. Īpaša uzmanība jāpievērš to cilvēku atbalstam, kuri dzīvo okupētās vai bijušajās okupētajās teritorijās un teritorijās, kuras apdraud teroristi.

Jāņem vērā, ka ilgtspējīgas attīstības īstenošanā jāpiedalās visiem, jo tikai tad arī visi gūs labumu. Procesā ir jāiesaistās ne vien valstīm, bet arī privātajam sektoram, augstskolām un vietējām kopienām.

III. "Zaļā ekonomika" ilgtspējīgas attīstības un nabadzības izskaušanas kontekstā ir ekonomika, kas uzlabo cilvēku labklājību un sociālo līdztiesību, būtiski samazina vides riskus un ekoloģisko nepietiekamību. Šo ekonomiku raksturo zemu SEG emisiju izejvielu izmantošana, tā ir resursu ziņā efektīva un sociāli iekļaujoša.

IV. Ilgtspējīgas attīstības institucionālais ietvars ir jāuzlabo visos līmeņos – vietējā, nacionālā, reģionālā, kā arī globālā. ANO Ģenerālajai Asamblejai tiek ieteikts pastiprināt Ekonomikas un sociālās padomes darbu, izveidot Augsta līmeņa politisko forumu, būtiski uzlabot ANO Vides programmas darbu.

Starptautiskās finanšu organizācijas tiek aicinātas uzņemties lielākas saistības, lai atbalstītu ilgtspējīgas attīstības programmas, stratēģijas un pozitīvi ietekmētu lēmumu pieņemšanas procesu.

V. Svarīgākie pasākumi un mērķu saņemšana. Ir noteiktas 24 tematiskās un starpsektoru jomas, atkārtoti izceļot nabadzības izskaušanu, kā arī veltot lielāku uzmanību dzeramā ūdens apgādei un sanitārajam stāvoklim, enerģētikai, iedzīvotāju veselībai un demogrāfiskajam stāvoklim, nodrošinājumam ar pārtiku, ilgtspējīgai lauksaimniecībai un bioloģiskajai daudzveidībai.

Ilgtspējīgas pilsētas, cilvēku dzīves vietu kvalitāte, ilgtspējīgs transports un tūrisms, sabalansēta ražošana un patēriņš, vides ķīmiskais piesārņojums un atkritumi arī ir būtiski un steidzami risināmi jautājumi.

Saistībā ar klimata pārmaiņām jāpievērš uzmanība zemes degradācijai, sausuma sekām un pārtuksnešošanās problēmai.

VI. Īstenošanas veidi. Tiek izdalīti pieci svarīgi ilgtspējīgas attīstības īstenošanas elementi – finanses, tehnoloģijas, spēju paaugstināšana, tirdzniecība un atbilstības reģistrs.

15.4.2. ANO Tūkstošgades attīstības mērķi

ANO Tūkstošgades Deklarācija un attīstības mērķi tika apstiprināti 2000. gadā un ietvēra bezprecedenta uzdevumus padarīt pasauli pieņemamāku un labāku visām tautām. 2015. gadā ANO publicēja Ziņojumu par Tūkstošgades mērķu izpildes rezultātiem.



1. Izskaut galēju nabadzību un badu

Galēja nabadzība ir ievērojami samazinājusies pēdējo desmitgažu laikā. 1990. gadā gandrīz puse iedzīvotāju jaunattīstības valstīs dzīvoja ar mazāk nekā 1,25 ASV dolāriem dienā; šī daļa ir samazinājusies līdz 14% 2015. gadā.



Cilvēku skaits, kas dzīvo galējā nabadzībā, pasaulē ir samazinājies no 1,9 miljardiem 1990. gadā līdz 836 miljoniem 2015. gadā.

Strādājošo cilvēku skaits, kas iztika ar vairāk nekā 4 ASV dolāriem dienā ir gandrīz trīskāršojies no 1991. līdz 2015. gadam.

Nepietiekami paēdušu cilvēku īpatsvars jaunattīstības reģionos ir samazinājies no 23% 1990.–1992. gadā līdz 13% 2015. gadā.



2 Nodrošināt visiem iedzīvotājiem pamatzglītību

Pamatskolās kopējais uzņemto līmenis jaunattīstības reģionos ir sasniedzis 91% 2015. gadā salīdzinājumā ar 83% 2000. gadā.

Ārpus skolas palikušo bērnu skaits pamatskolas vecumā visā pasaulē ir samazinājies gandrīz uz pusi – līdz aptuveni 57 miljoniem 2015. gadā salīdzinājumā ar 100 miljoniem 2000. gadā.



Lasītprasmes līmenis jauniešu vidū vecumā no 15 līdz 24 gadiem visā pasaulē ir palielinājies no 83% līdz 91% laika posmā no 1990. līdz 2015. gadam. Turklāt šai ziņā plaša starp sievietēm un vīriešiem ir samazinājusies.



3 Nodrošināt dzimumu līdztiesību un palielināt sieviešu iespējas

Daudz vairāk meiteņu tagad iet skolā salīdzinājumā ar laika posmu pirms 15 gadiem.

Jaunattīstības reģioni kopumā ir sasnieguši mērķi, lai novērstu dzimumu nevienlīdzību pamatzglītībā, vidējā un augstākā izglītībā.

Sievietes tagad veido 41% no apmaksātām darba ņēmējām, neskaitot lauksaimniecības nozares. Tas ir 35% palielinājums salīdzinājumā ar 1990. gadu.



Sievietēm ir nostabilizējusies parlamentārā pārstāvniecība gandrīz 90% apmērā 174 valstīs pēdējo 20 gadu laikā. Tomēr no pieciem parlamenta locekļiem tikai viena ir sieviete.



4 Mazināt bērnu mirstību

Pasaules bērnu mirstības līmenis līdz piecu gadu vecumam ir samazinājies no 90 līdz 43 mirušajiem uz 1000 dzīvi dzimušiem bērniem laika posmā no 1990. gada līdz 2015. gadam.

Neskatoties uz iedzīvotāju skaita pieaugumu jaunattīstības reģionos, bērniem līdz piecu gadu vecumam nāves gadījumu skaits ir samazinājies no 12,7 miljoniem 1990. gadā līdz gandrīz 6 miljoniem 2015. gadā.

Masalu vakcinācija ir palīdzējusi novērst miljonu nāves gadījumu, un laikā starp 2000. un 2013. gadu pasaules mērogā masalu gadījumu skaits samazinājies par 67%.





5 Uzlabot mātes veselību

Kopš 1990. gada dzemdētāju mirstība ir samazinājusies par 45% visā pasaulē.

2014. gadā vairāk nekā 71% no dzemdībām pasaulē ir palīdzējis kvalificēts veselības aprūpes personāls salīdzinājumā ar 59% 1990. gadā.



Kontracepcijas līdzekļu izmantošana pasaulē precētām vai nopietnās attiecībās esošām sievietēm vecumā no 15 līdz 49 gadiem ir pieaugusi no 55% 1990. gadā līdz 64% 2015. gadā.



6 Apmācīt HIV/AIDS, malārijas un citu slimību izplatību

Jauni HIV infekciju gadījumi laikā no 2000. līdz 2013. gadam ir samazinājušies par aptuveni 40%, t.i., no aptuveni 3,5 miljoniem gadījumu līdz 2,1 miljonam gadījumu.

Līdz 2014. gadam 13,6 miljoni cilvēku pasaulē, kas inficēti ar HIV, saņēma antiretrovirālo terapiju, bet 2003. gadā tādu bija tikai 0,8 miljoni.



Vairāk nekā 6,2 miljoni malārijas nāves gadījumu tika novērsti pasaulē no 2000. līdz 2015. gadam. Pasaules mērogā saslimstība ar malāriju ir samazinājusies par aptuveni 37%, bet mirstība – par 58%.

No 2000. līdz 2013. gadam tuberkulozes profilakse, diagnostika un ārstēšana ir izglābusi aptuveni 37 miljonus dzīvību. Mirstība no tuberkulozes ir samazinājusies par 45%, bet tās izplatība – par 41% kopš 1990. gada.



7 Nodrošināt vides ilgtspēju

Ozona slāni noārdošo vielu izmantošana ir faktiski likvidēta kopš 1990. gada, un ozona slānis varētu atjaunoties līdz mūsu gadsimta vidum.

Sauszemes un jūras aizsargājamās teritorijas daudzos reģionos ir ievērojami palielinājušās kopš 1990. gada.

2015. gadā 91% no pasaules iedzīvotājiem izmanto uzlabotus dzeramā ūdens avotus salīdzinājumā ar 76% 1990. gadā.



No 2,6 miljardiem cilvēku, kuriem kopš 1990. gada ir piekļuve uzlabotiem dzeramā ūdens avotiem, 1,9 miljardi var saņemt dzērāmo ūdeni savās telpās no centralizētās ūdens apgādes sistēmas.

147 valstis ir izpildījušas dzeramā ūdens apgādes mērķi, 95 valstis ir izpildījušas sanitārā nodrošinājuma mērķi un 77 valstis ir izpildījušas abus šos mērķus.

2,1 miljardam pasaules iedzīvotāju ir pieeja uzlabotiem sanitāriem apstākļiem, bet cilvēku īpatsvars, kuri praktizē atklātu defekāciju, ir samazinājies gandrīz uz pusi.

Pilsētu iedzīvotāju īpatsvars, kuri dzīvo graustos, jaunattīstības reģionos ir samazinājās no aptuveni 39,4% 2000. gadā līdz 29,7% 2014. gadā.



8 Paplašināt attīstības sadarbību

Attīstības palīdzība no attīstītajām valstīm ir pieaugusi par 66% reālā naudas izteiksmē no 2000. gada līdz 2014. gadam, sasniedzot 135,2 miljardus ASV dolāru.



Ārējā parāda apkalpošanas daļa eksporta ieņēmumos jaunattīstības valstīs samazinājās no 12% 2000. gadā līdz 3% 2013. gadā.

2015. gadā 95% pasaules iedzīvotāju izmanto mobilo telefonu sakarus.

Pasaules iedzīvotāju interneta izmantošana ir pieaugusi no 6% 2000. gadā līdz 43%

2015. gadā. Rezultātā 3,2 miljardi cilvēku ir saistīti ar pasaules mēroga tīklu un lietojumprogrammām.



15.18. att. ANO Tūkstošgades mērķu īstenošanas novērtējuma konferences emblēma.

2015. gada septembrī Ņujorkā notika ANO Ģenerālā Asambleja, kura lēma par Tūkstošgades mērķu īstenošanas rezultātiem un izvirzīja jaunus, mūsdienu pasaulei aktuālus mērķus līdz 2030. gadam "Mūsu pasaules pārveidošana: ilgtspējīgas attīstības īstenošana līdz 2030. gadam". Tā ietver 17 ilgtspējīgas attīstības mērķus.



1. Nabadzības izbeigšanās.



7. Pieejama un tīra enerģija.



13. Klimata pārmaiņu rīcības.



2. Bada izbeigšanās.



8. Atbilstošs darbs un ekonomiskā augsmē.



14. Ūdens dzīvības saglabāšana.



3. Laba veselība un labklājība.



9. Rūpniecība, inovācijas, infrastruktūra.



15. Sauszemes dzīvības saglabāšana.



4. Kvalitatīva izglītība.



10. Mazināta nevienlīdzība.



16. Miers, taisnīgums un spēcīgas institūcijas.



5. Dzimumu līdztiesība.



11. Ilgtspējīgas pilsētas un kopienas.



17. Globāla sadarbība ilgtspējīgas attīstības mērķu sasniegšanai.



6. Tīrs ūdens un sanitārie apstākļi.



12. Atbildīgs patēriņš un ražošana.

15.4.3. Latvijas ilgtspējīga attīstība

Latvijā koordinētā un sistemātiskā veidā ilgtspējīgas attīstības īstenošana ir pašos pirmos sākumos. Nav izveidota atsevišķa institūcija tās īstenošanai, tāpēc lielais funkciju apjoms un to izpildei pieejamo resursu neatbilstība ir skaidrojums lēnajam ilgtspējīgas attīstības procesam Latvijā.

Ilgtspējīgas attīstības jautājumu iekļaušanu politiskajā diskusijā galvenokārt motivēja ārējie faktori – šo jautājumu augstā prioritāte Eiropas Savienības un ANO līmenī. Diemžēl Latvijas valsts pārvaldes institūciju, politisko spēku un sabiedrības iesaistīšanās ir bijusi nenozīmīga.

Valsts ilgtspējīgas attīstības virzieni galveno problēmu risināšanai, kā arī politikas mērķi atsevišķu nozaru politikā sākotnēji tika noteikti Latvijas ilgtspējīgas attīstības pamatnostādnes jau 2002. gadā atbilstoši ANO Vides un attīstības konferences (Riodežaneiro, 1992) deklarācijā iekļautajiem ilgtspējīgas attīstības 27 politiskajiem principiem. Tomēr pamatnostādnes neietvēra noteikto mērķu un darbību konkrētus izpildes termiņus. Kaut gan tika norādīti mērķu sasniegšanas rādītāji, tomēr kopumā šis dokuments praktiski nebija īsti saistošs. Ņemot vērā Latvijas ģeopolitisko vietu pasaulē, dabas īpatnības, sociālās un ekonomiskās attīstības iespējas un sasniegto stāvokli, tika izvirzīti nākotnes uzstādījumi:

- jāveido labklājības sabiedrība, kura augstu vērtē un attīsta demokrātiju, līdztiesību, godīgumu un gādā par kultūras mantojuma saglabāšanu,
- jāveido stabila tautsaimniecība, kas nodrošina sabiedrības vajadzības, vienlaikus panākot, lai ekonomiskās izaugsmes tempi pārsniegtu vides piesārņojuma un resursu patēriņa tempus,
- jāveicina droša un veselību neapdraudoša vide pašreizējai un nākamajām paaudzēm,
- jāveic pasākumi bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un ekosistēmu aizsardzībai,
- jāattīsta sabiedrības atbildīga attieksme pret dabas resursiem un nepārtraukti jāpaaugstina resursu izmantošanas efektivitāte,
- no starptautiskas palīdzības saņēmējas valsts pakāpeniski jāklūst par valsti, kas spēj pati nodrošināt savas vajadzības un nepieciešamības gadījumā sniegt palīdzību citām valstīm,
- jānodrošina vides jautājumu integrācija un jāattīsta plašs vides politikas līdzekļu izmantojums citu nozaru politikā,
- jānodrošina, lai tirgus ekonomikas mehānismi kalpotu ilgtspējīgai attīstībai,
- jānodrošina sabiedrības līdzdalība ilgtspējīgas attīstības procesos,
- nepārtraukti jānovērtē valsts progress noteikto ilgtspējīgas attīstības mērķu sasniegšanā.

Apliecinājums līdzšinējās politikas daļējai neefektivitātei ilgtspējīgas attīstības jomā ir tas, ka, attīstoties valsts ekonomikai un palielinoties iedzīvotāju ienākumiem, Latvijā ir strauji pieaudzis privātais patēriņš, kā arī plaisa starp bagātajiem un nabadzīgajiem iedzīvotājiem, kas būtībā ir pretēja tendence ilgtspējīgas attīstības izvirzītajiem mērķiem.

Pēc neatkarības atgūšanas un iestāšanās Eiropas Savienībā Latvijai nav tālejoša stratēģiska mērķa, bet, ņemot vērā ilgtspējīgas attīstības koncepcijas nozīmīgo lomu mūsdienu pasaules un ES attīstībā, tas ir nepieciešams.

Perspektīvs politisks un praktisks stratēģiskais mērķis ir vajadzīgs arī Latvijas vietēja mēroga attīstībā. Izšķirošais apstāklis Latvijas ilgtspējīgai attīstībai ir pārvaldes sistēmas spēja dažādu līmeņu un teritoriju plānus un stratēģijas pakārtot vienotam ilgtermiņa un ilgtspējīgam skatījumam. Ilgtspējīgas attīstības modeļa izmantošanu Latvijas apstākļos ietekmē vairāki specifiski faktori:

- relatīvi zemais vides piesārņojuma līmenis un zemā vides degradācijas pakāpe (salīdzinājumā ar situāciju Rietumeiropas valstīs, kā arī daudzās attīstības valstīs),
- ierobežotā resursu pieejamība un relatīvi vāji attīstītā rūpnieciskā ražošana,

- atkarība no ieviesti resursiem,
- nepieciešamība restrukturēt ekonomisko sistēmu,
- sociālās vides problēmu pieaugums.

Tomēr kopumā Latvijai ir labas iespējas izmantot Rietumvalstu pieredzi vides aizsardzības sistēmas pilnveidošanā un sabiedrības attīstības plānošanā, ņemot vērā risinājumus par ietekmes uz vidi samazināšanu.

Tomēr pastāv rinda šķēršļu ilgtspējīgas attīstības īstenošanai Latvijā:

- orientācija uz Rietumvalstīs pastāvošo patēriņa modeli, ja vienlaikus trūkst nepieciešamo resursu tā realizācijai,
- demokrātisku tradīciju trūkums sabiedrībā, nesakārtota likumdošana, ierobežoti finanšu resursi,
- zems vides un sabiedrības problēmu izpratnes līmenis, zināšanu trūkums par ilgtspējīgu attīstību.

Pēc attīstības rādītājiem Latvijā nenoliedzami būtu iespējas sekot ilgtspējīgas attīstības modelim, tomēr minētie un citi traucēkļi šī modeļa ieviešanai uzskatāmi par būtisku šķērslī. Nereti jēdziens "ilgtspējīgs" tiek izmantots kā metafora cerību un vīziju apzīmēšanai. Vienlaikus šī jēdziena saturs ietver nepieciešamību vadīt un plānot sabiedrības attīstību.

Diemžēl jāatzīst, ka pašreizējā Latvijas pārvaldes politiskā un administratīvā sistēma ir izrādījusies nespējīga risināt Latvijai būtiskus jautājumus gan īstermiņā, gan ilgtermiņā. Kaut arī saņemta ievērojama ārvalstu finansiālā palīdzība, kopš neatkarības atgūšanas nav izdevies nodrošināt stabili tautsaimniecības augsmi un Latvijas iedzīvotāju primāro vajadzību nodrošināšanu. Izrādās, ka pēdējo 20 gadu laikā izveidotais valsts pārvaldes aparāts ir nespējīgs nodrošināt valsts attīstību un iedzīvotāju drošību, bet tā uzturēšanas izmaksas ievērojami pārsniedz valsts budžeta iespējas. Lai gan jaunās tūkstošgades pirmajā desmitgadē bija vērojams šķietams ekonomikas pieaugums, ieguldījumi valsts attīstības un izaugsmes nodrošināšanai nākotnē (ieguldījumi zinātnē un pētniecībā inovāciju attīstībai), kā arī uzkrājumi netika veikti.

Ņemot vērā galvenokārt valstī notiekošo politisko procesu raksturu un no PSRS laikiem mantoto mentalitāti, lielākā daļa valsts iedzīvotāju ir inerti attiecībā pret politiskajiem procesiem un nepiedalās būtisku valsts pārvaldes jautājumu risināšanā.

Valsts pastāvēšanas pamats, Satversme, kas izveidota pēc pagājušā gadsimta 20. gadu parauga, faktiski ir izrādījusies nespējīga nodrošināt valsts politiskās sistēmas izveidi, kas baudītu iedzīvotāju vairākuma uzticību. Augstākais valsts pārvaldes orgāns – Saeima, kā to rāda sabiedriskās domas aptaujas, nav sevi pilnībā attaisnojis, bet izpildvara un politiskās partijas nemitīgi iestieg korupcijas, krāpšanas un citos skandālos.

Ekonomiskā krīze, kas sākās 2008. gadā, pierādīja, ka īslaicīgais labklājības pieaugums bija sasniegts, izmantojot ārvalstu kredītresursus un ES finansiālo atbalstu (tā mērķis bija sekmēt tautsaimniecības attīstību).

Sākoties globālajai ekonomiskajai krīzei, šie apstākļi izraisīja valsts ekonomikas faktisku sabrukumu un dramatisku nacionālā kopprodukta kritumu. Neapdomīgu politisku lēmumu dēļ ir izveidojies milzīgs valsts parāds, kura atdošanu vajadzēs nodrošināt vēl arī nākamajām paaudzēm.

Līdz ar to ievērojama daļa nacionālā kopprodukta dažu nākamo paaudžu laikā būs izmantojama nevis tautas labklājības paaugstināšanai un investīcijām attīstībai, bet gan parāda maksājumu segšanai. Diemžēl šī paaudze dzīvo uz nākamo paaudžu rēķina!

Būtiskās dzīves līmeņa atšķirības Latvijā un lielākajā daļā ES dalībvalstu, no vienas puses, un izdzīvošanas perspektīvu trūkums, no otras puses, nosaka aizvien lielāku emigrāciju – ekonomisko bēgļu plūsmu. Sprotams, ka no šīs situācijas ir izeja. Un tā ir ilgtspējīgas attīstības nepieciešamības apzināšanās gan valstiskā, gan arī indivīda, t.i., katra Latvijas iedzīvotāja līmenī.

20. gadsimtā Latvijai bija vairākas lielas ieceres – neatkarīgas valsts atjaunošana, iestāšanās Eiropas Savienībā un NATO. Šīs ieceres ir piepildījušās, un pienācis laiks lemt, kādā Latvijā dzīvos mūsu bērni un nākamās paaudzes.

15.4.4. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija

Latvijā ir izstrādāta un 2010. gada 3. jūnijā Saeimā apstiprināta Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija. Stratēģijas pamatmērķi – laimīgs cilvēks labklājības valstī, ilgtspējīgs un veselīgs dzīvesveids, radoša, iecietīga un toleranta sabiedrība, sadarbībā radīta konkurētspēja un valsts kā uzticams partneris.

2030. gadā Latvija būs plaukstoša aktīvu un atbildīgu pilsoņu valsts.

Ikvienš varēs justies drošs un piederīgs Latvijai, šeit katrs varēs īstenot savus mērķus.

Nācījas stiprums sakņosies mantotajās, iepazītajās un jaunradītajās kultūras un garīgajās vērtībās, latviešu valodas bagātībā un citu



valodu zināšanās. Tas vienos sabiedrību jaunu, daudzveidīgu un neatkarīgu vērtību radīšanai ekonomikā, zinātnē un kultūrā, kuras novērtēs, pazīs un cienīs arī ārpus Latvijas.

Rīga būs nozīmīgs kultūras, tūrisma un biznesa centrs Eiropā.

Pilsētu un lauku partnerība nodrošinās augstu dzīves kvalitāti visā Latvijas teritorijā.

Latvija – mūsu mājas – zaļa un sakopta, radoša un ērti sasniedzama vieta pasaules telpā, par kuras ilgtspējīgu attīstību mēs esam atbildīgi nākamo paaudžu priekšā.

15.5. Pašvaldības un ilgtspējīga attīstība

Latvijā darbojas 119 pašvaldības – 110 novadi (≈ 520 pagasti) un deviņas republikas pilsetas: Rīga, Jūrmala, Valmiera, Liepāja, Ventspils, Rēzekne, Daugavpils, Jēkabpils un Jelgava. 2013. gada 1. jūnijā 119 Latvijas pašvaldībās tika ievēlēti 1618 deputāti.

Latvija uzņēmusies pildīt starptautiskās saistības globālo klimata pārmaiņu novēršanai, parakstot ANO Vides un attīstības konferences (Riodežaneiro, 1992) Deklarāciju, Vietējās rīcības programmu 21. gadsimtam, Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām un citus dokumentus, kas tika ratificēti Latvijas Republikas Saeimā 1995. gadā. Šie dokumenti iezīmēja pagrieziena punktu pasaules vēsturē, izvirzot kopīgus mērķus ilgtspējīgas attīstības īstenošanai visām valstīm.

ANO dokumenta nosaukumam – “Vietējā darba kārtība 21. gadsimtam” ir dziļi simboliska jēga, jo tas atspoguļo sabiedrības nākotnes attīstības virzienus jaunajā tūkstošgadē. Daudzu “Agenda 21” minēto problēmu un risinājumu saknes ir meklējamas pašvaldību līmenī, tieši tāpēc pašvaldībām savi attīstības plāni ir jāizstrādā, balstoties uz ilgtspējīgas attīstības principiem.

Vietējā pašvaldība veido un uztur ekonomisko, sociālo un vides infrastruktūru, pārtrauga plānošanas procesu, nosaka vides politiku pašvaldībā, kā arī atbalsta nacionālās vides politikas īstenošanu. Vietējai pašvaldībai, kas ir iedzīvotājiem vistuvāk esošā pārvalde, ir liela nozīme sabiedrības izglītošanā un mobilizēšanā ilgtspējīgas attīstības jautājumu veicināšanā.

“Agenda 21” mērķis ir iesaistīt gan pašvaldības iedzīvotājus, gan dažādas intereses pārstāvošas sabiedrības grupas, kā arī komercuzņēmējus kopējā attīstības procesā. Tās uzdevums ir aicināt uz sadarbību gan ražotājus, gan nevalstiskās organizācijas, gan skolas un arodbiedrības, gan etniskās minoritātes, gan arī kaimiņu pašvaldības un valstiskās institūcijas.

“Agenda 21” nebeidzas un nesākas ar dokumenta sagatavošanu. Tas ir ilglaicīgs process un demokrātijas skola vietējā līmenī. “Agenda 21” ietver izteiktu orientāciju uz demokrātiskām rīcībām, piedaloties visiem iedzīvotājiem un interešu grupām, tādējādi veicinot vides, ekoloģisko, sociālo un ekonomisko mērķu integrāciju.

“Agenda 21” mērķi sakrīt ar ilgtspējīgas attīstības mērķiem:

- ekonomisko, ekoloģisko un sociālo sistēmu saskaņa,
- dabas resursu saglabāšana un saprātīga izmantošana,
- garantēta drošība cilvēkiem un to veselībai.

Eiropas līmenī ilgtspējīgas attīstības īstenošanas process iezīmējās ar Eiropas Ilgtspējīgu pilsētu konferenci (Olborga, Dānija, 1994), kur 80 Eiropas vietējās pašvaldības ierosināja, apsprieda un parakstīja Olborgas Hartu “Eiropas pilsētas ceļā uz ilgtspējīgu sabiedrību”. Kopumā vairāk nekā 410 pašvaldības no 32 valstīm pievienojās kampaņai, kuras mērķis ir veicināt ilgtspējīgu attīstību vietējā līmenī un atbalstīt Eiropas pašvaldībām atbilstošas politikas un darbības. Pašlaik jau ir iesaistījušās vairāk nekā 2700 pašvaldību no 40 valstīm.

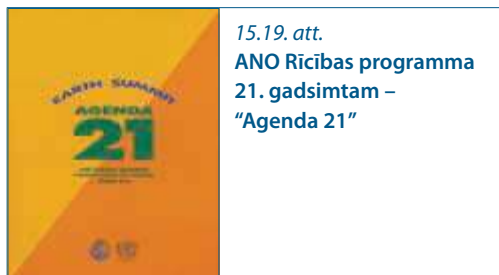
Tās ir apņēmušās ievērot labas un ilgtspējīgas pārvaldības principus gan pilsētu, ciematu un lauku teritorijās. Tas ir nopietns pamats stratēģiskai plānošanai un ilgtspējīgai vietējai ekonomikai, orientējoties uz efektīvu, bet vienlaikus atbildīgu vietējo resursu izmantošanu.

“Agenda 21” nosaka, ka ilgtspējīgā attīstība ir veids, kā samazināt gan nabadzību, gan vides degradāciju. Nozīmīgākās ar resursu izmantošanu saistītas problēmas ir

- atmosfēras piesārņojums,
- zemes neilgtspējīga izmantošana,
- mežu pārmērīga izciršana,
- augsnes noplicināšana un ilgstoša sausuma ietekme,
- bioloģiskās daudzveidības mazināšanās,
- jūru un saldūdeņu piesārņojums,
- nedroša toksisko ķīmikāliju izmantošana,
- radioaktīvo atkritumu izplatīšanās.

Pašvaldību organizatoriskie priekšnoteikumi “Agenda 21” procesa veidošanā ietver

- atbalsta nodrošināšanu nacionālā līmenī (likumdošanas prasību īstenošana, informācijas izplatīšana).
- vides prasību iekļaušanu visās pašvaldības attīstības stratēģijās un lēmumos



15.19. att.
ANO Rīcības programma
21. gadsimtam –
“Agenda 21”

(saistībā ar transporta politiku, nodarbinātību, tūrismu utt.),

- galveno sadarbības partneru izvēli dažādās organizācijās un iestādēs pašvaldības ietvaros un ārpus tās, arī valsts līmenī,
- iekšējās saziņas uzlabošanu, darbinieku informēšanu un apmācības, vides izglītības ilgtspējīgai attīstībai veicināšanu, apziņas pilnveidošanu un attieksmes maiņu,
- pastāvīgu ilgtspējīgas attīstības profila komisiju izveidošanu, kurās ir pārstāvēti dažādu jomu speciālisti un politiķi (transporta, veselība, atkritumu apsaimniekošana utt.),
- reālas varas un plašāku lēmumu pieņemšanas pilnvaru nodrošināšanu vides un ilgtspējīgas attīstības struktūrvienību vadītājiem,
- labu attiecību uzturēšanu starp deputātiem, izpildvaras amatpersonām un speciālistiem, kuri ir ieinteresēti vai kuru pārziņā ir jautājumi, kas saistīti ar apkārtnes vidi un ilgtspējīgu attīstību (ieskaitot tādas sfēras, kā mājoklis, sociālās aktivitātes, komunikācija utt.).

Lai padarītu ilgtspējīgas attīstības īstenošanu vieglāku visām mērķgrupām, valsts valdības 1996. gadā nolēma veicināt kopīgu sapratni par ilgtspējīgu attīstību Baltijas jūras reģionā. 1998. gadā tika apstiprināts dokuments “Baltija 21 – Darba kārtība Baltijas jūras reģionam”. Tās ir vadlīnijas ilgtspējīgai attīstībai reģionā. Pēc būtības šis dokuments ir valdības līmeņa rīcības programma, kas ietver daudzus pasākumus, kuri ir saistoši arī pašvaldībām.

“Baltija 21” sastāv no 37 praktiski orientētiem priekšlikumiem, aptverot tādus sektorus kā lauksaimniecība, enerģētikas saimniecība, zvejniecība, mežsaimniecība, tūrismis, ražošana un transports, kā arī telpisko plānošanu un attiecības starp pašvaldībām.

Pirmās pašvaldības, kuras Latvijā izrādīja iniciatīvu saistībā ar “Baltija 21”, bija Jūrmala, Jelgava, vēlākā posmā tām pievienojās Talsi, Cēsis, Rēzekne, Rūjiena, Rīga, Ventspils, Kuldīga, kā arī daži pagasti. Šobrīd var jau runāt par Latvijas pieredzi šajā procesā, kurš ar starptautisko projektu palīdzību iekļaujas Eiropas aprītē.

Jau kopš 20. gs. 60. gadiem dabas pētnieki centās saistīt globālās vides izmaiņas ar antropogēno darbību. Sākotnējā iniciatīva nāca no zinātniekiem, kuri pētīja atmosfēru un mēģināja atrast kopsakarības starp cilvēces kolektīvās darbības ietekmi un visu atmosfēras sistēmu, kā arī tās iespējamām izmaiņām. Šāda interdisciplināra pieeja tika izmantota plašā zinātniskā programmā “Cilvēks un biosfēra”, kas ar ANO Izglītības, zinātnes un kultūras organizācijas atbalstu tika īstenota kopš 1971. gada.

Tas zināmā mērā lika pamatus vides zinātnes un vides politikas mijiedarbībai, kā arī ļāva veiksmīgāk risināt globālās problēmas, kas joprojām ir ļoti aktuālas. Šajā procesā iezīmējās būtiska pašvaldību joma, jo darbības tika īstenotas pašvaldību teritorijās. Labs piemērs ir Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāts, kas ir vienīgā šāda veida īpaši aizsargājamā dabas teritorija Latvijā un aizņem 4576 km² lielu platību.

Rezultātā ir uzlabojusies ekoloģiskā situācija Salacas upes baseinā un Rīgas liča Ziemeļvidzemes piekrastē, kā arī tiek gūta pieredze nākotnei, lai ne vien radītu priekšnoteikumus jaunu biosfēras rezervātu organizēšanai Latvijā, bet arī orientētos uz pašvaldību teritoriju ilgtspējīgu sociālo un ekonomisko attīstību.

Kopš 1992. gada lielākā daļa demokrātisko valstu ir izstrādājušas savu “Agenda 21”. Latvija to vēl nav paveikusi. Arī 2000. gadā izstrādātā “Ilgtspējīgās attīstības koncepcija Latvijā: no vīzijas uz darbību” nav uzskatāma par alternatīvu risinājumu, jo tajā tikai nedaudz apskatītas vides prasības, turklāt ne tādā kontekstā, kā tas pieņemts starptautiskajā “Agenda 21”. Šajā

koncepcijā gandrīz nemaz nav minēti sociālie jautājumi un problēmas. Šo dokumentu drīzāk var uzskatīt par plānu tautsaimniecības attīstībai ar nepietiekamu vides aizsardzības prasību integrāciju.

Latvijas pārskats par tautas attīstību (2012./2013. gads) – “Ilgtspējīga nācija”, ko veicis Latvijas Universitātes Sociālo un politisko pētījumu institūts valsts pētījumu programmas “Nacionālā identitāte” ietvaros, uzsver, ka no tautas attīstības perspektīvas dzīvesvieta ir nozīmīgs nosacījums cilvēka un vietējās kopienas darbības iespēju īstenošanai. Lai arī teritoriju ilgtspējas sociālā dimensija ir grūti nosakāma, tā ir ļoti svarīga vietējās teritorijas un cilvēku kopienas dzīvotspējai.

Diemžēl veiktās iedzīvotāju aptaujas liecina, ka tikai 7,6% respondentu varēja droši apgalvot, ka viņu mazbērni turpinās dzīvot tajā pašā apdzīvotajā vietā. Ja Latvijas iedzīvotāji neuzskata savu dzīvesvietu par pievilcīgu mazbērniem, vai varam domāt, ka šīs teritorijas būs ilgtspējīgas?

Labi iecerēti atsevišķu nozaru politiku pasākumi to realizācijas gaitā var radīt iepriekš neparedzētas sekas – atbalsts intensīvai lauksaimnieciskai darbībai var apdraudēt ainavas bioloģisko daudzveidību, bet ārējo investoru plānu realizācija – vietējo iedzīvotāju intereses. Tā kā ilgtspējīgas attīstības koncepcijas pamatā ir nepieciešamība nodrošināt dažādu sistēmu līdzsvaru, relatīvi īslaicīgas ekonomiskās intereses jāsamēro ar sociālās sistēmas un ekosistēmas ilgtermiņa attīstības vajadzībām. Ilgtspēja nozīmē nevis īslaicīgu izrāvienu, bet gan virzību uz stabilu, ilgaicīgu līdzsvaru dabas, sabiedrības un katra indivīda dzīvē.

Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2014.–2020. gadam kā galvenais vidēja termiņa attīstības plānošanas dokuments valstī var tikt



15.20. att. VIDZEME. Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāta logo.

uzskatīts arī kā “sabiedriskais līgums”. Šis valsts plānošanas dokuments gan iezīmē attīstības vadlīnijas, tomēr nesniedz skaidru redzējumu pašvaldībām teritoriju attīstības plānošanā vidējā termiņā. Latvija kā maza valsts ar ierobežotiem resursiem un ļoti nevienmērīgi attīstītām teritorijām noteikti iegūtu, ja ilgtspējīgas attīstības uzstādījumi tiktu lietoti mazāk deklaratīvā formā, bet vairāk praktiskā nozīmē, savstarpēji saskaņoti izstrādājot teritoriju un nozaru attīstības dokumentus.

Dažāda mēroga (valsts, reģiona, novada, pagasta, konkrētas apdzīvotas vietas) ilgtspējīga attīstība ir jāvērtē arī no sociālās attīstības iespējām. Tomēr ilgtspēja parasti tiek vairāk saistīta ar ekonomikas attīstību un vides kvalitātes saglabāšanu. Arī tāpēc, ka salīdzinoši vienkāršāk ir mērīt vides procesus, ko raksturo sugu daudzveidība, vides piesārņojuma līmenis, CO₂ emisijas vai ekonomiskā attīstība (radīto darba vietu skaits, piesaistīto investīciju apjoms).

Sociālo procesu analīze ir sarežģītāka, jo sociālo ilgtspēju raksturo gan objektīvas (kvantitatīvi izmērāmas), gan subjektīvas (kvalitatīvi nosakāmas) norises. Līdztekus iedzīvotāju labklājību raksturojošiem kvantitatīvajiem indikatoriem (ienākumu līmenis, mājokļa labiekārtošanas pakāpe) ļoti svarīgi ir subjektīvie rādītāji, kas raksturo individuālo apmierinātību ar dzīves kvalitāti.

Tomēr vietas un kopienas dzīvotspēja — spēja pārdzīvot krīzes, adaptēties, elastīgi transformēties mainīgajos apstākļos — ir nozīmīgs ilgtspējīgas attīstības elements, jo uzrāda tās vietas, kas dažādos apstākļos spēj saglabāt pievilcību.



15.21. att. LATGALE. Austrumlatvijas radošo pakalpojumu centrs “Zeiņmuļš” Rēzeknē.

Vietas sociālais kapitāls un cilvēkkapitāls (prasmes, iemaņas, zināšanas, veselība, drošība, institūcijas, pārvaldība, iesaiste kopienā), dabas kapitāls (klimate, atmosfēra, zeme, ekosistēmas un bioloģiskā daudzveidība, dabas resursi, ūdens) un ekonomiskais kapitāls (bagātība, ienākumi, mājokļi, transports un infrastruktūra, produktivitāte, inovācijas) veido vienotu veselumu, kurā izšķirošā loma ir sociālajai rīcībspējai — prasmei izmantot iespējas, ko piedāvā vieta. Tas rada konkrētas vietas pievienoto vērtību, bet kopienas un atsevišķu indivīdu darbība, vērtības un tradīcijas, savstarpējās attiecības veido vietas sociālo dimensiju.

Tomēr sociālais kapitāls veidojas lēni, bet ātri zūd, piemēram, emigrācijas dēļ. Tādējādi nozīmi zaudē vietējā prakse un zināšanas, pamazām sairst sociālie tīkli — kontakti ar bijušajiem kaimiņiem, radniekiem maina kvalitāti, savukārt jaunajā vietā sociālie tīkli veidojas lēni (imigranti zaudē iepriekšējo sociālo kapitālu, jaunajās vietās to veido no jauna).

Vietai zaudējot cilvēkkapitālu (iedzīvotāju novecošanās, dzimstības kritums, emigrācija), tā zaudē arī sociālo kapitālu un līdz ar to arī attīstības iespējas, lai gan mūsdienu tehnoloģijas ļauj emocionālās un ģimeniskās saites uzturēt regulārāk un intensīvāk. Sociālās saites virtuālajā vidē, lēti un ērti mobilie sakari nav salīdzināmi ar mēnešiem ilgu vēstuļu apmaiņu pirmsinterna laikmetā, tomēr pastarpināta saziņa tik un tā ir tikai vājš aizstājējs tiešai ikdienas saskarsmei ar līdzcilvēkiem. Emigrācijas dēļ sairusas ģimenes un novārtā pamesti bērni tam ir skarba liecība. Pēdējā laikā ģimenes pamet Latviju ar visiem bērniem, un skolas gaitu sākšana ārpus Latvijas ievērojami samazina iespēju atgriezties.

Sociālais kapitāls neviennozīmīgi ietekmē vietas attīstību — tas var gan sekmēt resursu mobilizāciju un inovatīvu skatījumu uz vietu, gan arī kavēt ar inerci, aizspriedumiem utt. Jaunu ideju attīstību var bremsēt kopienas saliedēta pretestība, kuras pamatā ir tradicionālas vērtības un aizspriedumi pret jebkādam pārmaiņām. Taču ne jau jebkura jauna ideja ir apšveicama pati par sevi.



15.22. att. KURZEME. "Vēja parks" ar 33 vēja ģeneratoriem pie Grobiņas.

Vietējā kopiena bieži vien nenovērtē tās sociālā un kultūras kapitāla bagātības, kas konkrētajā vietā paaudžu paaudzēs radušās. Arī indivīdi savu piederību nelielai vietējai kopienai kā unikālu vērtību bieži vien neapzinās. Reizēm, tikai attālinoties no dzimtās puses, ir iespējams svaigs skats no malas, kas ļauj atrast inovatīvu lietojumu senču krātajām vērtībām. Iespējams, ka Latvijas lauku kopienās ir saglabājušās specifiskas tradīcijas, receptes un dzīves gudrība, kas var pārvērst perifēriju par starptautiski pazīstamu tūrisma galamērķi, dodot darbu un ienākumus cilvēkiem, kas ir uzticīgi savai dzimtajai vietai.

Nemot vērā cilvēkkapitāla izšķirošo lomu vietas attīstībā, īpaša uzmanība pievēršama demogrāfisko procesu tendencēm novadu griezumā. Līdz ar visas valsts iedzīvotāju skaita strauju samazināšanos jau ilgāku laiku turpinās Latvijas novadu un pagastu depopulācija — iedzīvotāju skaits gandrīz visos novados un pilsētās gadu no gada samazinās. Pēdējos 20 gados no tagadējiem 119 novadiem iedzīvotāju skaits ir samazinājies 107 novados (samazinājums pārsniedz pat 40%).

Latvijā strauji pieaugošais to pagastu daudzums, kuros ir mazs iedzīvotāju skaits, aktualizē jautājumu par plašu valsts teritoriju iztukšošanos, kā arī par administratīvajām izmaksām uz vienu iedzīvotāju. Administratīvo



15.23. att. ZEMGALE. Gājēju tilts "Mītava" Jelgavā. Latvijā garākais gājēju un velobraucēju tilts. Tas savieno pilsētas centru ar Pasta salu. Tehniskā risinājuma dēļ uzskatāms par unikālu visā Baltijā.

teritoriju un apdzīvoto vietu likums nosaka, ka minimālais novada iedzīvotāju skaits ir vismaz 4000, lai tajā varētu efektīvi uzturēt infrastruktūru, ieskaitot administratīvo pārvaldi. Diemžēl jau tagad 36 novados iedzīvotāju skaits ir mazāks nekā 4000, bet piecos no tiem iedzīvotāju skaits ir zem 2000, turklāt visos šajos novados iedzīvotāju skaits turpina samazināties.

Sabiedriskajās diskusijās par mazo pašvaldību nākotni izkristalizējušies divi galvenie viedokļi. Pirmais aizstāv vēsturiski izveidojušos administratīvo iedalījumus, neraugoties uz to, cik mazs iedzīvotāju skaits tur arī ir palicis, un neņemot vērā administratīvās un infrastruktūras izmaksas, kas nepieciešamas, lai nodrošinātu vietas dzīvotspēju un to, ka šīs vietas uzturēšanai valstij būs jāatrod budžetā papildu līdzekļi.

Otrs viedoklis ir par to, ka procesam jāļauj ritēt savu gaitu, līdzekļi attīstībā jāiegulda galvenokārt Rīgā un citās lielākajās pilsētās un attīstības centros, bet cilvēkiem vajadzētu pārcelties uz tām vietām, kurās ir rodams darbavietas.

Vairumā sarūkošo novadu ir ļoti maz darbavietu, zemā dzimstība un apjomīgā emigrācija ir radījusi nelabvēlīgas pārmaiņas daudzu novadu iedzīvotāju vecuma sastāvā.

Katra novada un pat pagasta ietvaros iedzīvotāju izvietojums un to skaita izmaiņas nav viendabīgas. Parasti pagastam vai novadam ir



15.24. att.

RĪGA. Getliņu sadzīves cieta atkritumu ekoloģiskais poligons ir viens no lielākajiem un modernākajiem zaļās enerģijas ražotājiem Latvijā. Enerģijas avots ir poligona biogāze, kas veidojas slēgtajos atkritumu noguldījumos. Iegūto enerģiju izmanto elektrības ražošanai, arī tomātu un ziedu audzēšanai. Pēdējos gados ir iegūti apmēram 8 miljoni m³ biogāzes (pārrēķinot uz tīru metānu), kas atbilst apmēram 80 miljoniem kWh. Gada ienākumi no elektroenerģijas ražošanas sasniedz ap 4 miljoniem EUR, bet no dārzenų un ziedu audzēšanas – gandrīz 1 miljonu EUR.

sava “galvaspilsēta”, kurā koncentrējas pat lielākā daļa iedzīvotāju. Šāda iedzīvotāju koncentrēšanās pagasta centrā vērojama daudzviet Latvijā, īpaši Latgalē. Savukārt ārpus pagasta centra mājas paliek tukšas — samazinās ciemu skaits un arī iedzīvotāju skaits tajos, daudzviet palicis pavisam maz cilvēku, lielākoties pensionāri.

Iedzīvotāju skaita samazināšanos noteikušas saimnieciskās veida izmaiņas — agrāk uz katrēm 10–30 hektāriem lauksaimniecībā izmantojamās zemes bija savi strādājošie, kuri zemi apstrādāja ar zirgiem, savukārt tagad daudzu desmitu cilvēku darbarokas ir aizstājušas dažas lauksaimniecības tehnikas vienības. Agrāk visi Latvijas pagasti bija samērā vienmērīgi apdzīvoti, šobrīd aizvien plašākas teritorijas paliekušas bez iedzīvotājiem.

Mūsdienās strauji mainās cilvēku un vietu funkcionālās attiecības, tādēļ jautājums par lauku tukšošanu kā tendenci, kuras rezultātā tuvākā nākotnē iedzīvotāji vairāk koncentrēsies pilsētās, bet lauki kā vietas ar mazākām iespējām paliks gandrīz tukši, ir strīdīgs. Vēl samērā nesen cilvēki (īpaši laukos) bija ļoti atkarīgi no vietas piedāvātajām iespējām. Tagad dzīves, darba un pakalpojumu saņemšanas, kā arī brīvā laika pavadīšanas vietas bieži vien nesakrīt, jo iedzīvotāji kļūst mobilāki.

Ikdienas pārvietošanās ērtības ir samērā jauna parādība, kas maina cilvēku un vietas

attiecības. To apliecina pētījumi par lauku iedzīvotāju pakalpojumu (iepirkšanās, bankas pakalpojumi, veselības aprūpe) izmantošanas praksi.

Latvijā kopumā notiek būtiskas demogrāfiskās un administratīvās pārmaiņas, kas atstāj dziļu ietekmi uz pašvaldību attīstības procesiem. Nākotnes veidošanā vairāk jābalstās uz plašu un dziļu procesu izpratni, efektīvu rīcības politiku, lai pašvaldību teritorijās varētu nodrošināt ilgtspējīgu attīstību.

Kaut gan Latvijā darbojas relatīvi stabila, uz likumiem un normatīvajiem aktiem balstīta sociālās drošības sistēma, kā arī valdība krīzes un pēckrīzes apstākļos ir spērusi dažus soļus, lai bezdarbnieku un maznodrošināto cilvēku situācija nepasliktinātos pārāk dramatiski, tomēr pastāv augsta ienākumu nevienlīdzība, kura tiek atrazota kā darba tirgū, tā sociālās drošības sistēmā.

Tāpēc Latvijā viens no galvenajiem uzdevumiem būtu mazināt sociālās drošības sistēmas nevienlīdzību atražojošās darbības un pavērst tās nevienlīdzību kompensējošā virzienā. Lai samazinātu ienākumu nevienlīdzību, ievērojami jāsamazina nodokļu slogs zemo algu saņēmējiem vai arī jāratificē Eiropas Sociālās hartas punkts par taisnīgu darba samaksu.

Tas izriet no Latvijas iedzīvotāju vēlmēm, un to apliecina aptaujās izteiktais viedoklis.

15.6. Nākotnes iespējas

Mainās gan pasaule, gan arī mēs tai līdzī, bet katrā periodā kaut kas ir ir īpaši nozīmīgs. Par to mēs vairāk domājam un runājam. Tas parādās arī attiecībā uz attīstību un iezīmējas desmitgažu laikā.

Izskatot attīstības iespējas, jāņem vērā, ka ģeopolitikai ir milzīga nozīme. Lai līdzsvarotu stāvokli, uzdevumi būs pretrunā ar lielāko daļu no idejām, pamatprincipiem un jaunajiem rādītājiem, kurus var sagrupēt zem kopēja "jaunās ekonomikas" jumbta.

Dažiem ģeopolitiskajiem faktoriem ir jauka ietekme. Daži finanšu krīzes aspekti jau ir ievērojami veicinājuši "zaļās augsmes" un "zaļās ekonomikas" koncepcijas plašāku atzīšanu. To apliecina vairāku valstu daudzu miljardu ieguldījumi videi draudzīgās tehnoloģijās, kas ir ekonomisko stimulu paketes pamatā. "Zaļā augsmē" ir kļuvusi par mērķi pasaules mēroga uzņēmumiem, kas savukārt palīdz "vilkt" visu privāto sektoru "zaļākā" virzienā.

Demokrātiskas protesta kustības parāda arvien radikālākas tendences, kas vērstas pret augsmes modeli. Tomēr šāda tendence ir tikai protestētājiem attīstītajās valstīs, piemēram, "Occupy Wall Street" kustība Ņujorkā vai studentu protesti Spānijā.

Jaunattīstības valstīs, kur protesta kustības parasti notiek pret diktatoriskiem režīmiem, tās arī ir populāras, bet izsaka ilgas pēc lielākas materiālā labklājības, tāpēc tur valda cerības, ka "augsmē kā parasti" radīs papildu darbavietas, piekļūvi izglītībai, labākus veselības aprūpes pakalpojumus un citus labumus.

Vērtējot šo atšķirīgo protestu motivācijas līdzsvaru no globālā viedokļa, demokrātijas kustības ir virzījušas abos virzienos: daļēji uz "jauno ekonomiku" un daļēji uz "augsmi kā parasti".

Apsvērumi par nākotnes iespējām:

- ♦ finanšu krīze valdībām visvairāk liek stingri iestāties par "augsmi kā parasti", bet dažas valdības, izmantojot krīzi, ir daudz darījušas, lai veicinātu pāreju uz "zaļo augsmi";
- ♦ pasaules varas maiņa, tostarp, Ķīnas, Indijas, Brazīlijas un citu jauno ekonomiku izaugsme, ir ļoti nozīmīgs faktors, kas virza

valstu nākotnes politiku visā pasaulē galvenokārt "augsmes kā parasti" virzienā. Kaut gan dažas valstis publiski ir pieņēmušas "zaļās augsmes" stratēģiju, lielākais smaguma centrs pasaulē, reaģējot uz globālo spēku izmaiņām, joprojām ir "augsmē kā parasti";

- ♦ bruņoti konflikti pasaulē turpinās, jo, vērtējot dziļāk, tiek uztverta to pozitīvā ietekme uz ekonomiskajiem rādītājiem, piemēram, IKP, kas darbojas tradicionālās augsmes ("augsmē kā parasti") atbalstam. Patiesās kara izmaksas, kuras atspoguļo piemēram, "īstā progresā" indekss vai "patieso uzkrājumu" rādītājs, nav nonākušas cilvēku vairākuma apziņā un netiek izmantotas ekonomikas politikas veidošanā nozīmīgā veidā;
- ♦ privātais sektors joprojām ir apņēmības pilns par "augsmi kā parasti" un saglabā stingras pozīcijas pasaulē. Bet tālredzīgi uzņēmumi ir pieņēmuši sevis modificētu "zaļo augsmi", radot sava veida pretēju virzību privātajā sfērā, kas var mainīt līdzsvaru;
- ♦ dabas katastrofu seku novēršana palielina IKP, taču tas ir maldinošs signāls "augsmes kā parasti" virzienā. Diemžēl darbība šajā gadījumā sākas no pozīcijām, kad jāizmanto faktiskie ietaupījumi, bet progress nav reāls, jo katastrofa ir ietekmējusi vispārējo sociālo, ekonomisko un vides bilanci, bet faktiskie sasniegumi ir tikai tuvošanās pirmkatastrofas stāvoklim;
- ♦ nabadzības mazināšana ir viens no īpaši svarīgiem ilgtspējīgas attīstības mērķiem;
- ♦ "Rio+20" konference bija par ilgtspējīgu attīstību, kā arī par sociālā taisnīguma un vides saglabāšanas principiem, kas izriet no ilgtspējīgas attīstības būtības. Lai arī bija jūtams stiprs atbalsts "zaļajai ekonomikai" un "zaļajai augsmei", tomēr galvenais uzstādījums noteica, ka nedrīkst virzīties uz "ne-augsmes" pusi.

Ģeopolitiskā realitāte pasaulē pašlaik liecina, ka tuvākajā laikā laime un labklājība vistīcamāk tiks uzskatīti par paralēliem vai papildu mērķiem, bet nevis par augsmes modeļa aizstājējiem.

Prognozes rāda, ka drīz “zaļās augsmes” koncepcija kļūs par jauno “smaguma centru” ekonomikas politikai. Vienprātība par jauniem valstu attīstības rādītājiem (“Zaļais IKP”, “IKP kvalitātes indekss”), kas pārstāv reformas tradicionālās ekonomiskās izaugsmes mērījumos, arī pakāpeniski ieviesīsies. Ja izrādīsies, ka šāda prognoze ir pareiza, tas patiešām nozīmēs ekonomiskās politikas maiņu valstu praksē.

Pāreja uz “zaļo augsmi”, kas papildināta ar “nacionālās laimes” sasniegšanas pasākumiem, liecinās par nozīmīgu sabiedrības vispārējo ekonomisko programmu paplašināšanu. Tā būs “zaļā gaisma” sociālām un ekonomiskām inovācijām. Šī pāreja pavērs durvis arī uz jaunu ētikas ietvaru saistībā ar izaugsmi un labklājību globālā mērogā.

Pastāv vairāki ētikas jautājumi, kas jāņem vērā. Piemēram, ja laime (vai vismaz iespējas uz laimi) tiek pausta kā mērķis, vai tā būtu uzskatāma par cilvēka tiesībām? Diemžēl neviens no 30 pantiem Vispārējā cilvēktiesību deklarācijā, ko pieņēma ANO 1948. gadā, laimi nepieņem. Par savu laimes sasniegšanas sajūtai var uzskatīt 25. pantu, kas nosaka: “Ikvienam ir tiesības uz dzīves līmeni, kas ir adekvāts veselības un labklājības nodrošināšanai pašam un savai ģimenei ...”.

Tas arī norāda uz daudziem faktoriem, ko pētnieki ir noteikuši kā priekšnosacījumus subjektīvai laimei. Pamatvajadzības ietver pārtiku, pajumti, apģērbu, medicīnisko aprūpi un citus sociālos pakalpojumus, tostarp atbalstu tiem, kuri ir bezdarbnieki. Daudzas citas

tiesības, ko garantē deklarācija, ir saistītas vien ar to, ko pētnieki uzskata par svarīgām laimīgai dzīvei, — darbu, atpūtu un iespēju piedalīties lēmumu pieņemšanā, kas ietekmē mūsu dzīvi.

Ja “nacionālā laime” un “valsts labklājība” ir tuvi jēdzieni, tad var uzskatīt, ka koncepcijas politiska pieņemšana ir nokavēta par kādiem sešdesmit gadiem, kad šie ideāli jau tika pausti pasaulē.

Tagad ļoti svarīgi būtu noteikt, ka iespēja būt laimīgam tomēr ietilpst vispārējās tiesībās, ko visas tautas apņēmtos panākt saviem pilsoņiem. Tomēr laimes un labklājības nodrošināšanas priekšnoteikumi bieži ir atkarīgi no noteiktu minimālo standartu prasībām attiecībā uz materiālo labklājību. Tāpēc vajadzētu atzīt, ka nepieciešams sasniegt konkrētu ekonomiskās izaugsmes līmeni kā obligātu visām valstīm.

Zinātne apliecina, ka dažas “ne-augsmes” formas pasaules valstu ekonomiskajās struktūrās pastāv. Mums vajag “ne-augsmi” oglekļa savienojumu emisijām, ja vēlamies saglabāt planētas klimatu. Mums nepieciešama “ne-augme” ekosistēmu izmantošanā, ja vēlamies saglabāt planētas bioloģisko daudzveidību. “Ne-augme” ir nepieciešama neatjaunojamo resursu patēriņam, lai būtu cerības uz labu dzīves kvalitāti arī nākamajām paaudzēm.

Pasaulei ir vajadzīgs jauns redzējums, kas sniegtu jaunu kopības izjūtu visās pasaules zemēs. Tas varētu būt arī šāds:

**“Zaļā ekonomika” + “Nacionālā laime” =
“Ilgtspējīga pasaule”**



15.25. att.

Vispārējās cilvēktiesību deklarācijas pieņemšanas otrajā gadadienā (1950. gadā). Ņujorkas bērnu dārza bērni apskata plakātu, kurā vēstīts par vēsturisko dokumentu.

Pēc Vispārējās cilvēktiesību deklarācijas pieņemšanas 1948. gada 10. decembrī, ANO Ģenerālā asambleja ir aicinājusi visas dalībvalstis popularizēt deklarācijas tekstu un “nodrošināt tā izplatīšanu, lai visi to varētu redzēt, izlasīt un lai tas tiktu izskaidrots galvenokārt skolās un citās izglītības iestādēs neatkarīgi no valstu politiskā statusa vai atrašanās vietas.

Literatūra

- AtKisson A.** (2012) Annual Survey Report of the Institute for Studies in Happiness, Economy, and Society. Tokyo, Japan.
- AtKisson A.** (2008) The ISIS Agreement. London, Sterling, Earthscan.
- AtKisson A.** (1999) Believing Cassandra. Vermont, Chelsea Publishing company.
- Baker S.** (2006) Sustainable Development. London, Routledge.
- Becker P.** (2014) Sustainability Science. Elsevier, London, New York, Sydney, Tokyo.
- Blewitt J.** (2008) Understanding Sustainable Development. London, Earthscan.
- Dresner S.** (2008) The Principles of Sustainability. London, Earthscan.
- Earth Summit. Agenda 21.** UN Publication, New York, 1993.
- Foundations of Environmental Sustainability.** Eds. Rockwood L., Stewar, R., Diet, T. Oxford University Press, 2008.
- Kolstad C.** (2000) Environmental Economics. New York, Oxford, Oxford University Press.
- Latvijas ilgtspējīgas attīstības pamatnostādnes** (2002) LR Ministru kabinetā apstiprinātas 2002. gada 13. augustā.
- Lauder H., Brown, P., Dillabough, J., Halsey, A.** (2006) Education, Globalization and Social Change. Oxford, New York, Melbourne, Nairobi, Oxford University Press.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J.** (1992) Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future. UK, Earthscan.
- Meadows D., Randers J., Meadows D.** (2008) Limits to Growth: The 30-year Update. London, Earthscan.
- Our Common Future.** The World Commission on Environment and Development. Chair. Brundtland G. H. Oxford, New York, Oxford University Press, 1987.
- Randers J.** (2012) 2052: A Global Forecast for the Next Forty Years. Chelsea Green publishing, Vermont.
- Strategies Toward Sustainable Development; Implementing Agenda 21.** Ed. Robinson N. Oceana Publications, Inc., New York, 2004.
- Sorensen S.** (2010) The Sustainable Network. Beijing, Cambridge, Taipei, Tokyo, O'Reilly Media.
- Success Factors for Local Agenda 21 in the Baltic Sea Region.** Eds. Gronholm B., Joas M., Nordstrom M., Abo, Finland, 2001.
- The Baltic Sea Region – Cultures, Politics, Societies.** Ed. Maciejewski W., Uppsala, A Baltic University Publication, 2002.
- The Sustainability Curriculum.** Eds. Blewitt J., Cullingford. Earthscan, London, 2004.
- Towards Sustainable Household Consumption.** Paris, OECD, 2002.
- UNDP Latvia** (2004) Kā dzīvosim Latvijā 2015. gadā? Ziņojums par ANO Tūkstošgades attīstības mērķiem Latvijā. Rīga, UNDP Latvia.
- United Nations** (2002) Report of the World Summit on Sustainable Development. Johannesburg, South Africa, 26 August – 4 September 2002, New York.
- Vide un ilgtspējīga attīstība.** Red. Kļaviņš M., Zaļoksnis J. LU Akadēmiskais apgāds. Rīga, 2010.
- Vides zinātne.** Red. Kļaviņš M. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 2008.
- Vries B.** Sustainability Science. Cambridge, Cambridge University Press, 2013.
- Walker B., Salt D.** Resilience Thinking. Washington, London, Island Press, 2006.
- WCED – World Commission on Environment and Development** (1987) Our Common Future (The Brundtland Report). Oxford, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press.

Interneta resursi

- WWF – World Wildlife Fund** (2002) Living Planet Report 2002. WWF. [23.01.2005.]
Pieejams: <http://globalis.gvu.unu.edu/indicator.cfm?Country=LV&IndicatorID=99>
- Baltic 21** (1998) An Agenda 21 for the Baltic Sea Region – Baltic 21. Pieejams: www.baltic21.org/?a,166
- ICLEI – International Council for Local Environmental Initiatives** (2004) *Aalborg Commitments*. ICLEI.
Pieejams: www.aalborgplus10.dk/
- Sustainable Development Strategy.** Pieejams: <http://ec.europa.eu/comm/sustainable/>
- Ekonomisko instrumentu datubāze.** Pieejams: www.economicinstruments.com/

Latvijas tūkstošgades mērķi

<http://www.mfa.gov.lv/newyork/informacija-par-ano/latvija-ano/tukstosgades-attistibas-merki>

ANO Tūkstošgades Deklarācija <http://www.un.org/millenniumgoals/>

ANO Ziņojums par Tūkstošgades mērķu izpildes rezultātiem 2015. gadā

[http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%2015\).pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%2015).pdf)

ANO portāls www.greengrowth.org

Globālās zaļās augsmes institūts <http://gggi.org>

"Zaļā ekonomika" <http://www.unep.org/greeneconomy>

<http://sustainabledevelopment.un.org/>

Ziņojums par ELI indeksu www.csls.ca/iwb/oecd.asp

<http://alanatkinson.com/2012/02/29/life-beyond-growth/>

<http://www.unep.org/greeneconomy>

<http://www.dummies.com/how-to/content/us-regulatory-bodies-that-oversee-corporate-financ.html>

www.bhutanstudies.org.bt

<http://DeGrowth.net>

<http://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>

http://www.varam.gov.lv/lat/darbibas_veidi/ilgtspējiga_attistiba/

<http://www.bla21f.net/projects/sail/latvia/bs1.pdf>

<http://www.bla21f.net/projects/sail/latvia/bs2.pdf>

http://www.szf.lu.lv/fileadmin/user_upload/szf_faili/Petnieciba/sppi/tautas/TAP-makets2013_ar_vaaku.pdf

<http://www.unep.org/greeneconomy>

http://www.csb.gov.lv/sites/default/files/skoleniem/LV_ES/ekonomikas_apjomi_es_kr.pdf

Izmantotie attēli

15.1. <http://www.un.org/wcm/content/site/climatechange/pages/gsp>

15.4. http://en.wikipedia.org/wiki/Slow_Food

15.5. <http://www.cittaslow.org/>

15.6. <http://www.google.com/imgres?q=eco-villages>

15.7. https://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Romer

15.8. <http://inspiredeconomist.com/2011/02/22/defining-the-qualities-of-business-sustainability-leaders/>

15.9. <http://www.unosd.org/>

<http://www.gggi.org>

15.10. https://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Economic_and_Social_Council

15.11. <http://www.guardian.co.uk/environment/2011/sep/16/china-green-economist-gdp>

15.13. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Prosperity-without-growth-Report_cover.gif

Prosperity Without Growth. Economics for a Finite Planet. Earthscan/Routledge, 2009

15.17. P. Becker. *Sustainability Science.* Elsevier. 2014., 43 p.

15.21. <http://zeimuls.lv/>

15.22. <http://www.grobinasturisms.lv/lv/apskates-objekti-2/veja-parks/>

15.23. <http://www.visit.jelgava.lv/sakums/jaunumi/item/2435-gajeju-tilts-mitava>

15.25. <http://www.un.org/en/documents/udhr/history.shtml>



16.

**Piemērošanās
klimata pārmaiņām Eiropā**

16.1. Norvēģijas Klimata līgums



Klimata politikas veidošana ir īpaši grūta, jo daudzu pasākumu īstenošana īstermiņā ir dārga, bet ieguvumi būs jūtami tikai vēlāk un varbūt pat citur pasaulē. Politikiem ir grūti iestāties par budžeta samazinājumu veselības aprūpei vai izglītībai, lai līdzekļus varētu novirzīt emisiju samazināšanas pasākumiem, kas vēlētajiem nedos redzamus rezultātus deputātu pilnvaru periodā.

Norvēģijā šī problēma ir daļēji atrisināta ar plaša kompromisa panākšanu starp vairumu politisko partiju, kas ievēlētas parlamentā. Norvēģijas Klimata līgums tika saskaņots, vienojoties sešām partijām — gan pozīcijas, gan opozīcijas partijām. Tas ir nodrošinājis jaunas politikas pamatnostādņu pieņemšanu neatkarīgi no iespējamām izmaiņām valdībā, jo šīs sešas partijas vienmēr ir bijušas ievēlētas parlamentā. Tādējādi Klimata līgums nodrošina ilgtermiņa perspektīvu klimata politikas īstenošanai, pat ņemot vērā, ka jaunas vēlēšanas notiek ik pēc četriem gadiem.

Pirmais kompromiss tika pieņemts 2008. gadā un ietvēra Norvēģijas klimata politiku un pasākumus, lai sasniegtu izvirzītos mērķus. Kompromiss tika panākts starp toreizējo opozīcijas partiju konservatīvajiem, liberāļiem un kristīgo demokrātu deputātiem, kā arī trīspusējo koalīciju, kas ietvēra Sociālistu, Darba un Centra partijas. Kaut arī vairākām no šīm partijām bija vērienīgāka klimata politika, un tās turpinās cīnīties par plašākiem klimata politikas mērķiem un pasākumiem, kompromiss noteica kopējus mērķus, kam piekrita visas sešas partijas.

Vienošanās tika atjaunināta 2012. gadā, vienlaikus publicējot Balto grāmatu par Norvēģijas klimata politiku.

Atjauninātais Klimata līgums ietver šādus galvenos mērķus:

- Norvēģija būs klimata ziņā neitrāla valsts 2050. gadā;
- Norvēģija būs oglekļa dioksīda emisiju neitrāla pirms 2030. gada, ja arī citām valstīm būs līdzīga apņemšanās;
- Norvēģija līdz 2020. gadam samazinās SEG emisijas 30% apmērā salīdzinājumā ar 1990. gadu;
- Norvēģijas klimata mērķos būs uzstādījums samazināt SEG emisijas par 40% 2020. gadā salīdzinājumā ar 1990. gada līmeni, ja valstis, kurās ir lielākās SEG emisijas, uzņemsies līdzīgas emisiju samazināšanas saistības.

SEG emisijas Norvēģijā tiks samazinātas apmēram par trešdaļu vai pat pusi, bet pārējo samazinājumu segs, iegādājoties oglekļa kvotas starptautiskā tirdzniecībā.

Daži konkrēti veicami pasākumi ir šādi:

- nodrošināt papildu finanšu līdzekļus Klimata un tehnoloģiju fondam nākamajiem četriem gadiem, lai veicinātu SEG emisiju samazināšanas tehnoloģiju attīstību, paredzot līdzekļu palielinājumu līdz 50 miljardiem Norvēģijas kronu (5,3 miljardi EUR) 2020. gadā;



16.1. att. Norvēģijas parlamenta (*Storting*) ēka galvaspilsētā Oslo.

- panākt aizliegumu naftas produktu izmantošanai dzīvojamā un sabiedrisko ēku apkurei nākamo astoņu gadu laikā ar nosacījumu, ka māsaimniecībām tiks nodrošinātas labas atbalsta shēmas;
- pašreizējie nodokļu atvieglojumi “nulles emisiju” automašīnu iegādei un izmantošanai tiks pagarināti vēl uz pieciem gadiem, līdz “nulles emisiju” automašīnu skaits pārsniegs 50 000;
- strauji palielināt atlīdzības apjomu sabiedriskajam transportam nākamajiem diviem gadiem, bet finansiālo atbalstu izmaksāt tikai saskaņā ar dokumentētiem rezultātiem;
- valdībai nākamajā valsts budžetā palielināt finansējumu videi draudzīgas enerģijas pētniecības centriem, to skaitā jaunam pētniecības centram par ģeotermālās enerģijas plašāku izmantošanu;
- valdībi palielināt iemaksas lielākiem sabiedriskā transporta projektiem lielākajās pilsētās un ap tām — lai tas nebūtu jāfinansē no pašvaldību puses;
- ātrāk attīstīt starppilsētu vilcienu satiksmi starp lielākajām pilsētām, kas saistītas ar galvaspilsētu Oslo;

- izveidot vismaz vienu pilna apjoma oglekļa savienojumu uztveršanas un uzglabāšanas demonstrācijas iekārtu astoņu gadu laikā;
- izstrādāt stratēģiju biogāzes izmantošanai;
- palielināt CO₂ nodokli naftas nozarē līdz 400 NOK (42 EUR) par vienu tonnu CO₂ ekvivalenta.

Baltajā grāmatā par klimata politiku ir konstatēts, ka Norvēģijas valdības veiktie pasākumi 2011.–2012. gadā ir samazinājuši SEG emisijas par aptuveni 20% salīdzinājumā ar “neiejaukšanās” scenāriju. Oglekļa savienojumu izmantošanas intensitāte (emisiju apjoms uz saražotā produkta vienību) Norvēģijas ekonomikā laika posmā no 1990. līdz 2010. gadam ir samazinājies par aptuveni 36%. Tomēr sakarā ar ekonomisko izaugsmi emisiju apjoms Norvēģijā joprojām palielinās, lai gan lēnāk, nekā tas būtu, ja pasākumi netiktu veikti.

1990. gadā Norvēģijas emisiju apjoms bija 49,8 miljoni tonnu CO₂ ekvivalenta, bet tās ir pieaugušas līdz 53,9 miljoniem tonnu 2010. gadā.

Norvēģijas Klimata līgums ir arī ievērojami palielinājis ar enerģētiku saistīto pētniecību, veicinājis valsts attīstību un praktiski parādījis jaunās klimata politikas devumu nākotnei.

16.2. Maksa par oglekļa savienojumu emisijām Norvēģijā



Princips, ka piesārņotājiem ir jāmaksā par radītām kaitīgām emisijām, ir svarīgs faktors Ziemeļvalstu valdību klimata politikas veidošanā. Apgalvojums, ka lielās SEG emisijas ir tirgus nepilnību rezultāts, ir pamatots — patiesās izmaksas par oglekļa savienojumu

emisijām netiek uzskaitītas un neparādās ekonomikas pārskatos.

Ja piesārņotājs maksātu pilnu cenu par visām darbībām un produktiem, arī segtu izmaksas par sabiedrībai nodarīto vides kaitējumu, tas stimulētu ražotājus samazināt emisijas un izstrādāt un īstenot jaunas un videi draudzīgas tehnoloģijas.

Taču tirgus vajadzībām ir nepieciešama telpa un laiks, lai varētu pielāgoties jaunajiem izaicinājumiem. Ir svarīgi nenomākt ekonomiku, palielinot izmaksas dažām nozarēm pārāk ātri. Labāk ir atvieglot pāreju uz zemu emisiju risinājumiem, gan pakāpeniski palielinot izmaksas par piesārņojumu, gan arī sniedzot mērķtiecīgas subsīdijas.

Aptuveni uz 80% Norvēģijas SEG emisiju attiecas vai nu nodokļi, vai emisiju kvotu tirdzniecības sistēma, vai arī abi veidi kopā.

CO₂ nodoklis

Visās Ziemeļvalstīs nodokļi tiek piemēroti par enerģijas izmantošanu un par CO₂ emisijām. Kopš 1991. gada Norvēģijā šis nodoklis tiek piemērots

- benzīnam,
- vieglajām un smagajām naftas frakcijām,
- Ziemeļjūrā iegūtai naftai,
- celulozes un papīra ražošanai,
- zivju produkcijas ražošanai,
- iekšzemes aviācijai un kuģniecībai.

Dažas nozares, piemēram, zvejniecība tālajos un piekrastes ūdeņos, rūpnieciskie procesi, starptautiskā kuģniecība un aviācija, ir atbrīvotas no šī nodokļa. Minētās nozarēs rit intensīva tirdzniecība, kas ir pakļauta starptautiskai konkurencei, tāpēc tās ir jāaizsargā.

Emisijas, ko rada starptautiskā kuģošana un aviācija, netiek uzskaitītas Norvēģijas emisiju reģistrā, jo nerada piesārņojumu Norvēģijas robežās.

Koksnes pārstrādes rūpniecībai, siļķu pārstrādei un zivju miltu ražošanai CO₂ emisiju nodoklis ir samazināts par 50%.

Norvēģijas CO₂ emisiju nodokļi ievērojami atšķiras starp nozarēm, kā arī atkarībā no degvielas avotiem un degvielas izmantojuma. Zināmā mērā nodokļi atšķiras arī dažādās

tautsaimniecības nozarēs. Iekšzemē nodokļu līmenis galvenokārt ir atkarīgs no minerāleļļu un benzīna izmantošanas, to atšķirīgi apliekot ar nodokli iegādei vai importam. No Norvēģijas naftas platformām nodokļi tiek iekasēti par naftas un dabasgāzes dedzināšanu. CO₂ emisiju nodoklis tiek piemērots arī par emisijām no atkritumu sadedzināšanas.

2014. gadā cena par vienu tonnu CO₂ ekvivalenta svārstījās no 4 līdz 65 eiro atkarībā no fosilā kurināmā un lietošanas veida. Vidējā cena ir 250 NOK (26 EUR) par vienu CO₂ tonnu. Lielās atšķirības nodokļu līmeņa ziņā nosaka tas, ka robežizmaksas emisiju samazināšanā ievērojami atšķiras starp dažādām nozarēm. Naftas nozarei ir visaugstākie nodokļi, bet ražošanas procesi ir lielā mērā atbrīvoti no tiem (18% no emisijas 2006. gadā).

Norvēģijas CO₂ emisijas nodokļus nosaka divi dažādi likumi – Likums par tirdzniecības nodokli un Likums par CO₂ nodokli darbībām ar naftu kontinentālajā šelfā. Ir arī nodokļi par metāna emisijām, kas rodas atkritumu apglabāšanā, un par freonu emisijām.

Svarīga ir attieksme par CO₂ maksājumiem. Tiem jābūt tādiem, lai nevis tikai subsidētu emisiju samazināšanu, bet arī rūpētos, lai valdības izdevumi veicinātu ieņēmumu palielināšanos. 2004. gadā nodokļi radīja Norvēģijas valdībai ieņēmumus 3 miljardus NOK



16.2. att. Naftas platforma Ziemeļjūrā.



16.3. att. Shēma par CO₂ noglabāšanu Ziemeļjūrā. Jau vairāk nekā 13 miljoni tonnu CO₂ ir noglabāts iežu formācijās zem Ziemeļjūras. Katru gadu kopš 1996. gada 1 miljonu tonnu CO₂, kas tika atdalīts dabasgāzes ieguvē, ievadīja atbilstošas struktūras porainos smilšakmens iežos vairāk nekā 800 metru dziļumā zem jūras dibena.

(330 miljonus EUR). Šos līdzekļus varēja izmantot, lai subsidētu zema emisiju līmeņa risinājumus vai citu nodokļu samazināšanai, tādējādi veicinot visas ekonomikas attīstību.

Vēl viens svarīgs iemesls, lai izmantotu CO₂ emisiju nodokli, nevis tikai dotu subsīdijas, ir tas, ka pats tirgus mehānisms sakārto, kur emisiju samazinājums ir lētākais. Rezultātam, vismaz teorētiski, ir jābūt tādām, lai CO₂ emisiju samazinājums notiktu par vismazāko iespējamo cenu. Priekšnoteikums, lai tas notiktu, ir vienāda maksa par emisijām visos sabiedrības sektoros. Tas pagaidām Norvēģijā vēl nav stājis spēkā, jo daži sektori ir mazāk aizsargāti pret paaugstinātu nodokļa likmi nekā citi.

Norvēģijas emisijas kvotu tirdzniecības sistēma

Norvēģijā 2005. gadā sistēma tirdzniecībai ar CO₂ emisijas atļaujām tika ieviesta tikai 42 uzņēmumiem. Šo uzņēmumu pārstāvētās nozares:

- centralizētā siltumapgāde,
- kokapstrāde,
- zivju pārstrāde,
- naftas ķīmiskā pārstrāde,
- gāzes pārstrādes tehnoloģijas,
- tērauda un minerālvielu ražošana.

Vēl to skaitā bija naftas rektifikācijas uzņēmumi, gāzes termināļi, gāzes fabrikas un

enerģētiskās iekārtas. Šie uzņēmumi radīja 17,8 miljonus tonnu CO₂ emisiju. Sešpadsmit no uzņēmumiem bija augstākas emisijas šajā laika posmā, nekā to pieļāva kvotas, tāpēc tiem nācās pirkt atļaujas ES tirgū. Tomēr nebija iespējams pārdot atļaujas tajā pašā sistēmā.

2008. gadā šī sistēma tika paplašināta, lai iekļūtu par daļu no ES emisijas kvotu tirdzniecības sistēmas (ETS). Iekšzemes nozares var izmantot ETS un daudzos gadījumos ir atbrīvotas vai daļēji atbrīvotas no CO₂ emisiju nodokļa. Ārzonas naftas industrijai tika piemēroti ETS un CO₂ emisiju nodokļi, taču tie tika pazemināti, kad ETS stājās spēkā no 2007. līdz 2008. gadam. 2013. gadā CO₂ emisiju nodoklis attiecībā uz jūras naftas ieguvu tika atkal pielietots, lai starptautiski līdzsvarotu CO₂ emisiju nodokļus ar emisiju kvotu cenu, kā arī lai padarītu sistēmu relatīvi stabilāku.

Transporta nodokļi

Norvēģijā ir samērā augstas automašīnu nodevas, un tā ierindojas starp pasaules valstīm ar augstākajām šāda veida nodevām. Tās gan ir diferencētas, dodot priekšrocības automašīnām ar mazu izmešu daudzumu. Elektriskie transporta līdzekļi ir atbrīvoti no nodevas, bet dažiem jāmaksā PVN. Turklāt Norvēģijā ir augsta cena par benzīnu.

16.3. Ilgtspējīgs ekociemats Norvēģijā



Vīzija visiem ekociematiem ir līdzīga — piekopt vienkāršotu dzīvesveidu indivīdiem un kopienai, lai krasi samazinātu savu "oglekļa

pēdu". Pētījumi Norvēģijā parāda, ka ekokopienas ir sabiedrības konkrēta un izvērtējama atbildes reakcija saistībā ar klimata problēmām, ar kurām nākas saskarties jau šodien. Tas nav pietiekami, lai būvētu un pārbūvētu mājas, kas tiek uzturētas tikai ar "tīru enerģiju". Jāņem vērā arī pats būvniecības process, materiālu transportēšanas veids un kopējais aprites cikls. Tikai rūpīgi visu apsverot, izstrādājot struktūru un arhitektūras risinājumus, ir iespējams izveidot patiešām "tīras" enerģijas mājas — no brīža, kad sākas celtniecība un turpmāk vietās, kur visu mūžu dzīvos cilvēki.

Ēku nozare Norvēģijā veido aptuveni 40% no valsts enerģijas patēriņa. Daudzi projekti nodrošina “zaļo sakopšanu”. Tas nozīmē, ka tiek īstenoti nelieli, videi draudzīgi pasākumi, nodrošināta laba reputācija, jo lielākā daļa no pasākumiem nemaz nav ne mazi un nepavisam nav nenozīmīgi.

Hurdāle ir pašvaldības komūna (administratīva vienība), kas atrodas Akershusas reģionā Norvēģijas austrumos. “Filago” ir uzņēmums, kas jau desmit gadus izstrādājis ekociematu projektus ar vidēji 200 dzīvojamām ēkām, arī Hurdālei. Šie projekti ir efektīvs veids kā konkrēti sasniegt izvirzītos vides aizsardzības mērķus, ko noteikusi Norvēģijas valdība.

Hurdāles modeļa metode atšķiras no citām “zaļās” mājojku attīstības metodēm, jo aprēķinos ietver emisijas un izmantotos resursus gan ražošanas un transportēšanas posmā, gan arī ietekmi uz vidi ēku izmantošanas laikā, ieskaitot nepieciešamās kvalitātes kontroli. Turklāt tiek uzsvērts iekštelpu gaisa kvalitātes līmenis un minimāla mākslīgo materiālu izmantošana. Savukārt atbilstoši izvēlēta infrastruktūra veicina kopienas un iedzīvotāju ilgtspējīgu dzīvesveidu un resursus taupošu attieksmi. Mājas ir enerģētiski pašpietiekamas un tām nav nepieciešama āršien apkope.

Tas sākās 1990. gadā, kad grupa norvēģu sanāca kopā, lai apspriestu savu redzējumu par jaunu un ilgtspējīgāku dzīvesveidu. Tie bija dažāda vecuma cilvēki ar kopīgām interesēm par ilgtspējīgu dzīvi. Ar lielu entuziasmu viņiem

izdevās 1998. gadā nodibināt fondu un viņi sāka meklēt vietu, kur izveidot Norvēģijas pirmo ekociematu.

Hurdāles pašvaldība tai laikā bija iegādājusies zemes gabalu, lai sāktu veidot ilgtspējīgas attīstības ciematu, un tai šķita pievilcīgas fonda idejas. Fonds mainīja savu nosaukumu uz *Hurdal Ecovillage Co* (HECO), un no 2002. līdz 2003. gadam Hurdālē tika uzceltas astoņas nelielas mājas. Tālākā attīstība bija grūta, jo nevienam no HECO locekļiem nebija pietiekamas pieredzes par likumdošanu un finansēm. Tomēr galu galā komandai pievienojās vairāk cilvēku un sākās pārmaiņas uz labo pusi.

Hurdāle ir Norvēģijas pirmais ekociemats, un tajā jau ir uzbūvētas 200 mājas. Vietējā pašvaldība ir izvirzījusi mērķi līdz 2025. gadam padarīt ciematu par neitrālu attiecībā uz CO₂ izmešiem. Tas tiek veidots kā “Ilgtspējīga ieleja”. Ik gadu tiek paplašināta Saules paneļu izmantošana, līdz tiks sasniegts nepieciešamās enerģijas nodrošinājums visam ciematam.

Papildus CO₂ emisiju neitrālam būvniecības procesam, ciematā ir uzsākti vairāki citi projekti, lai līdz 2025. gadam sasniegtu izvirzītos mērķus. Emisijas, kas saistītas ar pārtikas ražošanu, iepakojšanu un transportēšanu, prasa lielu mākslu, lai nepalielinātos individuālā “oglekļa pēda”. Vietējā un ekoloģiskā pārtika varētu to samazināt, tāpēc pārtikas ražotāji Hurdālē kopā strādāja, lai izveidotu uzņēmumu “Hurdāles pārtika”, kas cenšas visu nepieciešamo pārtiku audzēt un iegūt vietējās saimniecībās un pārdod savā kopienā.



16.4. att. Hurdāles ekociemata ikdiens.

Būvniecība "Ilgtspējīgā ielejā" prasa daudz koksnes, jo tas ir videi draudzīgākais materiāls, kas pieejams Norvēģijā.

Hurdāles pašvaldība ir uzsākusi "Koksnes projektu". Tas nozīmē, ka visiem izmantotajiem kokmateriāliem jābūt no vietējiem mežiem un tie jāapstrādā uz vietas.

Hurdālē ir izveidots oficiāls kontaktpunkts starp iedzīvotājiem, zemes īpašniekiem un pārdevējiem. Visiem iedzīvotājiem jāiesaistās ekociemata mērķu īstenošanā un ir jāstrādā

drošas, laimīgas un ilgtspējīgas sabiedrības dzīves veicināšanai. Iedzīvotāji strādā, lai uzlabotu un saglabātu kopējās platības un sociālo vidi ciematā. Kopienas gars kalpo par pamatu, lai saglabātu ilgtspēju un zemas CO₂ emisijas.

Atšķirīgās ciemata sociālās grupas regulāri organizē kursus, seminārus un citus pasākumus, kur ikviens ir laipni aicināts mācīties un attīstīt jaunas prasmes, kas ir svarīgas, lai dzīvotu ekociematā.

16.4. Samso – Dānijas atjaunojamās enerģijas sala



Dānijas sala Samso atrodas Kategata līcī Ziemeļjūrā aptuveni 120 km uz rietumiem no Kopenhāgenas. Sala ir tikai 114 km² liela un tur mājvietu rod 3800 cilvēki. Tie dzīvo kā paraugs dāņu sabiedrības pašprietekamībai.

1997. gadā Samso sala uzvarēja konkursā "Dānijas atjaunojamās enerģijas sala". Tas nozīmēja, ka bija gaidāms, ka sala kļūs 100% enerģijas pašprietekama desmitgades ietvaros.

Plāns mainīt visu enerģijas ražošanu un patēriņu desmit gadu laikā bija pārsteidzošs, jo salā līdz tam nebija nekādu parasto enerģijas avotu un tā bija pilnīgi atkarīga no fosilā kurināmā enerģijas, ko uz salu nogādāja ar tankkuģiem, kā arī no elektroenerģijas, ko ieguva caur savienojumu ar cietzemes tīkliem. Lai sasniegtu šo mērķi, bija jāpanāk dažādo dalībnieku iesaistīšanās atbalsta projektā. Tas ietvēra salas atjaunojamās enerģijas projekta personālu, Samso iedzīvotājus un pašvaldību, Dānijas valdību, kā arī vietējos un ārējos uzņēmumus.

1997. gada iniciatīvas pamats bija valdības ziņojums, kas ieteica palielināt atjaunojamās enerģijas daļu 35% apjomā no Dānijas kopējā enerģijas patēriņa līdz 2030. gadam. Konkursa uzdevums bija veicināt atjaunojamās enerģijas izmantošanu, izpētīt iespējamo procentuālo atjaunojamās enerģijas daļu, kas varētu tikt sasniegta noteiktā jomā un laikā, izmantojot modernās tehnoloģijas. Lai uzvarētu konkursā, projekta pieteikuma plāns bija jāizveido, ņemot vērā, kādi resursi būs pieejami enerģētikas jomā un kā varētu veikt pāreju, izmantojot tehniskos un organizatoriskos risinājumus.

Enerģijas patēriņa samazināšana visās nozarēs bija prioritāte. To veicināja arī vietējo iedzīvotāju līdzdalības pakāpe. Samso iesniegtais pieteikums tika novērtēts kā labākais un atbilstošākais Dānijas Enerģētikas ministrijas prasībām.

Lai sāktu projekta īstenošanu, firma "Plan-Energi" izstrādāja salas enerģētikas attīstības plānu, ņemot vērā uz salas pieejamos resursus, kā arī iezīmēja aptuvenu laika grafiku. Tas tika izmantots projekta "Dānijas atjaunojamās enerģijas sala" īstenošanas vadlīniju sagatavošanai.

Visi salas iedzīvotāji tika aicināti uz tikšanos, kur tiem tika sniegta informācija par izmaksām, atmaksāšanās laiku, iespējamajiem tehnoloģiskiem risinājumiem utt. Iedzīvotāji tika uzaicināti piedalīties darba grupās. Daudzi iesaistījās izmantojamo tehnoloģiju izvēles procesā, un vēlāk tiem tika dota iespēja veikt

arī finanšu ieguldījumus tehnoloģijās, ko viņi bija izvēlējušies. Tas atbilda arī projekta filosofiskajam uzstādījumam – “domā kā vietējais un rīkojies atbilstoši vietējai videi”.

Siltums

Atjaunojamās enerģijas procentuālā daļa siltuma nodrošināšanai pieauga no aptuveni 25% 1995. gadā līdz 65% 2005. gadā. Tajā pašā periodā kopējais siltumenerģijas patēriņš samazinājās par aptuveni 10%. Jau projekta sākumā pašvaldība nolēma, ka visām esošām māsaimniecībām vai nu jāpieņem vai jānoraida iespēja pieslēgties centralizētās siltumapgādes sistēmai. Visas jaunuzceltās ēkas bija jāpievieno centralizētās siltumapgādes sistēmai.

Dānijā maksa par pieslēgšanos centralizētai siltumapgādei ir ļoti augsta, bet, saņemot dotāciju projektam no Valsts enerģijas taupīšanas asociācijas, tas bija ļoti lēti. Tas bija viens no iemesliem, kāpēc Samso salā pāreja uz jauno enerģētisko sistēmu bija veiksmīga.

Elektrība

Pētījumi apliecināja, ka Samso salas kopējam saražotajam elektroenerģijas apjomam jābūt 11 MW, lai to padarītu par enerģētiski pašpietiekamu. Lauksaimnieki, kuru īpašumā bija potenciālās vēja turbīnu uzstādīšanas vietas (zeme) ļoti labprāt ieguldīja līdzekļus savu vēja turbīnu uzstādīšanā. Tādējādi netrūka potenciālu investoru. Trijās grupās uz salas tika uzstādītas vienpadsmit 77 metrus augstas 1 MW

vēja turbīnas. Tā kā tolaik tirgū nebija pieejamas tehnoloģijas, kas var nodrošināt transporta nozares vajadzības ar atjaunojamo energoresursu enerģiju, Samso salā tika ieteikts ražot līdzvērtīgu apjomu “tīrās” enerģijas, izmantojot vēja turbīnas, kas uzstādītas jūrā. Tika aprēķināts, ka šai nolūkā ir vajadzīgas piecpadsmit 1,5 MW vēja turbīnas.

Lai nodrošinātu, ka Samso salai pieder projekta koncesija, tika iesaistīti vietējie partneri un dibināts uzņēmums “*Samso Offshore Wind Co*”. Turklāt kompāniju “*Energi midt*”, ar kuru jau vairākus gadus sadarbojas Dānijas Enerģētikas ministrija par Saules paneļu uzstādīšanu, subsidēja Saules paneļu uzstādīšanu trim Samso salas mājām (katrai 20 m² Saules paneļu).

Jau 2005. gadā salā tika saražots vairāk enerģijas nekā bija nepieciešams, lai apmierinātu salas vajadzības, tāpēc enerģijas pārpalikumu sāka eksportēt uz Dānijas cietzemi.

Transports

Samso salā 10 gadu periodā tika īstenotas šādas iniciatīvas:

- lielie autobusi nomainīti ar mazajiem ārpus maksimālās slodzes stundām,
- padarīts elastīgāks autobusu saraksts,
- paplašināts bezmaksas sabiedriskais transports, ietaupījumi 10–25% apmērā,
- samazinājies enerģijas patēriņš traktoriem, ietaupījumi lauksaimniecības nozarē 30% apmērā,
- sākusies pakāpeniska pāreja uz elektroautomobiļiem.



16.5. att. Samso salas vēja turbīnas jūrā un termiskie Saules paneļi siltumapgādes iekārtām.

Vide

Tas bija ļoti veiksmīgs projekts ar 100% ilgtspējīgu rezultātu, jo samazinājās SEG emisijas enerģijas patēriņā, palielinājās nodarbinātības iespējas un uzlabojās vispārējā sociāli ekonomiskā sabiedrības iekļautība.

Naftas produktu patēriņš samazinājās par 15% laika periodā no 1997. gada līdz 2005. gadam. Tas bija galvenokārt saistīts ar naftas produktu patēriņa samazinājumu apkurei, jo siltumapgādes sistēmas sāka vairāk izmantot biomasu (salmi, koka skaidas) un Saules kolektorus.

Fosilās degvielas (benzīns, dīzeļdegviela) izmantošana transportā (prāmji, automašīnas) patēriņš palika gandrīz nemainīgs.

Elektroenerģētikas jomā sauszemes un jūras vēja turbīnas aizstāja elektrības importu no kontinenta. 11 vēja turbīnu uz sauszemes un vēlāk 10 vēja turbīnu jūrā uzstādīšana palielināja vēja enerģijas ražošanu par 100%. Neskatoties uz to, ka Saules paneļi un to uzstādīšana ir samērā dārga, salinieki sāka ar niecīgu ieguldījumu, līdz sasniedza vērā ņemamu

enerģijas ražošanas līmeni, galvenokārt, sakarā ar 2500 m² termisko Saules paneļu uzstādīšanu siltumapgādes iekārtām.

Darba nodrošinājums

Projekts “Dānijas atjaunojamās enerģijas sala” radīja daudz darba vietu, gan plānojot un uzstādot vēja turbīnas, gan centralizētās siltumapgādes iekārtas.

Siltumapgādes projektus un vēja turbīnu uzstādīšanu veica vietējie uzņēmēji par projekta līdzekļiem. Tas, savukārt, deva darbu vietējiem iedzīvotājiem mehāniskajās un elektroiekārtu darbnīcās, kā arī vēja turbīnu apkalpošanā.

Vietējie tehniķi tika apmācīti un sertificēti, lai varētu uzstādīt Saules termiskos paneļus, kā arī nodrošināt jauno iekārtu darbību.

Vietējiem lauksaimniekiem tiek maksātas izdevīgas cenas par lauksaimniecības atkritumiem, tāpēc tie labprāt tos piegādā vietējām siltumcentrālēm.

16.5. Dānijas “zaļā” sala Bornholma



Bornholma ir neliela sala Baltijas jūrā, kas atrodas uz austrumiem no Dānijas cietzemes. Salas iedzīvotāju skaits — 41 000.

Salā ir bijušas vairākas uzņēmējdarbības krīzes un finanšu lejupslīde, bet ir izdevies tās pārvarēt. Sala ir uzsākusi projektu “Bright Green Island”, un tā mērķis ir līdz 2025. gadam izveidot ilgtspējīgu, CO₂ emisiju neitrālu sabiedrību, kas būtu pašpietiekama atjaunojamās enerģijas ziņā. Stingra politiskā apņemšanās

un vietējais atbalsts “zaļām” iniciatīvām padara Bornholmu par ideālu reālās dzīves laboratoriju jauno enerģijas tehnoloģiju pārbaudei.

Bornholmieši uzskatīja, ka risinājumiem nevajadzētu būt pārāk apjomīgiem vai veiktiem ar lielu uzņēmumu resursiem. Tas veicinātu vietējus, integrētus risinājumus ar vispārēju atbalstu vietējā sabiedrībā, kā arī dotu iespēju pārbaudīt vairākus dažādus projektus salas apstākļos. Tā būtu laba iespēja mācīties citam no cita.

Projekts paredz konsultācijas par ilgtspējīgu attīstību, saziņas tīklu veidošanu un kontaktu iespēju uzlabošanu. Tas veicināja semināru, lekciju, darba grupu sanāksmju organizēšanu, zināšanu izplatīšanu un uzņēmējdarbības izvērsanu. “Zaļie” risinājumi tika meklēti visās nozarēs, lai salu pārveidotu pēc iespējas ātrāk.

Tiek attīstītas gan “tīrās” tehnoloģijas enerģijas ražošanā un sadalē, gan veicināta

bioloģiskā lauksaimniecība, dabas aizsardzība un vides izglītība (arī bērnudārzos).

Bornholmas projekts ir piesaistījis interesi pasaulē. Uzņēmumu vadītāji, zinātnieki, tūristi un politiķi apmeklē salu, lai uzzinātu par tehnoloģiskajiem eksperimentiem un projekta īstenošanas ietekmi uz salu. Bornholmas Biznesa centrs organizē ekskursijas pa salas "enerģētikas" maršruti. Enerģiju Bornholmā nodrošina vējš (64%), Saule (1%) un biomasas (10%), kas kopā veido 85%. Atlikušo daļu nodrošina akmeņogles (8%) un naftas produkti (7%).

Ar "labas dzīves" mērķi projekts panāk daudz vairāk nekā varētu gūt no jauno tehnoloģiju izmantošanas. Piemēram, Bornholmas jaunpienācējiem un jauniem biznesa projektiem tiek piedāvāts kontaktpunkts, bet visa Bornholmas kopiena ir iesaistīta salas nākotnes veidošanā, izmantojot 900 vietējo iedzīvotāju konsultantu grupu, ar kuru tiek apspriesti visi jautājumi saistībā ar dažādu virzienu attīstības iespējām.

Līdzdalība ES Ekotīklā

Elektroenerģijai piemīt savdabīga īpatnība – tajā pašā brīdī, kad tā ir saražota, nepieciešams to nekavējoties izmantot. Vienmēr ir jābūt acumirkļa līdzsvaram starp elektroenerģijas ražošanu un patēriņu. Tāpēc parasti samazina ražošanas apjomu periodos ar nelielu patēriņu, piemēram, naktīs, bet palielina ražošanu, kad visi ir mājās un sāk gatavot vakariņas.

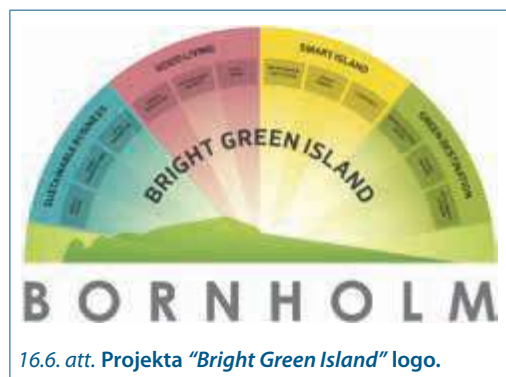
Atjaunojamā enerģija balstās uz mainīgiem avotiem, piemēram, vēja un Saules enerģiju. Ar

izmaiņām piegādē apvienojumā ar pieaugošo pieprasījumu pēc elektroenerģijas no, piemēram, siltumsūkņa, lai uzlādētu elektrisko transportlīdzekli, energoapgādes tīklā jāsiglabā līdzsvars. Tas ir milzīgs izaicinājums visām valstīm, kas vēlas būt "zaļas".

Atjaunojamās enerģijas ieviešana nebūt nenozīmē mainīt enerģijas avotus. Jāmaina arī enerģijas ražotāju un patērētāju mijiedarbība, lai ražošana tiktu koriģēta līdz ar patēriņa pieprasījumu. Drošā sistēmā arī patērētājiem jāpieļāgojas pieejamām elektroenerģijas piegādēm.

Elektroenerģijas tirgū cenas krītas katru reizi, kad elektrības padeve ir lielāka nekā pieprasījums. Dažām ierīcēm, piemēram, veļas mazgājamām mašīnām un, zināmā mērā, arī siltumsūkņiem, ne vienmēr ir jābūt ieslēdzamiem un izslēdzamiem jebkurā laikā. Tā vietā iekārtu ieslēgšanu var atlikt uz piemērotāko laiku, kad cenas ir zemas.

Pārkārtojot pieslēgšanos kādam energoietilpīgam patēriņam uz laiku, kad cena ir zema, var panākt efektīvāku atjaunojamo energoresursu izmantošanu. Tā var ietaupīt patērētāja naudu, paaugstināt energoapgādes drošību un samazināt atkarību no fosilā kurināmā rezerves jaudām. Lai to panāktu, patērētājiem ir svarīgi saprast un pieņemt jaunu elektroenerģijas patēriņa veidu. Patērētāju elastīgums ir būtiska viedo elektroapgādes tīklu daļa.



16.6. att. Projekta "Bright Green Island" logo.



16.7. att. Bornholmas līdzdalība ES Ekotīklā.

Bornholmas iedzīvotāji tiek labi sagatavoti jaunās enerģētikas sistēmas izmantošanai un zina, ka elastīgs elektroenerģijas patēriņš veicina līdzsvara saglabāšanu elektroenerģijas tirgū.

ES Ekotīkla projekta dalībnieki ir saņēmuši viedos elektrības skaitītājus, kas uzrāda esošo elektroenerģijas cenu ik pēc piecām minūtēm. Tas ļauj gala lietotājam tieši piedalīties elektroenerģijas tirgū, pielāgojot patēriņa pieaugumu vai samazinājumu atkarībā no cenas. Tādā veidā elektroenerģijas patēriņa un ražošanas maksimumi var tikt samazināti, padarot sistēmu elastīgāku pret svārstībām.

Projekts veicina izpratni un uzvedības maiņu, jo tiek izmantotas kampaņas, kas saistītas ar brošūru izplatīšanu, reklāmu televīzijā un laikrakstos, kā arī ar enerģijas izmantošanas konsultācijām dalībniekiem. Projekts dod jaunu ieskatu par to, kā patērētāju pieprasījums reaģē uz cenu signāliem un kā reālā laika tirgū var darboties ar plašām kombināciju iespējām attiecībā uz izplatītākiem enerģijas avotiem. Projekta dalībnieki pakāpeniski pierādīs pie domas par mainīgām elektroenerģijas izmaksām un sapratīs, ka daži no viņu paradumiem attiecībā uz elektroenerģijas patēriņu ir jāmaina.

Atbilstoši pētījumi ir devuši vērtīgu ieskatu par enerģijas tirgus funkcijām un to, kā patērētāji reaģē uz konkrētā laika cenu.

Jāpiemin arī citi tehniskie projekti:

- pilnībā īstenota testa iekārta par viedajiem tīkliem, izmantojot Bornholmu kā testa tīklu,
- Bornholmā izvietotas Saules paneļu vienības, sākot ar 2 MW,
- 200 individuālās māsaimniecības apgādātas ar automātiskām kontroles ierīcēm,
- 250 privātās māsaimniecībās izveidota pilnīga automātiskā kontrole pār visām elektroierīcēm,
- 150 privātmājās nomainīti mazuta katli pret siltumsūkņiem ar tālvadības pultī,
- notiek gatavošanās projektam ar piecām kurināmā elementu mikrokoģenerācijas iekārtām privātmājās,
- elektrisko transportlīdzekļu projekta īstenošana Dānijā ar demonstrācijām Bornholmā, kas paredzēja noskaidrot iespēju, vai elektriskais transportlīdzeklis, kas bijis pievienots elektrotīklam, var pārdot atpakaļ elektroenerģiju energosistēmai, ja tīkla pieprasījums pēc elektroenerģijas ir augsts.

16.6. Biroju ēkas apsildīšana ar ķermeņa siltumu Zviedrijā



Grūti iedomāties, ka ķermeņa siltums varētu būt arī enerģijas avots. Tomēr ķermeņa siltumu ir sākusi izmantot kāda Zviedrijas kompānija.

Cauri Stokholmas Centrālajai dzelzceļa stacijai katru dienu iziet vairāk nekā 250 000 cilvēku, radot lielu siltuma daudzumu. Viņi ne tikai paši rada siltumu, bet arī veic dažādas darbības, piemēram, iegādājas pārtiku, dzērienus un preses izdevumus. Tā vietā, lai ķermeņa siltums izkļiedētos stacijas gaisā, šī enerģija tiek izmantota, lai sildītu tuvējo biroju ēku, kas pieder valsts uzņēmumam.

Tāds risinājums konkrētai ēkai samazina apkures izmaksas pat par 25% salīdzinājumā ar dabasgāzes izmantošanu, kas Zviedrijā ir dārga.

Nemot vērā aukstās ziemas un augstās enerģijas cenas, Zviedrija meklē alternatīvus veidus, kā apsildīt ēkas. Ziemeļvalstis — Zviedrija, Dānija, Norvēģija un Islande plaši izmanto



16.8. att. Stokholmas Centrālās dzelzceļa stacijas uzgaidāmā zāle.

centralizēto siltumapgādi, izmantojot kombinēto siltuma un elektroenerģijas ražošanu, parasti par kurināmo lietojot biomasu. Taču ir iespējams izmantot arī citus avotus ar zemāku temperatūru.

Stokholmas Centrālā dzelzceļa stacija ir lielākā un aktīvākā dzelzceļa stacija Zviedrijā. Vīlčieni, veikali un cilvēki stacijā rada milzīgu siltuma daudzumu, kas parasti tiek ventilēts uz āru. Kaut gan siltuma apmainītāji nav no jauna izgudrota tehnoloģija, tomēr uzdevums nodot siltumu no vienas ēkas uz otru prasa ilgtermiņa sadarbību starp divu ēku īpašniekiem.

Biroju ēkas (*Kungsbrosuset*) platība ir 40 000 m², un tā atrodas Stokholmā netālu no stacijas ēkas. Tagad liekais siltums no Centrālās



16.9. att. Stokholmas Centrālā dzelzceļa stacija un biroju ēka (*Kungsbrosuset*).

stacijas tiek pārvadīts uz šo biroja ēku. Tas ir labāks risinājums, nekā izmantot ezera ūdeni stacijas dzesēšanai.

Šis Stokholmas projekts ir iedvesmojis līdzīgai iniciatīvai Parīzē, kur siltums no metro stacijas tiek izmantots, lai apsildītu dzīvokļus tuvējā dzīvojamā kompleksā.

16.7. Saragošas "Ūdens taupīšanas programma" Spānijā



Saragošas pilsēta atrodas pussausajā klimata joslā Spānijas ziemeļaustrumos. Tajā

vidējais nokrišņu daudzums ir tikai 314 mm gadā, un tāpēc lielāko daļu ūdens apgādei ņem no Spānijas lielākās upes Ebro. Sakarā ar to, ka upes līmenis svārstās atkarībā no sezonas, bet ūdens kvalitāte ir zema, kā arī ilgstošā sausuma dēļ, kas sākās 20. gs. 90. gados, 1996. gadā tika uzsākta Saragošas pilsētas "Ūdens taupīšanas programma", lai risinātu ūdens trūkuma problēmu.

Pilsētas pieaugošais iedzīvotāju skaits un ekonomikas straujā attīstība bija papildu faktori, kas vēl vairāk pastiprināja ūdens taupīšanas programmas nepieciešamību. Vajadzēja arī

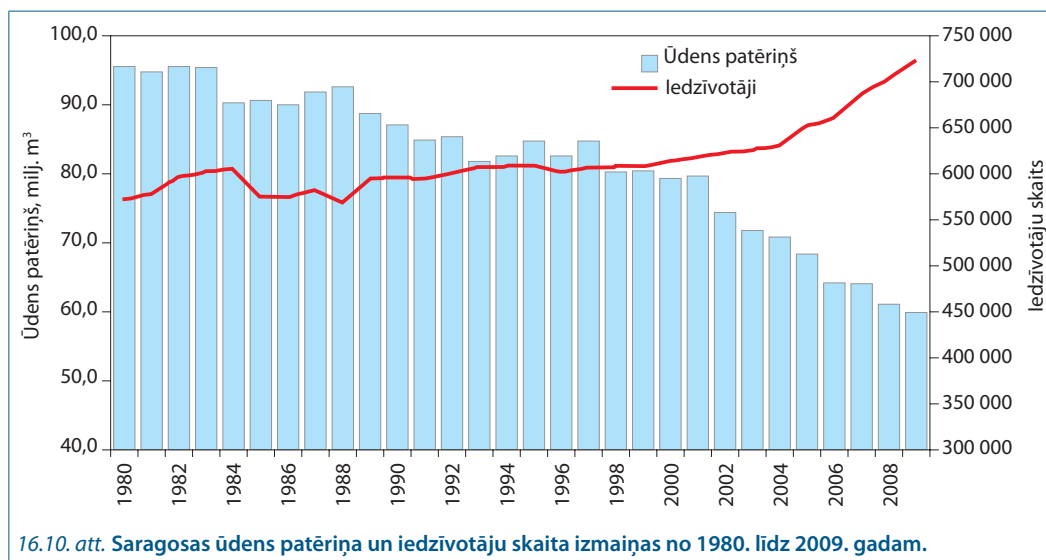
paaugstināt pilsētas noturību un elastību saistībā ar gaidāmām klimata pārmaiņām 21. gadsimtā.

Ņemot vērā sabiedrības prasību samazināt ūdens patēriņu, Saragozas pašvaldība ar vietējo vides aizsardzības organizāciju atbalstu uzsāka "Ūdens taupīšanas programmu". Galvenais programmas mērķis bija samazināt ūdens patēriņu un piesārņojumu no dažādām patērētāju grupām, arī pašvaldības, uzņēmumiem un vietējiem iedzīvotājiem. Saragozas "Ūdens taupīšanas programma" paredzēja arī palielināt ieņēmumus no ūdens patērētājiem, lai pilnībā segtu izmaksas par ūdens apgādi un notekūdeņu attīrīšanu. Palielinātie ieņēmumi turklāt palīdzētu segt izmaksas, lai uzlabotu novecojošo pilsētas ūdens saimniecības infrastruktūru.

Lai samazinātu ūdens patēriņu, tika izmantotas trīs atšķirīgas pieejas. Pirmkārt, pamatojoties uz sociālām un kultūras iniciatīvām, tika veicināta "ūdens taupīšanas kultūra", kas kļuva par daļu no pilsētas un iedzīvotāju identitātes. Otrkārt, izmantojot ekonomiskos līdzekļus, ūdens patērētāji kļuva jutīgāki pret ūdens trūkumu, vides piesārņojumu un ūdens pārmērīgu lietošanu. Treškārt, tika veikti pasākumi, lai atjaunotu un uzlabotu ūdensapgādes infrastruktūru, izmantojot dažādas modernās tehnoloģijas un atbilstošus materiālus.

"Ūdens taupīšanas kultūras" veicināšanai tika izveidotas izstādes un stendi sabiedriskās vietās, piemēram, parkos un dārzos, lai pārliecinātu iedzīvotājus par pievēršanos labai ūdens izmantošanas praksei. Tika sagatavotas un izplatītas brošūras un plakāti par ūdens taupīšanu dažādiem ūdens patērētājiem, galvenokārt, pilsētas iedzīvotājiem. Visbeidzot, ņemot vērā starptautisko izstādi "Ūdens un ilgtspējīga attīstība", ko rīkoja Saragosā 2008. gadā, vietējie iedzīvotāji un uzņēmēji tika aicināti samazināt ūdens patēriņu, izmantojot plašsaziņas līdzekļu iesaistīšanos un tiešsaistes platformas.

Izmaiņas tika veiktas arī attiecībā uz ūdens tarifiem, kurus paaugstināja, lai vēl vairāk samazinātu patēriņu. Pilsētas pašvaldība pat ieviesa "atlaidi par patērēto ūdeni tām māsaimniecībām, kas bija samazinājušas savu ikgadējo ūdens patēriņu par 10% vai vairāk". Pilsētas vadība arī izvērtēja, cik daudz par ūdeni būtu jāmaksā maznodrošinātām māsaimniecībām (pensionāri, bezdarbnieki, daudz bērnu ģimenes), lai tie varētu saņemt vismaz minimālo, bet absolūti nepieciešamo ūdens daudzumu un ar to saistītos pakalpojumus. Cenas tika stratēģiski pārvērtētas, lai nodrošinātu, ka tās atspoguļojas arī patērētājiem sniegtajos pabalstos. Savukārt pārmērīga ūdens lietošana tika sodīta ar augstu maksu par virsnormatīvo patēriņu.



16.10. att. Saragozas ūdens patēriņa un iedzīvotāju skaita izmaiņas no 1980. līdz 2009. gadam.

Izmantojot papildu ienākumus no izmaiņām ūdens tarīfos, kā arī pašvaldības ieguldījumus, tika veikts pilsētas ūdensapgādes cauruļvadu remonts un likvidētas ūdens noplūdes, uzsākta ūdens spiediena kontrole un uzstādīta atbilstoša aparatūra, lai samazinātu ūdens zudumus, bet ūdens uzglabāšanas rezervuāru bojājumus salaboja vai pat aizstāja ar jauniem rezervuāriem.

Šāda daudzšķautņainā pieeja, kas apvienoja sociālos, finansiālos un tehniskos pasākumus, lai palielinātu pilsētas noturību pret ūdens trūkumu, izrādījās ļoti veiksmīga. Dienakts ūdens patēriņš uz vienu iedzīvotāju samazinājās no 180 litriem 1980. gadā līdz 136 litriem 2000. gadā un nokritās zem 100 litriem 2010. gadā. Pilsētas mērogā, neskatoties uz pieaugošo iedzīvotāju skaitu, ūdens patēriņš samazinājās par 27% 15 gadu laikā: no 84,8 miljoniem m³ 1997. gadā līdz 61,5 miljoniem m³ 2008. gadā.

Tik ievērojams patēriņa samazinājums bija īstenoto risinājumu rezultāts visos līmeņos,

mērķtiecīgi piedaloties visiem Saragozas ūdens patērētājiem. Kultūras un sociālās iniciatīvas, ko rosināja "Ūdens taupīšanas programma", veicināja arī izpratni par ūdens taupīšanas pasākumiem iedzīvotāju vidū. Turklāt investīcijas infrastruktūras uzlabošanai palīdzēja samazināt nopietnus cauruļu pārrāvumus, plīsumus vai bojājumus no 750 gadījumiem 2000. gadā līdz 350 gadījumiem 2010. gadā.

Ūdens tarifu pārstrukturēšana palielināja ieņēmumus no ūdens patērētājiem. 2006. gadā ieņēmumi sedza 90% no ūdens piegādes un notekūdeņu attīrīšanas izmaksām salīdzinājumā ar 70% 1997. gadā.

Šīs iniciatīvas panākumi tika gūti, pateicoties tam, ka procesā piedalījās visas ieinteresētās puses, tostarp pašvaldības, attiecīgās komisijas, NVO, uzņēmumi, universitātes un vietējie iedzīvotāji. Tas arī nodrošināja reālu ūdens taupīšanas mērķa sasniegšanu, jo dažādās grupas spēja ātri novērtēt situāciju, un komunikācija ar dažādiem ūdens patērētājiem bija efektīva.

16.8. Freiburga – Vācijas Saules enerģijas galvaspilsēta



Freiburgas pilsēta, kas atrodas Vācijas dienvidrietumos, ir labs piemērs ilgtspējīgai pilsētas attīstībai. Freiburga ir ceturtnā lielākā (220 000 iedzīvotāju) Vācijas pilsēta Bādenes-Virtembergas federālajā zemē.

Jau kopš 1970. gada sadarbībā ar dažādām sociālajām grupām pilsētai ir veiksmīgi izdevies paplašināt "zaļo" ekonomiku, īstenojot vairākas iniciatīvas, piemēram, automašīnu ierobežotu izmantošanu, taču tai pašā laikā

uzlabotu sabiedriskā transporta sistēmu. Freiburga ir augstu standartu pilsēta attiecībā uz mājokļiem. Tas ir panākts, uzlabojot vides kvalitāti, enerģijas un ūdens izmantošanu, kā arī rūpējoties par dabas saglabāšanu.

Freiburga ir zināmā mērā unikāla, jo veiksmīgi izmanto vietējos faktorus – pašvaldības politiku, pilsoņu apņemšanos un iesaistīšanos, apkārtējo dabu un klimatu, kā arī zināšanas un inovācijas.

1996. gadā pilsētas pašvaldība izvirzīja mērķi samazināt CO₂ emisijas par 25% līdz 2010. gadam. Emisijas tika būtiski samazinātas, jo īpaši satiksmes un enerģētikas nozarē, piemērojot virkni pasākumu – uzlabojot sabiedriskā transporta sistēmu, uzlabojot velosipēdistu iespējas, paaugstinot energoefektivitāti ēkās, izmantojot ilgtspējīgus būvmateriālus un Saules paneļus, kā arī pārejot uz atjaunojamās enerģijas izmantošanu pilsētā kopumā.

Pilsētas kodolenerģijas izmantošanas īpatsvars tika samazināts no 60% līdz 30%, un pašlaik kombinētās apkures sistēmas un elektrostacijas nodrošina gandrīz pusi no pilsētai nepieciešamās elektroenerģijas.

Saules enerģija

Kopš 1986. gada pilsēta ir atbalstījusi Saules enerģijas izmantošanu ar saviem projektiem, finansēšanas programmām un izvietojuma vietām. Saules paneļi tagad atrodas daudzās vietās gan uz privātām, gan sabiedriskām ēkām, un tos var izmantot vairāk nekā 1800 stundu saulainā laika gadā, jo Freiburga ir viena no saulainākajām pilsētām Vācijā.

Rezultātā, ņemot vērā Freiburgas labvēlīgos klimatiskos apstākļus, kā arī vietējo iedzīvotāju un uzņēmēju iesaistīšanos un entuziasmu, pilsēta ir kļuvusi pazīstama kā Vācijas "Saules galvaspilsēta". Lai gan klimata pārmaiņu problēmas parasti risina starptautiskie un nacionālie līgumi un izvirzītie mērķi, pilsētas un reģioni arī var daudz darīt, kā tas jau notiek Freiburgā.

Pašlaik Freiburgu var uzskatīt par paraugu visai pasaulei.

Atkritumu apsaimniekošanas koncepcija

Atkritumu daudzums uz vienu iedzīvotāju Freiburgā ir zemāks nekā vidēji Vācijā. 2003. gadā pilsētas atkritumu pārstrādes

līmenis bija 62% salīdzinājumā ar 42% valstī kopumā, bet 2011. gadā kopējais pārstrādes apjoms Freiburgā bija pieaudzis līdz 69%.

1991. gadā tika ieviesta atkritumu apsaimniekošanas koncepcija, kas bija saistoša visām nozarēm. Tā tika plaši atbalstīta un radīja sistēmu, kurā atbilstoša atkritumu apsaimniekošana tika atalgota ar stimuliem, ieskaitot atvieglojumus, ja tika izmantoti bērnu audumu autiņi, atlaides par kolektīvo atkritumu apglabāšanu un atlaides cilvēkiem, kuri kompostē "zaļos" atkritumus, piemēram, pārtikas un dārza atkritumus. Pilsētas nepārstrādājami atkritumi tiek sadedzināti uzņēmumā, aptuveni 20 km uz dienvidiem no Freiburgas. Sadedzināšanas iekārtu darbībai tiek uzturēti augsti vides standarti, un uzņēmums apgādā ar elektroenerģiju 25 000 mājsaimniecības. Uzņēmuma vadības stratēģija — "samazināt atkritumu daudzumu jau pirms pārstrādes un, jo īpaši, pirms atkritumu apglabāšanas".

Transporta sistēma

Neraugoties uz ekonomikas izaugsmi, transporta CO₂ emisijas uz vienu iedzīvotāju Freiburgā ir samazinājušās kopš 1990. gada. Velosipēdu braucēju skaits ir trīskāršojies, sabiedriskā transporta izmantošana ir dubultojies, bet automašīnu izmantošanas īpatsvars ir samazinājies no 38% līdz 32%. Lai samazinātu privāto automašīnu skaitu un to izmantošanu,



16.11. att. Freiburgas Saules paneļi – uz privātmājām un ārpuspilsētas laukos.



16.12. att. Freiburgas transporta sistēma – jaunas tramvaja līnijas un velosipēdi.

Freiburga ir izstrādājusi Satiksmes un transporta politiku, kurā viens no galvenajiem mērķiem ir transporta intensitātes mazināšana.

Ar projektēšanas palīdzību pilsēta tika padarīta kompaktāka, ko var ātri šķērsot, bet, izveidojot spēcīgus pakalpojumu centrus nomalēs, nepieciešamība pēc transporta krasi mazinājās. Tagad automobiļu blīvums Freiburgā ir ļoti zems – 428 automobiļi uz 1000 iedzīvotājiem. Lai palielinātu sabiedriskā transporta apjomu, tika iepirkti jauni tramvaji un izveidotas jaunas tramvaju līnijas. Biļešu sistēmas maiņa arī veicināja plašāku sabiedriskā transporta

izmantošanu. Transporta kompānija ieviesa arī citiem nododamas mēnešbiļetes, noteica vienotu transporta līdzekļu tarifu un piedāvāja iegādāties arī biļetes vienreizējiem braucieniem, braucieni kartes un 24 stundu biļetes.

Lai veicinātu riteņbraukšanu, pilsētā tagad ir 500 km velosipēdistu joslu, kas veido pārdomātu satiksmes tīklu un paver labas transporta iespējas. Bez tam pilsētā ir iekārtotas 9000 velosipēdu stāvvietas.

Tas viss pilsētā veido labu vietējo sabiedriskā transporta tīklu un paver arī cerīgas nākotnes attīstības iespējas.

16.9. Ietekmes uz klimatu novērtēšana Londonā un pielāgošanās paaugstinātam plūdu riskam pie Temzas



Londona ir viena no pirmajām pilsētām pasaulē, kas jau 2004. gadā uzsāka klimata

ietekmju novērtēšanu. SEG emisijas Londonā tiek mērītas, izmantojot Londonas enerģētiskās un siltumnīcefekta gāzu emisiju inventarizāciju, kas kalpo par pamatu formālajiem emisiju aprēķiniem pilsētā un parāda pilsētas enerģijas patēriņu, kā arī tiešās oglekļa dioksīda CO₂ emisijas no māsaimniecībām, uzņēmumiem un transporta. Šis aprēķins tiek veikts katru gadu, lai izvērtētu progresu attiecībā uz "Klimata pārmaiņu mazināšanu un enerģētiskās stratēģijas mērķu izpildi". Aprēķinos tiek izmantoti reģionālie enerģijas (elektrība, gāze un citi kurināmie) patēriņa un

CO₂ emisiju dati. Taču šī pieeja neaptver netiešās SEG emisijas, kas rodas preču un pakalpojumu aprites ciklā.

Tāpēc netiešu emisiju aprēķinam tika izmantots Lielbritānijas standarts SEG emisiju novērtēšanai pilsētās. Šis standarts tika aprobēts, izmantojot Londonas piemēru, lai novērtētu pilsētas tiešās un netiešās piegādes ķēdes CO₂ emisijas, kā arī aprēķinot Londonas patēriņa emisijas katru gadu.

SEG emisiju apjoms Londonā 2010. gadā bija 44 miljoni tonnu CO₂. Saskaņā ar tiešo un piegādes ķēdes emisiju aprēķina metodi emisijas Londonā bija 81 miljons tonnu CO_{2e}. Savukārt saskaņā ar patēriņa emisiju aprēķina metodi emisijas bija 114 miljoni tonnu CO_{2e}.

Emisiju mazināšanai Londonas pilsētas mērs ir apstiprinājis vairākus plānošanas dokumentus. Galvenie no tiem ir "Klimata pārmaiņu mazināšanas stratēģija", "Enerģētikas stratēģija" un "Pārtikas stratēģija". SEG emisiju samazināšanai Londonas pilsētā ir izvirzītas 4 prioritārās jomas.

- ♦ Ēkas energoefektivitāte – Londonas prievātmāju un publiskā sektora ēku emisiju mazināšanai tiek īstenotas kampaņas, kas paredz pakāpenisku pašvaldības ēku renovāciju, palielinot to energoefektivitāti (paredzamais SEG emisiju samazinājums ir 2,5 miljoni tonnu CO₂ gadā).
- ♦ Ēku energoapgāde – politikas mērķis ir nodrošināt, lai līdz 2025. gadam 25% enerģijas Londonā tiktu saražots decentralizēti. Decentralizētās enerģijas projekti sniedz atbalstu jauniem decentralizētās enerģijas ražotājiem, ļaujot tiem pārdot saražoto enerģiju tieši pašvaldības uzņēmumiem. Paredzams, ka šī iniciatīva Londonas pilsētai līdz 2025. gadam piesaistīs 8 miljardus mārciņu investīcijās un nodrošinās 850 jaunas darba vietas.
- ♦ Ilgtspējīga pārtikas apgāde Londonā, kur darbojas Londonas Pārtikas padome. Tās uzdevums ir panākt, lai Londonas pārtika kļūtu veselīgāka – tiek veicinātas īsās pārtikas piegādes ķēdes, publiskajā iepirkumā priekšroku dodot vietējiem, sezonāliem produktiem.

- ♦ Ilgtspējīgs transports – viens no mērķiem ir elektrisko autobusu un automašīnu skaita palielināšana Londonā, kā arī sabiedriskā transporta pakalpojumu uzlabošana.

Citas patēriņa jomas, piemēram, aviācija, mājsaimniecības preču patēriņš, kas arī rada būtiskas emisijas, tomēr pamatā saistās ar netiešām emisijām un līdz ar to neiekļaujas Londonas pilsētas atbildību jomā. Līdz ar to tās nav arī iekļautas Londonas pilsētas emisiju samazināšanas plānos. Tomēr šo emisiju novērtējums sniedz lietderīgu informāciju par patēriņa emisiju plašo izkledi un ietekmes jomām.

Pielāgošanās paaugstinātam plūdu riskam pie Temzas

Londona ir pakļauta pieciem dažādiem plūdu avotiem. Tāpēc nepieciešamas atšķirīgas metodes datu apstrādei, iekļaujot upes un paisuma plūdus, plūdmaiņu līmeņa pārsniegumu, kā arī palielināt mērījumu atkārtojumus zema atmosfēras spiediena sistēmās. Jārēķinās arī ar virszemes plūdiem, ko izraisa lietusgāzes, ar kanalizācijas ūdeņu plūdiem, ja notekas ir aizsērējušas, un gruntsūdeņu plūdiem, ja ceļas gruntsūdens līmenis.

Teritorijas ap Temzu ir īpaši jutīgas pret plūdiem, lai gan trīs galvenie plūdu veidi – upju, paisuma un virsmas – ietekmē visu Londonas apgabalu. Paisuma plūdi no Ziemeļjūras ir ar zemu risku, Temzas un tās pieteku plūdi ir ar vidēju risku, bet pastāv liels risks, ja plūdi veidojas no virszemes ūdens noteces. Pašlaik Londonu aizsargā pretplūdu aizsardzības sistēma, kas ietver aizsargsienas, uzbērums vaļņus, vārtu caurteces un Temzas barjeru, kā arī kanalizācijas tīklus.

Temzas barjera ir ūdens šķērslis, kas uzbūvēts pāri Temzai pie Vūlvičas. Barjera sastāv no izliektiem plūdu vārtiem, kas var rotēt 90 grādu leņķī no zemūdens stāvokļa. Ja ir sagaidāms, ka būs ekstremāli augsta plūdmaiņa, tiek nodrošināta barjeras darbība.

Tomēr riska faktors visiem iespējamiem Londonas plūdu veidiem var palielināties ilgtermiņā līdz ar prognozēto jūras līmeņa

celšanos, tādējādi palielinot plūdmaiņu līmeņa pārsniegumu (uzbangojumu). Jārēķinās arī ar ierobežoto drenāžas spēju un straujo ūdens noplūdes pieaugumu zema spiediena sistēmās.

15% no Londonas atrodas upes palienēs un aptuveni 1,25 miljoni cilvēku tādējādi tiek pakļauti riskam. Tāpēc arī nākotnē būs nepieciešams izmantot aizvien modernākas aizsardzības metodes.

Risinājumi

Lielās Londonas pašvaldības uzdevumi ir samazināt Londonas SEG emisijas par 60% līdz 2025. gadam un sagatavot Londonu gaidāmajām klimata pārmaiņām un ekstremāliem laika apstākļiem, uzlabot pilsētas dzīves kvalitāti un nodrošināt pieejamu, kvalitatīvu mājokli. Lai to izdarītu, pašvaldībai jāizstrādā adaptācijas stratēģijas, jo klimata pārmaiņas jau ir jūtamas un, iespējams, kļūs pat draudīgākas, tāpēc ir vajadzīga rīcība.

Mainīgais klimats nozīmē aizvien lielāku risku ietekmi uz Londonu, tajā skaitā arī sausuma risku, biežākiem karstuma viļņiem un plūdiem. Gaidīšana nav risinājums, jo profilaktiski pasākumi ir lētāki un efektīvāki.

Temza rada lielu plūdu risku, un, lai samazinātu tās ietekmi un mazinātu iespējamo kaitējumu, Londonas Klimata pārmaiņu pielāgošanās stratēģijā ir uzsvērtas trīs prioritātes.

1. Izstrādāt efektīvākus plūdu pārvaldības pasākumus, uzlabojot izpratni par plūdu riskiem Londonā.

2. Identificēt un aizsargāt mazāk aizsargātās kopienas, jo tām trūkst zināšanu sakarā ar ierobežoto valsts atbalstu, kā arī novērst saziņas nepilnības starp aģentūrām, kas ir atbildīgas par šo jautājumu risināšanu.

3. Palielināt sabiedrības informētību un izpratni, lai uzlabotu noturību un elastību gan indivīdiem, gan kopienām, ko var izdarīt, tikai izprotot sabiedrības attieksmi un vērtējumu par iespējamiem plūdu riskiem un apdraudējumiem.

Plūdu aizsardzības sistēma Temzas iztekā ir veidota simtiem gadu un ir veiksmīgi pārvarējusi plūdu briesmas, kas notikušas gadiem ejot. Ir paaugstināts pretplūdu aizsardzības sienu un uzbērums augstums. Mūsdienu pasākumi tika veikti no 20. gs. 70. un 80. gadiem, reaģējot uz lielajiem plūdiem, kas notika 1953. gadā. Kopš tā laika ir uzbūvēta Temzas barjera, kā arī vairākas citas inženiertehniskas, arī pārvietojamās struktūras.

Šīs sistēmas izstrādātas, ņemot vērā zināšanas par paredzamo jūras līmeņa paaugstināšanos. Tiek lēsts, ka tā efektīvi nodrošinās paredzētās funkcijas līdz 2030. gadam. Pēc tam gan aizsardzības līmenis samazināsies, ja vien netiks veikti citi pasākumi.

Londonas Vides aģentūra ir izstrādājusi Temzas iztekas pilnveidošanas projektu līdz 2100. gadam, paredzot plūdu pārvaldību, kas nepieciešama, palielinoties plūdu radītai ietekmei tuvākajā nākotnē.

Lai attīstītu šo plānu, tiek veikti plaši pētījumi, lai labāk izprastu Temzas grīvas plūdu



16.13. att. Temzas barjera atvērtā un slēgtā (aizsprosta) stāvokli.

risku tagad un to, kā tas varētu mainīties nākotnē. Jāapzinās arī dažādie risku veidi un pielāgošanās iespējas izmaiņām.

Projekta darbības plāns ir sadalīts dažādām darbības zonām, un ir identificēti četri iespējamie varianti.

1. variants. Uzlabot esošo aizsargsistēmu:
 - uzlabot aizsargspējas turpmākajam pielāgošanās procesam,
 - optimizēt līdzsvaru starp aizsardzības sistēmas uzlabošanu un nomaļu,
 - optimizēt aizsardzības sistēmas uzlabošanu, bet uzsākt jaunas sistēmas veidošanu, kas būtu vairāk pielāgota nākotnes klimata pārmaiņām.

2. variants. Mazināt plūdmaiņas plūdu risku:
 - identificēt četras vietas labajā krastā, kurās varētu izmantot, lai uztvertu un uzglabātu paisuma-bēguma ūdeņus un līdz ar to varētu samazināt vētras bangu līmeni.
3. variants. Būvēt jaunu barjeru:
 - "Tilbury" vietā vai "Long Reach" vietā,
 - barjera būtu jāveido tā, lai tā izturētu augstākās plūdmaiņu bangas, kas tiek prognozētas valdības pašreizējās klimata pārmaiņu vadlīnijās.
4. variants. Būvēt barjeru ar aizvariem:
 - "Tilbury" vietā vai "Long Reach" vietā,
 - pie jau esošās Temzas barjeras (tās ekspluatācijas laika beigās).

16.10. Pielāgošanās klimata pārmaiņām Nīderlandes lauksaimniecības nozarē



Nīderlande atrodas Atlantijas ekoreģionā un tās lielākā zemes daļa ir pārvērsta par lauksaimniecībā izmantojamu zemi, kas satur barības vielām bagātu augsni un atrodas labvēlīga klimata zonā. Kaut arī augsnei ir laba kvalitāte, klimata pārmaiņas rada bažas lauksaimniecības nozarei. Mitrāko ziemu dēļ augsne valsts dienvidu daļā ir pārāk mitra pavasarī un stipro nokrišņu dēļ rudenī, lai varētu veikt tās labu apsaimniekošanu (apmēslošanu, sešanu, stādīšanu, audzēšanu, novākšanu), jo nebūs iespējams izmantot esošo aprīkojumu un tehniku. Savukārt sausākās vasarās paaugstinātās virsmas daļās var samazināties kultūraugu ražība sakarā ar vasaras nokrišņu samazināšanos un

biežākiem augstas intensitātes lietiēm. Pie kultūraugiem, kas ir visvairāk jutīgi pret sausumu, pieskaitāmi lapu dārzeni, sīpolaugi, augļu un ogu kultūras, ziedaugi.

Tāpat sausākajos vasaras mēnešos purvainās plāvās, kas atrodas valsts rietumu daļā, varētu rasties vairākas savstarpēji saistītas problēmas — zemes nosēšanās, ūdens trūkums sausā vasaras periodā, liekais ūdens mitrajos periodos, kā arī sālsūdens ieplūšana saistībā ar jūras līmeņa celšanos.

Tā kā Nīderlandes lauksaimniecības zemēs tiek uzturēts zems gruntsūdens līmenis, paātrināti oksidējas kūdra un nosēžas augsne. Tas pastiprina gruntsūdeņu līmeņu izmaiņas starp lauksaimniecības zemēm un dabas teritorijām.

Pašreizējā gada vidējā temperatūra Nīderlandē ir aptuveni par 1 °C augstāka nekā 20. gadsimta sākumā. Tā rezultātā augu veģetācijas sezona ir pieaugusi vidēji par vairāk nekā trim nedēļām.

Kaitēkļu invāzija un augu slimību riska iespējas nākotnē palielināsies, jo Nīderlande šai ziņā ir īpaši neaizsargāta sakarā ar augsto dzīvnieku blīvumu un plašajiem sakariem ar ārzemēm. Šiem apstākļiem būs vērā ņemama

ietekme uz vietējo lauksaimniecības ražošanas līmeni, tomēr nav īsti skaidrs, kā šī ietekme atstāsies.

Jūras līmeņa celšanās radīs virszemes ūdeņu sāļu koncentrācijas pieaugumu, kas var kaitēt pret sāļiem jutīgām kultūrām. Tomēr nesenie pētījumi liecina, ka kaitējums kultūraugiem saistībā ar pārsāļošanos var būt neliels, ja pastāv izolētas saldūdens "saliņas" un nav daudz labi drenētu teritoriju.

Klimata pārmaiņām varētu būt gan pozitīva, gan arī negatīva ietekme uz lauksaimniecisko ražošanu un lauksaimniecības ekonomisko stāvokli Nīderlandē. Faktori, kas var radīt pozitīvu ietekmi, ir vidēji augstākas CO₂ koncentrācijas, augstāka temperatūra un augu augšanas sezonas pagarinājums. Lauksaimnieciskās situācijas pasliktināšanās Dienvideiropas valstīs var radīt priekšrocības holandiešu lauksaimniekiem Eiropas un pasaules tirgos.

Tomēr pozitīvā ietekme kādā brīdī var apstāties noteiktā līmenī, un pēc tam labības raža sāks ievērojami samazināties — tātad pastiprināsies negatīvā ietekme, jo arvien vairāk teritoriju var pārsteigt ārkārtēji, postoši klimatiskie apstākļi.

Lai sagatavotos gaidāmajām pārmaiņām, 2007. gadā Nīderlandes valdība izstrādāja Nacionālo programmu par pielāgošanos klimata pārmaiņām. Papildus tam valdības iestādes, uzņēmējdarbības aprindas, zinātnieki un pilsoniskās sabiedrības organizācijas uzņemas dalīto atbildību Nacionālās programmas īstenošanai.

Tādējādi piemērošanās klimata pārmaiņām Nīderlandē tiks risināta solidāri un kolektīvi.

Stratēģiskie lēmumi saimniecību līmenī tiks orientēti laika periodam līdz 5 gadiem, bet adaptācijas stratēģijas, kas ietver izmaiņas kultūraugu audzēšanā, finanšu risinājumus vai nozaru politikas veidošanu, paredzēs darbības līdz 10 gadiem. Ņemot vērā nenoteiktību, tendences un iespējamās klimata pārmaiņu ietekmes, tiks piemērots piesardzības princips, kas ļaus labāk izvērtēt un piemērot nepieciešamās stratēģijas.

Piemērošanās stratēģijas klimata pārmaiņām ietver gan maza, gan arī plaša mēroga metodes, un to mērķis ir samazināt vispārējo klimata ietekmi uz lauksaimniecību Nīderlandē:

- sakarā ar temperatūras izmaiņām augu veģetācijas periods palielinās, tāpēc lauksaimniekiem jāpielāgo tam augu sekas shēmas, sēšanas vai stādīšanas, kā arī ražas novākšanas laiks,
- lai risinātu ūdens pārsāļošanos, mitruma, sausuma, kaitēkļu, slimību, salnu, augu augšanas sezonas izmaiņas jautājumus, nepieciešams veikt kultūraugu šķirņu un genotipu atbilstošu atlasu (to varētu uzskatīt par svarīgāko adaptācijas stratēģiju). Lai to sekmīgi realizētu, jāveic vairāk pētījumu par dažādu šķirņu un metožu pieejamību, kā arī jānosaka to praktiskās izmantošanas robežas,
- lai samazinātu sauso vasaras periodu ietekmi, jāizmanto augsnes mitruma



16.14. att. Nīderlandes lauksaimniecības atkarība no ūdens līmeņa.

saglabāšanas labākā pieredze, piemēram, saudzējošā augsnes apstrāde, atstājot daļu iepriekšējās sezonas kultūraugu atlieku uz augsnes virskārtas, kas var kalpot augsnes aizsardzībai pret vēja un ūdens eroziju, kā arī palīdz saglabāt

mitrumu, samazinot iztvaikošanu un palielinot infiltrāciju, bet kopumā arī uzlabojot augsnes struktūru,

- regulēt apūdeņošanu visā gada garumā, lai samazinātu sauso vasaru ietekmi un optimizētu ūdens izmantošanu.

16.11. Piekrastes plānošana Horvātijā



Horvātijas piekrastes garums gar Adrijas jūru ir apmēram 5800 km un ietver vairāk nekā tūkstoš salas un saliņas. No tām 47 ir apdzīvotas. Šī piekraste nodrošina dinamisku telpu, kurā attīstītās dažādas tautsaimniecības nozares — lauksaimniecība, tūrisms, gāzes ieguve jūrā, zivsaimniecība, kuģu būvniecība utt.

Globālā sasilšana un jūras līmeņa celšanās rada tiešus draudus Horvātijas piekrastei un ekonomikai. Jūras līmeņa celšanās varētu padarīt ostas mazāk drošas, īpaši vētru laikā, piesārņot ar sālsūdeni saldūdens ieguves vietas

piekrastē, kaitēt ekosistēmām, piemēram, mitrājiem un purviem, tādējādi apdraudot vietējo bioloģisko daudzveidību, kā arī radīt kaitējumu vēsturiskām un tūristu atpūtas vietām, kas ir svarīgas kultūras un ekonomiskās vērtības.

Šibenikas-Kninas apgabals atrodas starp Adrijas jūru un Bosniju-Hercegovinu. Šibenikas-Kninas pašvaldība sadarībā ar Pasaules Vides fondu, ANO Vides programmu un Horvātijas piekrastes zonas apsaimniekošanas programmu ir izstrādājusi savu "Piekrastes plānu", lai pētītu un mazinātu klimata pārmaiņu ietekmi piekrastes teritorijās.

Šis projekts lielā mērā iekļaujas Vidusjūras reģiona integrācijas programmā par nacionālo klimata pārmaiņu adaptācijas stratēģiju izstrādāšanu un koordinēšanu. "Piekrastes plāna" mērķis ir panākt ilgtspējīgu attīstību Šibenikas-Kninas apgabalā septiņās plašās jomās: iedzīvotāji, teritorija, piekraste, jūra, ūdens, daba un tautsaimniecība, izstrādājot vadlīnijas un rekomendācijas politikas veidotājiem, kā arī



16.15. att. Šibenikas-Kninas apgabals.



16.16. att. Šibenikas pilsēta.

paplašinot irdzīvotāju līdzdalību un izglītības līmeņa paaugstināšanu, īpaši par vietējās piekrastes kopienu pārvaldību.

Šibenikas-Kninas apgabala "Piekrastes plānā" tika izmantotas divas novatoriskas pieejas:

- izvēlētajai metodikai nepieciešamie īpaši sagatavotie dati (vietējie dabas un sociālie dati, kas modificēti interpolācijas variāciju analīzes veikšanai) integrētu datora modeļu izstrādei, lai prognozētu dažādas adaptācijas stratēģijas,
- līdzdalības metodoloģija, lai apvienotu ieinteresētās personas ilgspējas līmeņa

novērtēšanā konkrētā teritoriālā vienībā un izstrādātu risinājumus paaugstinātai noturībai pret klimata pārmaiņām.

Attiecībā uz Šibenikas-Kninas apgabala "Piekrastes plānu" tika organizēti četri semināri – katru gadu divi, kuros bija iesaistīti aptuveni 50 dalībnieki.

Izmantojot šādu integrētu pieeju "Piekrastes plāns" sniedza iespējamus risinājumus, piemēram, par ūdens apsaimniekošanas veidiem, infrastruktūru, meža ugunsgrēkiem, kopējo reģionālo attīstību, teritorijas plānošanu, procesa pārvaldību.

16.12. "Klimata bēgļi"



Zemes klimats mainās. Daudzas ģimenes un kopienas pasaulē cieš no negatīvām klimata pārmaiņām un ir spiestas pamest savas mājas.

Klimata pārmaiņu ietekmē sarūk dabas resursi, piemēram, pieeja dzeramajam ūdenim kļūst arvien ierobežotāka. Daudzi kultūraugi un mājlopi atsevišķās vietās, iespējams, neizdzīvos, ja kļūs pārāk karsts un sauss vai arī pārāk auksts un mitrs. Pārtikas nodrošinājums, kas jau tagad rada būtiskas problēmas, izsīks vēl vairāk.

Klimata pārmaiņas nav tikai vērtējums par vidi – tās ietekmē arī valdību un ekonomiku stabilitāti, bet jo īpaši – cilvēku veselību, labklājību un laimi.

Konflikti par piekļuvi ūdenim un auglīgām zemēm palielinās līdz ar iedzīvotāju skaita pieaugumu. Bruņoto konfliktu saknes Sīrijā daudzos gadījumos saistās ar ūdens trūkumu lauksaimniecībai, izsīkstot ūdenim Eifratas un

Tigras upju baseinos, un ar ilgām sausuma periodiem. Irākas un Sīrijas konflikta rezultātā iezīmēsies vara, kas kontrolēs reģiona sarūkošos ūdens krājumus.

Cilvēkiem jāpielāgojas jaunai situācijai, bet tas daudziem nozīmē arī pārcelšanos uz citu vietu, lai izdzīvotu. Šāda piespiedu darbība, kas saistīta ar klimata pārmaiņu negatīvo ietekmi, īstenojas attiecībā uz dabas resursiem. Uzliesmo arī konflikti kopienu starpā, jo aizvien vairāk cilvēku sāk sacensties par atlikušajiem resursiem.

Bēgļu plūsmas rodas ekstremālās situācijās, un tās, visticamāk, jau tuvākajā nākotnē būs daudz apjomīgākas. Lielākā daļa "klimata bēgļu" vēlas iegūt "iekšzemē pārvietotas personas" statusu, lai gan tas nozīmē iekļūt sociālajā grupā, kas ietver pasaules neaizsargātākos iedzīvotājus. Pat tad, ja viņi ir bēguši līdzīgu iemeslu dēļ kā bēgļi no valsts (bruņoti konflikti, vispārēja vardarbība, cilvēktiesību pārkāpumi), tomēr šie cilvēki juridiski paliek savas valdības aizsardzībā, jo tā ir atbildīga par šāda stāvokļa rašanos.

"Klimata bēglis" ir persona, kura ir spiesta pamest savas mājas klimata pārmaiņu un globālās sasilšanas ietekmē. Līdz ar temperatūras paaugstināšanos palielinās ekstremālo laika apstākļu biežums, kultūraugi izkalst, iet bojā dzīvnieki, tāpēc pieaug globālā masu migrācija un robežu konflikti. Izcirsto mežu vietā uz



16.17. att. Cilvēku pārvietošanās klimata pārmaiņu izraisīto dabas katastrofu dēļ.

kalnu nogāzēm ir izveidoti tīrumi, kurus tagad noskalo aizvien intensīvākas lietusgāzes, kas applūšina ar dubļiem zemāk esošos ciematus.

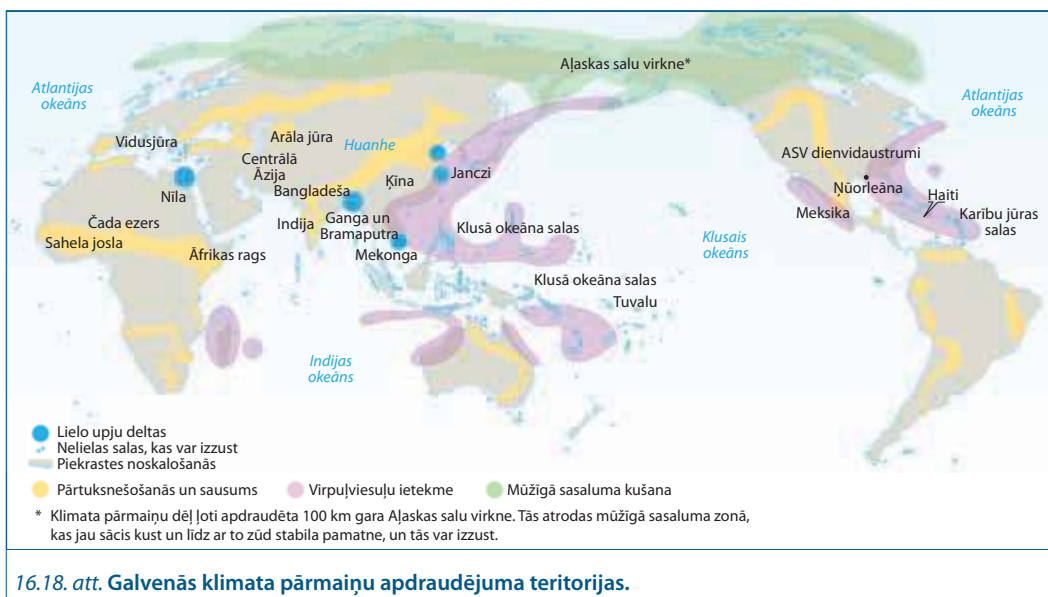
Postošais pilsoņu karš, kas sākās Sīrijā 2011. gadā, ir sarežģītu savstarpēji saistītu faktoru rezultāts. Kaut gan konflikta uzmanības centrā ir režīma maiņa, tomēr cēloņi ietver plašu reliģisko un sociālās politikas faktoru kopumu, ekonomiskā stāvokļa pasliktināšanos, politisko reformu vilni Tuvajos Austrumos un Ziemeļāfrikā, kā arī problēmas, kas saistītas ar klimata pārmaiņām un, jo īpaši, saldūdens pieejamību un izmantošanas iespējām. Sīrijas vēsture ietver daudzus konfliktus par dzeramo

ūdeni, jo reģionā pastāv ūdens nepietiekamība, kas ir nepieciešams lauksaimniecībā un pārtikas apgādē.

Kūst ledāji un paaugstinās jūras līmenis, kas nogremdē salas un zemākās piejūras teritorijas daudzās valstīs, rīsu laukus applūšina sālsūdens. Paaugstinātais toksisko ķīmikāliju piesārņojums upēs un okeānos nogalina zivis un apdraud iztikas pieejamību. Tāpēc cilvēki bēg. Diemžēl daudzi no bēgļiem atklāj, ka viņu prasmes, piemēram, labības vai dārzeņu audzēšana un tradicionālā saimniekošana vairs nav izmantojama jaunajā dzīves vietā, tādēļ bēgļiem ir grūti atrast darbu.

ANO aprēķini parāda, ka 2009. gadā (kopš šī gada pasaulē ir pieejami korekti statistikas dati par bēgļiem) dabas katastrofu un neražas dēļ pārvietojušies apmēram 36 miljoni cilvēku. Zinātnieki prognozē, ka šis skaits varētu pieaugt līdz 200 miljoniem 2050. gadā – tas nozīmē, ka 34 gadu laikā, viens no katriem 45 cilvēkiem pasaulē būs spiests pārvietoties klimata pārmaiņu dēļ.

“Klimata bēgļi” saskaras ar daudzām problēmām – tos ne vienmēr aizsargā starptautiskās tiesības. Neraugoties uz lielo bēgļu skaitu, daudzas valstis neatzīst bēgļa statusu. ANO Konvencija par bēgļu statusu (1951) definē



16.18. att. Galvenās klimata pārmaiņu apdraudējuma teritorijas.

bēgli kā personu, kuram ir patiesas bailes no vajāšanas saistībā ar piederību kādai konkrētai sociālajai grupai, kategorijai vai šķirai. "Klimata bēgli" ne vienmēr tiek vajāti, tomēr ir spiesti bēgt, tāpēc faktiski pēc Konvencijas definīcijas neatbilst bēgļa statusam.

Tā kā "klimata bēglis" vēl nav oficiāli atzīts saskaņā ar starptautiskajām tiesībām, joprojām nav atbilstošas konvencijas, protokolu un īpašu vadlīniju, kas varētu sniegt aizsardzību un palīdzību cilvēkiem, kas šķērso starptautiskās robežas nelabvēlīgo klimata pārmaiņu dēļ.

Pēdējā laikā palielinās tieši "klimata bēgļu" skaits visā pasaulē kopumā, un to ir apmēram trīs reizes vairāk nekā to bēgļu, kas dodas svešumā konfliktu un karu dēļ. Maldīvu salas un Tuvalu lēnām izzūd, jo jūras līmenis turpina paaugstināties.

Pasaules Banka lēš, ka ar 1 metra jūras līmeņa kāpumu Bangladeša zaudētu gandrīz 20% no savas valsts teritorijas. Tā rezultātā būtu neskaitāmi nāves gadījumi un desmitiem miljonu "klimata bēgļu".

Nemot vērā pašreizējās neražas, zvejniecības, bioloģiskās daudzveidības un plūdu problēmas, daudzi apdraudēto teritoriju iedzīvotāji jau ir aizceļojuši uz citām valstīm, kur viņi cer

pārdzīvot posta periodu un pēc tam atgriezties atpakaļ.

Arī Ķīna ir kļuvusi par vides katastrofu vietu saistībā ar neilgtspējīgu attīstību, milzīgo gaisa piesārņojumu un saindētām upēm. Līdz ar plašu teritoriju pārtuksnešošanos un antropogēno katastrofu un avāriju pieaugumu, Ķīnu jau atstājuši desmitiem miljonu cilvēku.

Par klimata pārmaiņām un migrāciju nav un nevar būt precīza nākotnes scenārija, jo nav atbilstošu datu un tieša cēloņu-seku redzējuma. Ja kļūst karstāks vai lietusgāzes kļūst intensīvākas, tas uzreiz neizraisa lielāku migrāciju. Vairumā gadījumu migrāciju izraisa mijiedarbība starp ekonomiskiem, politiskiem, sociāliem, kultūras un vides faktoriem. Tas pats attiecas uz vardarbīgu konfliktu uzliesmojumiem, kas ir galvenais iemesls pēdējā laika bēgļu plūsmai. Tomēr klimata pārmaiņas var radīt pamatu vardarbīgu konfliktu attīstībai. Tāpēc politiskā stabilitāte un spēja sniegt neatliekamu palīdzību problēmu skartajās valstīs ir būtiska, lai nepieļautu konfliktu izplatīšanos.

Klimata pārmaiņas nav vienādu draudu iespēja visiem, jo pārtikas pieejamība, spēcīgas vētras un nežēlīgs sausums visvairāk liek ciest tieši pasaules nabadzīgākajām valstīm.



16.19. att. Maldīvu Republikas salas un galvaspilsēta Male. Valsts teritorija aizņem apmēram 90 000 km², bet pamatā ir Indijas okeāna neliela daļa ar ļoti daudzām, izkaisītām salām (1190), kuru augstākais punkts paceļas virs ūdens līmeņa tikai 2,4 metrus. Salu kopējā platība ir 298 km², un tās apdzīvo apmēram 340 000 iedzīvotāju. (Rīgas platība ir 304 km².)

Sievietes ir īpaši neaizsargātas pret klimata pārmaiņu sekām, un tās veido 80% no klimata bēgļiem. Sieviešu dzimuma “klimata bēglēm” nākas saskarties ar papildu briesmām (seksuālu vardarbību, kā arī ar grūtniecību saistītiem sarežģījumiem — slimībām un pat mirstību).

Bēgļu pārvietošanās laikā ļoti cieš bērni, kas tiek ļaunprātīgu izmantoti un pat ierauti cilvēku tirdzniecības aprītē. Pasaules pieredze liecina, ka pēc Pinatubo vulkāna izvirduma Filipīnās (1991), spēcīgas viesuļvētras Nikaragvā (1998) un Ziemeļkalifornijas zemestrīces ASV (1989), vardarbība bija ievērojami palielinājusies. Tāpat ziņojumi no Šrilankas un Indonēzijas pēc Indijas okeāna cunami (2004) pastiprina bažas par seksuālu vardarbību.

Globālās sasīlšanas kontekstā migrācija izpaužas daudz biežāk kā pagaidu process vai reģionālā kustība nekā masveida emigrācija uz citiem kontinentiem, piemēram, no Subsahāras Āfrikas uz Eiropu. Tas ir tāpēc, ka daudzas klimata pārmaiņu izpausmes visvairāk ietekmē tiešu dabas resursu izmantošanu, kas nodrošina iztiku sīkzemniekiem, lopkopjiem un zvejniekiem.

Visbiežāk šie cilvēki pieskaitāmi nabadzīgāko iedzīvotāju grupām un tiem nav pietiekami daudz līdzekļu, lai vispār varētu aizceļot. Šī iemesla dēļ uz tiem varētu attiecināt raksturojumu “iesprostotā populācija”. Šos cilvēkus nelaimes skar īpaši smagi, jo klimata pārmaiņu rezultātā samazinās pārtikas pieejamība. Tādā gadījumā “ne-migrācija” var radīt daudz vairāk problēmu nekā migrācija.

Kad cilvēki atstāj savas mājas sakarā ar klimata pārmaiņām, viņi parasti pārvietojas savās valstīs vai uz kaimiņvalstīm. Un tie biežāk ir atsevišķi ģimenes vai mājsaimniecības locekļi, kuri pamet savas mājas, nevis visa ģimene. Viņi izmanto nopelnīto naudu, lai atbalstītu ģimeni, kas pakļauta nelabvēlīgiem apstākļiem.

Klimata pārmaiņu starptautību padomes 5. novērtējuma ziņojums (2014) norāda, ka “klimata pārmaiņas var netieši palielināt vardarbīgu konfliktu riskus, ko apstiprina dokumentētas tendences un gadījumi saistībā ar nabadzību un ekonomiskiem satricinājumiem”. Īpaši tiek uzsvērtā klimata pārmaiņu ietekme



16.20. att. Sausuma pārņemtās Somālijas “klimata bēgļi” ierodas Dadaabas nometnē Kenijā.

uz daudzu mazo salu jaunattīstības valstīm, kuras jau pašlaik apdraud jūras līmeņa paaugstināšanās. Tas attiecas arī uz nepieciešamību veikt ilgtspējīgu zemes apsaimniekošanu, lai varētu mazināt klimata pārmaiņu kaitīgo ietekmi — pārtukšnešošanu, sausumu un zemes degradāciju — parādības, kas var izraisīt piespiedu migrācijas plūsmas un konfliktus par izzūdošiem resursiem.

Šāda jautājuma nostādne ir izraisījusi bažas arī ANO Drošības padomē, kura ir aicinājusi apspriest, kā ANO varētu visaptverošā un koordinējošā veidā risināt drošības jautājumus saistībā ar klimata pārmaiņām. ANO Drošības padome ir pieprasījusi arī atbilstošu papildu informāciju par tām situācijām, kādas klimata pārmaiņas varētu izraisīt konfliktus, kur un kāpēc tas varētu notikt un vai tas nevarētu apdraudēt miera nodrošināšanas procesus pasaulē.

ANO Drošības padomes pastāvīgie locekļi ir atbalstījuši viedokli, ka Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām un tās īstenošana ir svarīga ANO sistēmā, jo ietver miera un drošības jautājumus pasaulē, to skaitā arī mazo salu jaunattīstības valstu likteni.

Savukārt NATO Parlamentārā asambleja (rezolūcija Nr. 427 “Par klimata pārmaiņām un starptautisko drošību”; 12.10.2015., Stavanger, Norvēģija) ir pārliecināta, ka ar klimata pārmaiņām saistītie riski ietekmēs starptautisko drošību. Tas attiecas uz biežākām dabas



16.21. att. **Sīrijas bēgļu nometne Za'atari, Jordānijā, kur ir nometināti apmēram 80 000 cilvēki.**

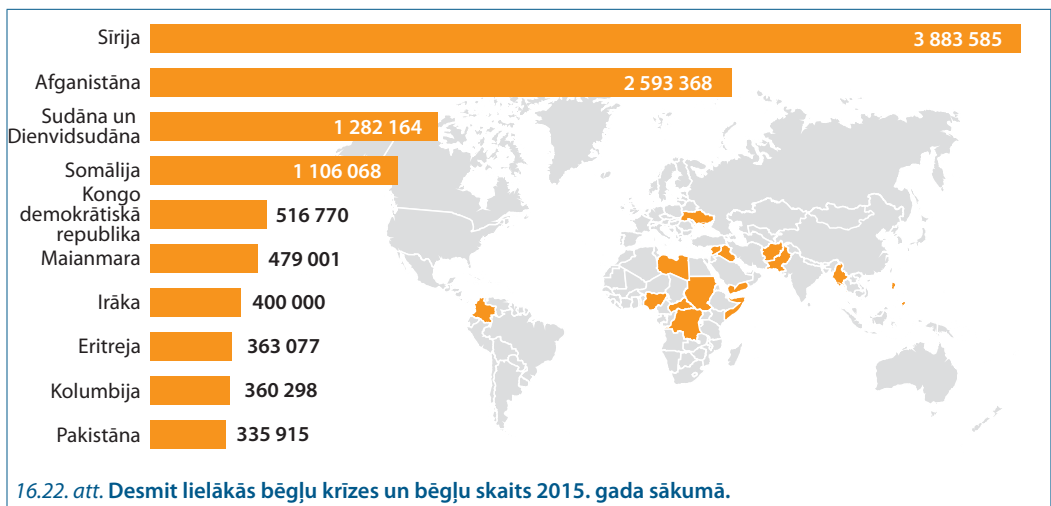
katastrofām, ekonomikas grūtībām, pārtikas un ūdens nepietiekamību, sabiedrības veselības aizsardzības sistēmas vājināšanos, iekšējo un ārējo migrāciju, konkurenci par resursiem.

Ar klimata pārmaiņām saistītie riski ir nopietns apdraudējums daudzās drošības jomās, tie skar NATO, kā arī var potenciāli un pat būtiski ietekmēt NATO plānus un operācijas. Tāpēc tiek atzīts par nepieciešamību papildināt negatīvo klimata pārmaiņu mazināšanas rīcības arī ar centieniem stiprināt valstu un sabiedrības noturību, humānās palīdzības paplašināšanu, miera uzturēšanu un konfliktu novēršanas programmu īstenošanu.

NATO kopumā un tās dalībvalstīs tiek mudinātas izvērtēt, kā NATO kolektīvās drošības centieni ņem vērā ar klimata pārmaiņām saistītos apdraudējumus, jo īpaši sadarbībā ar NATO partneriem, kas ir īpaši neaizsargāti un pakļauti klimata pārmaiņām.

Kankunas "Vadlīnijas par pielāgošanos klimata pārmaiņām" izriet no Kankunas nolīgumiem, kas tika pieņemti Klimata pārmaiņu konferencē Kankunā, Meksikā (2010). To mērķis ir uzlabot pielāgošanās pasākumus starptautiskās sadarbības un saskaņotas rīcības jomā, uzsverot jautājumus, kas saistīti ar uzturēšanās spēju veicināšanu jaunattīstības valstīs, kas ir īpaši neaizsargātas. Kankunas Vadlīnijas bija pirmais starptautiskais dokuments par cilvēku migrāciju saistībā ar klimata pārmaiņām un turpmāk veidoja starptautisku diskusiju par lēmumu pieņemšanu, lai veidotu nākotnes vīziju saistībā ar cilvēku migrāciju.

ANO Klimata pārmaiņu konferencē Varšavā, Polijā (2013) tika izveidots Varšavas "Starptautiskais mehānisms par zaudējumiem un kaitējumiem, kas saistīti ar klimata pārmaiņu negatīvo ietekmi", ieskaitot dabas katastrofas un negaidītus ārkārtējus notikumus, kā arī lēni progresējošus, bet draudīgus notikumus. Pārsvārā šis dokuments ir orientēts uz jaunattīstības valstīm, kuras ir vāji aizsargātas pret nelabvēlīgu klimata pārmaiņu ietekmēm.



16.22. att. **Desmit lielākās bēgļu krīzes un bēgļu skaits 2015. gada sākumā.**

Šis mehānisms izriet no ANO Klimata pārmaiņu konvencijas un paredz:

- paaugstināt zināšanas un izpratni par visaptverošas riska pārvaldības uzlabošanas pieejām,
- veicināt dialogu, koordināciju un saskaņotību starp ieinteresētām valstīm, valdībām un institūcijām,
- uzlabot rīcības un praktisku atbalstu, arī finanšu, tehnoloģiju un resursu palielināšanu.

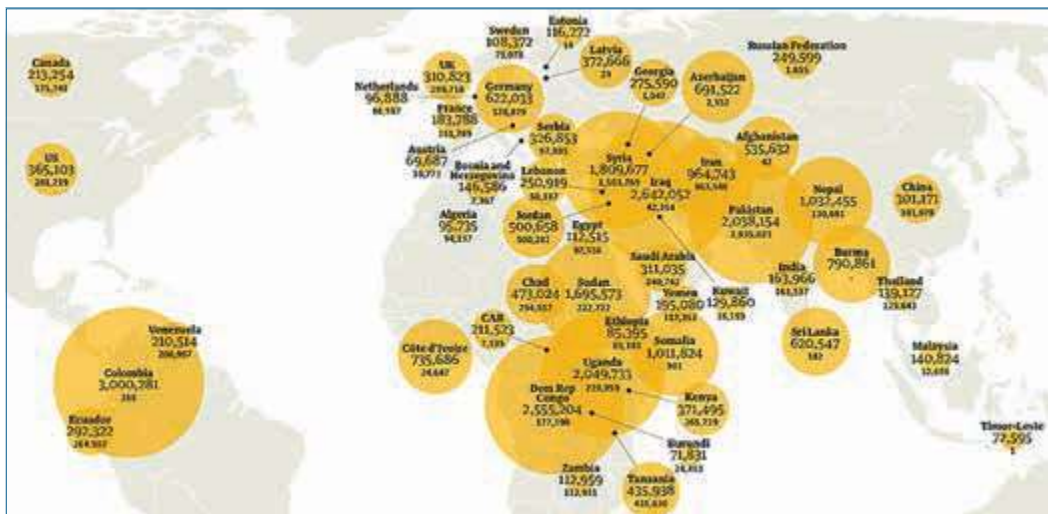
ANO Augstais komisārs bēgļu jautājumos ir Filipo Grandi (ir ieņēmis šo amatu no 1.01.2016. un pildīs pienākumus līdz 31.12.2020.). Viņš pieļauj, ka klimata pārmaiņas kļūs par galveno faktoru saistībā ar iedzīvotāju pārvietošanos gan iekšzemē, gan arī pāri valstu robežām ne pārāk tālā nākotnē. Viņš vada vienu no pasaules lielākajām humānās palīdzības organizācijām. Tās gandrīz 10 000 darbinieki strādā 126 valstīs, nodrošinot aizsardzību un palīdzību gandrīz 60 miljoniem bēgļu, valsts iekšienē pārvietotajām personām, bezvalstniekiem un personām, kas atgriežas dzimtenē. Gandrīz 88% no personāla darbu veic sarežģītos, bieži

vien bīstamos apstākļos. ANO Bēgļu aģentūras 2016. gada budžets ir 6,5 miljardi ASV dolāru.

Pasaulē ir sācies “bēgļu laikmets”, tāpēc jā-rēķinās ar gaidāmo krīzi. Viena no draudīgākajām prognozēm saistībā ar klimata pārmaiņām ir tā, ka miljoniem, varbūt pat desmitiem vai simtiem miljonu cilvēku nāksies pamest savas dzimtas vietas un meklēt jaunas mājas. Vēl sarežģītāku situāciju var padarīt tas, ka savstarpēji cieši saistītā pasaule var būt nespējīga tikt galā ar šo problēmu.

Mēs jau saņemam brīdinājumus, ka pašreizējā bēgļu krīze ir tikai nieks salīdzinājumā ar daudz lielāku “klimata bēgļu” plūsmu, kas varētu sasniegt Eiropu nākotnē, jo klimata pārmaiņas pasaulē turpinās. Bēgļus uzņemošās Eiropas valstis Parīzes ANO Klimata konferences laikā (2015) jau ir ieteikušas sniegt pienācīgu atbalstu nabadzīgajām valstīm, kuras ir skārušās klimata pārmaiņas.

Klimata pārmaiņas nav tikai iespēja politiķiem, administratoriem, zinātniekiem un pētniekiem strādāt, pirms problēmas kļūst pārāk dramatiskas. Tā ir pasaules mēroga problēma, kas notiek tieši tagad, un “klimata bēgļu” skaits



16.23. att. Pasaules bēgļu, patvēruma meklētāju, valsts iekšienē pārvietoto personu un bezvalstnieku karte (augšējais skaitlis – valstī uzņemto personu skaits; apakšējais skaitlis – valstī pametušo cilvēku skaits). 2015. gada jūnijā Latvijā bija 195 bēgļi, 171 patvēruma meklētāji un 262 802 bezvalstnieki, bet patvērumu meklēt citās valstīs devās 215 bēgļi un 90 patvēruma meklētāji.



16.24. att. Bēgļu masveidīga ieceļošana Eiropā.

turpina pieaugt. Tas apdraudēs ne tikai atsevišķus cietušos individuus, bet varētu izraisīt arī masveida negatīvas sekas cilvēcei kopumā. Piespiedu cilvēku pārvietošanās klimata pārmaiņu dēļ jau ir palielinājušas robežkonfliktus un politisko nestabilitāti. Pat Pentagons tagad uzskata, ka klimata pārmaiņas rada nopietnus riskus ASV valsts drošībai.

Rietumu civilizācijai jāuzņemas vēsturiska atbildība par izraisītajām klimata pārmaiņām. Tas prasīs finansiāla atbalsta sniegšanu pielāgošanās pasākumiem smagi skartajās valstīs un tiešu palīdzību valstīm, kas cieš no klimata pārmaiņu radītajiem kaitējumiem un zaudējumiem. Tas jādara, lai nepadarītu cilvēkus kļūt par "klimata bēgļiem".

2012.–2013. gada publiskais finansējums klimata pārmaiņu mazināšanai pasaulē bija apmēram 23 miljardi eiro. Tomēr jaunattīstības

valstīm vēl būtu nepieciešami papildu vismaz 70 miljardi gadā, jo tikai 16% no sabiedriskā finansējuma izmanto pielāgošanās pasākumiem (tas ir liels finansējuma iztrūkums).

Apsveicami, ka Parīzes Vienošanās paredz jaunu kolektīvo kvantitatīvo mērķu sasniegšanas finansējumu – 100 miljardus ASV dolāru (≈ 88 miljardi eiro) gadā, ņemot vērā jaunattīstības valstu vajadzības un prioritātes.

Ir svarīgi, lai visu valstu valdības sagatavotu nacionālos klimata pārmaiņu pielāgošanās plānus un tos īstenotu, mazinot nelabvēlīgo ietekmi. Pielāgošanās ietver visu, sākot ar plūdu aizsargbarjeru būvniecību un beidzot ar skolēnu mācīšanu par mainīgajiem klimatiskajiem apstākļiem. Turklāt turīgākām valstīm vajadzētu palielināt finansējumu pielāgošanās vajadzībām neaizsargātākām jaunattīstības valstīm.

ASV prezidents Baraks Obama savā 2015. gada "Ziņojumā par stāvokli valstī" (*State of the Union*) norādīja, ka "Neiesaistīšanās globālo problēmu risināšanā radīs lielākus draudus nākamajām paaudzēm nekā pašas klimata pārmaiņas. Ja mēs nerīkosimies stingri un mērķtiecīgi, mēs piedzīvosim bīstamus sausu un plūdu periodus, masveida nelaimes, kas var izraisīt migrāciju, konfliktus un badu visā pasaulē".

Daudzsološa iezīme ANO Klimata pārmaiņu konferences laikā Parīzē bija ASV valsts sekretāra Džona Kerija paziņojums, ka ASV dubultos valsts finansējumu, lai pielāgotos klimata pārmaiņām, līdz vairāk nekā 800 miljoniem dolāru gadā.

16.13. Klimata pārmaiņu radītie riski Latvijai un ieteikumi to novēršanai

Latvijas galvaspilsēta Rīga atrodas Daugavas krastos pie Rīgas līča. Galvenie plūdu riski galvaspilsētā ir vētras ziemā, ledus kušanas laiks pavasarī un ūdens līmeņa paaugstināšanās, ko izraisa ūdens nopludināšana pa Daugavu.

2010. gadā Rīgas domes Pilsētas attīstības departaments sāka īstenot "integrtu stratēģiju,

lai Rīgas pilsēta pielāgotos hidroloģisko procesu izmaiņām saistībā ar klimata pārmaiņām".

Ievērojams ekonomiskais kaitējums, ko ir radījuši plūdi, visticamāk palielināsies klimata pārmaiņu dēļ. Jāveic detalizēti pētījumi par klimata pārmaiņu ietekmi uz plūdu norises procesiem, lai izstrādātu atbilstošu adaptācijas

stratēģiju. Lai gan stratēģijas izstrādāšanai varētu būt labs sākums, Rīgas dome varētu iepazīties arī ar citu pilsētu līdzīgām situācijām un izstrādāt pilnīgāku adaptācijas stratēģiju, kas ierobežotu plūdu negatīvo ietekmi.

Lauksaimniecības nozares IKP īpatsvars Latvijā nav augsts, bet tā nozīme tautsaimniecībā ir liela – tā ir svarīga nozare, ar kuru jārēķinās, lai pielāgotos klimata pārmaiņām.

Nīderlande un Latvija ir no tā paša Atlantas un boreālā ekoreģiona. Reāli tie nav identiski, bet ar daudzām līdzībām. Tas nozīmē, ka arī klimata pārmaiņu sekas varētu būt līdzīgas.

Tāpēc būtu lietderīgi izmantot Nīderlandes klimata pārmaiņu adaptācijas stratēģiju, pilnveidojot un attīstot ar Latvijas klimata pārmaiņām saistītos politikas plānošanas dokumentus.

Literatūra

16.1. Norvēģijas Klimata līgums

Berglund N., Goll S. (2010, 12 13) *Solheim happy with climate compromise*. Hentet 11 14, 2015 fra newsinenglish.no: <http://www.newsinenglish.no/2010/12/13/solheim-happy-with-climate-compromise/>

Borge L.-E. (2015, December 09). *Norsk Offentlig Utredning 2015:15 Sett pris på miljøet – Rapport fra grønn skattekommisjon*. Hentet December 13, 2015 fra regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-15/id2465882/?q=&ch=1>

Bright Green Island Catalogue.

Bright Green Island web page (u.d.). Hentet fra <http://brightgreenisland.com/>

Bruvoll A., Dalen H. M. (2009). *Pricing of CO₂ emissions in Norway – Documentation of data and methods used in estimations of average CO₂ tax rates in Norwegian sectors in 2006*. Oslo: Statistics Norway.

Bryhni I. (2014, January 30). *CO₂-avgift*. Hentet November 29, 2015 fra Store norske leksikon: <https://snl.no/CO2-avgift>

Danielsen M. A. (2014, November 17). *Regjeringen.no*. Hentet November 29, 2015 fra Grønn skatteomlegging i Europa: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/Gronn-skatteomlegging-i-Europa/id2340842/>

EcoGrid EU: From Design to Implementation – summary (u.d.). Hentet fra http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/131120_ecogrid_popular_summary.pdf

Environment, N. D. (2012, 06 11) *Klimaforliket vedtatt i Stortinget*. Hentet 11 14, 2015 fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/klimaforliket-vedtatt-i-stortinget/id684927/>

Europaportalen (2009, December 04) *Regjeringen.no*. Hentet November 29, 2015 fra CO₂-skatt: Fordeler og ulemper: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/co2-skatt-fordeler-og-ulemper/id694307/>

Furdal T. (2012, 06 08) *New cross-Party climate compromise agreed*. Hentet 11 14, 2015 fra aftenbladet.no: <http://www.aftenbladet.no/energi/aenergy/New-cross-Party-climate-compromise-agreed-2985720.html>

IEA, I. E. (2012) *Nordic Energy Technology Perspectives*. Oslo: IEA/Nordic Energy Research.

IETA, I. E. (2013, May) *ieta.org*. Hentet November 29, 2015 fra Norway – The World's Carbon Markets: A Case Study Guide to Emissions Trading: http://www.ieta.org/assets/Reports/EmissionsTradingAroundTheWorld/edf_ieta_norway_case_study_may_2013.pdf

Norwegian Government (2011–2012) White paper on Norwegian climate politics. *Meld. St. 21 (2011–2012) Norsk klimapolitikk*.

Rolf Golombek M. G. (2015) *Virkemidler som kan fremme utvikling og bruk av miljøteknologi*. CREE/Frischsenteret.

Rosvold K. A. (2015, 06 19) *Klimameldingen*. Hentet 11 14, 2015 fra snl.no – Store norske leksikon: <https://snl.no/Klimameldingen>

Rosvold K. A., Olerud K. (2015, 01 06) *Klimaforliket*. Hentet 11 14, 2015 fra snl.no – Store norske leksikon: <https://snl.no/Klimaforliket>

Schlaupitz H. (2012) *Alt om klimameldingen*. Hentet 11 16, 2015 fra naturvernforbundet.no: http://naturvernforbundet.no/klima/norsk_klimapolitikk/alt-om-klimameldingen-og-klimaforliket-article26633-131.html

World Bank (u.d.) *worldbank.org*. Hentet November 29, 2015 fra Putting a Price on Carbon with a Tax: http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/background-note_carbon-tax.pdf

16.2. Maksa par oglekļa savienojumu emisijām Norvēģijā

Borge L.-E. (2015, December 09) *Norsk Offentlig Utredning 2015:15 Sett pris på miljøet – Rapport fra grønn skattekomisjon*. Hentet December 13, 2015 fra regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-15/id2465882/?q=&ch=1>

Bright Green Island Catalogue.

Bright Green Island web page (u.d.). Hentet fra <http://brightgreenisland.com/>

Bruvoll A., Dalen H. M. (2009) *Pricing of CO₂ emissions in Norway – Documentation of data and methods used in estimations of average CO₂ tax rates in Norwegian sectors in 2006*. Oslo: Statistics Norway.

Bryhni I. (2014, January 30) CO₂-avgift. Hentet November 29, 2015 fra Store norske leksikon: <https://snl.no/CO2-avgift>

Danielsen M. A. (2014, November 17) *Regjeringen.no*. Hentet November 29, 2015 fra Grønn skatteomlegging i Europa: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/Gronn-skatteomlegging-i-Europa/id2340842/>

EcoGrid EU: From Design to Implementation – summary. (u.d.). Hentet fra http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/131120_ecogrid_popular_summary.pdf

Europaportalen (2009, December 04) *Regjeringen.no*. Hentet November 29, 2015 fra CO₂-skatt: Fordeler og ulemper: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/co2-skatt-fordeler-og-ulemper/id694307/>

IEA, I. E. (2012) *Nordic Energy Technology Perspectives*. Oslo: IEA/Nordic Energy Research.

IETA, I. E. (2013, May) *ieta.org*. Hentet November 29, 2015 fra Norway – The World's Carbon Markets: A Case Study Guide to Emissions Trading: http://www.ieta.org/assets/Reports/EmissionsTradingAroundTheWorld/edf_ieta_norway_case_study_may_2013.pdf

Norwegian Government (2011–2012) White paper on Norwegian climate politics. *Meld. St. 21 (2011–2012) Norsk klimapolitikk*.

Rolf Golombek M. G. (2015) *Virkemidler som kan fremme utvikling og bruk av miljøteknologi*. CREE/Frischsenteret.

World Bank (u.d.) *worldbank.org*. Hentet November 29, 2015 fra Putting a Price on Carbon with a Tax: http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/background-note_carbon-tax.pdf

16.3. Ilgtspējīgs ekociemats Norvēģijā

Hurdal Økolandsby (2014) *Historikk, Bærekraftsdale Hurdal*. 1st ed. Hurdal: Hurdal Økolandsby, 2014. Web. 4 Dec. 2015.

Hurdalsmodellen: 10 Økolandsbyer På 10 År. 1st ed. Hurdal: Filago, 2015. Print.

16.4. Samsø – Dānijas atjaunojamās enerģijas sala

Denmark, Samsø. "Samsø – Denmark | Profile | State Of Green". *Stateofgreen.com*. N.p., 2015.

Godoy J. "ENERGY-DENMARK: SAMSO ISLAND – LIVING IN HARMONY WITH NATURE". *Global Information Network* 2009. Web. 4 Dec. 2015.

Jørgensen P. J. *Samsø – A Renewable Energy Island: 10 Years of Development and Evaluation*. 2nd ed. Samsø Energy Academy, 2007. Web. 4 Dec. 2015.

Nevin J. "The Power of Cooperation". *The Behavior Analyst* 33.2 (2010): 189. Web. 2015.

Saastamoinen M. "Contextualising Behavioural Change in Energy Programmes Involving Intermediaries and Policymaking Organizations Working Towards Changing Behaviour: Samsø – Renewable Energy Island Programme". *Energychange.info*. N.p., 2009. Web. 4 Dec. 2015.

Spear S. et al. "Samsø: World'S First 100% Renewable Energy-Powered Island Is A Beacon For Sustainable Communities". *EcoWatch*. N.p., 2014. Web. 18 Dec. 2015.

16.5. Dānijas "zaļā" sala Bornholma

Bright Green Island Catalogue.

Bright Green Island web page. (u.d.). Hentet fra <http://brightgreenisland.com/>

EcoGrid EU: From Design to Implementation – summary. (u.d.). Hentet fra http://www.eu-cogrid.net/images/Documents/131120_ecogrid_popular_summary.pdf

16.6. Biroju ēkas apsildīšana ar ķermeņa siltumu Zviedrijā

<http://www.greenoptimistic.com/2011/01/12/stockholm-central-body-heat/>

<http://www.bbc.co.uk/news/business-12137680>

<http://www.icenews.is/index.php/2011/01/18/body-heat-harnessed-for-heating-at-stockholm-central-station/#ixzz1CzkwEVlg>

<http://cleantechnica.com/2011/01/20/250000-swedes-heat-a-building-with-their-bodies/>

<http://www.eurocities.eu/eurocities/news/Body-heat-new-green-energy-source-WSPO-9HLBUY>

16.7. Saragozas "Ūdens taupīšanas programma" Spānijā

Arbués F., Villanúa I. (2006) Potential for Pricing Policies in Water Resource Management: Estimation of Urban Residential Water Demand in Zaragoza, Spain, *Urban Studies*, 43(13), 2421-2442.

Barberán R., ed. (2006) Consumo y gravamen del agua para usos residenciales en la ciudad de Zaragoza. Evaluación y propuesta de reforma. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza. Accessed at: <https://www.zaragoza.es/> on 12.07.2015.

European Climate Adaptation Platform (ECAP) 2014. Zaragoza: combining awareness raising and financial measures to enhance water efficiency. Accessed at: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/> on 12.07.2015

Expo Zaragoza (2008) Exposición Internacional "Agua y Desarrollo Sostenible". Accessed at: <http://www.expo-zaragoza2008.es/> on 12.07.2015.

Ralf P. (2011) Reducing Water Demand and Establishing a Water Saving Culture in the City of Zaragoza. Accessed at: <http://www.switchtraining.eu/>

Smits S. et al. (2010) Zaragoza: Taking Pride in Integrated Water Management in the City. Accessed at: <http://www.switchurbanwater.eu/>

Zaragoza City (2015) Publicly available data from the Zaragoza City Website. Accessed at: <https://www.zaragoza.es/ciudad/risp/>

16.8. Freiburga – Vācijas Saules enerģijas galvaspilsēta

Buehler R., Pucher J. "Sustainable Transport in Freiburg: Lessons From Germany's Environmental Capital". *International Journal of Sustainable Transportation* 5.1 (2011).

Anon. "Freiburg, Germany Pioneers Solar Energy Use". *Business and the Environment* 19.3 (2008): 9-10. Web. 15 Dec. 2015.

Dresel T., Bertram K. *Solarregion Freiburg*. 1st ed. Freiburg: City of Freiburg Environmental Protection Agency, 2007. Web. 21 Dec. 2015.

Freiburg Greencity – Approaches to Sustainability. 1st ed. Freiburg: Freiburg Wirtschaft Touristik und Messe GmbH & Co. KG, 2011. Web. 14 Dec. 2015.

Freytag T., Gössling S., Mössner S. "Living the Green City: Freiburg's Solarsiedlung Between Narratives and Practices of Sustainable Urban Development". *Local Environment* 19.6 (2014): 644-659. Web. 16 Dec. 2015.

Gordon D. "Lessons From the Green Capital of Europe ; David Gordon Joined a Recent Waste Management Study Tour Of Freiburg, Germany. He Reflects on the Lessons the Green Capital of Europe Can Teach Northern Ireland". *Belfast Telegraph* 2003: 1. Web. 15 Dec. 2015.

Hamiduddin I. "Social Sustainability, Residential Design and Demographic Balance: Neighbourhood Planning Strategies in Freiburg, Germany". *Town Planning Review* 86.1 (2015): 29-52. Web. 15 Dec. 2015.

IPCC. "Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation And Vulnerability". N.p., 2007. Web. 16 Dec. 2015.

Ryan S., Throgmorton J. A. "Sustainable Transportation and Land Development on the Periphery: a Case Study of Freiburg, Germany and Chula Vista, California". *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 8.1 (2003): 37-52. Web. 14 Dec. 2015.

wwf.panda.org, "Freiburg Green City". N.p., 2012. Web. 14 Dec. 2015.

16.9. Pielāgošanās paaugstinātam plūdu riskam pie Temzas

Davoudi S., Mehmood A., Brooks L. *The London Climate Change Adaptation Strategy: Gap Analysis*. 1st ed. London: Engineering and Physical Sciences Research Council, 2015. Web. 18 Dec. 2015.

- Gov.uk. "The Thames Barrier – Detailed Guidance – GOV.UK". N.p., 2014. Web. 18 Dec. 2015.
- London Regional Flood Risk Appraisal*. 1st ed. London: Greater London Authority, 2009. Web. 18 Dec. 2015.
- London.gov.uk. "Policy 5.12 Flood Risk Management | London City Hall". N.p., 2015. Web. 18 Dec. 2015.
- Managing Flood Risk Through London And The Thames Estuary: TE2100 Plan*. 1st ed. London: Thames Estuary 2100 Environment Agency, 2012. Web. 18 Dec. 2015.
- Nickson A. et al. *FLOOD RISKS IN LONDON*. 1st ed. London: The Environment Committee London, 2014. Web. 18 Dec. 2015.
- Pilksere A., Valainis A., Sennikovs J. "A Flood Risk Assessment For Riga City Taking Account Climate Changes". *Geophysical Research Abstracts* 13 (2011) Rigapretpludiem.lv, "Riga Against Flood – About The Project". N.p., 2012. Web. 2015.
- Rodrigues S. *The London Climate Change Adaptation Strategy*. 1st ed. Tokyo: Greater London Authority, 2008. Web. 17 Dec. 2015.
- "Thames Barrier." *The Hutchinson Unabridged Encyclopedia with Atlas and Weather Guide*. Abington: Helicon, 2015. Credo Reference. Web. 21 Dec. 2015.
- The Draft Climate Change Adaptation Strategy for London*. 1st ed. London: Greater London Authority, 2010. Web. 18 Dec. 2015.

16.10. Pielāgošanās klimata pārmaiņām Nīderlandes lauksaimniecības nozarē

- EEA. "Agriculture and Horticulture – Netherlands – Climate Adaptation". N.p., 2014. Web. 7 Dec. 2015.
- De Bruin K. et al. "Adapting to Climate Change in the Netherlands: An Inventory of Climate Adaptation Options and Ranking of Alternatives". *Climatic Change* 95.1-2 (2009): 23-45. Web. 10 Dec. 2015.
- National Programme For National Programme For Spatial Adaptation To Climate Change*. 1st ed. The Netherlands: European Climate Adaptation Platform (ECAP), 2007. Web. 7 Dec. 2015.
- Rozema J. et al. *Saving Fresh Water By Crop Cultivation on Salinizing Soils, A Survey*. 1st ed. Amsterdam: Knowledge for Climate, 2014. Web. 10 Dec. 2015.

16.11. Piekrastes plānošana Horvātijā

- Trumbić I. (N/A). "Coastal Plan for the Šibenik-Knin County" ppt presentation. Available from: http://meetings.pap-thecoastcentre.org/pptx/MedPartnership_Sibenik_Trumbic.pdf
- EEA (N/A). Euroepan Climate Adaptation Platform. Available from: http://climate-adapt.eea.europa.eu/viewmeasure?ace_measure_id=5201
- PAP/RAC <http://www.pap-thecoastcentre.org/>
- UNDP (2008). A Climate for Change. Available from: http://hdr.undp.org/sites/default/files/nhdr_2008_en_croatia.pdf

16.12. "Klimata bēgļi"

- Environmental Change, Adaptation and Migration: Bringing in the Region** (2015) Eds. Felicitas Hillmann F., Rafflenbeul M., Sterly H., Springer
- Becker P. (2014) **Sustainability science**. Elsevier, London, New York, Sydney, Tokyo.
- Kolbert E. **Unsafe Climates**. <http://www.newyorker.com/magazine/2015/12/07/unsafe-climates>
- "Climate refugees" in Europe? Climate-related migration affects developing countries in particular – <https://www.die-gdi.de/en/the-current-column/article/climate-refugees-in-europe-climate-related-migration-affects-developing-countries-in-particular-1/>
- How Climate Change is Behind the Surge of Migrants to Europe – <http://time.com/4024210/climate-change-migrants/>
- Climate change and refugees: Adaptation is the key to preventing displacement – <http://www.voxeurop.eu/en/content/article/5038069-adaptation-key-preventing-displacement>
- Climate Change Could Wreck the Global Economy – <http://time.com/4082328/climate-change-economic-impact/>
- Environmental change and migration: issues for european governance and migration management – <http://www.migrationeducation.org/56.1.html?&rid=208&cHash=6cf222c08c5309a7e2288d393f5ba88>
- Environmental Migrations from Conflict-Affected Countries: Focus on EU Policy Response – <http://www.thehagueinstituteofglobaljustice.org/wp-content/uploads/2015/10/>

Will Pacific Island Nations Disappear as Seas Rise? Maybe Not – <http://news.nationalgeographic.com/2015/02/150213-tuvalu-sopoaga-kench-kiribati-maldives-cyclone-marshall-islands/>

Water, Drought, Climate Change, and Conflict in Syria – <http://www.environmentalmigration.iom.int/water-drought-climate-change-and-conflict-syria>

Water supply key to outcome of conflicts in Iraq and Syria, experts warn – <http://www.theguardian.com/environment/2014/jul/02/water-key-conflict-iraq-syria-isis>

What happens when the sea swallows a country? – <http://www.bbc.com/future/story/20150616-what-happens-when-the-sea-swallows-a-country>

Izmantotie attēli

16.2. https://en.wikipedia.org/wiki/North_Sea_oil

16.3. <http://www.npd.no/Global/Norsk/3-Publikasjoner/Rapporter/CO2-ATLAS-Norwegian-sea-2012.pdf>

16.4. <http://www.hurdalecovillage.no/>

16.7. <http://www.eu-ecogrid.net/>

16.10. http://www.switchtraining.eu/fileadmin/template/projects/switch_training/files/Case_studies/Zaragoza/

16.11. <http://www.solaranlage.de/>

16.12. <https://www.google.lv/search?q=Freiburg;+Germany;+transport>

16.13. <https://www.google.lv/search?q=The+Thames+Barrier&espv>

16.14. <https://www.google.lv/search?q=The+Netherlands;+agriculture>

16.15. <https://www.google.lv/search?q=Šibenik-Knin>

16.16. <https://www.google.lv/search?q=Šibenik>

16.17. <https://publichealthwatch.wordpress.com/2015/09/29/5-things-you-should-know-about-climate-refugees/>

16.18. <https://www.google.lv/search?q=climate+refugees+statistics&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiF7YOv5PzLAhVCFsWKHUrUDJEQsAQINw&biw=1680&bih=959#imgrc=INheTiu4VFO0fM%3A>

16.19. <http://news.nationalgeographic.com/2015/02/150213-tuvalu-sopoaga-kench-kiribati-maldives-cyclone-marshall-islands/>

16.20. <http://www.voxeurop.eu/en/content/article/5038069-adaptation-key-preventing-displacement>

16.21. https://en.wikipedia.org/wiki/Refugees_of_the_Syrian_Civil_War#/media/File:An_Aerial_View_of_the_Za%27atri_Refugee_Camp.jpg

16.22. <http://www.worldvision.org/news-stories-videos/top-humanitarian-crises-2015>

16.23. http://www.forestecologynetwork.org/climate_change/conflicts_fueled.html

16.24. <https://www.google.lv/search?q=climate+refugees+statistics&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiF7YOv5PzLAhVCFsWKHUrUDJEQsAQINw&biw=1680&bih=959#imgrc=xHRWozNQ00xzyM%3A>

Climate and Sustainable Development

The climate is not only essential for the daily well-being, it also directly affects industry, agriculture, power sector, tourism and other fields.

The climate system is complicated, therefore the studies dedicated to formation of climate and climate changes are of an increased interest. The Earth's climate elements – atmosphere, hydrosphere, lithosphere and biosphere – are closely linked and in constant interaction.

Taking into account the transformations in physical and biological systems that have occurred without human intervention at various stages of development of the Earth, it is possible to describe the impact of the climate on the natural changes in the environment. A particular interest has been aroused by the obvious and rapid climate changes, which have occurred during the century or even within a shorter period of time, because this analogy can be used for the future climate change forecasts.

Human activities are resulting in huge amounts of greenhouse gases and their emissions continue to increase since the beginning of the Industrial revolution.

The global warming of the planet can significantly affect a wide range of human life activities. The climate change has become one of the most important global environmental problems that affect human health and

contribute to spreading of various diseases on Earth.

Consequently, practical and urgent solutions are needed for adaptation to climate change.

Until now, no academic books dedicated to the climate have been issued in Latvia to cover a wide range of issues, from climate formative factors to the application of scientific knowledge in practical life.

In view of the global concern about the impact of climate change, it was necessary to review scientific materials and prepare a book intended for a wide range of users, mainly university staff, school teachers, public and local government employees, as well as other stakeholders.

The 16 chapters of the book in 384 pages contain a wealth of images, tables, diagrams and graphics to illustrate the text. The main chapters are:

- Earth's climate and its constituent elements;
- Climate in Latvia;
- Climate change impacts on human health and on other living organisms;
- Adapting to climate change;
- Climate, energy and economy;
- Climate policy of Latvia;
- Sustainable development and climate;
- Practical adapting to climate change in the world and in Europe.

Klimats un ilgtspējīga attīstība. Māra Kļaviņa un Jāņa Zaļokšņa redakcijā, 2016

Iespiests SIA "Latgales druka"
Baznīcas iela 28, Rēzekne, LV-4601