

**Jāzeps Logins
Rita Birziņa
Inese Dudareva
Gunta Kalvāne**

DABASZINĀTŅU MĀCĪBU METODIKA

**SKOLOTĀJU
IZGLĪTĪBAS JOMA:
Dabaszinātnes**



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**



**LATVIJAS UNIVERSITĀTE
PEDAGOĢIJAS,
PSIHOĢIJAS UN
MĀKSLAS FAKULTĀTE**

Jāzeps Logins (atb. red.)

Rita Birziņa

Inese Dudareva

Gunta Kalvāne

DABASZINĀTŅU MĀCĪBU METODIKA

**SKOLOTĀJU
IZGLĪTĪBAS JOMA:
Dabaszinātnes**

**Latvijas Universitāte,
Pedagoģijas, psiholoģijas un mākslas fakultāte
2020**

Jāzeps Logins (atb. red.), Rita Birziņa, Inese Dudareva, Gunta Kalvāne (2020). *Dabaszinātņu mācību metodika*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 171 lpp.

Grāmata izstrādāta Latvijas Universitātes Pedagoģijas, psiholoģijas un mākslas fakultātes 2020. gada attīstības projektā “Inovativo mācību materiālu izstrāde jaunajām izglītības, pedagoģijas un sporta virziena studiju programmām”.

Grāmata paredzēta studentiem, topošajiem skolotājiem. Piedāvātais materiāls potenciāli būs noderīgs ikvienā metodikas kursā pamatizglītības skolotāju programmās, lai mērķtiecīgi organizētu skolēnu radošuma un līdz ar to caurviju prasmju – jaunrades un uzņēmējspējas, kritiskās domāšanas un problēmu risināšanas, kā arī pašvadītas mācīšanās – attīstību dažādās izglītības jomās.

Recenzente *Dr. paed.* Jeļena Volkinšteine

Teksta redaktore Agita Kazakeviča
Vāku un iekšlapu dizainu veidojusi Baiba Lazdiņa
Maketētāja Ieva Zarāne

© Jāzeps Logins, Rita Birziņa, Inese Dudareva, Gunta Kalvāne, 2020
© Latvijas Universitāte, 2020

e-ISBN 978-9934-18-571-7

Saturs

Darbā izmantotie saīsinājumi	4
Ievads.....	5
1. nodaļa	7
Dabaszinātņu “daba” dabaszinātņu metodikas skatījumā	
1.1. Dabaszinātnes, to būtība	7
1.2. Ģeogrāfijas nozīme un vieta dabaszinātņu sistēmā	22
Kopsavilkums	26
Izmantotā literatūra	27
2. nodaļa	28
Vērtēšana mācību procesā	
2.1. Vērtēšana dabaszinātņu mācību priekšmetos	28
2.2. Formatīvā vērtēšana	39
2.3. Summatīvā vērtēšana	62
Kopsavilkums	86
Izmantotā literatūra	86
3. nodaļa	90
Caurviju prasmes dabaszinātņu apgūvē	
3.1. Problēmrisināšana un kritiskā domāšana	92
3.2. Inovāciju un sistēmiskā domāšana	98
3.3. Līdzdalība	105
3.4. Pētnieciskās prasmes kā pašvadītās mācīšanās elements	110
Kopsavilkums	112
Izmantotā literatūra	112
4. nodaļa	114
Skolēnu praktiskā darbošanās dabaszinātņu apgūvē un informācijas tehnoloģiju izmantošana	
4.1. Modeļi dabaszinātnēs	114
4.2. Praktiskās un praktiski pētnieciskās metodes	116
4.3. Informāciju tehnoloģijas dabaszinātņu mācību procesā	131
Kopsavilkums	157
Izmantotā literatūra	158
Uzdevumu iespējamās atbildes.....	160

Darbā izmantotie saīsinājumi

AS – atgriezeniskā saite

DV – diagnosticējošā vērtēšana

DZIMT – dabaszinātnes, inženierzinātnes, matemātika un tehnoloģijas

DZIT – dabaszinātņu un informācijas tehnoloģijas profesionālā bakalaura studiju programma

FV – formatīvā vērtēšana

GIO – grafiskie informācijas organizatori

IA – ilgtspējīga attīstība

IT – informācijas tehnoloģijas

IIA – izglītība ilgtspējīgai attīstībai

MMD – mācīšanas/mācīšanās darbības

PD – pārbaudes darbs

PISA – OECD Programme for International Student Assessment (Starptautiskā skolēnu kompetences vērtēšanas programma)

SIIC – Starpnozaru izglītības inovāciju centrs

SOLO – the Structure of the Observed Learning Outcomes

SR – sasniedzamie rezultāti

STEM – Science, Technology, Engineering, and Mathematics

SV – summatīvā vērtēšana

TIMS – Trends in International Mathematics and Science Study (Matemātikas un dabaszinātņu izglītības tendenču pētījums)

VA – vides apziņa

VISCS – Valsts izglītības un satura centrs

Ievads

Ikviens skolēns var gūt panākumus, mācoties dabaszinātnes. Taču skolēnu panākumi ir ļoti atkarīgi no paša skolotāja uzskatiem par zinātni, pedagoģiju un skolēniem. Mācību līdzeklis veidots, lai skolotāji varētu sasniegt dabaszinātņu mācīšanas mērķus. Panākumi mācībās būs, ja skolēni sajūtīs zināšanu daudzpusību, to bagātību un noderīgumu, ko piedāvā dabaszinātnes. Tieši kontekstu apguve iesaistošā, radošumu un iztēli nodrošinošā vidē sekmēs mācīšanos – zināšanu, izpratnes un prasmju apguvi, kas ikvienam skolēnam būs noderīgas dažādās dzīves – arī ikdienas – situācijās, kā arī būs pietiekamas, lai pēc skolas beigšanas dabaszinātnes varētu sekmīgi apgūt kā profesionālo darbības lauku.

Dažas nozīmīgas atziņas, kuras aktuālas mūsdienu mācību procesā un kuras autori vēlētos nodot topošajiem skolotājiem:

1. Pasaulē mūsdienās ir uzkrāts ārkārtīgi daudz dabaszinātņu zināšanu. Tās visas nav iespējams apgūt, tāpēc ir lietderīgi saprast zinātnes *Lielās idejas* un dziļāku to apgūšanu, ja būs dzīvē nepieciešams, atstāt vēlākam laikam. No tā izriet svarīgākā atziņa “Ievēro vienkāršību!”. Taču, atlasot un pielāgojot mācību saturu, arī šajā gadījumā stingri jāievēro satura zinātniskums, kā arī jāzina fakti un arī citas zināšanas, kas nepieciešamas, lai izprastu vispirms jau iepriekš pieminētās zinātnes *Lielās idejas*.
2. Daudz svarīgāk, lai skolēni apgūtu zinātnisko domāšanu nekā pēc iespējas vairāk zinātniskās zināšanas.
3. Zinātnē, it īpaši dabaszinātnēs, kaut gan darbs notiek laboratorijās, pētīta tomēr tiek “pasaule mums apkārt”.

Dabaszinātņu mācību metodika ir veidots kā mācību līdzeklis topošajiem skolotājiem dabaszinātņu mācību metodikas apguvē. To veido **četras** nodaļas:

1. Dabaszinātņu “daba” dabaszinātņu metodikas skatījumā.
2. Vērtēšana mācību procesā.
3. Caurviju prasmes dabaszinātņu apguvē.
4. Praktiskie darbi dabaszinātņu apguvē bez un ar informācijas tehnoloģiju izmantošanu.

Katras nodaļas sākumā ir īss ievads. Tam seko nodaļas satura izklāsts, kurā autori koncentrētā veidā ir izklāstījuši savā pedagoģiskajā darbā gūtās atziņas un nozīmīgākās informācijas avotos norādītās atziņas par dabaszinātņu metodikas un satura apguvi. Metodisko materiālu galvenokārt paredzēts izmantot topošo skolotāju dabaszinātņu metodikas studiju kursu nodarbībās. Tāpēc daudzviet metodiskajā materiālā ir ievietotas ilustrācijas un tabulas, kas noder par informācijas avotiem un kopsavilkumiem un ko var sekmīgi integrēt studiju kursu nodarbībās, savukārt detalizēta to analīze nav dota.

Mācību materiāla satura izvēli noteica gan docētāju uzkrātā personiskā pieredze, gatavojot un vadot nodarbības un noslēguma darbu izstrādi studentiem, gan mācību materiālu pieejamības trūkums studentiem, gan šo nodaļu satura apguves aktualitāte.

Metodiskā materiāla nodaļu autori ir J. Logins – 1. nodaļas 1.1. apakšnodaļa, R. Birziņa – 2. nodaļa, G. Kalvāne – 1. nodaļas 1.2. apakšnodaļa, 3. nodaļa, I. Dudareva – 4. nodaļa. Taču

satura pilnveidē autori ir papildinājuši kolēģu nodaļu saturu ar piemēriem un uzdevumiem un piedalījušies darba rediģēšanā, tāpēc tas uzskatāms par autoru kopdarbu.

Studentu mācīšanos sekmēs daudzi uzdevumi, kas mudina apgūt jaunas prasmes, ietver idejas apgūtā izmantošanai mācību darbā klasē, rosina reflektēt apgūto studiju saturu un ir ierosinājumi pašmācībai.

Metodiskajā materiālā izmantoti šādi uzdevumu veidu apzīmējumi:

- AI** Apgūsti individuāli!
- AG** Apgūsti kopā kursabiedru grupā!
- PS** Pārbaudi sevi!
- IK** Izmanto klasē!

Nodaļas nobeigumā ir ievietots izmantoto informācijas avotu saraksts un metodiskā materiāla beigās norādīti arī informācijas tehnoloģiju (IT) resursi, kas ir noderīgi gan skolotāja profesionālajai pilnveidei, gan dabaszinātņu mācībās klasē.

Vēlam veiksmīgas studijas un gūt daudz ierosmju dabaszinātņu mācīšanai skolā!

Autori

1. NODAĻA

Dabaszinātņu “daba” dabaszinātņu metodikas skatījumā

Kas ir zinātne? Kā tā ir radusies, attīstījusies un sazarojusies? Kāpēc skolēniem dabaszinātņu apgūvē svarīgi apzināties dabaszinātņu “dabu”? Kāda ir dabaszinātņu nozīme mūsu dzīvē un ikdienā? Apgūstot šo tematu, meklēsim atbildes gan uz jau pieminētajiem jautājumiem, gan arī to saikni ar mācību procesu skolā.

Sasniedzamie rezultāti. Pēc nodaļas satura apgūšanas:

- varēsiet paskaidrot, kas ir dabaszinātņu “daba”;
- zināsiet jēdzienus: zinātne, zinātniskā pētniecība (darbība), dabaszinātniskā izpratība, dati, informācija, teorētiskās, lietišķās un orientējošās zināšanas, gudrība;
- pratīsiet strukturēt zinātņu un īpaši dabaszinātņu nozares un raksturot saikni starp tām;
- varēsiet raksturot zināšanu veidus, to savstarpējo saikni un to personisko nozīmīgumu;
- varēsiet paskaidrot novērojumu saikni ar zinātniskajām teorijām;
- varēsiet raksturot dabaszinātniskās darbības pazīmes, metožu dažādību un tās secīgos posmus;
- spēsiet novērtēt dabaszinātņu attīstības un zināšanu uzkrāšanas cilvēces vēsturē nozīmi;
- zināsiet ar dabaszinātņu vēstures saistītā satura integrēšanas iespējas mācību procesā un tā nozīmīgumu;
- varēsiet raksturot ģeogrāfijas nozīmi un vietu dabaszinātņu sistēmā.

1.1. Dabaszinātnes, to būtība

Dabaszinātņu “daba” un tās apguves nozīme

Dabaszinātņu apguves nolūks ir apgūt zināšanas, prasmes un kompetences, lai gūtu panākumus dzīvē. Tām ir jābūt noderīgām gan profesionālajā darbībā dabaszinātnēs, gan ar to nesaistītās dzīves jomās. Par dabaszinātņu izglītības mērķi bieži tiek norādīta arī dabaszinātniskā izpratība *scientific literacy*, kaut arī tās skaidrojums dažādos informācijas avotos ir atšķirīgs (Gräber et al., 2002; Namson, 2010).

Dabaszinātņu apgūvē skolēni iepazīst dabas pasauli, tiek pētīti un noskaidroti dabas objekti, procesi un likumsakarības. Apgūtās zināšanas, prasmes un kompetences ļauj pieņemt prasmīgus, paša, apkārtējo un sabiedrības interesēm atbilstošus, dabu saudzējošus un uz ilgtspējīgu attīstību vērstus lēmumus, uzņemties atbildību un prasmīgi rīkoties. Meklējot atbildes uz jautājumiem par dabaszinātnēm, mēs rodam arī skaidrojumu par dabaszinātņu būtību (dabaszinātņu “dabu”).

Dabaszinātņu “daba” tiks noskaidrota, rodot atbildes uz šiem jautājumiem:

- Kas ir raksturīgs dabaszinātnēm?
- Kas ir zināšanas dabaszinātnēs?
- Kas ir zinātniskā pētniecība dabaszinātnēs?
- Kā tiek iegūtas zināšanas dabaszinātnēs?
- Kāda ir bijusi zinātnes vēsturisko strāvojumu nozīme?
- Kā var izmantot dabaszinātņu zināšanas?

AI, AG

Atbilžu meklēšana par dabaszinātņu “dabu” ir cieši saistīta ar mūsu katra dzīvi, dabas vidi un sabiedrību.

Jautājumi	Kāpēc ir svarīgi rast atbildes uz jautājumiem par dabaszinātņu “dabu” saistībā ar mūsu katra dzīvi, dabas vidi un sabiedrību?
Kas ir raksturīgs dabaszinātnēm? Kas ir zināšanas dabaszinātnēs? Kas ir zinātniskā pētniecība dabaszinātnēs? Kā tiek iegūtas zināšanas dabaszinātnēs? Kāda ir bijusi zinātnes vēsturisko strāvojumu nozīme? Kā var izmantot dabaszinātņu zināšanas?	

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

Zinātnes raksturojums

Zinātne ir plašs jēdziens, kas ietver:

- zinātniekus ar viņu zināšanām, spējām, kvalifikāciju un pieredzi;
- zinātniskās iestādes ar to aprīkojumu (aparātūru, iekārtām utt.);
- zinātniskās pētniecības darba jēdzienus un metodes;
- zinātniskās informācijas sistēmu, kā arī to zināšanu kopumu, kas nepieciešams zināšanu radīšanai, un pašas jaunradītās zināšanas.

Svarīgi būtu akcentēt zinātnes saikni ar zināšanu radīšanu. Zinātne ir cilvēka darbības joma, kuras funkcijas ir izstrādāt un teorētiski sistematizēt objektīvās zināšanas (par esamību). Zinātne parādības apraksta, izskaidro un uz jau atklāto likumu pamata prognozē.

Zinātniskā pētniecība ir cilvēka darbības joma, kuras nolūks ir jaunu zināšanu iegūšana un uzkrāšana. Kā jau minēts, tās tiek iegūtas mērķtiecīgi, ar noteiktām, zinātnieku atzītām metodēm, apkopojot un analizējot pētījumos (novērojumos, eksperimentos) iegūtos datus. Šīs zināšanas tāpēc ir saprotamas un atkārtojamas, un tās sauc par zinātniskām. Tas ļauj teorētiski izskaidrot norises dabā un sabiedrībā. Zinātniskās zināšanas ietilpst zinātnes faktu, jēdzienu, likumsakarību, likumu un teoriju vienotā sistēmā. Mūsdienās zinātniskās zināšanas tiek strukturētas daudzās jomās – zinātnes nozarēs.

Tādējādi zinātniskā pētniecība ir jaunu zināšanu izstrādāšanas process, un tā pamatā ir zinātniskās pētniecības metodes, piemēram, novērojumi, eksperimenti utt. Zinātniskās pētniecības darba rezultāts ir jauni atklājumi – jaunas zināšanas, kas nevienam nebija zināmas pirms darba veikšanas.

Dabaszinātņu raksturojums

Tradicionāli zinātņi iedala nozarēs pēc tās pētījuma objekta. Humanitāro un sociālo zinātņu pētījumu centrā ir cilvēks kā indivīds un kā personība, cilvēces kultūras sasniegumi un to izpausmes, kā arī sabiedrība un tās procesu skaidrojums. Savukārt dabaszinātņu izpētes objekts ir dzīvā un nedzīvā daba, kuras pētījumi tiek veikti ar dabaszinātnēs vispāratzītām metodēm.

Atbilstoši Ministru kabineta noteikumiem Nr. 49 “Noteikumi par Latvijas zinātnes nozarēm un apakšnozarēm” dabaszinātnes ietver fizikas un ķīmijas zinātnes nozari (fizikālās zinātnes), bioloģiju (dzīvības zinātņi), ģeogrāfiju (Zemes zinātnes, fiziskā ģeogrāfija un vides zinātnes), kā arī matemātiku un datorzinātņi un informātiku (pēdējās divas netiek apskatītas tuvāk).

Var saskatīt atbilstību arī starp zinātņu nozarēm un mācību priekšmetiem un to saturu skolā. Atbilstoši valsts pamatizglītības standartam (MK noteikumi Nr. 747, 2018) un vidējās izglītības standartam (MK noteikumi Nr. 416, 2019) dabaszinātņu saturs skolā tiek apgūts integrētajā dabaszinību mācību priekšmetā un atsevišķos mācību priekšmetos: bioloģijā, fizikā un ķīmijā. Nosauktie mācību priekšmeti ir Dabaszinātņu mācību jomas moduļi.

Ģeogrāfiju kā mācību priekšmetu skolēni apgūst gan pamatskolā, gan vidusskolā. Valsts izglītības standarti paredz, ka pamatskolā tā ir dabaszinātņu mācību jomas modulis, savukārt vispārējā vidējā izglītībā tā ir gan Dabaszinātņu mācību jomas, gan Sociālās un pilsoniskās mācību jomas modulis, t. i., ģeogrāfijas mācību priekšmeta mērķi, sasniegtie rezultāti tiek iekļauti abās norādītajās mācību jomās. Tas norāda uz ģeogrāfijas kā mācību priekšmeta un zinātņu nozares “divējādo” dabu – piederību gan dabaszinātnēm, gan sociālajām zinātnēm.

Dabaszinātņu nozares iedala daudzās apakšnozarēs, kuras to izpētes objektus pēta no dažādiem skatījumiem, katra ar pārsvarā savai nozarei raksturīgām metodēm, saturu un izmanto tai raksturīgus jēdzienus. Taču tām visām tādā ir kopīgs pētījumu objekts – daba un dabaszinātniskā metodika, un sociālais aspekts ģeogrāfijas kontekstā.

Lai gūtu izpratni par pētījuma objektu, bieži ir nepieciešamas vairāku zinātņu nozaru zināšanas. Tādēļ šajos saskarsmes gabalos starp atsevišķām dabaszinātnēm, kā arī starp dabaszinātnēm un citām zinātņu nozarēm, piemēram, matemātiku, ģeogrāfiju, veidojas arvien jaunas apakšnozares, piemēram, klimatoloģija, bioķīmija vai kriminālistika. Dažkārt šādas apakšnozares ir tuvākas citām zinātņu nozarēm nekā tām, no kurām tās ir izveidojušās. Tā molekulārā ģenētika ir radniecīgāka organiskajai ķīmijai, kaut arī ir bioloģijas zinātnes apakšnozare. Savukārt Zemes zinātņi attiecina uz fizikālajām zinātnēm.

Dabaszinātnēs, līdzīgi kā citās zinātņu nozarēs, veikto zinātnisko pētījumu mērķis ir gūt jaunas zināšanas par apkārtējo pasauli: aprakstīt, izpētīt, izskaidrot lietas, parādības un procesus un uz jau atklāto likumu pamata prognozēt. Zinātniskās darbības rezultāts ir jaunas, līdz šim nezināmas un neaprašītas zināšanas.

AI

Izveidojiet zinātnes nozaru un apakšnozaru struktūras vertikāli zīmētu shēmu. Iekļaujiet tajā zinātņu nozares, kurām radniecīgi ir skolā apgūstamie mācību priekšmeti! Kur tajā atradīsies fizika, ķīmija, ģeogrāfija un bioloģija? Sīkāku informāciju par zinātņu nozaru klasifikāciju var skatīt <https://www.vestnesis.lv/op/2018/18.9> un interneta meklētājos, izmantojot atslēgas vārdus "zinātņu klasifikācija"

AI

Noskaidrojiet atšķirību starp dabaszinātnēm un humanitārajām zinātnēm. Kā skolēni varētu labāk apgūt izpratni par šo atšķirību?

AG

Internetā atrodiet pārskatu par fizikas, ķīmijas, bioloģijas un ģeogrāfijas svarīgākajām apakšnozarēm! Stukturējiet tās uzskatāmā shēmā! Kādā veidā katra no šīm dabaszinātņu apakšnozarēm pēta pasauli?

AG

Iepazīstieties ar likumdošanā doto pašreizējo zinātņu iedalījumu Latvijā! Salīdziniet ar iepriekšējā uzdevumā izveidoto shēmu! Papildiniet to, ja nepieciešams!

Dabaszinātnes tātad atšķiras pēc veida, kā tās pēta pasauli, t. i., kāds pētījumu objekts tām definēts. Kaut arī bioloģiju nodala no fizikālajām zinātnēm – fizikas un ķīmijas, zinātnieki joprojām plaši diskutē par šī iedalījuma nepieciešamību. Bioloģijas saistību ar ķīmiju un fiziku apliecina vairāki atzinumi:

- Izpētes objektiem materiālā uzbūve ir viena un tā pati – bioloģiskās sistēmas veidojošajām vielām, un ārpus tā esošajām organiskajām un neorganiskajām vielām ir materiāla daba.
- Neviens bioloģisks fakts vai process nav pretrunā ar fizikāliem vai ķīmiskiem procesiem.
- Komplicētus bioloģiskos procesus var izskaidrot ar pakārtotu sistēmu mijiedarbību, kurām ir materiāla daba, piemēram, domāšanas procesu pamats ar elektrisko impulsu plūsmu noteiktos smadzeņu apgabalos.

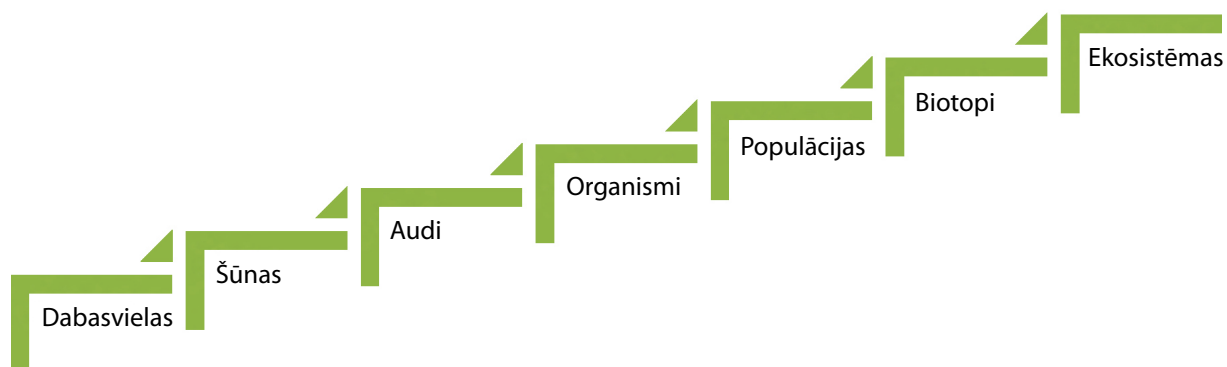
Pētāmās parādības un objekti dabaszinātnēs parasti ir sarežģīti, tāpēc tās bieži tiek aplūkotas kā vienkāršāku, mijiedarbībā esošu sistēmu (struktūras līmeņu) kopums. Kaut arī šajā gadījumā "veselums ir atsevišķo sastāvdaļu summa", atsevišķo komponentu mijiedarbības rezultāts var būt jaunas, iepriekš neparedzētas sistēmas īpašības (Mayr, 1998). Piemēram, organisms ir vairāk nekā šūnu summa. Ezera ekosistēma ir vairāk nekā ūdens, zivis un barības vielas.

AG

Diskutējiet, vai ģeogrāfija ir dabaszinātne? Kāda ir tās saikne ar bioloģiju, fiziku, ķīmiju? Kas kopīgs un atšķirīgs?

AI

Aplūkojiet 1.1. attēlā redzamo bioloģijas sistēmu struktūras līmeņu shēmu! Izveidojiet attēlu ar līdzīgu saturu kādai citai dabaszinātnei! Nosauc struktūras līmeņu atšķirīgās īpašības!



1.1. attēls. **Bioloģisko sistēmu struktūras līmeņi**

Dabaszinātņu vēsture un tās apguves nozīme

Dabaszinātnēm ir ilga attīstības vēsture, tās ir cieši saistītas ar vispārējo kultūras un tehnikas (tehnoloģiju) attīstību.

Laika gaitā cilvēce ir uzkrājusi arvien jaunas zināšanas. Līdztekus tam periodiski ir mainījušās arī zināšanas, kurām ir būtiska nozīme sabiedrības attīstībā un labklājībā. Uzkrāto zināšanu nozīme ir bijusi milzīga – tās ir ietekmējušas sabiedrības organizācijas modeli. Pieaugošais apstrādājamās informācijas apjoms un augstāks tās apstrādes līmenis vienmēr ir bijusi jaunas, attīstītākas sociālās sistēmas pamatiezīme. Sociālās sistēmas mainās tad, ja uzkrātajām zināšanām modeli kļūst par šauru un esošais sabiedrisko attiecību modelis sāk kavēt tālāko attīstību. Pieaugot zināšanām, to līmenis kļūst pietiekams, lai sabiedrība varētu pāriet nākamajā attīstības stadijā. Politiskās pārmaiņas ir tikai sekas.

AG

Papildiniet 1.1. tabulas neaizpildīto kolonnu ar, Jūsaprāt, nozīmīgākajiem atklājumiem, novērojumiem, norisēm sabiedrībā.

1.1. tabula. Svarīgi dabaszinātņu attīstības posmi Eiropā (adaptēts no Heitzmann, 2010)

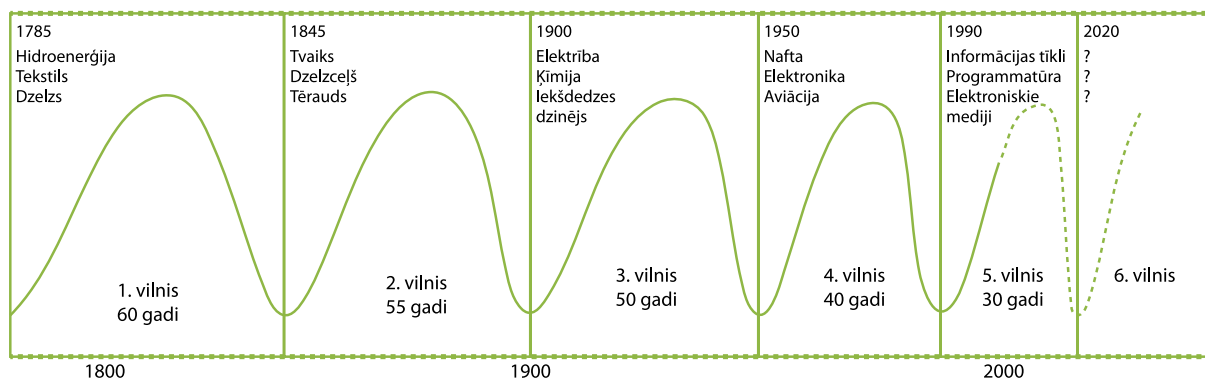
Laika perioda nosaukums, politiskie, klimatiskie apstākļi	Nozīmīgākie atklājumi, novērojumi, norises sabiedrībā	Laika posms
Paleolīts		Līdz apm. 12 000 g. p. m. ē.
Neolīts		No apm. 12 000 g. p. m. ē.
Klimata uzlabošanās		Apmēram 8000 g. p. m. ē.
Attīstīta agrārā sabiedrība, centralizācija		Apmēram 4000 g. p. m. ē.
Sabiedrības diferencēšanās (zinātniskā elite)		Apmēram 3500 g. p. m. ē.
Neatkarīgie grieķu dabas filozofi		700–400 g. p. m. ē.
Tehnikas izmantošana hellēnistu un grieķu laikā		300. g. p. m. ē. – 476. m. ē.
“Zināšanu glābšana” islāma pasaulē Austrumu un Vidusjūras zemēs		No 600. g. m. ē. līdz 14. gs.
Viduslaiku Eiropa		600. g. m. ē. līdz 13. gs.
Baznīca, kari, klimats, mēris		14./15. gs.
Atgriešanās pie antikajiem laikiem, renesanse		15. gs.
Jūras braucieni, atklājumi		16./17. gs.
Empīriskās dabaszinātnes – eksperimenti		17. gs.
Industriālā revolūcija		18./19. gs.
Otrā dabaszinātņu revolūcija		19. gs.
Modernās dabaszinātnes		20./21. gs.

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

AG

Kādas zināšanas bija visnozīmīgākās katrā no sabiedrības organizācijas modeļiem – pirmatnējā sabiedrībā, agrārajā sabiedrībā, industriālajā sabiedrībā, informācijas sabiedrībā?

Arī dažos pēdējos gadsimtos jaunatklātajām zināšanām parasti ir bijusi daudz lielāka lietošanas vērtība, tāpēc ikreiz ir notikusi tehnoloģiju līmeņa uzlabošanās. Katra konkrētā virziena zināšanu uzplūdi un atplūdi, ko austriešu ekonomists Jozefs Šumpēters (*Schumpeter*) nodēvēja par zināšanu viļņiem, pēdējo gadsimtu gaitā notiek arvien ātrākos tempos. Mūsdienu nozīmīgākais zināšanu vilnis ir informācijas tehnoloģijas.



1.2. attēls. Zināšanu viļņi (Osis, 2002)

AI

Kādi, Jūsaprāt, varētu būt zinātnes atklājumi nākamo 50 gadu laikā, kas būtiski ietekmēs sabiedrības attīstību? Un kādi tie varētu būt tuvāko 100 gadu laikā?

Zinātne un mūsdienu

Uzskata, ka 90 % pašreizējo cilvēces zināšanu ir radītas pēdējos 30 gados un ka turpmāk šī tendence saglabāsies.

Mūsdienās cilvēce ir iekļāvusies informatizācijas procesā. Informācijas tehnoloģiju produkti ienāk tirgū daudz plašāk un straujāk nekā jebkurš cits ražojums, un inovācijas cikls tiem ir daudz īsāks nekā citiem izstrādājumiem. Informācijas radišana ir mūsdienu sabiedrības galvenais darbības veids, un informatizācija ir šī procesa sastāvdaļa.

Sociālo un tehnoloģisko informācijas sistēmu saplūšana to funkcionālās vienotības dēļ ir notikusi un joprojām turpinās strauji un rezultatīvi, bez destruktīviem konfliktiem, kā tas ir bijis vēsturē, piemēram, mehānisko stēļu laušana un Forda rūpnīcas pirmo konveijeru graušana. Šo informācijas sistēmu veidošanā var piedalīties ikviens sabiedrības loceklis, piemēram, veidot vai papildināt rakstus brīvajā enciklopēdijā *Wikipedia*.

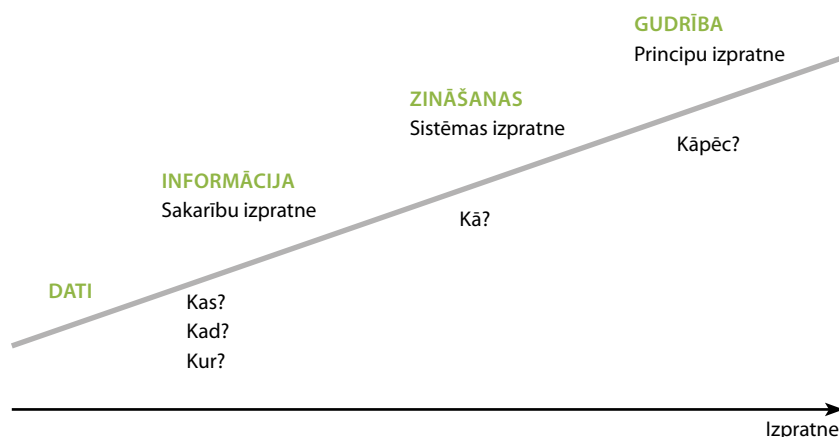
Informācijas apstrādes, zināšanu uzkrāšanas un lietošanas procesos mūsdienās izmanto vairākus radniecīgus jēdzienus (Karnītis, 2004). Ar vārdu “**dati**” apzīmē faktus vai parādības,

kas izteiktas skaitļu, burtu, simbolu vai attēlu veidā. Dati parāda formu, un tiem nav savas patstāvīgās jēgas.

Datus, kam zināma to jēga, sauc par **informāciju**. Piemēram, par informāciju kļūst skaitlis, ja tam pievieno mērvienību, vai skaņas, apvienojot tās saprotamos vārdos. Informāciju var pārraidīt dažādos veidos (ar kustībām, uz papīra, ar akustiskajiem un elektromagnētiskajiem viļņiem). Informācija mūsdienās ir kļuvusi par visas pasaules sabiedrības zinātniski tehniskās un sociāli ekonomiskās attīstības galveno resursu, un tās pieejamība un apmaiņa būtiski veicina zinātnes, tehnikas, dažādu saimniecības nozaru un medicīnas attīstību.

Ja informāciju apstrādā, piemēram, to savieno, klasificē, analizē, pārdomā, rodas **zināšanas**. Informācijas transformēšana zināšanās, zināšanu apgūšana, analīze un sintēze ir lēni un darbietilpīgi procesi. Zinātniskā ceļā iegūta informācija nevis seko tehnoloģiju attīstībai, bet nosaka to.

Augsts zināšanu līmenis savukārt ir priekšnoteikums pilnīgākai kādas parādības vai procesa principu izpratnei, tad runa ir par **gudrību**. Sinonīms jēdzienam “gudrība” šajā kontekstā būtu **“kompetence”** jeb **“lietpratība”**. Pateicoties tai, indivīds spēj radīt jaunas zināšanas uz esošo pamata, veikt darbības un/vai sasniegt izvirzītos mērķus (ekonomiskus, politiskus, sociālos vai citus).



1.3. attēls. Izpratnes pieaugums zināšanu procesos (Karnītis, 2004)

IK

Uzrakstiet mācību uzdevumu, kurā skolēniem nepieciešams norādīt datu, informācijas, zināšanu un lietpratības piemēru kādā no dabaszinātņu priekšmetiem!

Skolēna atbildes piemērs:

- atsevišķs skaitlis 4321 ir dati;
- papildināti ar informāciju – priekšmets sver 4321 kg – informācija;
- savienoti ar citu informāciju – 4321 kg smagu priekšmetu cilvēks nespēj pakustināt – rodas zināšanas;
- spējas izlemt tālāko rīcību – 4321 kg smaga priekšmeta pārvietošanai laikus jāsameklē tehnika – lietpratība.

Dabaszinātņu vēsture ir ļoti nozīmīga dabaszinātņu didaktikā kā **priekšmeta apguves didaktiskā pieeja**. Tā norāda atsevišķo dabaszinātņu gan vienojošos, gan atšķirīgos elementus un šo kategoriju relativitāti. Vēsturiskais dabaszinātņu skatījums apliecina, ka dabaszinātnes sniedz nozīmīgu ieguldījumu arī citās zinātnes nozarēs, piemēram, lietišķajās zinātņu nozarēs (tehnoloģijas, medicīna, agronomija) un humanitārajās zinātnēs un mākslā (Heitzmann, 2010).

- Vēsture skolēniem ļauj notikumu nozīmīgumu iekļaut kontekstos. Dabaszinātnes kļūst saprotamas kā kultūras daļa un sasniegums. Tiek parādīts, ka tām ir bijusi nozīmīga ietekme dažādās kultūrās.
- Izcilu dabaszinātnieku dzīvesstāsti ļauj dabaszinātnes uztvert kā cilvēku darbības rezultātu, un tie noder kā atpazīstamas personības, lai atklājumus padarītu “dzīvus”. Tas ir veids, kā var mazināt zinātnes dehumanizāciju.
- Vēsturiskiem piemēriem ir dažāds saturs, perspektīvas, tie var liecināt par dažādiem zināšanu iegūšanas veidiem, tāpēc, pašam mācoties, tie sekmē skaidrāku izpratni un motivāciju.
- Jēdzienu un konceptu ģenēze, bērnam attīstoties, norit līdzīgi kā zināšanu uzkrāšana cilvēces attīstības vēsturisko posmu gaitā. Šo vēsturisko posmu apzināšanās palīdz saprast mūsdienu konceptus un konceptu maiņu par dabas objektiem un parādībām no ikdienas priekšstatiem uz zinātnisko domāšanu mācību procesā skolā.
- Vēsturiskie tekstu avoti un vēsturisko atklājumu piemēri var sekmēt iztēli un iejušanos.
- Vēstures iekļaušana mācību procesā palīdz dabaszinātnes saprast kā procesu. Zināšanas nav “gatavs produkts”, bet gan ir mainīgas. Tās ir pakļautas pārmaiņām laika gaitā.

AI

Atrodiet piemērus katram no norādītajiem vēstures izmantošanas mācību procesā aspektiem, kurus Jūs varat izmantot savā mācību priekšmetā!

IK

Atrodiet vēsturisku eksperimentu, ar kuru var demonstrēt kādu nozīmīgu pavērsienu zinātnes attīstībā. Sagatavojiet to, izstrādājiet tā nozīmības izklāstu atbilstoši skolēnu priekšzināšanām un izveidojiet mācību uzdevumu.

Zināšanas un to veidi dabaszinātnēs

Dabaszinātņu nolūks ir rast zināšanas, kas ir “patiesas”. Tas nozīmē, ka reālo pasauli aprakstošās zināšanas ir iegūtas pēc noteiktiem likumiem, ir drošas, ticamas un zinātnes sabiedrībā akceptētas. Mūsu uztverei pieejamās dabas un tehnikas parādības tiek aprakstītas (piemēram, priekšmeta krišana zemē), un tālāk par šo parādību tiek veidoti secinājumi (piemēram, pamatojoties uz Zemes pievilkšanas spēku). Jo labāki ir novērojumu veikšanai pieejamie instrumenti (mikroskopi, teleskopi), jo precīzākas zināšanas par īstenību var iegūt – piemēram, Habla kosmiskais teleskops, kas 1990. gadā tika palaists kosmosā, salīdzinājumā ar teleskopiem, kas ir uz

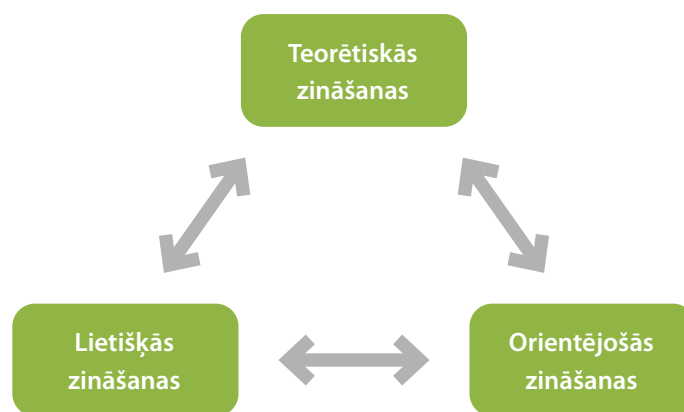
Zemes, uzņem fotogrāfijas, kas nav izplūdušas atmosfēras dēļ. Ar to iespējams arī veikt novērojumus ultravioletajā gaismā, kuru absorbē Zemes atmosfēras ozona slānis. Pretēji novērojumiem secinājumi nav iegūstami ar maņām, bet gan tos konstruējot. Spēju izzināt un izskaidrot pasauli un īstenību ierobežo uztvere un individuālie prāta priekšstati (īstenības konstrukcijas). Tādējādi nevar nepārprotami apgalvot, vai pieredze un atzinumi sakrīt ar iespējamo absolūti eksistējošo īstenību. Pateicoties novērojumu un eksperimentu atkārtojamībai, kas tiek veikti vienos un tajos pašos apstākļos, iegūst vienādu rezultātu, tāpēc var formulēt pētījumu likumsakarības, var aprakstīt un izteikt apgalvojumus par aplūkoto parādību un mērījumu saistību. Dabas parādības var paredzēt. Teorijas apraksta likumsakarības un skaidro, kādos gadījumos ir spēkā noteikti apgalvojumi un prognozes. Dabaszinātniski apgalvojumi tomēr nav absolūti pierādāmi, bet arī atspēkojami (Heitzmann, 2010).

Zināšanu iegūšanai un to atzīšanai sabiedrībā Rietumu civilizācijā ir senas tradīcijas, kas lielā mērā noteica strauju tehnoloģiju attīstību un zināšanu uzkrāšanu visā pasaulē mūsdienās. Parasti tās tiek vispirms apspriestas zinātnieku vidē (*scientific community*) un publicētas zinātniskos žurnālos. Savukārt pirms publiskošanas autoru sagatavotos zinātniskos rakstus (publikācijas) pārbauda (recenzē) neatkarīgi konkrētās zinātņu nozares profesionāļi (*Peer Reviewing*). Publikāciju recenzēšana ir to satura uzticamības un pareizības garants. Dabaszinātņu zināšanas var izplatīt arī citi mediji (avīzes, internets utt.), taču bieži šie mediji satur nepilnīgu un pat nepareizu informāciju.

AI

Izvēlieties kādu dabaszinātņu jēdzienu vai parādību un atrodi informāciju dažādos informācijas avotos, piemēram, zinātniskajā literatūrā, laikrakstos, populārzinātniskos žurnālos. Kā atšķiras viena un tā paša jēdziena vai parādības skaidrojums vairākos avotos? Kas, Jūsuprāt, nosaka dabaszinātniskās informācijas kvalitāti šajos avotos?

Zināšanas dabaszinātnēs ir balstītas uz pieredzi, tāpēc tās sauc par empīriskām zināšanām, kas iegūtas, pamatojoties uz novērotajām parādībām un procesiem, ir loģiski sakārtotas un saistītas ar teoriju.



1.4. attēls. Zināšanu veidi

Zināšanas dabaszinātnēs mēdz iedalīt trīs grupās (skat. 1.4. attēlu): teorētiskās zināšanas, lietišķās zināšanas un orientējošās zināšanas (Mohr, 2008).

Teorētiskās zināšanas. Kāpēc un kā deg svecīte? Lai atbildētu uz šiem jautājumiem, nepieciešamas zināšanas dabaszinātnēs, kas veido izpratni. Šī ir ārkārtīgi plaša zināšanu grupa. Ja zināšanas tikai skaidro dabas parādības un procesus, bet tām nav izmantojuma, tās tiek iegūtas fundamentālajos zinātniskajos pētījumos.

Praktiskās (lietišķās) zināšanas nodrošina atbildi uz jautājumu: "Kā es varu izdarīt to, kas man ir jāpaveic?" Tās ir zināšanas, kuras var izmantot. Mūsu dzīve ir piesātināta ar šo lietišķo zināšanu izmantošanu.

Jaunas praktiskās zināšanas tiek radītas no teorētiskajām zināšanām, veicot lietišķos zinātniskos pētījumus. Praktiskās zināšanas tiek izmantotas, lai radītu **tehnoloģijas** (no grieķu val. *techne* – meistarība, *logos* – mācība) – prasmi izgatavot lietas. Mūsdienās šī jēdziena skaidrojums kļuvis komplicētāks: tehnoloģija ir zināšanu kopums par ražošanas procesu veikšanas paņēmieniem un līdzekļiem, kuros veic apstrādājamo objektu kvalitatīvas izmaiņas un iegūst tos ar vēlamajām īpašībām.

Orientējošās zināšanas atbild uz jautājumu: "Kā man ir jārikojas konkrētā dzīves situācijā". Atbilde uz šādu jautājumu ietver kultūras aspektus, paša rīcības reflexiju, zināšanu izmantošanas ētiku. Šīs zināšanas ir saistītas, piemēram, ar mūsu dzīves mērķiem, uzskatiem, uzvedības normām un likumiem, tradīcijām, jēgas un vērtības jautājumiem. Orientējošās zināšanas sniedz izpratni, kā jāveido attiecības starp cilvēku un dabu.

Dabaszinātņu zināšanas ir svarīgas saistībā ar rīcības sekām. Aktuāls ir jautājums par dabaszinātņu ētisko atbildību. No vienas puses, zināšanām dabaszinātnēs kā tādām nepiemīt vērtība. Ar to tiek domāts, ka pētījumus nedrīkstētu ietekmēt ārpus zinātnes esošie faktori, piemēram, reliģijas dogmas vai politika. Arī ziņojumiem par pētījumu veikšanu un atklājumiem nav jāsaturs morālie vai politiskie aspekti.

No otras puses, aktuāls ir jautājums par pētnieku atbildību. Kad pētījums un zināšanu iegūšanas process ir sasniedzis mērķi, to rīcībai jābūt arī ētiskai. Motīvs, proti, ticamu zināšanu gūšana, ir tas, kas nosaka rīcību. Šādā skatījumā zinātnieki kā indivīdi nav atbildīgi par zināšanu pareizu vai nepareizu lietojumu. Pētnieku kolektīvam un katram personīgi politiski jāuzņemas atbildība par zināšanu lietošanu. Tāpēc viens no dabaszinātņu apguves uzdevumiem ir skolēniem piedāvāt situācijas, kurās tiek diskutēti dabaszinātņu zināšanu izmantošanas ētiskie jautājumi un katram ir jāpieņem lēmums par savu ētisko nostāju.

Skolēniem ētiskās nostājas paušanā svarīgi ir prast pazīt pretrunas. Ētisku konfliktu gadījumā, pieņemot lēmumu, svarīgi ir prast atsaukties uz pastāvošajām likumu normām, pienākumiem un tiesībām, kā arī izvērtēt sekas.

AI, AG

Sakārtojiet šīs atziņas atbilstoši zināšanu veidiem: a) izšķirties par vai pret grūtnieces augļūdeņu izpēti, b) zināt putnu balsis, c) prast skaidrot redoksreakcijas, d) atļaut raķetei nolaisties uz Mēness, e) plānot eksperimentu, f) prast prognozēt laiku, g) izskaidrot, kādēļ gaisa balons lido, h) audzēt suņus.

AG

Apspriediet atziņu: "Orientējošās zināšanas bez lietišķajām zināšanām ir tukšas – lietišķās zināšanas bez orientējošām zināšanām ir aklas". Norādiet piemērus, kas ļauj spriest par šīs atziņu patiesumu. Kāda šai atziņai ir nozīme priekšmeta mācību didaktikā?

AG

Vai tehnoloģijas Jūs attiecinātu uz humanitārajām zinātnēm vai dabaszinātnēm?
Pamatojiet viedokli!

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

AG

Diskutējiet par kāda atklājuma, piemēram, dabas resursu, ķīmiskas vielas hlora, lāzerstaru, DNS šķelšanas un savienošanas iespēju atklāšanas saistību ar teorētisko, praktisko un orientējošo zināšanu izmantošanas aspektu.

IK

Atvērta grupu diskusija. Skolēni savu paša nostāju var strukturēt, mācīties argumentēt un nepastarpināti sajūst, vai argumenti ir pārliecinoši.

Diskutējiet mazās grupās par kādu aktuālu pētījumu jautājumu (cilmes šūnām, ceļojumiem kosmosā utt.). Jautājumi – kāpēc cilvēkiem bija nepieciešami šie pētījumi, un kādam nolūkam tie tiek izmantoti? Vai dabaszinātnes var pateikt, kā dabaszinātniskās zināšanas būtu jāizmanto?

IK

Lomu spēle. Tā ļauj analizēt ar praktisko dzīvi saistītas situācijas, kuras reglamentē likumi un normatīvie dokumenti. Skolēniem kļūst saprotams normatīvo dokumentu saturs un dažādas atšķirīgās nostājas šajos jautājumos. Tā ir iespēja apgūt prasmi analizēt likumus un citus normatīvos dokumentus, kā arī cieņpilni piedalīties argumentētā diskusijā, ja tajā ir iesaistīti pat pretēji viedokļi. Izvēlieties klasei piemērotu vides izglītības vai bioētikas jautājumu, kas ietver ētisku pretrunu, piemēram, PET pudeļu, dizaina priekšmetu reciklācija u. tml.

IK

Paneldiskusija ir īpašs lomu spēles veids, kur skolēni klasei prezentē konfrontējošas intereses un viedokļus. Organizējiet paneldiskusiju, piemēram, par vakcinēšanos, pesticīdu izmantošanu lauksaimniecībā, ģenētiski modificēto augu audzēšanu.

IK

Situācijas analīze (*case method, Methode der Fallanalyse*) sekmē izšķiršanos par personisko nostāju. Situācijas analīzē svarīgi ir ievērot šādus soļus:

- analizē situāciju (fakti);
- uzskaita dažādās rīcības iespējas (argumenti);
- uzskaita vērtības, mērķus un motīvus (diskursīva sarindošana hierarhijā);
- analizē mērķus, lēmumus saistībā ar vērtībām, rīcības iespējas (svarīgāko argumentu salīdzinoša par/pre analīze);
- formulē savu argumentos balstītu nostāju.

Atrodiet darbam konkrētajā klasē piemērotu informācijas materiālu par kādu situāciju (avižrakstu, rakstu populārzinātniskajā literatūrā utt.). Izmantojiet debates, kurās skolēni pārrunā grupās sagatavoto informāciju, ievērojot dotos situācijas analīzes soļus.

Zināšanas dabaszinātnēs – no novērojumiem līdz teorijai

Aplūkosim piemēru, kas ilustrē novērojumu saikni ar zinātnisko teoriju:

- **Novērojums.** Klasē ir bērni ar taisniem matiem un bērni ar sprogainiem matiem.
- **Secinājums (hipotēze).** Matu formas pazīme ir iedzimta.
- **Likumsakarība.** Matu forma tiek pārmantota. Prognoze: vecākiem ar sprogainiem matiem gandrīz vienmēr būs bērni ar sprogainiem matiem.
- **Teorija.** Iedzimtības hromosomu teorija.

AI, AG

Uzrakstiet fizikālas, ķīmiskas un bioloģiskās parādības novērojumu un formulējiet tai secinājumu, likumsakarību un teoriju.

AG

Izskaidrojiet atšķirību

- a) starp zinātnisku teoriju un likumsakarību,
- b) starp novērojumu un rezultātu.

Zināšanām dabaszinātnēs vienlaicīgi ir gan stabils raksturs, gan tikai pagaidu raksturs. Tās ir noderīgas tik ilgi, līdz jaunākas tehnoloģijas vai jaunas teorijas sniedz jaunas atziņas, kas iepriekšējās zināšanas papildina vai arī noraida.

AG

Parādiet, kā vēsturiski ir mainījušās zināšanas ar Jums zināmiem trīs piemēriem. Vai ir mainījies šo zināšanu teorētiskais, lietišķais un orientējošais raksturs?

IK

Mācību uzdevums izmantošanai klasē “Optiskie maldi”

Izveidojiet Jūsu klases skolēnu priekšzināšanām atbilstošu mācību uzdevumus ar šādiem mācību mērķiem:

1. Saskatīt optiskos maldus ikdienā!
2. Novērot optisko maldu parādības un aprakstīt novērojumu saikni ar zinātnisko teoriju!
3. Diskutēt par optisko maldu uztveres ticamību/uztveri un secināt par zināšanu ticamību.

Dabaszinātņu pētījumu raksturīgās pazīmes

Skolēnu priekšstati par zinātnieka darbu bieži ir ļoti maldīgi. Tādi tie ir arī pieaugušajiem, kas ir attāli no reālās situācijas. Tie ir attāli no tiem, ka mūsdienās zinātnieki bieži strādā komandās un līdztekus darbam laboratorijās daudz laika strādā pie rakstāmgalda, piedalās sanāksmēs un konferencēs.

Dabaszinātniskās darbības izziņas teorētiskais ietvars mūsdienās ir novērojumu veikšana un loģiski slēdzienu formulēšana, t. i., “likumsakarības noskaidrošana” un “teoriju izstrāde” (Eckebracht & Schneeweiß, 2003). Citas ar dabaszinātnisko darbību saistītas pazīmes ir *salīdzināšana un klasificēšana, jēdzienu formulēšana, mērīšana un datu apkopošana, kļūdu un ticamības novērtēšana, hipotēžu un pieņēmumu eksperimentāla pārbaude, verificēšana vai atspēkošana, modelēšana un matematizēšana, informācijas meklēšana, komunicēšana, atklātā publicēšana, kā arī tā kritiska apspriešana.*

Dabaszinātnisko darbu raksturo metožu dažādība, turklāt var izvēlēties dažādus ceļus, lai strādātu ar izvirzīto problēmu. Var veikt:

1. **Induktīvās darbības:** atsevišķie gadījumi tiek apvienoti kopīgā veselumā.
2. **Deduktīvās darbības:** no kāda veseluma, piemēram, no jau atrastas likumsakarības tiek atvasināti slēdzieni par katru atsevišķo gadījumu.
3. **Hipotētiski deduktīvās darbības:** novērošana un apraksts tiek veikts, balstoties uz “iepriekšējo viedokli” – esošajiem priekšstatiem vai priekšzināšanām. Dabaszinātniskajā pētniecībā reti kad tiek veikti novērojumi bez iepriekšēja nolūka. Parasti, pamatojoties uz iepriekšējo pieredzi, intuīciju vai pieņēmumiem (spekulācijām), vispirms izvirza hipotēzi. Zinātniskā hipotēze tiek formulēta, lai šīs prognozes būtu iespējams pārbaudīt, veicot novērojumus vai eksperimentus, un tie būtu atkārtojami.

“Dabaszinātne darbībā” nozīmē to veikt, ievērojot noteiktas, stingras vadlīnijas (“metodes”) un nenovirzoties no sākotnēji precīzi izvirzītiem mērķiem (“izziņa”). Mācību procesā jāapgūst abi šie komponenti – jāapgūst gan dabaszinātniskās darba metodes, gan pati darba izstrādes secība un sekošana mērķim. Lai to veiksmīgāk apgūtu, novērojumu un eksperimentu protokolus strukturē un aizpilda pa posmiem. (Skat. 1.2. tabulu.)

1.2. tabula. Hipotētiski deduktīvās metodes posmi mācību procesā (Heitzmann, 2010)

Posmi	Darbības
Problēmas formulēšana	1. Problēmas konstatēšana un problēmas formulēšana (piemēram, novērojums, eksperiments), hipotēzes formulēšana
Plānošana	2. Empīriski pārbaudāmu rezultātu iegūšanas apzināšana, kas ir noderīgi hipotēzes pārbaudei 3. Novērojumu, resp., eksperimentu, veikšanas plāna izstrāde
Veikšana	4. Materiālu sagatavošana 5. Pētījuma vietas apzināšana un sagatavošana, lai veiktu novērojumus vai eksperimentus 6. Novērojumu vai eksperimentu veikšana 7. Datu reģistrēšana, novērojumu vai eksperimentu rezultātu formulēšana un apkopošana
Novērtēšana	8. Rezultātu prezentēšana 9. Rezultātu analīze – salīdzināšana ar slēdzieniem, kas izriet no hipotēzes (apstiprinājums vai noliegums), diskusija 10. Secinājumi, kas saistīti ar izvirzīto problēmu

Šeit atkal ir jāakcentē izteiciens “Saglabā vienkāršību!”, kā jau tas tika norādīts ievadā. Vienkāršs šajā gadījumā nozīmē vienkāršību un skaidrību, kas dod pienesumu dabaszinātņu Lielo ideju izpratnē un skolotājam ļauj izmantot deduktīvo pieeju kā galveno konceptu priekšmeta apgūvē.

AG

Atrodiet internetā četrus attēlus, kas iespējami atšķirīgā veidā parāda zinātnieka darbu. Diskutējiet par šajos attēlos redzamo priekšstatu atbilstību darba vietas aprīkojumam, veicamajām darbībām, dzimuma lomu un zinātnieku personības īpašībām. Stereotipisku uzskatu gadījumā pārrunājiet to iemeslus.

AG

Intervējiet dažādus dabaszinātniekus par viņu darbu vai salīdziniet dabaszinātnēs (ķīmijā, fizikā un bioloģijā) strādājošo profesiju amatu aprakstus.

IK

Izstrādājiet stāstījumu par kādu svarīgu zinātnisku atklājumu, ko var izmantot mācību stundās un kas varētu būt nozīmīgs Jūsu skolēniem! Stāstījuma izstrādē ievērojiet skolēnu priekšzināšanas.

IK

Mācību uzdevums izmantošanai klasē “Melnā kaste”

Uzdevuma nolūks ir iejusties zinātnieka lomā un iegūt zināšanas, veicot pētījumu.

1. variants. Ieliek dažādās atsevišķās kartona kastēs priekšmetus, piemēram, sauju naglu, čiekuru, vates kušķi, siknaudas monētas, un kastes cieši aizlīmē ar līmlenti.

Skolēnu grupai tiek nolikta uz galda šī kaste. Kasti aiztikt nedrīkst! Skolēni secīgi atbild uz jautājumiem vai atbildes pieraksta darba protokolā:

1. Kas varētu atrasties kasē?
2. Kā varētu to noskaidrot, neatplēšot kasti?
Skolēni drīkst kasti ņemt rokās un ar maņām mēģināt noteikt tās saturu.
3. Pieraksta rezultātus par objektu kastē, ko iegūst ar maņām.
4. Izsaka priekšlikumus par kastes saturu.
5. Izsaka priekšlikumus, kā vēl, neatverot kasti, varētu pētīt tās saturu.

Noslēgumā “melno kasti” var arī neatvērt, jo par dažiem dabas objektiem un parādībām arī mūsdienās ir tikai netieši pierādījumi, piemēram, par atomu un to veidojošo elementārdaļiņu pastāvēšanu.

2. variants. Papīra kastē pie tās sienām nostiprina kādu augli. To pēta, izmantojot adāmadatu, un mēģina aprakstīt objektu. Nobeigumā apspriež, kādi faktori ietekmē ar zinātniskām metodēm iegūtas zināšanas (plānveidīgi veikts pētījums, maņas, instrumenti utt.).

IK

Izveidojiet protokola veidlapu, kuru var izmantot laboratorijas darbu nodarbībās. Kādām sadaļām šajā protokolā ir jābūt?

AI

Atcerieties laiku, kad pats apgūvāt dabaszinātnes skolā. Kā Jūs uzzinājāt par dabaszinātņu “dabu”? Sasaistiet savas atmiņas ar šīs nodaļas saturu.

1.2. Ģeogrāfijas nozīme un vieta dabaszinātņu sistēmā

AI

Kā Jūs izstāstītu/parādītu pirmatnējam cilvēkam, kas ir ģeogrāfija?

Dabaszinātnes raksturo jautājumu uzdošana un zinātkāre. Ģeogrāfijā šie jautājumi skar telpu, laiku, procesus un mijattiecības starp tiem. Kā saka profesori Denijs Dorlings un Kārls Lī (*Dorling and Lee*, bez datējuma): “Ģeogrāfiem ir tradīcija būt zinārkārtīgiem vietu un ideju pētniekiem. Kur tā šoseja iet? Kas dzīvo šajā lielajā ēkā un kāpēc? Kā mēs nonācām tur, kur esam? Kad mēs mācīsimies dzīvot kopā? Vai tiešām tu vari patērēt arvien vairāk, un vai tas tiešām liek tev justies labāk?” Ģeogrāfiskie jautājumi nekad nav atsevišķi. Visi jautājumi, ko mēs uzdodam, rada citus jautājumus. Ģeogrāfija ir domāta tam, lai savienotu punktus, kas palīdz veidot lielu ainu. Savienojumi ir visur.

Ģeogrāfija veido mūsu dabisko ziņkārī un zinātkārī – kartogrāfija ir vecāka par rakstīšanu. Mūsos ir mantotais mudinājumus izpētīt un saprast: kas veido mūsu pasauli, kas nosaka un saista mikro- un makro- notikumus, sākot ar Zemes satelītiem līdz dabas katastrofām, ko radījusi pārmērīga fosilā kurināmā izmantošana (un kā fosilais kurināmais ir radies, kur un kāpēc?), kā vietas mikroklimats ietekmē cilvēku labsajūtu, uzvedību?

Ģeogrāfija ir zinātne, kas risina visus lielākos jautājumus, ar kuriem mēs šodien saskaramies, sākot ar globalizāciju un beidzot ar vienlīdzību, no ilgtspējas līdz iedzīvotāju pieaugumam, no klimata pārmaiņām līdz mainīgām tehnoloģijām un sarežģīto mijiedarbību starp tām.

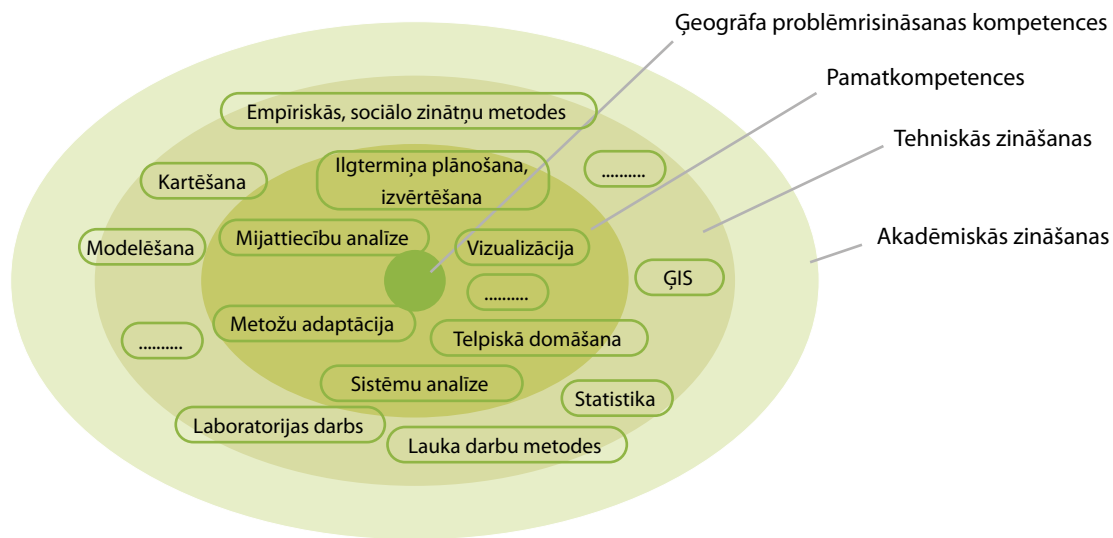
Dabaszinātnes ir cieši saistītas savā starpā, tā, piemēram, ģeogrāfijai ir jāzina bioloģijas, fizikas un ķīmijas pamati, fiziķim zināšanas par pasaules un dzīvības uzbūvi atvieglo matemātisko konceptu izpratne. Dabaszinātniekam jāzina arī statistika, valodas un matemātika.

“Viss mainās” un “Viss ir savstarpēji savienots” – ir divi būtiskākie dabaszinātnieka atslēgas teikumi. Un kā es to zinu? – atslēgas jautājums pētniecības sākumam.

Ģeogrāfija mūsdienās palīdz izprast, kas notiek dinamiskajā pasaulē, un, pārzinot pagātnes notikumus, saikni starp tiem – palīdz atbildēt uz jautājumu – kas būs? Skatīties plaši, visaptveroši, ņemt vērā pagātņi, modelēt vairākus scenārijus ir būtiskākās ģeogrāfa prasmes. Ģeogrāfi analizē telpiskos procesus, funkcionālos un strukturālos modeļus, telpas un laika dinamiku. Ņemot vērā ģeogrāfijas jomu daudzveidību, nereti ir grūti saprotams, kurā nozarē students/skolēns darbojas. Ģeogrāfija mūsdienās ir starpdisciplināra, multidisciplināra. Tā ietver gan dabas, gan sociālo komponenti, un tas padara ģeogrāfiju īpaši vērtīgu. Tā analizē gan politiskos, administratīvos, ekonomiskos, gan demogrāfiskos procesus, gan risina ilgtspējīgās attīstības jautājumus.

Ģeogrāfijai ir jāprot vākt un analizēt datus, redzēt saiknes starp datiem un izskaidrot cēloņus, modelēt attīstības scenārijus īstermiņā un ilgtermiņā, saprast dabas un sociālekonomisko procesu savstarpējās attiecības kā kompleksas sistēmas sastāvdaļas, izprast ģeogrāfisko dimensiju jēdzienu (lietu redzējums, skaidrojums ir atšķirīgs atkarībā no mēroga, iesaistītajām pusēm, laika un telpas), jāizšķir Zemes kā sistēmas kompleksums, jāpaaugstina sabiedrības uzmanības, uztveres un zināšanu līmenis par vides problēmām, jāprot domāt un reaģēt telpiski, jāizprot gan dabas, gan sociālās ekosistēmas (skat. 1.5. attēlu).

Mūsdienu ģeogrāfija ir īpaši sarežģīta un kompleksa, jo atšķirībā no daudzām citām zinātņu nozarēm, kur mainījušās izpētes tehnoloģijas, bet ne pati izpētes joma, ģeogrāfijā ir mainījušās gan metodes, gan problemātika, gan dimensijas – mainās pati sistēma, gan izpētes tehnoloģijas un stratēģijas (Schneider-Sliwa and Leser, 2003).



1.5. attēls. Ģeogrāfa kompetences problēmrisināšanas kontekstā
 (adaptēts no Schneider-Sliwa and Leser, 2003)

Semināra nodarbība “Ģeogrāfijas piecas sejas jeb ģeogrāfs pludmalē” (Uzskatīju, ka.. bet tad atklāju.. (*I used to believe, and then I learned more*)).

Mums katram ir sava atbilde uz jautājumu – kas ir pludmale? Atbilde balstās uz mūsu zināšanām, pieredzumiem, profesiju un metodēm, kuras mēs ikdienā izmantojam.

Polīna Kūpere (*Couper*) raksta, ka akadēmisko sasniegumu lielais noslēpums ir lasīšana. Izlasot grāmatas pirmo nodaļu *Introduction: Geographers at the Beach*, precīzē savu pludmales definīciju, izvēloties sev tuvāko ģeogrāfisko skaidrojumu. Nodaļas kopsavilkumā “Ģeogrāfi uz jautājumu – kas ir pludmale?” atrodamas piecas dažādas atbildes (*Couper, 2015*).

1. *Pludmale ir smilšu un grants daļiņu sedimentu josla jūras krastā, kas atrodas starp vidējo paisuma robežu un robežu vētru laikā.*

Šī atbilde pamatojas uz mūsu novērojumiem, ko mēs redzam un varam izmērīt (kamas, ortofotouzņēmumi u. c.), kas veido pludmali un kāda tā ir. Tā ir materiālistiskā un empīriskā pieeja.

2. *Pludmale ir aktīva daļa no morfordinamiskās piekrastes sistēmas – nogulumu un enerģijas kustība. Kā robeža starp ūdeni un zemi, pludmale ir pārejas teritorija starp ūdens un sauszemes ekosistēmām, kur nepārtrauktas pārmaiņas rada trauslu un jaunu dzīves vidi.*

Arī šī definīcija sakņojas empīriskajos novērojumos, bet šoreiz arī uzsver un prioritizē attiecības starp dažādām vidēm, nošķir funkcijas. Te ietverta atbilde uz jautājumu, kas notiek, kur un kad, cik daudz, kāda ir mijiedarbība starp vidēm? Šis skatījums mums ļauj ne tikai ieskatīties pagātnes procesos, bet arī padomāt, kas notiek ar nogulumu kustību tagad, modelēt to nākotnē. Daži ģeogrāfiskie procesi ir novērojumi tieši, citi – netieši (kā potenciālais rezultāts vai ietekme, kuru mēs varam pieņemt), piemēram, šajā situācijā gravitācijas ietekme vai nogulumu ilgtermiņa kustība. Šās definīcijas pamatā ir gan empīrisms (balstās pierādījumos), gan

racionālisms – zināšanās balstīta argumentācija, iemesls procesam ir zināms, pat ja mēs procesu nevaram novērot tieši.

3. *Pludmale ir vieta, kuru cilvēki apmeklē galvenokārt atpūtas (rekreācijas) nolūkos, piemēram, sauļošanās, peldēšanas nolūkā, bieži sociālajās grupās. Pludmales ir noslogotākas vasaras mēnešos, un cilvēki var mērot ievērojamus attālumus, lai tās apmeklētu.*

Pirmā atšķirība no iepriekšminētajām definīcijām ir cilvēka ģeogrāfijas pieeja – centrā ir cilvēks, viņa uzvedība, tomēr tā tik un tā balstās empīriskos pierādījumos (cilvēku skaits pludmalē, mērotais attālums, uzturēšanās laiks u. tml). Netiešs indikators ir ietekme uz vietējo ekonomiku, apkaimes plānošanu un sezonālās ietekme. Uz pētāmo jautājumu var atbildēt no mijattiecību viedokļa. Pirmais pieņēmums varētu būt, ka cilvēki, kas mērojuši tālu ceļu, pludmalē pavada ilgāku laiku. Daudzas cilvēka ģeogrāfijas izpētes jomas var mērīt ar dabas ģeogrāfijā pieņemtajām metodēm, un to mēdz dēvēt par naturalismu. Trešajā definīcijā var iekļaut arī sociālās nevienlīdzības aspektus: attiecības starp vietējiem iedzīvotājiem un tūristiem, pludmales teritorijas atkarība no ārpusapkaimes ienākumiem, ietverot ekonomiskās un politiskās vietas studijas, attiecības starp tām – strukturālisms.

4. *Pludmale ir smiltis starp pirkstiem, viļņu skaņas, smarža un jūras sāls garša uz lūpām, mirklīgais bezsvara stāvoklis, kad vilnis paceļ un nolaiž tavu ķermeni, karsta saule uz tavas ādas, auksts ūdens. Tā ir vieta relaksācijai vai adrenalīnam, satraukumam vai mieram – laušanās viļņu žūžošanai vai bailēm no tiem. Pludmale ir glābiņš, kas padzen no prāta ikdienas stresu. Dažiem tomēr pludmale ir baiļu vieta (eremikofobija ir bailes no smiltīm).*

Šī definīcija pilnīgi atšķiras no iepriekšējām, tā definē pludmali kā mūsu sajūtu, izjūtu, vērtību objektu, nevis kā reālu fiziski izmērāmu vietu. Fokusā ir mūsu pieņēmumi, nevis reāli pierādījumi par vietu – ģeogrāfiskā doma par fenomenoloģiju (Kanta pieeja). Ģeogrāfijā tas ir stāsts par vietas personīgo nozīmi un izpratni par to (ko tā man nozīmē un kāpēc?), kā arī, ko tur var darīt/nedarīt, un ar ko asociējas vieta? Refleksijai par vietu, telpu kā metodes izmanto dienasgrāmatas, intervijas.

5. *Pludmale ir limināla jeb īpaša vieta, kur parastie noteikumi, piemēram, noteikumi par apģērbu, nav spēkā. Bet pludmale var būt arī regulēta telpa/vieta. Uzvedību var kontrolēt ar regulētiem noteikumiem, piemēram, drošas peldēšanas bojām vai karogiem (drīkst/nedrīkst) un sauļošanās noteikumiem, pastāvīgu atrašanos glābēju uzraudzībā un arī ar neoficiāli kontrolētiem/noteiktiem regulējumiem, kā mēs atbilstam sociālajām normām. Pludmale ir vieta, kurā mēs identificējamies ar dzimumu, veselību, bagātību un fitnesu (vai atbilstam?).*

Tāpat kā ceturtajā definīcijā priekšplānā ir mūsu pieņēmumi un pieredze pludmalē, bet nevis personīgā, bet sociāli konstruētā, t. i., sociālo normu un mūsu (ne)atbilstība (vai arī vēlme atbilst) tām. Tas ir sociālais konteksts. Uzdevums: ko drīkst un nedrīkst darīt pludmalē, kas ir pieņemams un kas nav? Kādi ir sociāli definētie uzvedības modeļi pludmalē, piemēram, kā un vai tiek norobežota personīgā zona? Kā pludmales tiek atspoguļotas medijos? Vai pludmales ir slēgtas vai atvērtas visām sociālajām grupām? Atbilstoša vai neatbilstoša uzvedība, domas un

pieņēmumi par to ir sociālā konstruktīvisma (citos avotos arī ideālisma) pamatā. Piektajā definīcijā pludmale ir skatīta caur šo prizmu.

Dabaszinātnēs kopumā ir jāatturas no pārlielas vispārināšanas – jāskatās no vairākām perspektīvām ar atvērtu prātu, jo, kā raksta P. Kūpere (Couper, 2015), pētniecība ir haotisks, nekārtīgs (*messy*), neparedzams process, pētniecība nav lineāra, tai nav sākuma un beigu punktu. Tā ir plūstoša un meklējoša, kur no vairākām domām, skolām, pieejām izkristalizējas kaut kas savs. Līdzīgi kā mūzikā, tajā pastāv daudz žanru, bet katrs izkopj savējo. Dabaszinātnes ļauj mums uz lietām paskatīties no dažādām perspektīvām, no maziem, savstarpēji savienotiem punktiņiem izveidot lielo pasaules redzējumu (holistisko skatījumu), kā piemērā par pieciem dažādiem skatījumiem uz pludmali.

Konstruējot dabaszinātņu stundas, jo īpaši pēc jauna temata atseguma, var izmantot principu *Es uzskatīju, ka.. (uzskaitījums), bet tad atklāju..*, piemēram, jautājot skolēniem, kas no stundā piedzīvotā sagādājis vislielāko pārsteigumu.

Kopsavilkums

Saprast dabaszinātņu “dabu” nozīmē noskaidrot jautājumus par zinātņi, tās saistību ar mūsu dzīvi un sabiedrību. Zinātne ir ļoti plašs jēdziens, tāpēc aplūkoti tiek tikai svarīgākie, dabaszinātņu “dabas” izpratnei visnoderīgākie jautājumi: zinātņu nozaru, it īpaši dabaszinātņu, klasifikācija, zināšanu uzkrāšana zinātnē un sabiedrībā, to iedalījums un izmantošana, kā arī zinātniskās darbības dažādi aspekti.

Noskaidrots, ka zinātnes klasificē pēc pētījuma objekta un dabaszinātnēs tā ir daba. Tā apraksta parādības, skaidro un prognozē uz jau atklāto likumu pamata. Mūsdienu zinātnes, tai skaitā dabaszinātņu, raksturīga iezīme ir zinātņu nozaru diferenciācija, arvien jaunu robežzinātņu rašanās. Katru zinātņu nozari ir iespējams aplūkot kā sistēmu, kurā ir vairāki organizācijas līmeņi. Katrs no tiem var saturēt jaunas, no citiem līmeņiem atšķirīgas īpašības.

Zinātnē zināšanas tiek iegūtas ar noteiktām zinātnieku atzītām metodēm, apkopojot un analizējot pētījumos iegūtos datus. Cilvēces attīstības vēsturi var aplūkot kā zināšanu uzkrāšanas vēsturi, savukārt sabiedrības modeļu maiņa, arī sabiedrības politisko sistēmu maiņa, tās vēsture ir aplūkojama kā zināšanu uzkrāšanas sekas. Mūsdienu sabiedrībā – informācijas sabiedrībā – jaunu zināšanu uzkrāšana joprojām ir galvenais zinātnes un sabiedrības attīstības virzītājspēks.

Dabaszinātņu vēsture ir nozīmīga dabaszinātņu priekšmetu apguves didaktiskā pieeja. Savukārt zināšanu veidu – teorētisko, lietišķo un orientējošo zināšanu rašanās un izmantošanas izpratne palīdz skolēniem izprast jaunu zināšanu radīšanas procesu, to dabu, mainību laika gaitā, novērtēt to izmantošanas teorētiskos, praktiskos un ētiskos aspektus.

Jaunu zināšanu iegūšana dabaszinātnēs notiek zinātniskās pētniecības procesā, kas zinātniskās problēmas risina induktīvā, deduktīvā vai hipotētiski deduktīvā ceļā. Pēdējā nosauktā metode ietver vairākus pētnieciskās darbības soļus, kuri tiek apgūti arī mācību procesā skolā. Tie ir problēmas formulēšana, plānošana, veikšana un novērtēšana.

Savukārt ģeogrāfija palīdz izprast pārmaiņas mūsdienu dinamiskajā pasaulē, pārzināt pagātnes notikumus, rast saiti starp tiem un prognozēt. Ģeogrāfija mūsdienās ir starpdisciplināra nozare, kas analizē telpiskos procesus, funkcionālos un strukturālos modeļus, pēta laika un telpas dinamiku. Ģeogrāfijā atšķirībā no klasiskajām zinātņu nozarēm īpaši strauji ir mainījušās gan izpētes tehnoloģijas, gan pati tās izpētes joma – ģeogrāfijā ir mainījušās gan metodes, gan problemātika, gan dimensijas. Šis ģeogrāfijas nozares daudzdimensiju raksturs un notikušās pārmaiņas pētījuma objektos un metodēs ir jāapgūst arī skolā.

Izmantotā literatūra

- Couper, P. (2015). *A student's introduction to geographical thought: Theories, Philosophies, Methodologies*. Los Angeles: SAGE Publications.
- Dorling, D., & Lee, C. (2016). *Geography: Ideas in Profile*. London: Profile, 2016. Pieejams: <http://www.dannydorling.org/books/geography/>
- Eckebrecht, D., & Schneeweiß, H. (2003). *Naturwissenschaftliche Bildung. Gedanken und Beispiele zur Umsetzung von Scientific Literacy*. Stuttgart Düsseldorf Leipzig: Ernst Klett Verlag.
- Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T & Evans, R. (Hrsg.) (2002). *Scientific Literacy*. Opladen: Leske + Budrich.
- Heitzmann, A. (2013). *Die "Natur" der Naturwissenschaften hinterfragen in Fachdidaktik Naturwissenschaft*. 1.–9. Schuljahr. Peter Labudde (Hg.). Bern: Haupt.
- Karnītis, E. (2004). *Informācijas sabiedrība – Latvijas iespējas un izaugsmas perspektīvas*. Rīga: Pētergailis.
- Mayr, E. (1998). *Das ist Biologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Mohr, H. (2008). *Einführung in (natur-)wissenschaftliches Denken (Schriften der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse (19))*. Berlin: Springer-Verlag.
- Osis, U. (2002). *Inovācijas pievalda ekonomiskās krīzes*. Kapitāls, Nr. 11.
- Ministru kabineta noteikumi Nr. 416. Rīgā 2019. gada 3. septembrī (prot. Nr. 37 21. §). *Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem*. <https://likumi.lv/ta/id/309597>
- Ministru kabineta noteikumi Nr. 747. Rīgā 2018. gada 27. novembrī (prot. Nr. 56 38. §). *Noteikumi par valsts pamatzglītības standartu un pamatzglītības programmu paraugiem*. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/303768>
- Namsone, D. (2010) *Dabaszinātnes skolā – atbilstoši laikam: dabaszinātņu didaktika skolā*. Lielvārde: Lielvārds.
- Schneider-Sliwa, R., & Leser, H. (2003). *Geography – Problem Solving Competencies for Societal Concerns*. *Geographica Helvetica* Jg. 58 (3), 176–183.
- Schuh, B. (2006). *50 Klassiker Naturwissenschaftler. Von Aristoteles bis Crick & Watson*. Hildesheim: Gerstenberg.
- Tallack, P. (2005). *Meilensteine der Wissenschaft*. Heidelberg: Spektrum.

2. NODAĻA

Vērtēšana mācību procesā

2.1. Vērtēšana dabaszinātņu mācību priekšmetos

Dabaszinātņu mācību programmu galvenais mērķis ir sniegt ar dabaszinātnēm raksturīgo mācīšanās pieredzi, kas skolēniem dod iespēju attīstīt dabaszinātnisko izpratību, lai viņi varētu aktīvi piedalīties strauji mainīgajā uz zināšanām balstītajā sabiedrībā, sagatavoties turpmākām studijām vai karjerai ar dabaszinātnēm saistītās jomās. Lai to sasniegtu, skolēnam ir nepieciešamas plašas mācību priekšmeta zināšanas un lietpratība iegūto zināšanu praktiskai izmantošanai, tāpēc svarīgs jautājums ir, kā novērtēt skolēna sniegumu.

Sasniedzamie rezultāti. Pēc iepazīšanās ar šīs nodaļas saturu:

- Iegūsiet teorētiskās zināšanas par vērtēšanas procesu, lai spētu izvērtēt skolēna sniegumu, ievērojot sistēmiskuma, atklātības un skaidrības, metodiskās daudzveidības, iekļaujošo un izaugsmes pamatprincipu.
- Pratisiet izmantot daudzveidīgus vērtēšanas veidus, metodes un paņēmienus, lai pārliecinoši un taisnīgi novērtētu skolēna sniegumu formatīvi formāli un neformāli, summātīvi un kompleksi.
- Spēsiet jēgpilni izmantot vērtējumā iegūto informāciju, lai spriestu par skolēna zināšanām, prasmēm un attieksmi, sniegtu viņam atgriezenisko saiti par mācīšanos, analizējot viņa stiprās un vājās puses, noskaidrotu viņa progresu un novērtētu viņa snieguma dinamiku, kā ar spriestu par sava darba efektivitāti.

Kas ir vērtēšana?

Jēdziens “vērtēšana” ir radies no latīņu vārda *assidere*, kas nozīmē ‘sēdēt blakus’ (De Villiers, Scott-Kennel, & Larke, 2016). Būtībā vērtēšana ir procedūra, kurā nosaka skolēnu zināšanu, prasmju un iemaņu atbilstību izglītības programmā noteiktajam mācību satura apguves līmenim, t. i., atbilstību standartprasībām izglītības sistēmā (Beļickis u. c., 2000). Tas nozīmē, ka vērtēšana ir process, kurā savāc, apkopo, interpretē un izmanto informāciju, lai

- spriestu par skolēna zināšanām, prasmēm un attieksmi;
- sniegtu skolēnam atgriezenisko saiti par mācīšanos, analizējot viņa stiprās un vājās puses;
- noskaidrotu skolēna progresu un novērtētu viņa snieguma dinamiku;
- spriestu par skolotāja darbības efektivitāti.

Uz skolēnu centrētā mācību procesā pirms mācīšanās uzsākšanas skolēnam būtu skaidri jāzina mācīšanās mērķis, jāsaprot, kāpēc viņam tas jāiemācās, kur viņš atrodas mērķa sasniegšanā un kā viņš ar sasniegt šo mērķi. Vairāk par vērtēšanu var uzzināt “Skola 2030” videomateriālos par vērtēšanas veidiem.

AI

Noskatieties “Skola 2030” videomateriālus par dažādiem vērtēšanas veidiem:

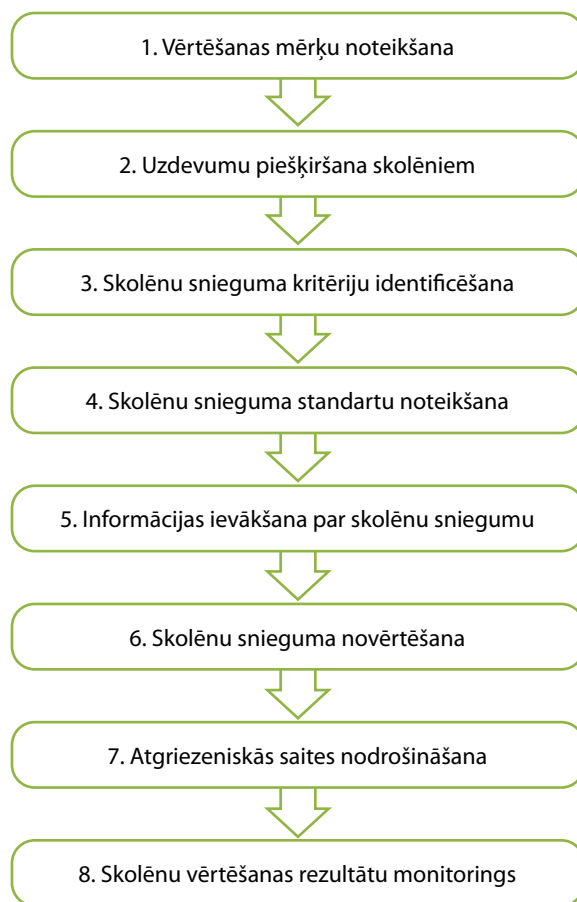
1. Pāvels Pestovs. Vērtēšana skolēna izaugsmei
<https://youtu.be/pcsWNN4FfVo>
2. Solvita Lazdiņa. Ko vērtēšana iemāca skolēniem?
https://www.youtube.com/watch?v=5tsxGyj_bis&list=PLTR3adVVK4g-e04RORlyhelMQiZmmL2zO&index=2
3. Dace Namsona. Kā vērtēt kompleksu sniegumu?
https://www.youtube.com/watch?v=giDpt9vz_1s&list=PLTR3adVVK4g-e04RORlyhelMQiZmmL2zO&index=3
4. “Vērtēt, lai mācītos”, astoņu minūšu video par vērtēšanu no “Skola 2030” konferences
<https://www.youtube.com/watch?v=bilmxTPkYtw&index=10&list=PLTR3adVVK4g-e04RORlyhelMQiZmmL2zO>
5. Irmeli Halinena. Vērtēšana Somijas izglītības sistēmā
<https://www.youtube.com/watch?v=Cx4RrLLS6x4&list=PLTR3adVVK4g-e04RORlyhelMQiZmmL2zO&index=13>
6. Tims Outss. Priekšnoteikumi veiksmīgai vērtēšanai un kā līdz tai nonākt.
<https://www.youtube.com/watch?v=pLnrJSK32hw&list=PLTR3adVVK4g-e04RORlyhelMQiZmmL2zO>

PS

Pēc video ierakstu noskatīšanās uzrakstiet savas pārdomas par vērtēšanas nozīmi mācību procesā, izmantojot klasisko *K-W-L-H* pieeju:

1. Kas Jums jau bija zināms?
2. Ko Jūs jaunu uzzinājāt?
3. Ko Jūs vēl gribētu uzzināt?
4. Kā Jūs mainīsiet savu darbību mācību procesā?

Lai vērtēšana būtu efektīva, Gerijs Natriello (*Natriello*) iesaka izmantot astoņu soļu modeli (skat. 2.1. attēlu).



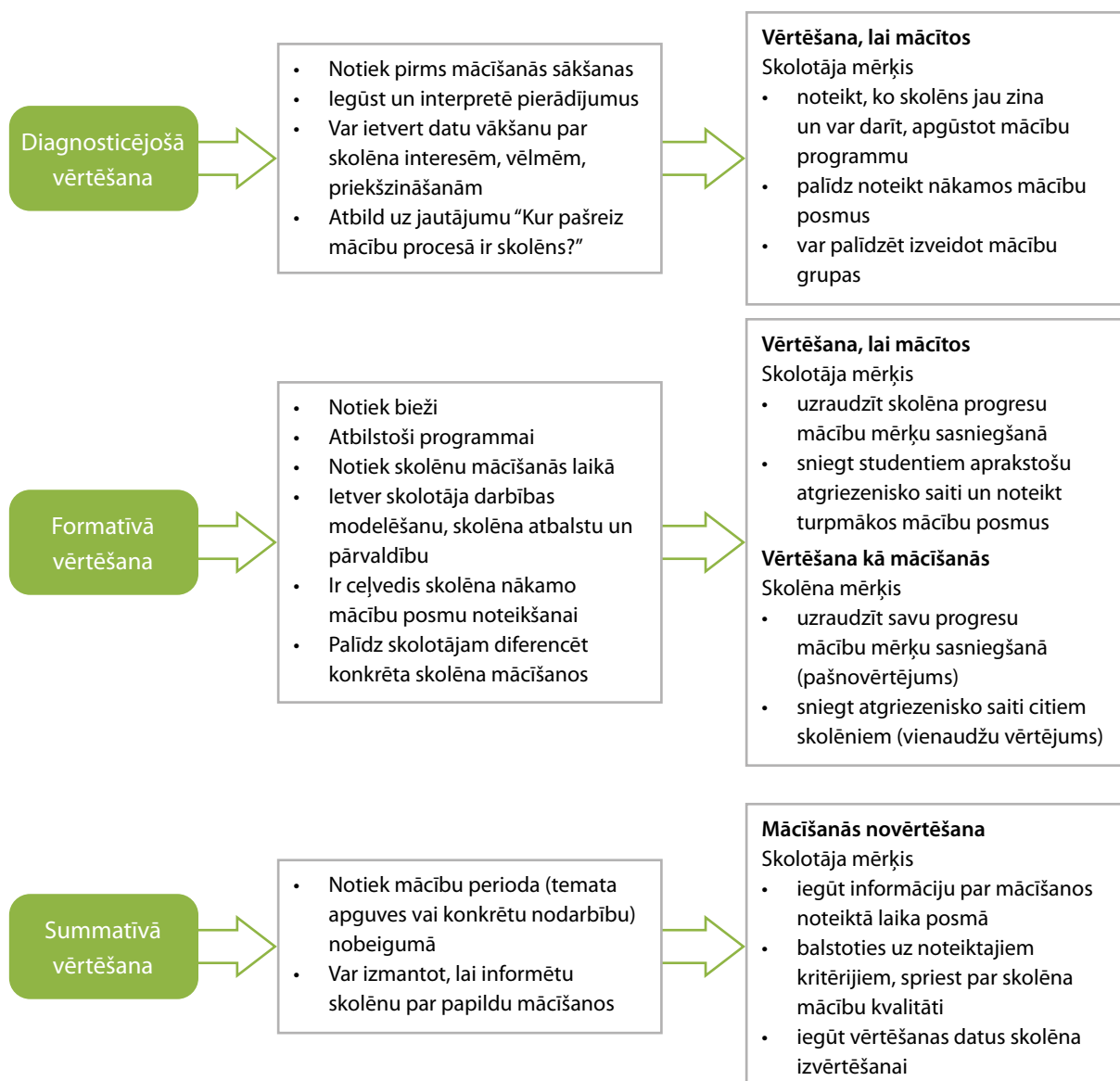
2.1. attēls. **Vērtēšanas procesa modelis** (adaptēts no Natriello, 1987)

Vērtēšana ir neatņemama mācīšanās sastāvdaļa, kas gan skolotājam, gan skolēnam ļauj plānot uzlabojumus mācību procesā, nevis tikai vērtējuma izlikšana, piemēram, atzīmes veidā, bet ļauj sekot līdzi katra skolēna izaugsmei un sniegt atbalstu tieši tajā laikā un vietā, kur tas ir nepieciešams. Vērtēšanas pamatprincipi, kurus ieteicams ievērot, ir norādīti mācību standartā:

1. **Sistēmiskuma princips** – mācību snieguma vērtēšanas pamatā ir sistēma, kuru raksturo regulāru un pamatotu, noteiktā secībā veidotu darbību kopums.
2. **Atklātības un skaidrības princips** – skolēnam ir zināmi un saprotami plānotie sasniedzamie rezultāti un viņa mācību snieguma vērtēšanas kritēriji.
3. **Metodiskās daudzveidības princips** – mācību snieguma vērtēšanai izmanto dažādus vērtēšanas metodiskos paņēmienus.
4. **Iekļaujošais princips** – mācību snieguma vērtēšana tiek pielāgota ikviena skolēna mācīšanās vajadzībām, piemēram, laika dalījums un ilgums, vide, skolēna snieguma demonstrēšanas veids, piekļuve vērtēšanas darbam.
5. **Izaugsmes princips** – mācību snieguma vērtēšanā, īpaši mācīšanās posma nobeigumā, tiek ņemta vērā skolēna mācību snieguma attīstības dinamika. (VISC, 2020)

Vērtēšanas veidi

Ir zināmas dažādas vērtēšanas formas un veidi. Klasiskā iedalījumā pēc vērtēšanas mērķa vienmēr izdala divus veidus: formatīvā vērtēšana (*assessment for learning*) un summatīvā vērtēšana (*assessment of learning*). Taču tiek lietoti arī termini “vērtēšana kā mācīšanās” (*assessment as learning*), kā arī “autentiskā vērtēšana” (*authentic assessment*). Vērtēšanas veidu raksturojumu var aplūkot 2.2. attēlā.



2.2. attēls. **Vērtēšanas veidu raksturojums un mērķi**
(adapēts no *Assessment, evaluation and reporting handbook.*, 2013)

Pēc norises laika vērtēšanu var veikt īslaicīgi (*short-cycle assessment*) un ilglaicīgi (*long-cycle assessment*), kā arī starposmā (*interium, medium assessment*) (skat. 2.3. attēlu).



Formatīvā, īslaicīga cikla vērtēšana

Sniedz būtisku informāciju par skolēna mācīšanos. Ir mainīgs skolēna progresā rādītājs, kas palīdz noteikt, vai un kad skolotājam laikus jāsniedz atbalsts. Novērtējumi sniedz ātru un tūlītēju informāciju, lai skolotājs varētu pielāgot mācīšanu un savlaicīgi sniegt atgriezenisko saiti.

Sauc arī par: *reāllaika vērtējumiem, diagnostikas testējumiem, ātriem, neformāliem vērtējumiem, nepārtrauktiem vērtējumiem*



Starpvērtējums, vidēja cikla vērtēšana

Virza mācīšanos, pamatojoties uz sniegumu attiecībā pret ļoti specifisku akadēmisko mērķu kopumu. Starpposma vērtējumi palīdz novērtēt sniegumu ilgākā laika posmā. Šos vērtējumus var izmantot formatīvā veidā, ja tiek izmantoti mācīšanās vadīšanai

Sauc arī par: *diagnosticējošo vērtējumu, ievadvērtējumu, kārtējo vērtēšanu, ceturkšņa vai intervāla vērtējumiem*



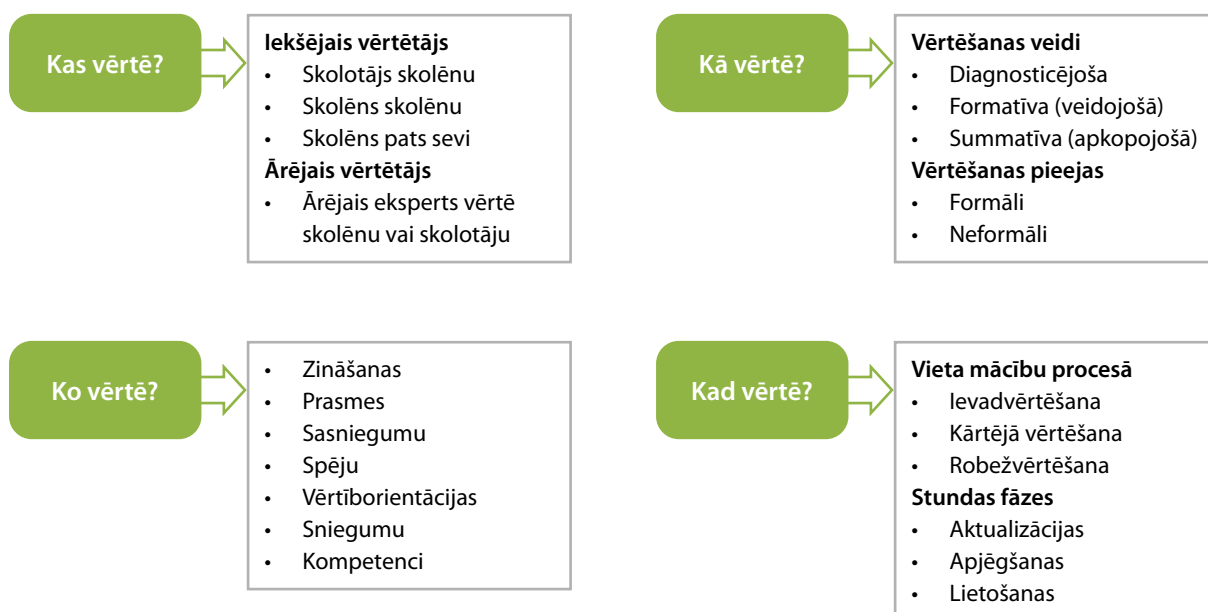
Summatīvā, ilglaicīga cikla vērtēšana

Palīdz noteikt satura apguvi ilgākā laika posmā. Parasti to sauc par mācību vērtējumu, un atšķirībā no citiem vērtēšanas veidiem summējošos vērtējumus bieži dēvē par "augstām likmēm" lielā ietvertā satura apjoma dēļ.

Sauc arī par: *semestra beigu / gada nobeiguma vērtējumiem*

2.3. attēls. Vērtēšanas veidi (adapēts no Edmentum. Assessment for Learning)

Latvijai raksturīgie vērtēšanas aspekti apkopoti 2.4. attēlā.



2.4. attēls. Vērtēšanai raksturīgie aspekti Latvijā

Vērtēšana dabaszinātnēs

Dabaszinātnes ir viena no nozarēm, kas vismazāk iebilst pret pārmaiņu ieviešanu izglītībā (OECD CERI, 2008). Izglītība dabaszinātnēs (angliski tiek lietots saīsinājums *STEM* – *science, technology, engineering, and mathematics*) mūsdienās kļūst aizvien aktuālāka, un tai tiek pievērsta arvien lielāka uzmanība, daudzām valstīm to nosakot kā izglītības prioritāti. Arī Latvijā pārsvārā dabaszinātņu mācību priekšmetu kopīgai apzīmēšanai tiek izmantots angļu saīsinājums *STEM*. Cits dabaszinātņu apzīmējums ir “Eksaktās jeb precīzās zinātnes”, kas tiek aprakstītas kā zinātnes, kuras “savu parādību aprakstos, pētījumos, paredzējumos lieto matemātiskas metodes, aprēķinus, matemātisko loģiku; definīcijas un likumus var formulēt matemātiski precīzi. Eksaktās zinātnes ir bioloģija, fizika, ķīmija, matemātika un informātika” (Beļickis u. c. 2000, 45). Aivars Gribusts ir ieteicis arī *STEM* latviskojumu DZIMT – Dabaszinātnes, Inženierzinātnes, Matemātika un Tehnoloģijas.

Kāpēc *STEM* izglītība ir kļuvusi tik svarīga? To var skatīt no diviem aspektiem – no mācību procesa un no mācīšanās rezultātiem tuvākā un tālākā perspektīvā. Jebkurā gadījumā kvalitatīva zinātnes, tehnoloģijas, inženierzinātņu un matemātikas izglītība ir būtiska, lai skolēni varētu gūt panākumus nākotnē. Kā uzskata Rodžers V. Beibijs (Bybee, 2010), dabaszinātnēs pratīgs pilsonis ir sagatavots 21. gadsimta lielajiem izaicinājumiem, un, īstenojot *STEM* izglītības programmas skolotājiem, ir lielākas iespējas palīdzēt skolēniem attīstīt 21. gadsimta prasmes. *STEM* mācīšanās veicina izziņas, loģiskās argumentācijas un sadarbības prasmju attīstību. Būtībā skolotājam vajadzētu zināt, ka dabaszinātņu mācību priekšmetu apguvē skolēnam ir svarīgi:

- zināt un saprast mācību saturu;
- integrēt saturu;
- interpretēt informāciju un sazināties;
- veikt pētījumu;
- argumentēt;
- sadarboties komandā;
- jēgpilni izmantot tehnoloģijas (Rouse, 2013).

STEM kompetence aptver gan *know-what* (zināšanas, attieksmes un vērtības, kas saistītas ar disciplinām), gan *know-how* (prasmes izmantot šīs zināšanas, ņemot vērā ētisko attieksmi un vērtības, lai rīkotos atbilstoši un efektīvi attiecīgajā kontekstā). Informācijas laikmetā, kas norisinājās ceturtnās industriālās revolūcijas laikā, *STEM* “zinātība-kas” un “zinātība-kā” aptver tradicionālās zināšanas, prasmes, vērtības un attieksmes, informāciju, lielos datus un tehnoloģijas. Ir svarīgi neuztvert šos komponentus kā izolētus vai “patstāvīgus”, bet drīzāk saistītā, kontekstualizētā un holistiskā veidā.

Dabaszinātņu mērķis ir attīstīt skolēna dabaszinātnisko izpratību (pratību) (*scientific literacy*), kura tiek definēta kā

- zināšanas, attieksme, prasmes [un vērtības], lai identificētu jautājumus un problēmas reālās dzīves situācijās. Izskaidrot pasauli un izdarīt uz pierādījumiem balstītus secinājumus par jautājumiem, kas saistīti ar *STEM*;

- izpratne par *STEM* mācību priekšmetiem kā cilvēka zināšanu, izziņas un dizaina formām;
- apzināšanās, kā *STEM* mācību priekšmeti veido materiālo, intelektuālo un kultūras vidi;
- vēlēšanās kā konstruktīvam un domājošam pilsonim iesaistīties ar *STEM* saistīto jautājumu risināšanā (Bybee, 2013).

“Skola 2030” par dabaszinātņu mācību jomas apguves mērķi nosaka, ka skolēnam ir jāspēj pazīt, piedāvāt un izvērtēt skaidrojuma noteiktam dabas parādību klāstam; izmantot pētnieciskās prasmes problēmrisināšanā un pētījumu veikšanā; analizēt un izvērtēt datus, izteikt viedokli un argumentus dažādos veidos; no datiem izdarīt secinājumus; rīkoties atbildīgi apkārtējās vides saglabāšanā. (VISC, 2020)

STEM zināšanas ietver deklaratīvas (faktu), konceptuālas, procesuālas (procedurālas) un epistēmiskas (epistemoloģiskas, metakognitīvas) zināšanas, kas saistītas ar katru no iesaistītajiem *STEM* mācību priekšmetiem un to savstarpējo saistību (skat. 2.5. attēlu). Deklaratīvās un procesuālās tiek uzskatītas par zema līmeņa zināšanām (*know-what*), turpretī konceptuālās un epistēmiskās ir augsta līmeņa zināšanas (*know-how*).

<p style="text-align: center;">Deklaratīvās zināšanas</p> <p>Zināšanas, kas ir noteiktas konkrētā mācību priekšmetā: fakti, terminoloģija, kas skolēniem jāzina, lai saprastu mācību saturu</p>	<p style="text-align: center;">Procesuālās zināšanas</p> <p>Zināšanas par to, kā kaut ko paveikt. Saistītas ar mācību priekšmetam specifiskām metodēm, piemēram, fizikālo lielumu mērīšana, datu uzkrāšana un apstrāde utt.</p>
<p style="text-align: center;">Epistēmiskās zināšanas</p> <p>Zināšanas par sevi, izziņas procesiem un par to, kā rīkoties, piemēram, problēmu un citu uzdevumu risināšanā</p>	<p style="text-align: center;">Konceptuālās zināšanas</p> <p>Zināšanas par klasifikācijām, principiem, vispārinājumiem, teorijām, modeļiem vai struktūrām, kas attiecas uz konkrētu disciplināro jomu</p>

2.5. attēls. Zināšanu veidi dabaszinātņu apgūvē
(adaptēts no Jamaludin, Jaafar & Kaur, 2012; Boon, 2019)

PS

Vai varat skolēniem dotajos uzdevumos noteikt iepriekš minētos zināšanu veidus?

Zināšanu veidu noteikšana

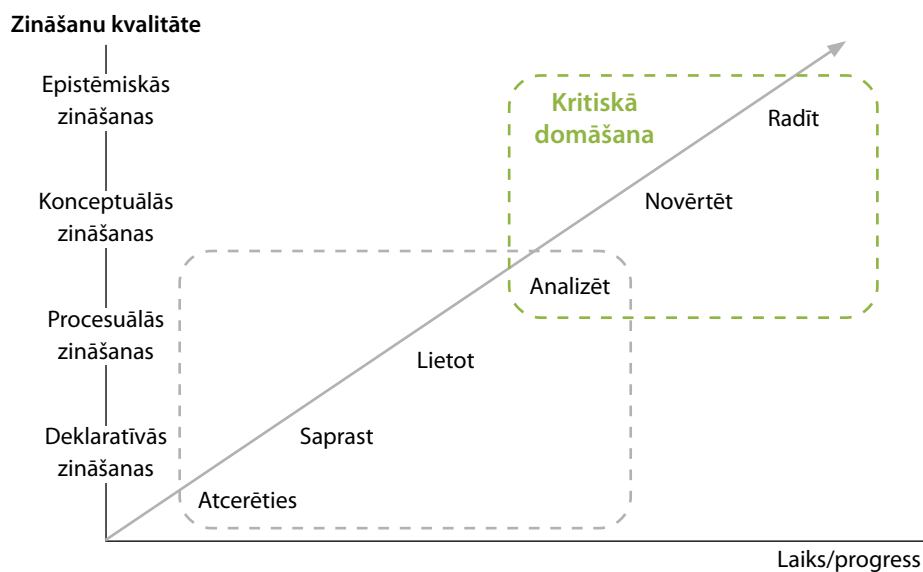
AI

Nosakiet zināšanu veidus minētajiem piemēriem! Ierakstiet tos atbilstošās vietās tabulā!

Piemērs	Zināšanu veids
Skolēns izskaidro cilvēka attīstību, pamatojoties uz evolūcijas teoriju	
Skolēns saviem vārdiem izskaidro termina "ekoloģija" definīciju	
Skolēns izskaidro, kādā veidā viņš ir izstrādājis mājasdarbu par bioloģiskās daudzveidības izpēti Gaiziņkalna apkārtnē	
Skolēns pamato kritērijus, kas izmantoti, lai noteiktu, kā notiek fotosintēze	

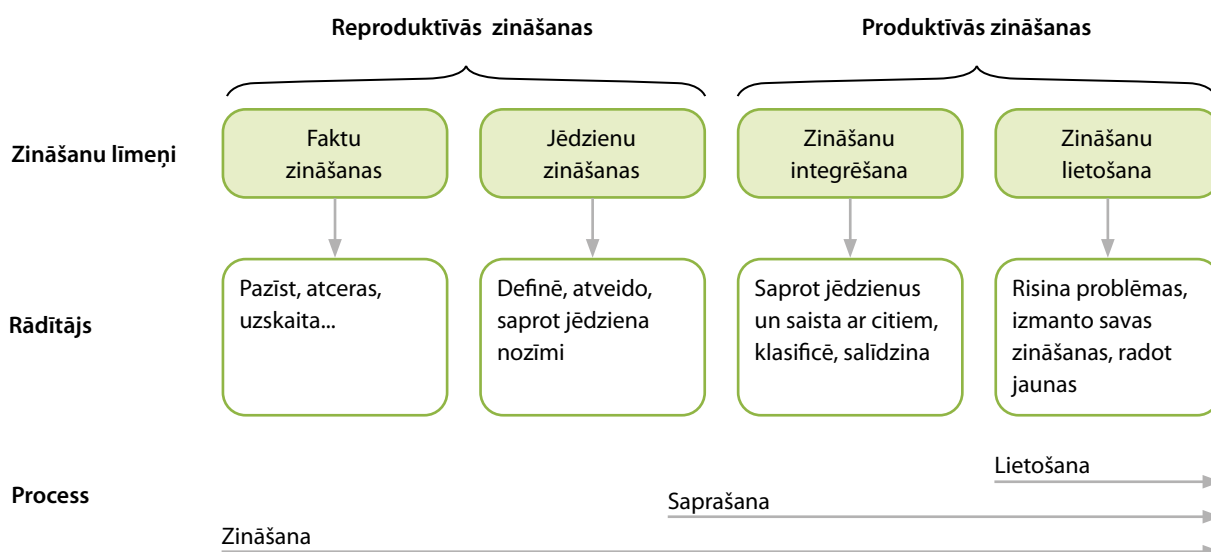
Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

Vērtējot STEM zināšanu veidus Blūma taksonomijas aspektā, redzams, ka mācību laikā hierarhiski mainās to izmantošana (skat. 2.6. attēlu).



2.6. attēls. Zināšanu kvalitātes attīstība (adaptēts no *Revised Bloom's Taxonomy*)

Arī 2.7. attēlā redzams, kā mācību procesā zinot, saprotot un lietojot reproduktīvās zināšanas pārtop produktīvajās zināšanās.



2.7. attēls. Zināšanu līmeņu pārejas raksturojums (adaptēts no Hailikari, 2010)

Dabaszinātņu satura īstenošanas mērķis ir vispusīgi attīstīts un lietpratīgs skolēns. Lietpratība jeb kompetence ir indivīda spēja kompleksi lietot zināšanas, prasmes un paust attieksmes, risinot problēmas mainīgās reālās dzīves situācijās. Tā ir spēja adekvāti lietot mācīšanās rezultātu noteiktā kontekstā (izglītības, darba, personiskajā vai sabiedriski politiskajā). Lietpratība ir kompleksa – tā ietver zināšanas, izpratni, prasmes un ieradumus, kas balstīti vērtībās (VISC, 2020). Lai novērtētu kompetenci, ir svarīgi:

- definēt katra vērtējuma mērķi;
- noteikt vērtēšanas kritērijus un izveidot snieguma līmeņu aprakstus¹;
- izstrādāt novērtēšanas instrumentus un rīkus nepieciešamās informācijas apkopošanai;
- veikt skolēnu sasniegumu novērošanu;
- pēc noteiktajiem kritērijiem novērtēt sasniegtos rezultātus;
- analizēt iegūto informāciju un pieņemt lēmumu par skolēnu sasniegumiem;
- identificēt nākamo mācību posmu un vienoties par turpmāku rīcību ar skolēnu (Boon, 2019).

Lai vērtētu, skolotājiem vienmēr jāapzinās divi galvenie jautājumi:

“Ko es vēlos, lai mani skolēni iemācās?”

“Ko viņi var darīt, lai parādītu, ka ir iemācījušies?”

Tas, kā skolotāji vērtē, ir atkarīgs no tā, ko viņi vērtē – vai viņi novērtē deklaratīvās zināšanas, procesuālās zināšanas vai skolēna attieksmi.

Deklaratīvās zināšanas ir visvienkāršāk novērtēt. Lai tās noteiktu, parasti tiek izmantotas tradicionālas metodes, jo skolotājs “mēra” faktu atcerēšanos. Tomēr dabaszinātniskās izpratības mērķis netiek sasniegts, ja skolēni vienkārši atceras, ko viņi zina. Taču svarīgāk ir tas, vai skolēni

¹ Ārzemju literatūrā jēdziena “snieguma līmeņu apraksts” vietā izglītībā tiek lietots jēdziens “rubrika”.

saprot un prot šīs zināšanas izmantot. Piemēram, ir svarīgi, lai saprastu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas mērķus un ietekmi, spētu izprast, cik bioloģiskā daudzveidība viņiem ir personīgi nozīmīga un videi draudzīga, – tāpat ne tikai “viegli” lietotu terminoloģiju, reproducējot definīciju, bet arī demonstrētu savu attieksmi un rīcību bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā. Ar metodēm, kuras ir paredzētas deklaratīvo zināšanu pārbaudei, nevar efektīvi novērtēt procesuālās prasmes, stratēģijas un procesus. Skolotājam jāvērtē procesuālās zināšanas, novērojot skolēnu darbībā, apspriežot ar viņu, piemēram, pētnieciskās darbības veikšanu vai vācot datus no skolēnu pārdomām, piemēram, dienasgrāmatām (*Classroom Assessment in Science*).

AI

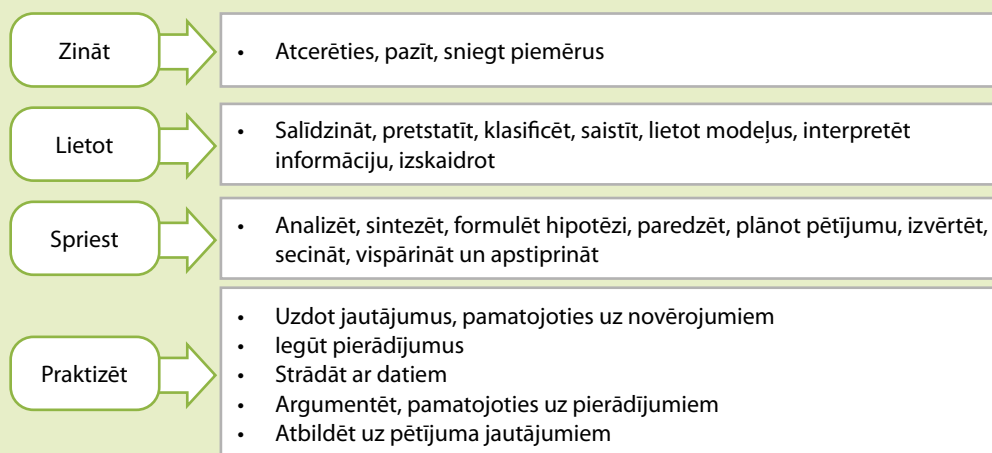
Iepazīstieties ar dabaszinātņu kompetences novērtēšanas paraugiem!

Dabaszinātņu kompetences novērtēšanas paraugi

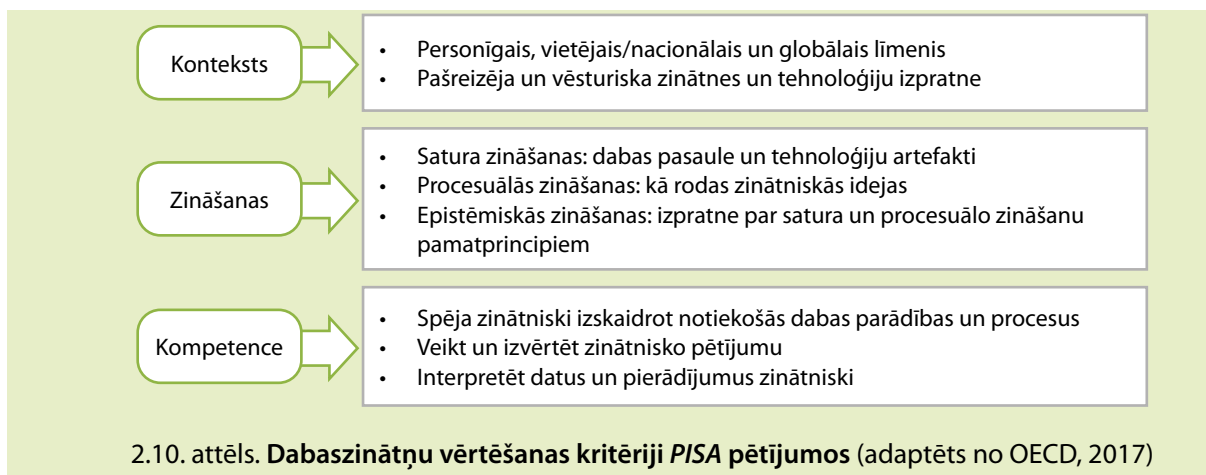
Daži piemēri, kā novērtēt *STEM* kompetenci, iekļaujot *STEM* novērtēšanas kritērijos trīs galvenās *STEM* kompetences dimensijas: zināšanas, prasmes, vērtības un ētiku (ieskaitot attieksmi un rīcību). Starptautiskajā bakalaurāta programmā vērtēšanas kritēriji (skat. 2.8. attēlu) fokusējas uz izpratni, komunikāciju un izziņu (pētniecību), savukārt *TIMSS* (skat. 2.9. attēlu) un *PISA* (skat. 2.10. attēlu) pētījumos vērtēšana ir virzīta uz dabaszinātniskās izpratības teorētisku un praktisku novērtēšanu.



2.8. attēls. Dabaszinātņu vērtēšanas kritēriji
(adaptēts no International Baccalaureate Organization, 2014)



2.9. attēls. Dabaszinātņu vērtēšanas kritēriji *TIMSS* pētījumos
(adaptēts no Martin & Mullis, 2013)



PS

Kā Jūs raksturotu dabaszinātnisko kompetenci savā izvēlētajā mācību priekšmetā?

PS

Izpildiet testu par dažādiem vērtēšanas veidiem!

Izvēlieties atbilstošo vērtēšanas veidu!

Tests par dažādiem vērtēšanas veidiem

Jautājumi	DV	FV	SV
Izmanto, lai identificētu pašreizējās zināšanas un/vai nepareizus priekšstatus			
Izmanto, lai sniegtu atgriezenisko saiti mācību procesa laikā			
Izmanto, lai summētu mācīšanos mācību procesa beigās			
Ieteicams izmantot pirms un pēc temata apguves			
Piemērots skolēna izaugsmes noteikšanai			
Meistarības un veikspējas/snieguma līmeņa novērtēšana			
Pašnovērtējums			
Ieejas un izejas biļetes			
Skolēna darbības novērošana			
Mājasdarbi			
Pāru vērtējumi			
Kontrolsaraksti			
Daudzizvēļu jautājumi			
Vienas izvēles jautājumi			
Grupu darbi			
Portfolio			

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

AI

Pieci jautājumi, pirms sāk vērtēšanu ģeogrāfijā. Atbildi uz jautājumiem un salīdzini savas atbildes ar ekspertu sniegtajām.

2.1. tabulā doti pieci pamatjautājumi, ko iesaka izmantot Lielbritānijas Izglītības pētniecības centrs, pirms sākt vērtēšanu ģeogrāfijā (pielāgojums visiem dabaszinātņu mācību priekšmetiem).

2.1. tabula. **Pieci pamatjautājumi, pirms sākt vērtēšanu ģeogrāfijā** (adaptēts no SSAT, 2017)

1.	2.	3.	4.	5.
Kas ir veiksmīgs skolēns ģeogrāfijā?	Kāds ir vērtēšanas mērķis?	Kā mēs redzam progresu ģeogrāfijā?	Kāda ir efektīvākā vērtēšanas forma?	Kā vērtēšanas stratēģija saskan ar skolas kopējo stratēģiju?
Kāds ir ģeogrāfijas mērķis? Ko nozīmē būt labam ģeogrāfam? Kam mēs gatavojam skolēnus? Kas ir pamatprasmes un zināšanas, kas viņam nepieciešamas?	Kāpēc mēs vērtējam? Kam domāts vērtējums?	Kā mēs zināsim, ka skolēns ir progresējis? Kā un vai progress var mainīties laika gaitā?	Kuras vērtēšanas tehnikas ģeogrāfijā ir labākās? Cik veiksmīgi mēs izmantojam formatīvo vērtēšanu? Kā formatīvā un summatīvā vērtēšana nodrošina efektīvu novērtēšanas procesu? Kā mēs novērtēsim kvalitāti?	

Atbildes un ekspertu viedokļus var lasīt:

<https://www.nfer.ac.uk/publications/GTGA01/geography.pdf>

Vērtīgs materiāls par vērtēšanu ģeogrāfijā:

https://www.open.edu/openlearn/ocw/pluginfile.php/690324/mod_resource/content/4/Section%201.1%2C%20Activity%202%2C%20An%20Assessment%20and%20progression.pdf

2.2. Formatīvā vērtēšana

Summatīvo vērtējumu var raksturot kā digitālu momentuzņēmumu, turpretim formatīvais vērtējums (FV) ir kā video straumēšana. Viens no tiem ir attēls, ko skolēns zina, kas ir iemūžināts vienā laika brīdī, bet otrs ir kustīgs attēls, kas demonstrē aktīvu skolēna domāšanu un spriešanu (Van de Walle, Lovin, Karp & Bay-Williams, 2006).

Kas ir formatīvā vērtēšana?

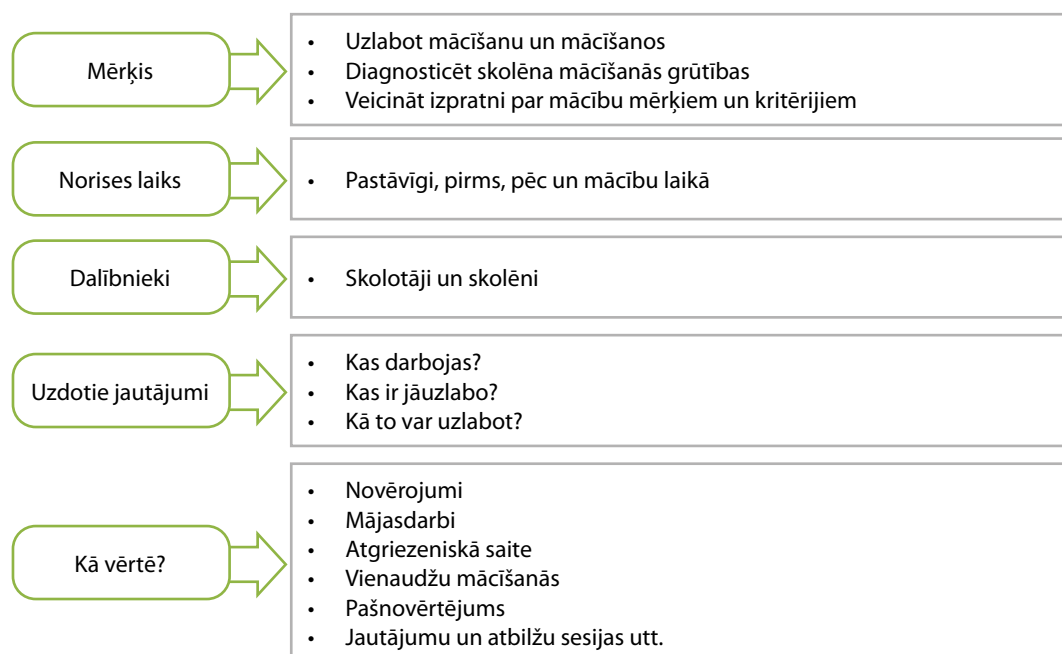
Termins “formatīvā vērtēšana” literatūrā netiek konsekventi izmantots (Siarova, Sternadel, & Mašidlauskaitē, 2017). Formatīvā vērtēšana paredzēta mācīšanās un sasniegumu uzlabošanai un notiek visā mācību ciklā. FV skolēna paveikto nevērtē ar atzīmi un mācīšanos “pārvērš” par procesu. Tajā pašā laikā formatīvais novērtējums skolēniem dod iespēju noskaidrot savas zināšanas pirms vērtēšanas vai vērtēšanas laikā, neietekmējot galīgās atzīmes vai vērtējumu (The Ten

Principles of Assessment, 2018). Formatīvo vērtēšanu uzskata par veidojošo vērtēšanu, jo tā ir process, kur mācību laikā tiek vērtēts, kā skolēns mācās. Mācīšanās vērtēšanas procesā tiek vākti pierādījumi par skolēna mācīšanos no dažādiem avotiem, izmantojot dažādas pieejas vai “vērtēšanas rīkus”, un šie pierādījumi ļauj gan skolotājam, gan skolēnam noteikt galvenos formatīvās vērtēšanas pamatjautājumus:

- 1) kur viņš pašlaik ir savā mācību procesā;
- 2) kur viņam vajadzētu būt;
- 3) kā vislabāk tur nokļūt.

Skolotāji var efektīvi pielāgot mācību stratēģijas, resursus un vidi, lai palīdzētu visiem skolēniem mācīties tikai tad, ja viņiem ir pietiekama informācija par to, ko viņu skolēni zina un spēj izdarīt jebkurā laikā, un par to, kā viņi vislabāk mācās (Learning for all, 2013).

Formatīvā vērtējuma raksturīgākās pazīmes apkopotas 2.11. attēlā.



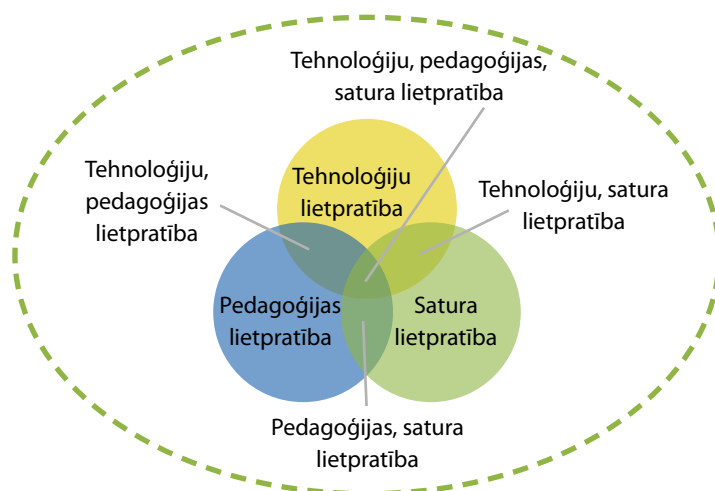
2.11. attēls. **Formatīvās vērtēšanas raksturojums**
(adaptēts no Siarova, Sternadel, & Mašidlauskaitē, 2017)

AI

Materiāls praktiskajai izmantošanai “Formatīvā vērtēšana ģeogrāfijā un bioloģijā”

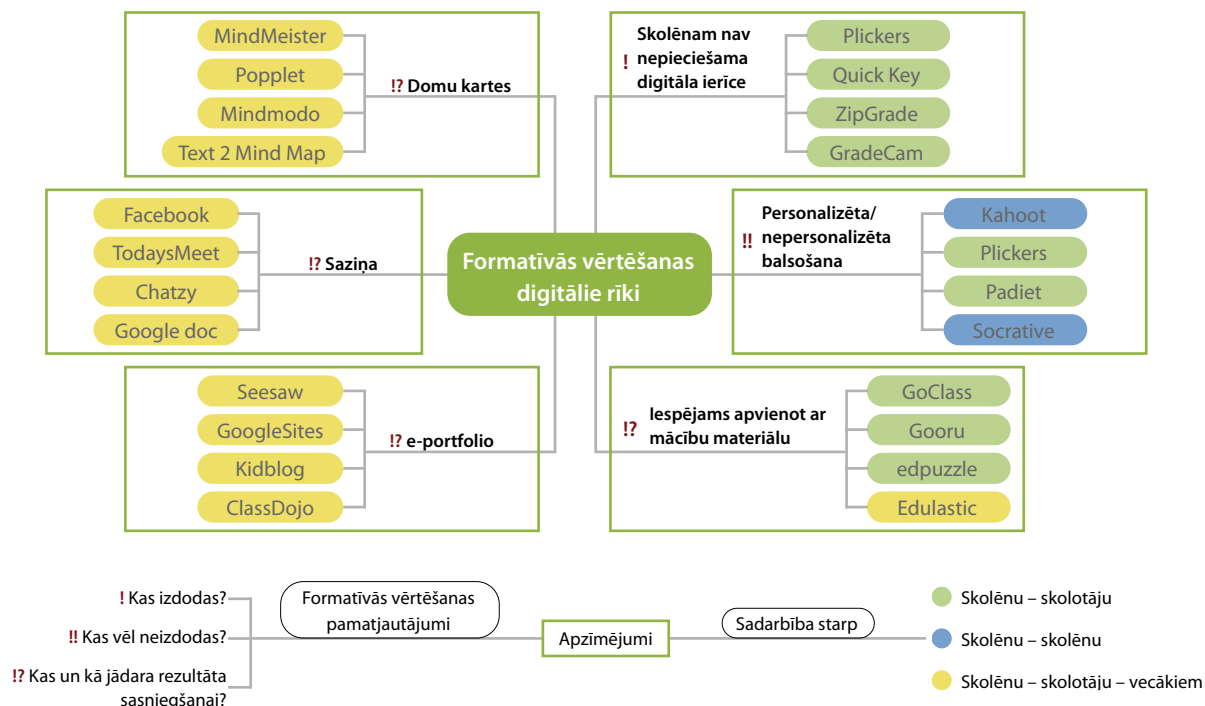
Ar formatīvās vērtēšanas metodēm ģeogrāfijā un bioloģijā var iepazīties Santas Baumanes baka-laura darbā “Formatīvā vērtēšana digitāli bioloģijā un ģeogrāfijā”. Pieejams: <https://www.geo.lu.lv/studijas/skolotajiem/>

IT izmantošana formatīvās vērtēšanas pamatā balstās uz trīs aspektiem – satura, pedagoģijas, tehnoloģiju, kas nepieciešami skolotājam. Minētās lietpratības bāzes atrodas ciešā mijiedarbībā, kas krustpunktā veido tehnoloģiju, pedagoģijas un satura lietpratību (skat. 2.12. attēlu).



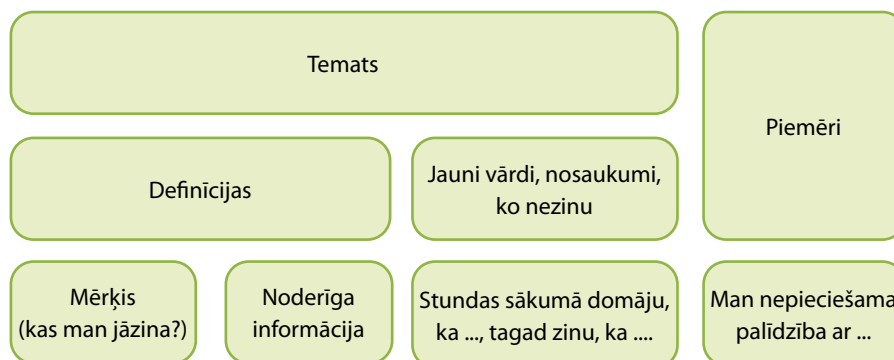
2.12. attēls. Tehnoloģiju, pedagoģijas un satura lietpratība (konteksts no Baumanē (2019), balstoties uz Koehler (2012))

Katra digitālā rīka lietderīgumu nosaka iespēja iegūt atbildes uz formatīvās vērtēšanas pamatjautājumiem. Ja rīka grupa apzīmēta ar trešo formatīvā vērtējuma pamatjautājumu – kas un kā jādara rezultāta sasniegšanai –, tas nozīmē, ka ir iespējams iegūt atbildes arī uz iepriekšējiem diviem formatīvās vērtēšanas pamatjautājumiem (! un !!). Piemēram, personalizētas, nepersonalizētas balsošanas digitālie rīki sniegs iespēju iegūt atbildes uz jautājumiem: kas izdodas (!), kas vēl neizdodas (!!)? (skat. 2.13. attēlu).



2.13. attēls. Formatīvās vērtēšanas digitālo rīku apkopojums un formatīvās vērtēšanas saņemšanas iespējas (Baumanē, 2019; Logins, 2018 un Common Sense (bez datējuma))

Noderīga metode, kas var uzlabot formatīvo vērtēšanu, ir rakstīt piezīmes – konspektus pēc 2.14. attēlā dotās shēmas, norādot dzirdētos svešvārdus, atzīmējot savus pieņēmumus pirms/pēc temata atseguma, kā arī atzīmējot papildu nepieciešamo, palīdzīgo darbību.



2.14. attēls. Piezīmju veidošanas shēma dabaszinātnēs –
formatīvās vērtēšanas nodrošināšanai

Atgriezeniskā saite un tās nozīme formatīvās vērtēšanas procesā

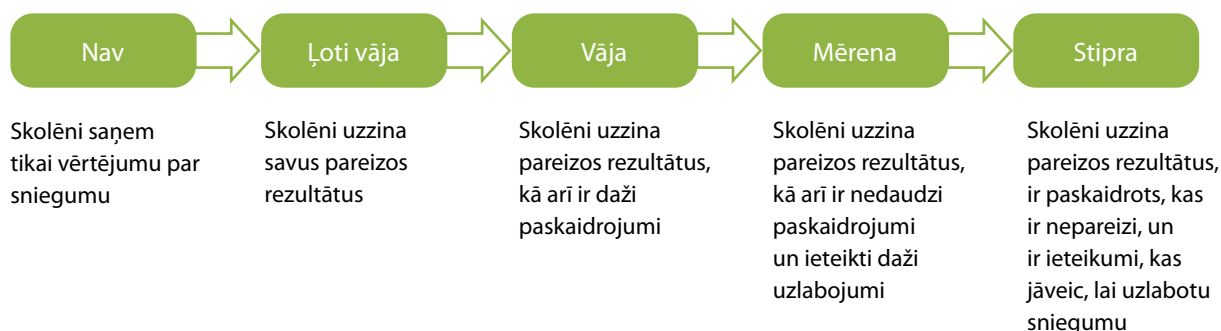
Formatīvā vērtēšana ir vērsta uz mērķtiecīgas atgriezeniskās saites (AS) sniegšanu skolēna mācīšanās laikā, lai palīdzētu viņam nonākt nākamajā mācību posmā, sniedzot atbildes uz jautājumiem: kas jāiemācās, kas izdodas, kas vēl ne, ko darīt turpmāk? Atgriezeniskā saite ir svarīga gan skolēnam, gan skolotājam, jo atbildes nepieciešamas skolēnam par savu darbību un skolotājam – par viņa skolēnu sniegumu (Čakāne, 2019). Lai sasniegtu abpusēji pieņemamu rezultātu, ieteicams saņemt atbildes uz iepriekš izvirzītajiem jautājumiem (skat. 2.2. tabulu).

2.2. tabula. Jautājumi atgriezeniskās saites saņemšanai un plānošanai (no Čakāne, 2019)

Jautājumi, uz kuriem FV vajadzētu atbildēt	Jautājumi, kuri ir svarīgi atgriezeniskās saites sniegšanas plānošanai
<ul style="list-style-type: none"> • Kas jāiemācās? • Kā veicas? • Ko zinu, protu, cik labi? • Ko vēl nezinu, neprotu? Kāpēc? • Ko un kā darīt turpmāk? 	<ul style="list-style-type: none"> • Kā skolotājs iegūst informāciju par to, kā veicas? • Kā skolēni uzzina, saprot, saņem atbildes uz jautājumiem par savu mācīšanos? • Kā tiek mācīta atgriezeniskās saites izmantošana? • Kā panākt skolēna iesaistīšanos, jo atgriezeniskā saite ir mijiedarbīgs process?

Atgriezeniskās saites nodrošināšana ir būtiska, lai uzlabotu mācīšanos, jo tā ietekmē gan skolēna motivāciju mācīties, gan viņu spējas to darīt. Lai atgriezeniskā saite būtu kvalitatīva, skolēniem ir jāzina, ko viņi ir paveikuši labi un kas viņiem jā dara, lai uzlabotu savu sniegumu. Par atgriezeniskās saites kvalitāti liecina tās stiprums (skat. 2.15. attēlu).

Atgriezeniskā saite



2.15. attēls. Atgriezeniskās saites stiprums (adaptēts no Nyquist, 2003)

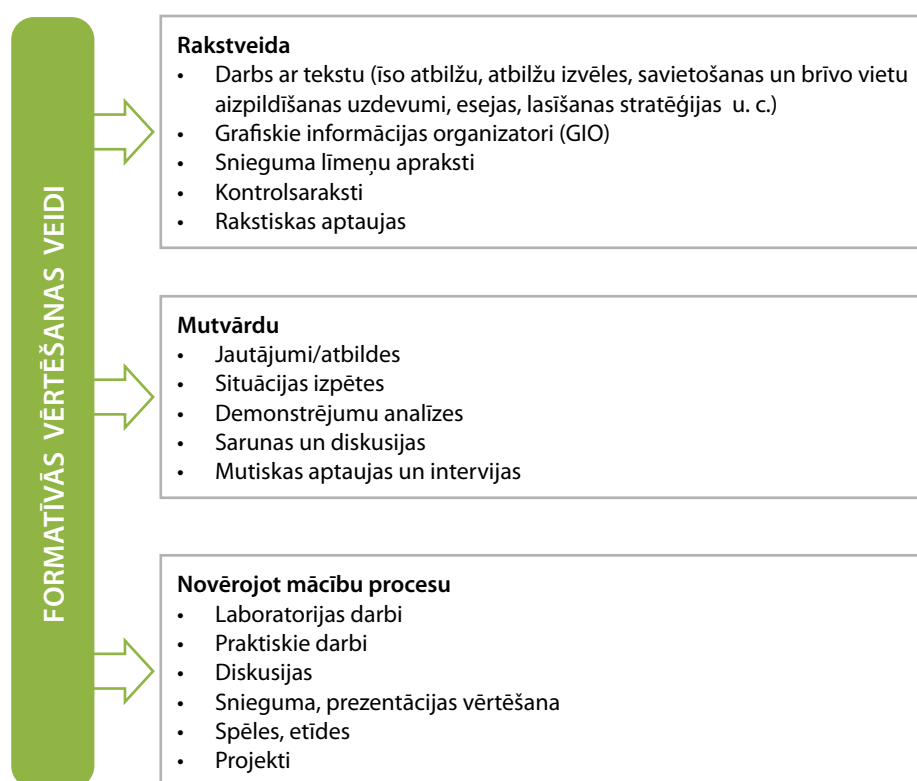
Var izšķirt trīs veidu atgriezeniskās saites:

- **Apstiprinošā atgriezeniskā saite** tiek sniegta tūlīt pēc izpildījuma novērošanas. Piemēram, *Jāni, tev izdevās labi paveikt šo eksperimentu, to veicot, tu ievēroji arī visus demonstrējuma veikšanas drošības noteikumus!*
- **Attīstošā atgriezeniskā saite** motivē skolēnu izdarīt labāk. Piemēram, *Līga, tev ļoti labi izdevās veikt plānu lapas griezumus, bet vajadzētu precīzāk to novietot uz segstikliņa.*
- **Efektīva atgriezeniskā saite** ir saistīta ar skolēna vajadzību apmierināšanu – to apliecina skolotāja sniegtie novērotie pierādījumi (skolotājs paskaidro, kas ir izdarīts labi, kas slikti, ko vajadzētu uzlabot un kā to darīt). Piemēram, pēc pabeigta un skolotājam nodota darba skolēns saņem ne tikai vērtējuma atzīmi, bet arī skolotāja komentāru (Jones, 2005).

Tātad kvalitatīva atgriezeniskā saite:

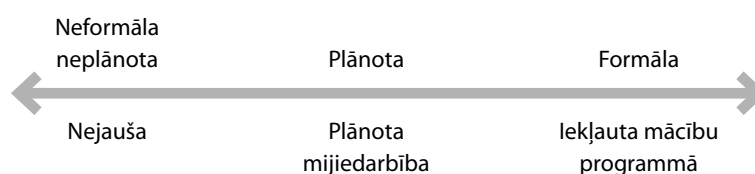
- veicina pašnovērtējuma (refleksijas) attīstību mācību procesā;
- sekmē skolotāja un vienaudžu dialogu par mācīšanos;
- palīdz noskaidrot, kas ir labs sniegums (paredzētie mērķi, kritēriji, standarti);
- nodrošina iespējas novērst plaisu starp skolēna pašreizējo un vēlamo veikspēju;
- sniedz skolēnam informāciju par viņu mācīšanos;
- attīsta pozitīvu motivāciju un paaugstina savu pašnovērtējumu;
- sniedz skolotājam informāciju, kuru var izmantot, lai palīdzētu pilnveidot savas mācīšanas stratēģijas (Juwah et al., 2004).

Formatīvajā vērtēšanā izmanto dažādas vērtēšanas formas un metodiskos paņēmienus, kuri ir saistīti ar skolēna sasniegtajiem rezultātiem (SR). To var skatīt pēc īstenošanas veida – rakstveida, mutvārdu – vai praktiski novērojot mācību procesu (skat. 2.16. attēlu), kā arī izmantojot šos paņēmienus kombinēti (VISC, 2020).



2.16. attēls. **Formatīvās vērtēšanas veidi**

Var uzskatīt, ka formatīvā vērtēšana notiek nepārtraukti – no formālas līdz neformālai (skat. 2.17. attēlu).



2.17. attēls. **Neformālās un formālās vērtēšanas nepārtrauktība** (no Coffey et al., 2008)

Neformālais formatīvais vērtējums būtībā ir paņēmiens, kas palīdz skolotājiem tiešā veidā iegūt no skolēniem informāciju, kuru var nekavējoties izmantot mācību procesā.

Skolotāja darbības salīdzinājums formālās un neformālās formatīvās vērtēšanas izmantošanā sniegts 2.18. attēlā.

FORMĀLĀ FORMATĪVĀ VĒRTĒŠANA: paredzēta, lai sniegtu pierādījumus par skolēna mācīšanos		
Vāc Skolotājs vāc un apkopo informāciju par skolēna mācīšanos. <i>Izmanto testus un programmā iekļautos uzdevumus</i>	Interpretē Skolotājs analizē informāciju par skolēna mācīšanos. <i>Lasa skolēnu darbus un sniedz rakstiskus komentārus</i>	Rīkojas Skolotājs plāno rīcību, lai palīdzētu skolēniem sasniegt mācību mērķus. <i>Maina stundu plānus, pamatojoties uz skolēnu zināšanu līmeni</i>
NEFORMĀLĀ FORMATĪVĀ VĒRTĒŠANA: sniedz pierādījumus par skolēna mācīšanos, kas iegūta ikdienas darbību laikā		
Iegūst Skolotājs iegūst informāciju no skolēnu atbildēm. <i>Lūdz skolēnus formulēt paskaidrojumus vai sniegt pierādījumus</i>	Atzīst Skolotājs atzīst skolēnu atbildes un salīdzina tās ar zinātniskām idejām. <i>Atkārt skolēnu atbildes</i>	Lieto Skolotājs stundā izmanto skolēnu sniegto informāciju. <i>Lūdz skolēnus paskaidrot savas atbildes, izskaidrot mācību mērķus un pamatot tos</i>

2.18. attēls. Skolotāja darbība formālās un neformālās formatīvās mācīšanās gadījumos (adaptēts no Ruiz-Primo, & Furtak, 2007)

Vērtējot formāli un neformāli, mācību procesā tiek izmantotas atšķirīgas mācību metodes (skat. 2.19. attēlu).

Formālais formatīvais vērtējums	Neformālais formatīvais vērtējums
Tiek dokumentēts un parasti netiek novērtēts ar atzīmi	Netiek dokumentēts, virzīts uz snieguma novērtēšanu
<ul style="list-style-type: none"> • Testi • Rakstiski uzdevumi • Ieejas biļete • Prezentācijas • Jēdzienu kartēšana • Rakstiska aptauja 	<ul style="list-style-type: none"> • Ātri uzdevumi izpratnes noskaidrošanai • Jautājumu uzdošana • Diskusija • Novērošana • Pārlicības rādītāji (<i>īkšķis uz augšu, īkšķis uz leju</i>) • Intervijas

2.19. attēls. Mācību metodes un paņēmieni formālās un neformālās formatīvās vērtēšanas gadījumos (no The Definitive K-12 Guide., 2016)

PS

Novērtējiet savas zināšanas par formatīvo vērtēšanu!

Skolotāja viedoklis par formatīvās vērtēšanas procesu

Lai noskaidrotu izpratni par formatīvo vērtēšanu, skolotājs var mēģināt sevi pārbaudīt, atbildot uz 2.3. tabulā minētajiem jautājumiem. Atzīmējiet ar "x" atbilstīgās atbildes!

2.3. tabula. **Jautājumi par formatīvo vērtēšanu skolotāja darbības pašpārbaudei** (adaptēts no Pedagogy and Practice., 2004)

Jautājumi	Vienmēr	Dažreiz	Nekad
Vai Jūs varat nodalīt mācīšanās mērķus no mācīšanās rezultātiem?			
Vai Jūs varat palīdzēt skolēniem atpazīt standartus, kurus viņiem vajadzētu sasniegt?			
Vai Jūs varat nodrošināt skolēniem iespējas iesaistīties vienaudžu vērtēšanā, lai viņi labāk izprastu snieguma kritērijus?			
Vai Jūs varat nodrošināt skolēniem iespējas veikt sava snieguma pašnovērtējumu, lai viņi labāk izprastu snieguma kritērijus?			
Vai Jūs sniedzat atgriezenisko saiti, kas skolēniem šķiet noderīgi un kura identificē to, ko viņiem ir nepieciešams darīt, lai uzlabotu sniegumu?			
Vai Jūs nodrošināt regulāru iespēju kopā ar skolēniem pārskatīt un kopīgi pārdomāt sasniegtā progresu?			
Vai Jūs izmantojat skolēnu vērtēšanas rezultātus, lai informētu viņus par atbilstošām izmaiņām mācībās un nodrošinātu, ka tiek ņemti vērā panākumi un trūkumi?			

PS

Kā Jūs sniedzat atgriezenisko saiti formatīvajā vērtēšanā?

Atgriezeniskās saites sniegšanas pašnovērtējums

Uzdevums. Izmantojot 2.4. tabulu, veiciet savu pašnovērtējumu par atgriezeniskās saites sniegšanu. Atbildēs uz apgalvojumiem izmantojiet apzīmēto luksofora kodu: ● – vienmēr, ● – dažreiz, ● – nekad.

2.4. tabula. **Skolotāja pašnovērtējums par atgriezeniskās saites izmantošanu**
(no Primary Overview: Assessment Guidelines for school, 2009)

Apgalvojums	●	●	●
Es domāju, kāda veida mutisko atgriezenisko saiti sniedzu saviem skolēniem			
Es sniedzu atgriezenisko saiti, iepriekš vienojoties ar skolēniem par mācību snieguma kritērijiem			
Es saprotu, ka atgriezeniskā saite norāda, ko skolēni ir sasnieguši un kas viņiem jādara, lai uzlabotu			
Sniedzot atgriezenisko saiti, es plānoju sasniegt vairākus mērķu vienlaikus			
Es mudinu skolēnus sniegt atgriezenisko saiti viens otram			
Stundas laikā es izmantoju dažādas vērtēšanas metodes, lai palīdzētu skolēniem iegūt atgriezenisko saiti par mācīšanos			
Es dodu laiku skolēniem, lai viņi pārdomātu atgriezenisko saiti, kas ir saņemta no skolotāja un klasesbiedriem			
Es dodu skolēniem iespēju uzlabot viņu mācīšanos, pamatojoties uz atgriezenisko saiti			
Mana rakstiski sniegtā atgriezeniskā saite ir skolēniem saprotama			

PS

Pārliecinieties, vai esat pareizi novērtējis kvalitatīvas formatīvās vērtēšanas īstenošanu mācību procesā.

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

Formatīvās vērtēšanas metožu un paņēmieni raksturojums

Formatīvās vērtēšanas metodes un paņēmieni aptver gan individuālu, gan grupas(-u) darbu. Var vērtēt katru skolēnu individuāli, var vērtēt viņu pāru, grupas vai visas klases darbā. Klausoties skolēnu pāra vai nelielu grupu sarunās, skolotājam ir iespējams ātri noteikt problēmas vai identificēt nepareizus priekšstatus, kurus var nekavējoties novērst. Novērojot grupas darbību, arī var vērtēt skolēnu individuāli, lai efektīvāk noteiktu viņa vajadzības. Bieži vien iespēja sadarboties ar citiem virza skolēnus uz meistarību. Grupas vērtēšanas process ir mācīšanās sastāvdaļa, bet skolotājs var sniegt zināmu atgriezenisko saiti katram skolēnam individuāli īsa komentāra vai vismaz “plus” vai “mīnus” formā ar īsu vārdisku skaidrojumu par to, ko norāda katrs simbols (Dodge, 2009).

Ir daudz dažādu mācību metožu un paņēmieni, kurus var izmantot formatīvajā vērtēšanā. Džūdita Dodža (*Dodge*) iesaka tos iedalīt:

1. **Kopsavilkums un refleksija**, lai skolēni pārdomātu, saprastu to, ko dzirdējuši vai lasījuši, iegūtu personiski nozīmīgu mācīšanās pieredzi un/vai uzlabotu savas metakognitīvās prasmes. Šie paņēmieni prasa skolēniem lietot mācību priekšmeta saturam specifisku valodu.
2. **Saraksti, diagrammas un grafiskie informācijas organizatori**. Skolēni organizē informāciju, nosaka savstarpējās saistības un attiecības, izmantojot dažādus grafiskos informācijas organizatorus (GIO).
3. **Informācijas vizuālais attēlojums**. Skolēni izmanto vārdus un attēlus, lai labāk atcerētos, atvieglojot informācijas iegūšanu vēlāk. Šī “duālā kodēšana” palīdz skolotājiem pievērsties skolēnu dažādībai klasē, izvēlēties mācību stilus, kā arī sniegt informāciju dažādos veidos.
4. **Sadarbības aktivitātes**. Skolēniem ir iespēja sazināties ar citiem, pilnveidoties un demonstrēt savu izpratni par apgūstamajiem jēdzieniem.

No minētajiem paņēmieniem sīkāk tiks apskatīta pašnovērtējuma veikšana, kontrolsarakstu un snieguma līmeņu aprakstu izmantošana formatīvajā vērtēšanā.

Pašnovērtējums un tā izmantošana

Viens no FV visbiežāk izmantojamajiem paņēmieniem ir skolēna pašnovērtēšana. Būtībā pašnovērtējums ir nepārtraukts process. Tas sākas, kad skolēns pārdomā savu mācīšanos, izvērtē savas intereses un metakognitīvos procesus. Skolēna pašnovērtējums ir saistīts ar sevis izvērtēšanu, refleksiju, metakognīciju un savu mērķu izvirzīšanu. Tas nozīmē, ja skolēns novērtē sevi, viņš:

- novērtē sava darba kvalitāti un zināšanas;
- atklāj savas stiprās un vājās puses;
- saprot, ka pats ir atbildīgs par savu mācīšanos;
- domā par to, ko viņš ir iemācījies un kā viņš to ir iemācījies;
- izprot, ko viņam vajadzētu uzlabot (ideālā gadījumā viņam vajadzētu pašam izvirzīt savus mācīšanās mērķus un plānot, ka tos sasniegt) (*The Capacity Building Series*, 2007).

Skolēna pašnovērtējuma izmantošanas priekšrocības un trūkumus attēlo 2.5. tabula.

2.5. tabula. Pašnovērtējuma izmantošanas priekšrocības un problēmas

(no *Guidance for Selecting and Developing Quality Assessments in the Elementary Classrooms*)

Priekšrocības	Iespējamās problēmas
<ul style="list-style-type: none"> • Dod iespēju skolēnam pārdomāt savu darbu • Atklāj skolēna stiprās un vājās puses • Var sniegt informāciju par akadēmiskajām un neakadēmiskajām kompetencēm, piemēram, attieksmi 	<ul style="list-style-type: none"> • Skolēnam var būt grūti objektīvi interpretēt savas domas patstāvīgi, bez turpmākas diskusijas ar skolotāju • Skolēni var vai nu pārvērtēt, vai par zemu novērtēt savas spējas

AI

Materiāli praktiskajai izmantošanai.

Skolēna pašnovērtēšanas kāpnes, vērtējot pētniecisko procesu



2.20. attēls. **Kāpnes pašnovērtējuma izmantošanai**
(adaptēts no *Primary Overview: Assessment...*, 2009)

Šo pieeju var izmantot pašnovērtējuma veikšanai. Kāpnes ir kā pašnovērtēšanas rīks (skat. 2.20. attēlu), kas var palīdzēt skolēniem sarindot, noteikt prioritātes: kas bija saprotams, kas nebija skaidrs un kur viņiem radās grūtības. Skolēns pieņem lēmumu par savu mācīšanos, atbildot uz šādiem jautājumiem:

- Kāda darba daļa bija vissvarīgākā?
- Kādu darba daļu es vislabāk sapratu?
- Kuru darba daļu es nesapratu?
- Kāda darba daļa bija grūta? (no *Primary Overview: Assessment...*, 2009)

IK

Pētnieciskā procesa pašnovērtējuma darba lapa

Uzdevums. Aizpildiet sniegto darba lapu (adaptēts no Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K., 2012)!

Vārds, uzvārds

Datums

Pētījuma temats

- Atzīmē apgalvojumus, kas visvairāk atspoguļo to, kā guvi idejas pētniecības darba veikšanai.

___ Man bija jārunā ar citiem par manām idejām.

___ Man bija jāpadomā patstāvīgi.

___ Man bija vajadzīgs laiks pārdomām, pirms es kaut ko pierakstu.

___ Man bija vajadzīga palīdzība.

___ Man vajadzēja darīt vairāk, lai es turpinātu pētījumu.

- Sniedz konkrētus apgalvojuma(-u) piemērus!

- Uzraksti savas pārdomas!

Mans pētniecības process:

Man veikt pētījumu bija viegli, jo ...

Man veikt pētījumu bija grūti, jo ...

Nākamajā reizē es darīšu citādi: ...

IK

K-W-L-H metodes izmantošana konkrēta temata apgūvē un pašnovērtēšanā

K-W-L-H ir laba metode priekšzināšanu aktualizēšanai. Tā noder darbam grupā. Donna Ogle (1986) to ir izveidojusi kā mācīšanās moduli teksta lasīšanas aktivizēšanai.

K – palīdz skolēnam atcerēties, ko viņš zina/*KNOW* par šo tēmu.

W – palīdz skolēnam noteikt, ko viņš vēlas/*WANT* iemācīties.

L – palīdz skolēnam noteikt, ko viņš iemācīsies/*LEARN*, ja izlasīs tekstu.

H – palīdz skolēnam noteikt, kādā veidā/*HOW* viņš var iemācīties vēl vairāk (izmantojot citus literatūras avotus utt.). Skolēni izmanto informāciju, kas tiek dota, lai izpildītu darba uzdevumu (skat. 2.21. attēlu).

Ko es jau zinu / <i>KNOW</i> ?	Ko man vajadzētu / <i>WANT</i> vēl zināt?	Ko esmu iemācījies / <i>LEARN</i> ?	Kā / <i>HOW</i> es varu iemācīties vēl vairāk?
Dinozauri ir lieli. Dinozauri ir izmiruši. Viņi ir dzīvojuši ļoti sen.	Pirms cik gadiem dinozauri ir dzīvojuši? Kāpēc viņi izmira? Kā mēs zinām, kādi viņi izskatījās? Kā sauc cilvēkus, kas pēta dinozaurus?	Arheologiem ir ļoti interesants un aizraujošs darbs. Dinozauri ir pārtikuši no augiem, bet ēduši arī gaļu. Daži no dinozauriem ir bijuši ļoti lieli, bet viņiem ir bijušas mazas smadzenes. Pēc atrastajām fosilijām ir atklātas dinozaurus raksturojošās pazīmes.	Pētījumi. Muzeji. Praktiska pieredze dabā. Arheoloģiskie izrakumi. Videofilmas. Interneta resursi.
Informācija, kas jāizmanto darba veikšanai: 1. izmērs 2. profesija 3. barošanās veids			

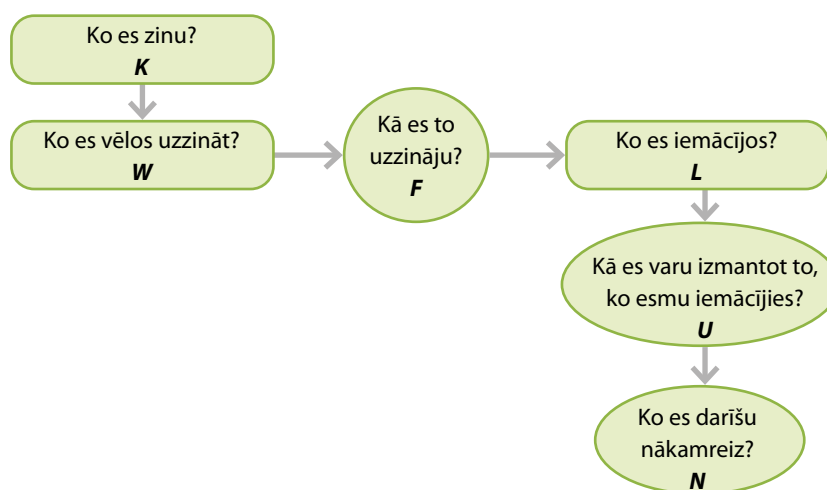
2.21. attēls. Klasiskās *K-W-L-H* pieejas izmantošana bioloģijā, noskaidrojot jautājumu par dinozauru izmiršanu

Skolēnu atbildes var papildināt, izmantojot pašnovērtējuma jautājumus, izveidojot kā skolēna darba lapu (skat. 2.22. attēlu).

Ko es zinu? <i>K</i>	Ko es vēlos uzzināt? <i>W</i>	Ko es iemācījos? <i>L</i>
<i>Notiek stundas sākumā</i>		<i>Notiek stundas beigās</i>
Skolotāja komentāri:		

2.22. attēls. **K-W-L izmantošana skolēna darba lapā**
(adaptēts no Primary Overview: Assessment., 2009)

K-W-L tabulu var paplašināt, pievienojot papildjautājumus skolēna refleksijai (skat. 2.23. attēlu).



2.23. attēls. **K-W-F-L-U-N shēma** (adaptēts no Kuhlthau, Maniotes, & Caspari, 2012)

IK

Pašnovērtējuma jautājumi dabaszinātņu jēdzienu apguvē

Lai skolēns varētu novērtēt savu izpratni par dabaszinātņu jēdzieniem, var izmantot šādus pašnovērtējuma jautājumus:

1. Es nekad par šādu jēdzienu neesmu dzirdējis.
2. Es šo jēdzienu esmu dzirdējis, bet nesaprotu.
3. Es domāju, ka es šo jēdzienu daļēji saprotu.
4. Es jēdzienu zinu un saprotu.
5. Es to varu izskaidrot draugam (Yager & Kellerman, 1992).

IK

Pašnovērtējums iepriekš izpildīta darba uzlabošanai

Pašnovērtējuma veikšanai skolēni var izmantot daudzveidīgas metodes un paņēmienus. Skolēniem uzdots neviennozīmīgi atbildams jautājums: *“Ja cilvēks izmantotu ķīmikāliju, kas varētu iznīcināt hlorofilu, kāda būtu cilvēka darbības ietekme uz augiem?”*

Katrai četru skolēnu grupai jāuzraksta 3–5 nosacījumi, lai atbildētu uz šo jautājumu. Uzrakstītie nosacījumi tiek apspriesti klasē un tiek izveidots galīgais saraksts:

1. Hlorofila nozīme.
2. Fotosintēzes procesa paskaidrošana.
3. Fotosintēzes vienādojuma uzrakstīšana.
4. Bezhlorofila iedarbības uz augiem aprakstīšana. (Kas notiks, ja augos nebūs hlorofila?)
5. Fotosintēzes pārtraukšanas, sekundārās ietekmes analizēšana.

Skolēniem tiek uzdots atbildēt uz izvirzītajiem jautājumiem mājasdarbā. Pēc mājasdarbu labojumu saņemšanas (ar skolotāja komentāriem) nākamajā stundā tiek organizēts pāru darbs, kurā skolēni pārrunā skolotāja uzrakstīto, secinot, vai viņi ir sapratuši, ko skolotājs lūdzis uzlabot. Pēc tam stundā viņiem tika dots laiks, lai būtu iespējams pārveidot un uzlabot savas atbildes (Harlen, 2013).

IK

Pašnovērtējums ģeogrāfijā

2.6. tabula. Pašnovērtējuma paraugs ģeogrāfijā (adaptēts no Open University, 2016)

Pašnovērtējuma kritērijs	Izpilde	Pierādījums jeb apliecinājums	Tālākie darbības soļi
Es varu aprakstīt, kas ir viesuļvētra	Jā	Ievads manā projektā	
Varu izskaidrot, kā veidojas vētras	daļēji		Kā vētras veidojas siltā klimatā?
Es varu izskaidrot, kā jārikojas vētras gadījumā	Jā	Projekta sadaļa – drošība	
Es protu atrast informāciju internetā	Jā	IT stundas	
Es izpildīju visus uzdevumus par šo tēmu	Nē	Tikai iesāku	Nepieciešams pabeigt
Uzskatu, ka es labi strādāju	Jā	Pabeidzu projektu laikā	
Es protu prezentēt (izmantojot daudzveidīgus rīkus)	daļēji	Izmantoju internetu attēlu meklēšanai	Nemācēju izveidot grafiku par vētru skaitu
Visgrūtākais šajā tematā bija	Saprast gaisa kustību, analizēt grafikus		Pajautāt palīdzību, lai izprastu grafikus
Man visvairāk prieka sagādāja	Izmantot internetu un sagatavot plakātu		
Mana apņemšanās nākamajam tematam:	Apņemos strādāt rūpīgāk un lūgt palīdzību jau sākumā		

Kontrolsaraksti (Checklists) un to izmantošana

Izveido jautājumu sarakstu, kurā skolēns novērtē padarīto, atbildot uz jautājumiem “jā” un “nē”. Kontrolsaraksta izveidošana un izmantošana ir daudz vienkāršāka nekā snieguma līmeņu aprakstu izveidošana. Kontrolsarakstus var ātri sadalīt atsevišķos komponentos, un to nav grūti saskaņot ar uzdevumiem (The Capacity Building Series, 2007).

Lai varētu iegūt precīzu informāciju par skolēna darbību, skolotājam nepieciešams:

- izvirzīt konkrētus, ar mācību standartu saskaņotus sasniedzamos rezultātus, lai to izpildei sekotu un novērtētu;
- izlemt, ko meklēt: uzrakstīt kritērijus vai pierādījumus, kas apliecinātu skolēna rezultātu;
- izstrādāt datu vākšanas sistēmu – jā/nē, kontrolzīme, piemēri, skaitīšanas zīmes utt.;
- apkopot novērojumus vairākās klasēs un meklēt darbības modeļus;
- dokumentēt visus novērojumus;
- kopīgot novērojumus ar skolēniem gan individuāli, gan grupā. Novērojumus var konkretizēt. Piemēram, “*Ērik, tu esi izteicis vairākas idejas, kuras iekļautas tavas grupas desmit labāko sarakstā. Tu patiešām palīdzēji savai grupai noteiktajā termiņā pabeigt uzdevumu.*”
- izmantot informāciju, kas iegūta no novērošanas, lai uzlabotu vai modificētu mācīšanas veidu.

Kontrolsarakstu izmantošanas priekšrocības un trūkumi apkopoti 2.7. tabulā.

2.7. tabula. **Kontrolsarakstu izmantošanas priekšrocības un problēmas** (no Guidance for Selecting and Developing Quality Assessments in the Elementary Classrooms)

Priekšrocības	Iespējamās problēmas
<ul style="list-style-type: none"> • Ļauj skolotājiem novērot un viegli pārbaudīt, ko skolēni zina un spēj izdarīt • Viegli lietot un to uzlabot • Nepieciešama tikai īsa skolēnu instruēšana • Ja nepieciešams momentnovērtējums, ir jau sagatavota matrica • Elastīgs un izmantojams dažādās vērtēšanas stratēģijās • Var bieži sniegt informāciju par skolēna rīcību 	<ul style="list-style-type: none"> • Novērojumi var būt subjektīvi • Var būt maz informācijas par skolēna rīcību • Var būt laikietilpīgs process • Dažiem skolotājiem ir grūti apgūt vienlaicīgas mācību un vērtēšanas veikšanas paradumus, t. i., iekļaut kontrolsarakstu izmantošanu mācību procesā • Pārāk daudzu kontrolsarakstu izmantošana pārslogo skolotāju • Skolotāji vērtējumu ar kontrolsarakstiem var uzskatīt par nelietderīgu • Kontrolsaraksti var nenorādīt, cik sekmīgi skolēns darbojas visā analizētajā situācijā

IK**Kontrolsaraksta izmantošana skolēna pētnieciskās darbības vērtēšanai mācību stundā**

Var vērtēt skolēna darbību mācību stundas laikā (skat. 2.24. un 2.25. attēlu), nosakot, cik daudz viņš ir iesaistījies pētnieciskajā procesā. Ar “X” atzīmē novēroto atbilstošajā kolonnā:

- skolotāja jautājums (skolotājs uzdod jautājumu);
- skolotājs pārbauda/pārlicinās (skolotājs, uzdodot papildu jautājumus, cenšas noskaidrot, vai skolēns ir sapratis pētījumu);

- skolēns atbild uz jautājumu (skolēna atbildes gan uz skolotāja uzdotajiem, gan uz klasesbiedru jautājumiem);
- skolēns uzdod jautājumu (skolotājam vai citam skolēnam);
- skolotājs atbild uz jautājumiem (vai skolotājs tieši atbild uz uzdoto jautājumu vai vada/virza skolēnu domāt);
- skolotājs nodrošina informāciju (skolotājs nodrošina skolēnu ar faktu materiālu vai informāciju piedāvā stāstījuma veidā) (Fleming, 2002).

					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
x			x	x	x
x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x
skolotājs uzdod jautājumu	skolotājs pārbauda	skolēns atbild uz jautājumu	skolēns uzdod jautājumus	skolotājs atbild uz jautājumiem	skolotājs nodrošina informāciju

2.24. attēls. Rezultāti, kas raksturo stundu, kurā nav nodrošināts pilnīgs pētnieciskais process (adaptēts no Fleming, 2002)

		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
		x	x		
x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x
skolotājs uzdod jautājumu	skolotājs pārbauda	skolēns atbild uz jautājumu	skolēns uzdod jautājumus	skolotājs atbild uz jautājumiem	skolotājs nodrošina informāciju

2.25. attēls. Rezultāti, kas raksturo stundu, kurā nodrošināts pilnīgs pētnieciskais process (adaptēts no Fleming, 2002)

Mācieties pats! Par kontrolesarakstu izmantošanu skolēna pētnieciskās darbības pašnovērtēšanai mācību stundā var uzzināt Jeļenas Volkinšteines grāmatā "Skolēnu pētnieciskā darbība dabaszinātnēs".

Snieguma līmeņu aprakstu veidošana un tās izmantošana

2.26. attēlā parādīts, kādi principi jāievēro horizontālā un vertikālā līmenī, veidojot snieguma līmeņu aprakstu.



2.26. attēls. Snieguma līmeņu aprakstu veidošanas principi (Wylie, & Lyon, 2016)

Snieguma līmeņu aprakstā (skat. 2.8. tabulu) paskaidrots konkrēta aspekta īstenošanas līmenis horizontālā un vertikālā līmenī.

2.8. tabula. Prognozēto sasniedzamo rezultātu (SR) veidošanas novērtējums skolotāja darbībā (no Biggs & Tang, 2007)

SR	Neapmierinoši	Apmierinoši	Labi	Izcili
Izskaidro	Spēj identificēt un īsi aprakstīt atsevišķus aspektus. Ļoti maz pierādījumu, ka spēj saskatīt saistību starp tiem	Spēj identificēt vairākus svarīgus aspektus. Lieto šos aspektus, lai varētu pamatot un izskaidrot cēloņus. Nav pierādījumu par visaptveroša pamatojuma un cēloņsakarības lietošanu	Spēj identificēt detalizēti daudzveidīgus aspektus. Šie aspekti tiek izmantoti, lai nodrošinātu visaptverošu pamatojumu vai pierādītu cēloņsakarības	Spēj piedāvāt papildu aspektus, nodrošinot iespējamās alternatīvas jaunās situācijās. Var sasaistīt šos aspektus ar reālām dzīves situācijām

IK

Snieguma līmeņu apraksta paraugs skolēna izveidotā plakāta novērtēšanai

Vērtējot skolēna izveidoto plakātu par dabaszinātņu principiem, tiek izmantots holistisks snieguma līmeņu apraksts, piedāvājot visaptverošu vērtējumu pēc tam, kad skolēns jau ir saņēmis no skolotāja atgriezenisko saiti par viņa izstrādāto darba rezultātu (skat. 2.9. tabulu).

2.9. tabula. Snieguma līmeņu apraksts plakāta vērtēšanai

(adaptēts no Butler et al., 2005b)

Neapmierinoši	Apmierinoši	Labi	Izcili
Zinātniskie principi ir norādīti neprecīzi. Sniegti mazāk nekā divi precīzi reālās dzīves piemēri. Nav pārskatāma plakāta struktūra. Plakātā nav efektīvas grafiskās informācijas	Zinātniskie principi ir norādīti pareizi, bet nedaudz nepilnīgi. Ir sniegti vismaz divi precīzi piemēri no reālās dzīves, tomēr skaidrojumi ir nekorekti. Plakāts ir daļēji strukturēts, taču neatklāj tēmu. Plakātā ir izmantota grafiskā informācija, bet ir vāji attēloti piemēri	Zinātniskie principi ir precīzi noteikti. Ir sniegti vairāki precīzi reālās dzīves piemēri, bet skaidrojumi ir nedaudz neskaidri. Plakāts ir strukturēts, bet vietām ir pretrunīgs. Plakātā ir izmantota grafiskā informācija, kas ilustrē reālās dzīves piemērus un attēlo principu shēmas	Zinātniskie principi ir pilnīgi precīzi. Ir sniegti labi izskaidroti reālās dzīves piemēri. Plakāts ir sakārtots loģiski. Ir vismaz trīs grafiki, kas ilustrē reālos piemērus, un ir labas shēmas, kas izskaidro zinātniskos principus

IK

Snieguma līmeņu apraksta izmantošana pētnieciskā procesa vērtēšanā

Pētniecības prasmju novērtēšanai pierādījumus var iegūt daudzveidīgos veidos: piemēram, ar audioierakstiem, video, rakstiskiem skolēnu ziņojumiem, prezentācijām, vienaudžu vērtēšanu, skolotāju novērojumiem, problēmas risinājuma izstrādes posmiem un izstrādāto galaproduktu. *SAILS (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science)* projektā ir ieteikts skolēna darbu pētnieciskajā procesā novērtēt, izmantojot snieguma trīs līmeņu aprakstu (skat. 2.27. attēlu).

	I līmenis	II līmenis	III līmenis
<p>Jautājumu uzdošana</p> <p>Attiecas uz jautājumiem, kurus var sistemātiski izpētīt.</p> <p>Jautājumi, kas skolēniem palīdzēs:</p> <ul style="list-style-type: none"> Kādus jautājumus Jūs vēlētos uzdot? Ko Jūs vēlētos uzzināt par šo? Kā Jūs uzdotu šo jautājumu, lai Jūs varētu atrast atbildi uz šo jautājumu? 	<p>Skolēns var</p> <p>... uzdot vairākus jautājumus</p>	<p>Skolēns var</p> <p>... atšķirt jautājumus, kurus iespējams izpētīt, no jautājumiem, kurus nav iespējams izpētīt</p>	<p>Skolēns var</p> <p>... mainīt savu vai citu uzdotu jautājumu tā, lai to varētu izpētīt</p>
<p>Hipotēzes formulēšana</p> <p>Attiecas uz informācijas un ideju apkopošanu, lai varētu formulēt hipotēzi.</p> <p>Jautājumi, kas skolēniem palīdzēs:</p> <ul style="list-style-type: none"> Kas, Jūsaprāt, notiks? Kāpēc Jūs domājat, ka tas tā notiks? Vai Jūs to varētu izskaidrot, izmantojot savas zinātniskās atziņas? 	<p>Skolēns var</p> <p>... prognozēt, kas notiks</p>	<p>Skolēns var</p> <p>... formulēt paredzējumu par to, kas notiks, un izskaidrot, kāpēc.</p> <p>Paskaidrojums balstās uz paša (vai citu) pieredzi</p>	<p>Skolēns var</p> <p>... formulēt zinātniski pamatotu hipotēzi</p>

2.27. attēls. Skolēna darbības pētnieciskajā procesā vērtēšanas snieguma trīs līmeņu apraksts (SAILS, 2014)

IK

Snieguma līmeņu aprakstu izmantošana, vērtējot skolēna iegūto mērījumu precizitāti asinsspiediena mērīšanā

Izveidoto snieguma līmeņu aprakstu var izmantot cilvēka anatomijas un fizioloģijas asinsspiediena apgūvē (skat. 2.10. tabulu).

2.10. tabula. **Mērījumu precizitātes noteikšana** (adaptēts no Butler et al., 2005a)

Kritērijs	Lieliski	Atbilstīgi	Nepieciešami uzlabojumi
Mērījumu precizitāte	Skolēna nolasījumi par sistoliskā un diastoliskā spiediena rādījumiem ir 3 mmHg (+ vai –) kļūdas robežās	Skolēna nolasījumi par sistoliskā un diastoliskā spiediena rādījumiem ir 7 mmHg (+ vai –) kļūdas robežās	Skolēna nolasījumi par sistoliskā un diastoliskā spiediena rādījumiem ir vairāk par 7 mmHg (+ vai –) kļūdas robežās

Piemēri jautājumu uzdošanā ģeogrāfijā

Klasiskajā izpratnē ģeogrāfija tiek uztverta kā joma, kas apraksta atrašanās vietu, t. i., sniedz atbildi uz jautājumu – kur tas atrodas? Šis ir visvienkāršākais ģeogrāfijas jautājums, kam seko nākamais – kāpēc tur atrodas vai ar ko izskaidrojuma vietas/objekta/subjekta atrašanās konkrētā vietā? Savukārt trešais ir mijattiecību skaidrojošais līmenis ir atbilde uz jautājumu – ko tas ietekmē? Kādas ir sekas vai cēloņi/ietekme? Neskatoties uz IT attīstību un informācijas vieglo pieejamību, ir svarīgi šos pamatjautājumus izdot (GENIP, bez datējuma), jo tie veido zināšanu pamatbāzi tālāko kopsakarību meklēšanā un atrašanā.

Kāpēc ostas ir svarīgas Ņujorkas attīstībai? Kā Floridas klimats ietekmē sezonālo cilvēku migrāciju? Kur dzīvo lielākā daļa pasaules iedzīvotāju? Kā upes, kalni ietekmē apdzīvojumu? Kāpēc iedzīvotāji migrē? Kas nosaka lauku iedzīvotāju migrāciju (vai arī migrāciju uz Rīgas piepilsētām Latvijas gadījumā)? Kāds varētu būt nākotnes scenārijs?

Sākumskolā un pamatskolā, konstruējot jautājumus, var izmantot **5 K metodi** – Kas? Kur? Kad? Kam? Kāpēc? (skat. 2.28. attēlu).

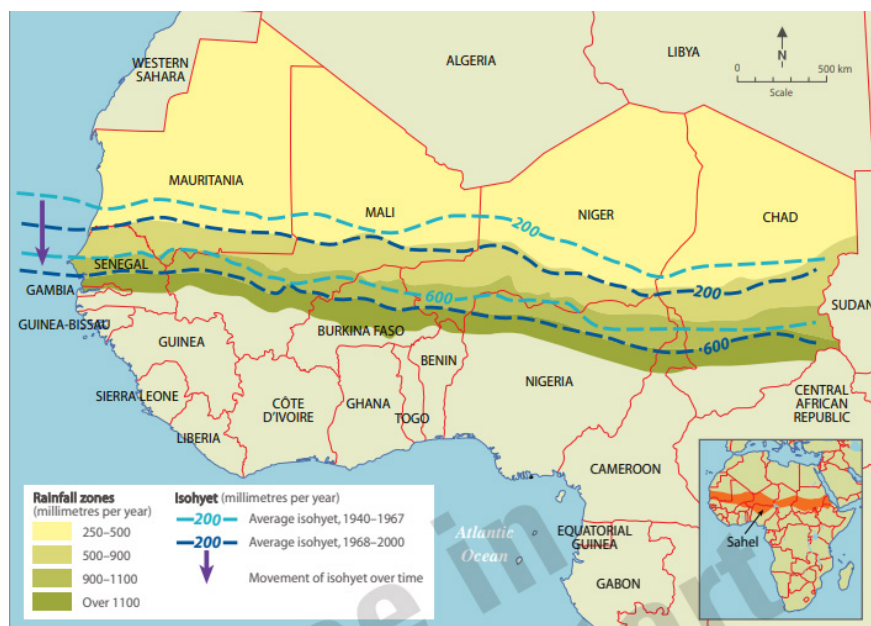
Kas tas ir? Kur tas ir? Kāpēc tas tur ir (cēloņsakarības)? Kāpēc svarīgi to zināt, un ko es varu darīt? (ietekmes noskaidrošana, uzdodot jautājumu – vai tam tā vajadzētu būt? Kāpēc par šo jārunā, jādodomā, kā tas ietekmē mani)?



2.28. attēls. Piemērs ģeogrāfijā, izmantojot 5K metodi –
Kas? Kur? Kad? Kam? Kāpēc? (Jones, 2008)

Ģeogrāfiskos jautājumus var “būvēt”, izejot no 10 ģeogrāfijas koncepcijām: vieta, mērogs, attālums, izplatība (*distribution*), kustība (*movement*), reģions, izmaiņas (*changes*), process, telpiskā saistība (*spatial association*) un ilgtspēja (GTVA, bez datējuma), kuras izriet viena no otras, kā arī ietekmē atbildes un skatījumu uz citām koncepcijām.

Kur un kāda ir vieta? Kāda ir tās ietekme? Atbildes būs atšķirīgas attiecībā pret jautātāju, dimensiju, izmantošanu. Tā, piemēram, Sumatras vietējo iedzīvotāju skatījums uz mežu izciršanu, kas radījusi papildu darba vietas, ienākumus, būs krasi atšķirīgs no ģeogrāfu un biologu skatījuma, kurus uztrauc bioloģiskās daudzveidības samazināšanās un resursu noplicināšana.



▲ Figure 1.13 Changing climate patterns in the Sahel, Africa

2.29. attēls. Nokrišņu zonas un nokrišņu režīma izmaiņas Sāhela zonā, Centrālāfrikā
(GTVA, bez datējuma)

Izmaiņas var aplūkot gan telpiski, gan laika skalā, un abi ir ģeogrāfijas jautājumi (skat. 2.29. attēlu), kura analīze ļauj secināt gan par nokrišņu režīma telpisko sadalījumu, gan par izmaiņām laika periodā.

Viens no sarežģītākajiem ir jautājums par telpiskajām attiecībām, piemēram, starp diviem reģioniem vai diviem parametriem. Telpiskā saistība ir pakāpe, līdz kurai divas vai vairākas parādības ir vienlīdz izplatītas vai izkārtotas uz Zemes virsmas. Piemēram, starp teritorijām ar ilgu sausuma periodu un zemu iedzīvotāju blīvumu, vai, piemēram, pilsētu izplešanās ātrumu un bioloģisko daudzveidību, vai dzīves ilgumu un ienākumu līmeni. Ģeogrāfijā tiek risināts uzdevums – noteikt telpiskās saistības pakāpi un izpētīt iespējamās pastāvēšanas iemeslus attiecībām vai to trūkums (kāpēc vairs nav, vai būs, vai ir iespējamas?).

Ģeogrāfijā jautājumi rosina domāt arī par norises varbūtību – kāpēc tas bija iespējams, vai kā tas varētu notikt, veidojot savus pieņēmumus, kas ir viens no pētniecības pamatiem. Procesi tātad tiek apskatīti gan no pagātnes, gan nākotnes perspektīvas – kā 2.11. tabulā.

2.11. tabula. Jautājumu konstruēšana ģeogrāfijā (adaptēts no Ģeogrāfijas asociācija, 2017)

	Ir	Bija	Bija	Vai varētu	Ja
Kas?	Kāda ir tropiskās vētras struktūra? Kas to veido?		Kāda bija vētras trajektorija (ceļš)?	Ko vētras skartā valsts varēja darīt labāk, lai sagatavotos tai?	Kas notiks, ja klimata pārmaiņu dēļ vētras kļūs vēl stiprākas?
Kur?	Kuros pasaules reģionos ir visvairāk vētru?	Kur X vētra (aktuālā informācija) radīja visvairāk postījumu?	Kur tika prognozēti lielākie postījumi? Vētras trajektorija?		
Kurš?	Kura iedzīvotāju grupa ir riska zonā?		Kuru valstu iedzīvotājus un kā vētra ietekmēja visvairāk?		
Kāpēc?	Kāpēc vētras acs ir mierīga vieta?	Kāpēc vietējā izpildvara (ne)reaģēja konkrētā veidā?	Kāpēc bija sarežģīti evakuēt iedzīvotājus?		
Kā?	Kā tropiskās vētras tiek monitorētas un pētītas?		Kā tika sniegta starptautiskā palīdzība?	Kādus efektīvākus risinājumus varētu ieviest?	Kā apdzīvojuma struktūra ietekmēs vētras? Kā jāplāno evakuācija? Kas jāņem vērā?

Jautājumu uzdošana ir zinātkāres, kas savukārt veido pētniecisko motivāciju, pamats ģeogrāfijas apguvē. Pētot par kādu tēmu vai vietu, atrodiēt arī kaut ko interesantu vai nozīmīgu par to. Iekļaujiet šo novērojumu jautājuma formā, piemēram, “Kāpēc šie koki neizskatās veselīgi, parāda stresa pazīmes?” vai “Kā mainās uzņēmumu veidi šīs ielas garumā?” vai “Kāda būs ietekme, ja visi šīs teritorijas koki tiks nocirsti?” Pārveidojot interesantus novērojumus par jautājumu, izpēte ir koncentrētāka. Labi jautājumi ģeogrāfijā sniedzas no vienkāršās “Kur ir šī lieta/vieta?” līdz dziļākiem jautājumiem, piemēram, “Kāpēc šī lieta/vieta mainās?” “Kādas būs izmaiņu sekas?” Un no vienkāršā jautājuma “Kur uzturas migrējošie putni?” līdz “Kāpēc tie migrē?” “Kāpēc šajā reģionā ir sausums, bet cits reģions ir applūdis?” vai “Kādas ir bēgļu pārvietošanās no šī reģiona sekas?” Labs jautājums rosina un rada padziļinātu izpēti (ESRI, 2003).

Gustava Ādolfa koledžas ģeogrāfe Anna Versluisa (Versluis, 2010) publicējusi sarakstu ar lielajiem ģeogrāfijas jautājumiem, ko var pārrunāt ģeogrāfijas stundās:

1. Kā mēs mainām Zemes virsmas fizisko vidi?
2. Kā vislabāk saglabāt bioloģisko daudzveidību un aizsargāt apdraudētās ekosistēmas?
3. Kā klimata un citas vides pārmaiņas ietekmē savstarpēji saistītu cilvēka vides sistēmu neaizsargātību?
4. Kur un kā dzīvos planētas 10 miljardi cilvēku?
5. Kā mēs ilgtspējīgi apgādāsim ikvienu cilvēku nākamo desmit gadu laikā un pēc tam?
6. Kā tas, kur mēs dzīvojam, ietekmē mūsu veselību?
7. Kā cilvēku, preču un ideju kustība maina pasauli?
8. Kā ekonomikas globalizācija ietekmē nevienlīdzību?
9. Kā ģeopolitiskās pārmaiņas ietekmē mieru un stabilitāti?
10. Kā mēs varētu labāk novērot, analizēt un vizualizēt mainīgo pasauli?
11. Kāda ir iedzīvotāju kartēšanas un kartēšanas ietekme uz sabiedrību?
12. Kurš jēdziens ir pareizāks: ģeogrāfisks vai ģeogrāfiskais? Cilvēka vai cilvēcīgā ģeogrāfija?

Pirmo ģeogrāfijas stundu var sākt ar jautājumu: “Uz kādu ģeogrāfisko jautājumu tu vēl nesi saņēmis atbildi? Ko tu gribētu uzzināt un noskaidrot ģeogrāfijā? Kāds jautājums nodarbina tavu prātu?” Mācību procesā katrs skolēns var izveidot portfolio, kas atbild uz 100 jautājumiem ģeogrāfijā ilustrāciju, komiksu, grafiskos organizatoru utt. veidā.

AI

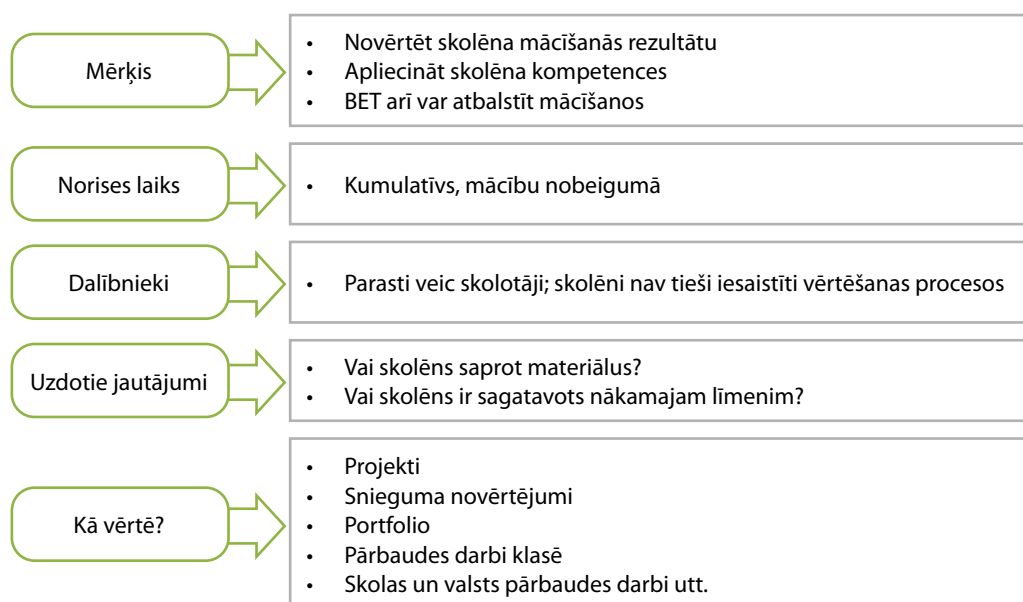
Kādi ir Tavi 10 “karstākie” jautājumi ģeogrāfijā?

2.3. Summatīvā vērtēšana

Kas ir summatīvā vērtēšana?

Summatīvā jeb apkopjošā vērtēšana (SV) parasti tiek veikta mācīšanās posma (piemēram, temata, vairāku tematu vai temata loģiskās daļas, mācību gada, izglītības posma vai pakāpes) nobeigumā. Tās mērķis ir noskaidrot skolēna zināšanas un prasmes gan kvantitatīvi, gan kvalitatīvi. Tās uzdevums ir novērtēt skolēna sasniegumus. Summatīvā vērtēšana apstiprina noteikta prasību līmeņa sasniegšanu, norāda skolotājam un skolēnam, kā apgūts mācību saturs konkrētā tematā. Vērtējums tiek izteikts ballēs (VISC, 2009).

Summatīvās vērtēšanas mērķi, norises laiks, dalībnieki un vērtēšanas metodes attēlotas 2.30. attēlā.



2.30. attēls. **Summatīvās vērtēšanas raksturojums**
(adaptēts no Siarova, Sternadel, & Mašidlauskaitē, 2017)

“Skola 2030” ir aktualizējusi tādu vērtēšanas veidu kā kompleksā snieguma vērtēšana. Kompleksu sasniedzamo rezultātu apguvi skolēns demonstrē darbībā. Piemēram, “Bioloģija 7.–9. klasei. Mācību priekšmeta programmas paraugs” (VISC, 2020, 10. lpp.) kā kompleksās vērtēšanas sasniedzamais rezultāts minēts: “Skaidro novēroto šūnu uzbūves saistību ar veicamajām funkcijām, izmantojot mikroskopu ar atbilstošu palielinājumu un lietojot gatavus un pašu veidotus mikropreparātus.” Kompleksa sasniedzamā rezultāta vērtēšanai izmanto dažādas formas – rakstveida, mutvārdu vai kombinēts pārbaudes darbs, individuāls vai grupas projekts u. c. Kompleksu sasniedzamo rezultātu vērtē, izmantojot snieguma līmeņu aprakstu.

Ārzemju literatūrā ir daudz interesantu piemēru mācību metožu sasaistei ar snieguma līmeņiem. Piemēram, Sūzena Mārgareta Batlere un citi autori (2005) iesaka summatīvās vērtēšanas metodes iedalīt kategorijās: atbilžu izvēlēšanās un atbilžu konstruēšana (skat. 2.31. attēlu). Reproductīvā mācību procesā skolēni izvēlas atbildes no iespējamo atbilžu sarakstu. Produktīvā mācību procesā atbilžu konstruēšanā skolēni paši veido atbildes. Konstruētās atbildes var iedalīt divās grupās: skolēna darba rezultāts un skolēna sniegums.

Atbilžu izvēle	Atbilžu konstruēšana	
	Rezultāts	Sniegums
<ul style="list-style-type: none"> • Īso atbilžu uzdevumi • Atbilžu izvēles uzdevumi • Savietošanas uzdevumi • Tukšo vietu aizpildīšanas uzdevumi utt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esejas • Žurnāli • Zīmējumi • Portfolio • Īss teksta kopsavilkums • Piezīmes • Plūsmas diagrammas • Domu kartes • Jēdzienu kartes • Zinātnisks raksts 	<ul style="list-style-type: none"> • Praktiskais darbs/laboratorijas darbs • Prezentācija • Demonstrējums • Lomu spēles • Debates • Paneļa diskusija • Teātra uzvedums • Muzikāla uzstāšanās • Kustību uzvedums
Jautājumu uzdošana		
Formālais un neformālais novērojums		
Skolotāja/skolēna dialogs		

2.31. attēls. Summatīvās vērtēšanas veidi un mācību metodes (no Butler et al., 2005)

Piemēram, īsa kopsavilkuma veidošana lasītprasmes pilnveidē ar īsām atbildēm un esijas atbilst konstruēto atbilžu kategorijai “Rezultāts”. Skolēniem pašiem jāveido zinātnes žurnāli, pētījumu dokumenti, pašu veidoti grafiki un zīmējumi (piemēram, bioloģiskais zīmējums), portfolio, jāraksta piezīmes (piemēram, Kornela konspekts) un tādi grafiski organizatori kā diagrammas vai domu un jēdzienu kartes.

Praktiskā eksāmena laikā, veicot laboratorijas darbus, skolēns var demonstrēt darba drošības procedūras (izmantojot pipeti, lietot mikroskopu, sagatavot preparātu, pareizi atšķaidīt skābes un sildīt mēģeni utt.) vai demonstrēt savas prasmes pētījuma veikšanā. Dabaszinātņu stundās var organizēt zinātnisko pētījumu mutiskas prezentācijas (piemēram, skolēni iepazīstina ar eksperimentu rezultātiem vai diskutē par saviem projektiem, izmantojot interaktīvās tāfeles un multimediju displejus, lai izskaidrotu paveiktos zinātniskos darbus). Svarīga varētu būt zinātnes attīstības “pagrieziena punktu” aktualizēšana (piemēram, penicilīna atklāšana, mikroskopa izgudrošana). Stundu darbā ieteicams izmantot arī spēļu metodes (piemēram, dalīšanās lomās) kādas problēmas risināšanā. Debatēs var diskutēt par dažādām aktuālām problēmām (piemēram, cilmes šūnu izpēte). Paneļdiskusijas var organizēt kā darbu grupās, kur katrs grupas skolēns ir eksperts kādā noteiktā jomā, un visi klases skolēni kopā mēģina atrisināt problēmu, uzdodot jautājumus. Zinātnes faktus var apgūt arī muzikāli, piemēram, iemācoties vai sacerot dziesmu, kuras vārdi ir periodiskās tabulas ķīmisko elementu simbolu izruna).

Summatīvās vērtēšanas darbu izstrāde

Kā summatīvās vērtēšanas piemērs tiks apskatīts pārbaudes darba (PD) izveidošana. Skolēni pārbaudes darbus parasti pilda, kad apguvuši tematu vai valsts centralizētajā eksāmenā. Pārbaudes darba mērķis ir noskaidrot progresu noteiktā laikā. Progress ir vienlīdz attiecināms gan uz skolēnu, gan uz skolotāju, jo skolēnam tā ir individuālās izaugsmes, mācību progress, bet skolotājam – profesionālās meistarības progress, apstiprinājums tam, ka mācību procesā paveiktais ticis mērķtiecīgi plānots un īstenots, bijis skolēniem kopumā un ikvienam atbilstošs.

Veidojot PD, skolotājam vajadzētu zināt, kā:

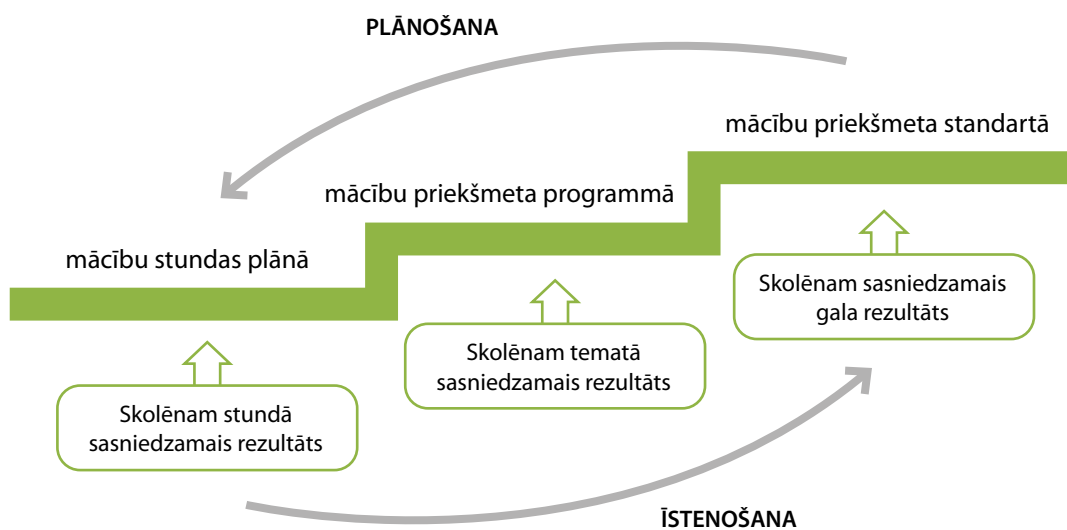
- 1) formulēt sasniedzamo rezultātu,
- 2) veidot PD plānošanas matricu, nosakot jautājumu īpatsvaru konkrētajā PD,
- 3) veidot uzdevumus/jautājumus, ievērojot atbilstīgu izziņas līmeņu proporciju,
- 4) izstrādāt vērtēšanas kritērijus,
- 5) analizēt darba rezultātus.

Pirmais solis. Sasniedzamo rezultātu (SR) formulēšana

Plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti var būt kompleksi, tie atklāj galarezultātu darbībā, ietver zināšanas, izpratni un prasmes mācību jomās, caurviju prasmes, vērtības un tikumus un ir izteikti kā prasmes. Dabaszinātņu mācību jomā:

- pamata vispārējā izglītībā – skolēns atpazīst, piedāvā un izvērtē skaidrojumus noteiktām dabas parādībām un procesiem, izmanto pētnieciskās prasmes problēmu risināšanā, pētījumu veikšanā, izvērtējot riskus un ievērojot drošības nosacījumus, analizē un izvērtē datus, izsaka viedokli un argumentus dažādos veidos un secina no datiem, rīkojas personiski atbildīgi savas un citu veselības veicināšanā, vides kvalitātes saglabāšanā un dabas resursu ilgtspējīgā izmantošanā (MK noteikumi Nr. 747, 2018);
- vidējā vispārējā izglītībā – skolēns atpazīst, piedāvā un izvērtē skaidrojumus noteiktām dabas parādībām un procesiem, kā arī dabaszinātniskiem jēdzieniem, izmanto pētnieciskās prasmes dabaszinātnisku un starpdisciplināru problēmu risināšanai, izvērtē riska faktorus savai un citu veselībai un drošībai, rīkojas atbildīgi, izvēlas videi draudzīgu rīcību, saprātīgi lieto dabas resursus, sekmējot sabiedrības ilgtspējīgu attīstību (MK noteikumi Nr. 416, 2019).

Lai pareizi noteiktu sasniedzamos rezultātus, ir ieteikums izmantot trīs līmeņu plānošanas modeli, kurā skolēnam sasniedzamais rezultāts ir jāplāno, pamatojoties uz mācību priekšmeta standartu, mācību priekšmeta programmu un konkrētās mācību stundas tematu (skat. 2.32. attēlu).



2.32. attēls. Trīs līmeņu plānošanas modelis (Namsone & Čakāne, 2011)

2. Otrais solis. Pārbaudes darba matricas – specififikācijas tabulas izveidošana un jautājumu īpatsvara noteikšana

Veidojot pārbaudes darbu, paredz tā ilgumu, daļu vai uzdevumu/jautājumu skaitu, uzdevumu raksturojumu, to sadalījumu atbilstoši izziņas līmeņiem, piešķiramo punktu skaitu un procentuālo sadalījumu. Specifikācijas tabulā norāda standartā un mācību programmā paredzētas zināšanu un prasmju jomas, kuras ir jāpārbauda.

Dažādo tēmu un prasmju grupu īpatsvars pārbaudes darbā atspoguļo relatīvo nozīmīgumu pārbaudes darba programmā un/vai mācību programmā. Jautājumu īpatsvaru nosaka, vadoties pēc attiecīgās tēmas relatīvā apjoma mācību programmā – proporcionāli laikam, kas paredzēts šīs tēmas mācīšanai, piemēram, ja mācību programmas kopējais apjoms ir 160 stundas un katrai tēmai atvēlētas 16 stundas, tad tas nozīmē, tās vērtēšanai var paredzēt 10 % no iespējamajiem punktiem (Betels, 2003a).

Specifikācijas tabulu izstrādā pirms pārbaudes darba veidošanas, jo tā nosaka darba saturu un tā atsevišķo daļu proporciju. Katrā uzdevumā paredz noteiktu punktu skaitu par atsevišķām tēmām un prasmēm, kuras pārbauda. Vadoties pēc šīs tabulas, novērtē pārbaudes darba saturu.

IK

Specifikācijas tabulas piemērs botānikā

Lai aprēķinātu 7. klases temata "Augu daudzveidība un sistemātika" jautājumu īpatsvaru, ieteicams vispirms izveidot kopējo tabulu par stundu skaita sadalījumu (skat. 2.12. tabulu).

2.12. tabula. 7. klases temata "Augu daudzveidība un sistemātika" (10 stundas) satura sadalījums

Mācību priekšmeta saturs tematā	Stundu skaits	Satura tēmu īpatsvars (%)
Augu daudzveidība	3 stundas	30 %
Ziedaugu raksturīgās pazīmes	4 stundas	40 %
Augu praktiskā nozīme	3 stundas	30 %

Pēc tematu kopējā satura definēšanas veido sīkāku specifikācijas tabulu (skat. 2.13. tabulu), ierakstot tabulā prognozējamus uzdevumu veidus, izmantojot DZM projekta materiālu.

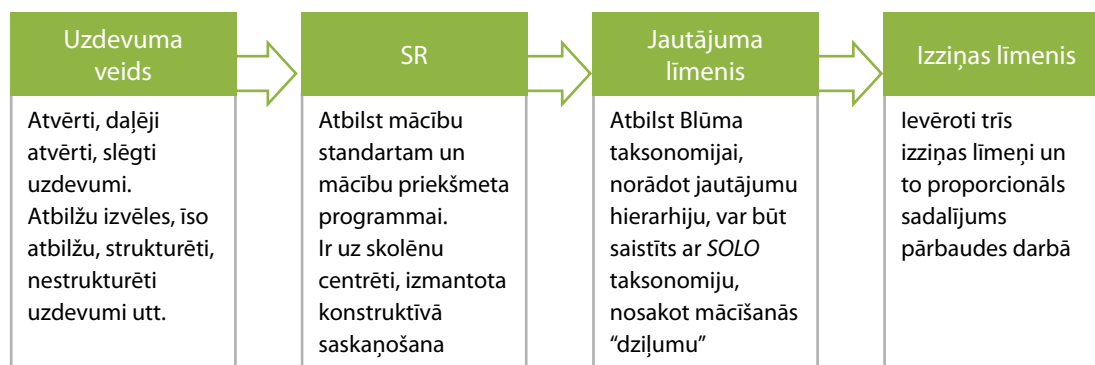
2.13. tabula. Pārbaudes darbā izmantojamie uzdevumi

Satura joma	Īpatsvars (%)	Aptuveni plānotais punktu skaits	Izziņas darbības līmeņi		
			legaumēšana un izpratne	Zināšanu un prasmju lietošana	Analīze un produktīvā izmantošana
Augu daudzveidība	30	15	1. uzd.	4. uzd.	7. uzd.
Ziedaugu raksturīgās pazīmes	40	20	2. uzd.	5. uzd.	8. uzd.
Augu praktiskā nozīme	30	15	3. uzd.	6. uzd.	9. uzd.
Kopā	100 %	50	20 %	50 %	30 %

Aizpildot tabulu, to var paplašināt ar veicamo uzdevumu raksturojumu un sasaistīt ar skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem, kā arī ar SOLO taksonomijas kognitīvo apguves dziļumu.

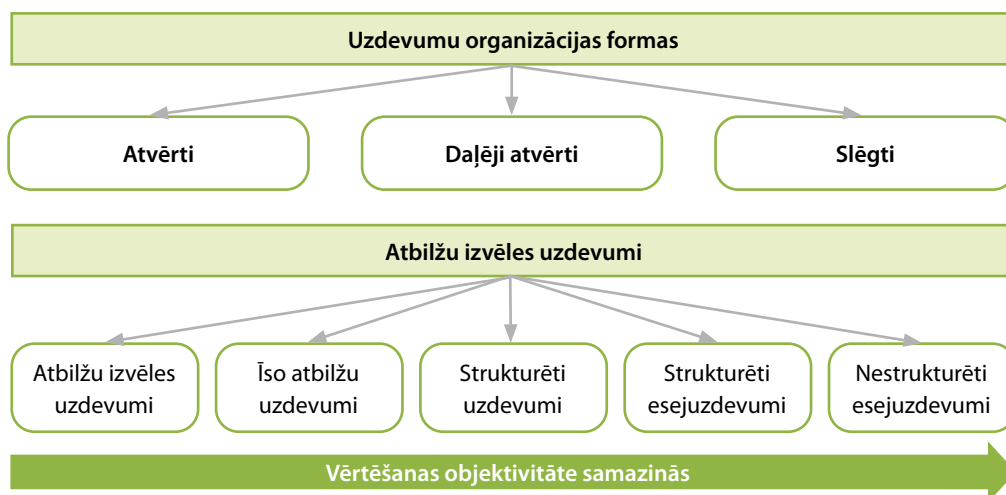
Trešais solis. Jautājumu/uzdevumu veidi un to atbilstība pārbaudes darba izziņas līmeņiem un sasniedzamajiem rezultātiem

Šī ir pārbaudes darba sarežģītākā daļa. Izstrādājot jautājumus un/vai uzdevumus, ir jāņem vērā vairāki aspekti (skat. 2.33. attēlu).



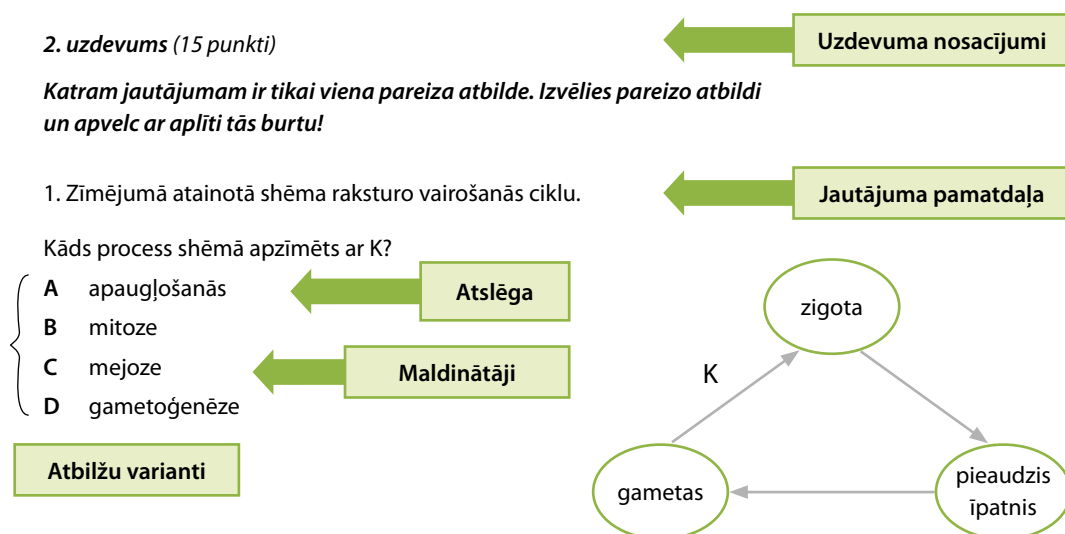
2.33. attēls. Būtiski aspekti PD jautājumu un/vai uzdevumu izstrādē

Pārsvārā uzdevumus iedala pēc to organizācijas formas – atvērtos, daļēji atvērtos vai slēgtos. Pēc uzdevuma veida izšķir atbilžu izvēles (jā/nē vai vairāku atbilžu izvēles), īso atbilžu, strukturētus vai nestrukturētus uzdevumus (skat. 2.34. attēlu). No uzdevumu veida izvēles ir atkarīga vērtēšanas objektivitāte – jo uzdevums ir nestrukturēts, jo vērtēšana kļūst subjektīvāka.



2.34. attēls. Uzdevumu iedalījums pēc organizācijas formas un veida (adaptēts no Betels, 2003a)

Izstrādājot uzdevumus pārbaudes darbam, jāievēro arī uzdevuma struktūra, lai skolēns zinātu, kā uzdevums jāpilda. Uzdevumā vajadzētu strukturēt nosacījumu daļu un pamatdaļu, kā arī, ja ir piedāvāts atbilžu izvēles uzdevums, tad noteikti vajadzētu iekļaut maldinātājus (jābūt saturiski atbilstīgiem tematam) un uzdevuma pareizo atbildi – atslēgu (skat. 2.37. attēlu).



2.35. attēls. Atbilžu izvēles uzdevuma struktūras elementi (adaptēts no Betels, 2003a)

IK

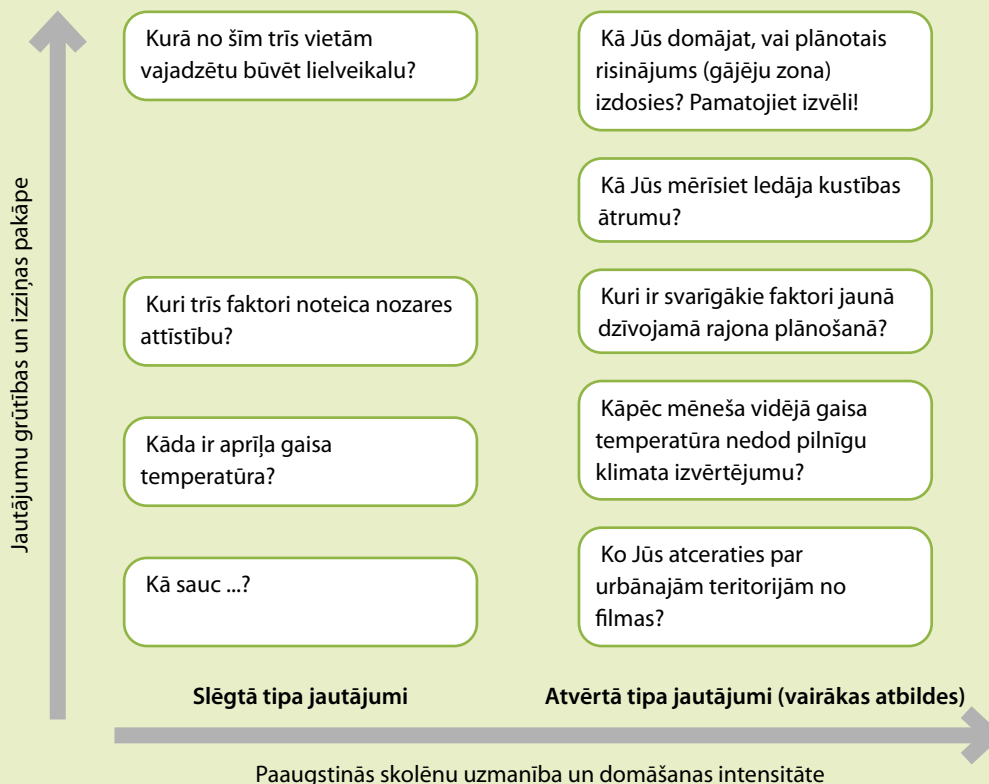
Atvērto jautājumu izmantošanas piemērs ģeogrāfijā

Padziļinātu izpēti rada atvērtie jautājumi, kā redzams 2.36. attēlā ģeogrāfijas piemērā. Var izdalīt divu līmeņu un vairākpakāpju jautājumus. Atvērtie jautājumi ar vairākām akceptējamām atbildēm. Tie paaugstina skolēnu domāšanas dziļumu, kā arī uzmanību. Jautājumus kārto vairākās grupās – soļos. Tālāk doti jautājumu piemēri, turklāt pirmajā solī zināšanas tikai tiek aktualizētas, bet pēc tam seko jautājumi, kam nepieciešams arvien lielāks domāšanas dziļums.

Pirmais solis. Kā sauc šo parādību? Vai arī: ko Tu atceries no filmas par urbānajām teritorijām?

Otrais solis. Kāda ir aprīļa vidējā gaisa temperatūra? Vai, izmantojot tikai vidējās gaisa temperatūras, varam precīzi aprakstīt temperatūras gaitu?

Trešais solis. Kādi būtu galvenie ietekmējošie soļi, kas būtu jāņem vērā, plānojot jaunbūves? Vai gājēju zonas izveide varētu atrisināt problēmu pretstatā – nosauc trīs galvenos faktoros/vietas, kur būvēt lielveikalu?



2.36. attēls. Ģeogrāfisko jautājumu uzdošanas piemēri atvērtajiem un slēgtajiem jautājumiem (adaptēts no Open University, 2014)

PS

Vai Jūs zināt, kādi nosacījumi ir svarīgi, veidojot pārbaudes darbu?

Kas jāievēro, veidojot pārbaudes darbu?

Neaizpildītajās vietās ierakstiet pareizos vārdus: *kritēriji, trīs, reālās dzīves situācijas, skaidrs, standarts, daudzveidīgs, ticams, izziņas proporcijas, skolēnam nozīmīgi, programma, drošs.*

1. uzdevums (11 punkti). Labu pārbaudes darbu raksturo

Atbilst mācību priekšmeta prasībām un/vai
sasniedzamajiem rezultātiem.

Uzdevumi ir saistīti ar un ir skolēnam problēmām.

Tas ir izstrādāts trīs līmeņos, ievērojot

Ir saturiski un

Izmantoti uzdevumi.

Jautājumi ir formulēti.

Precīzi noteikti kritēriji.

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

2. uzdevums (1 punkts). Lai pārbaudītu skolēnu zināšanas, kādiem uzdevumiem parastos apstākļos būtu vislielākais drošums?

- Plašam atbildes izvēles testam.
- Diviem snieguma pārbaudes darbiem vienā un tajā pašā jomā.
- Izvērstu atbilžu testam ar apmēram 12 atmiņas uzdevumiem.

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

3. uzdevums (1 punkts). Doti šādi mācību elementi.

- Izveidot mācību sasniegumu pārbaudes programmu tabulas veidā.
- Noteikt, vai vēlams izvērsto vai īso atbilžu pārbaudes darbs.
- Noteikt, vai vēlami atbildes formulēšanas vai meklēšanas uzdevumi.
- Izvietot akcentus, atspoguļojot dažādu satūra jomu svarīgumu.
- Nosaukt mērķus.

Kādā secībā tie būtu jāizmanto, lai izveidotu pārbaudes darbu?

5, 1, 4, 2, 3

2, 3, 4, 1, 5

5, 3, 2, 4, 1

4, 5, 1, 2, 3

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

PS

Vai Jūs zināt, kā pareizi jāveido testa jautājumi?

Izstrādāta testa jautājumu kļūdu analīze

Uzdevums. Pamatojiet testa veidošanā pieļautās kļūdas! Iesakiet savu risinājumu jautājuma uzlabošanai (8 punkti)

A jautājums. Latvijā dabas aizsardzībā 2002. gadā bija nodarbināti:

- a) 11,4 %
- b) 11,0 %
- c) 10,6 %
- d) 8,3 %

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

B jautājums. Adaptācijas process evolūcijā ir ierobežots:

- a) pingvīniem;
- b) aukstasiņu dzīvniekiem;
- c) visiem dzīvniekiem un augiem, izņemot cilvēku;
- d) visiem dzīviem organismiem.

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

C jautājums. Ir daudz dažādu teoriju par cilvēces izcelšanos. Zinātnieks, kurš vairāk asociējas ar evolūcijas teorijas izveidošanu, bija

- a) Darvins;
- b) Galilejs;
- c) Freids.

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

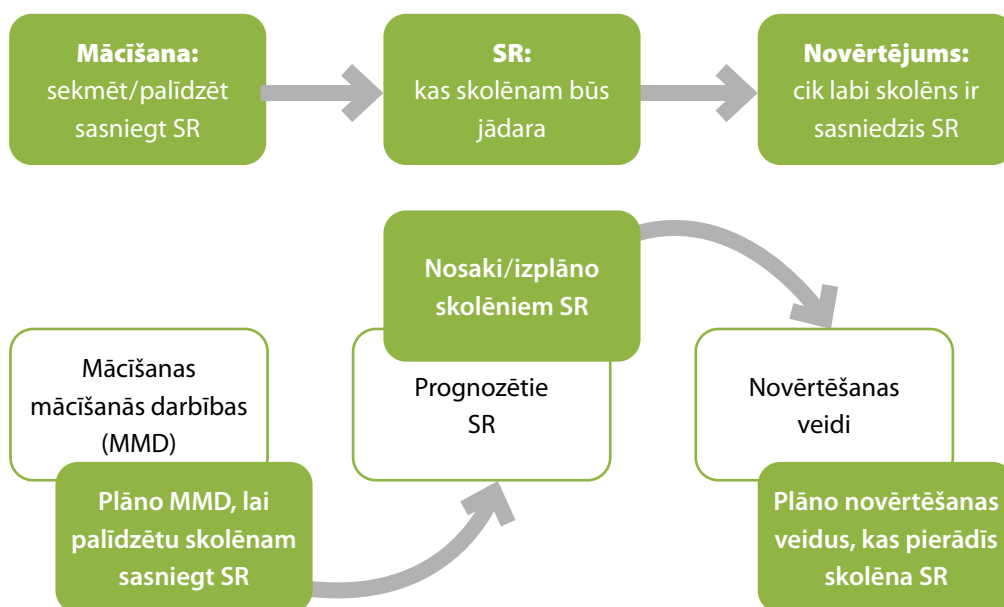
D jautājums. Entomoloģija ir:

- a) zinātne par putniem;
- b) zinātne par zivīm;
- c) zinātne par kukaiņiem;
- d) zinātne par rāpuļiem.

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

Pārbaudes darba sasniedzamais rezultāts un tā formulēšana

Džons Bigss (Biggs, 2003) mācīšanas un mācīšanās plānošanā iesaka izmantot konstruktīvās saskaņošanas (*constructive alignment*) pieeju. Konstruktīvajai saskaņošanai ir divas dimensijas. “Konstruktīvā” dimensija ir saistīta ar skolēnu: viņš pats konstruē nozīmīgu mācību procesu. “Saskaņošanas” dimensija attiecas uz skolotāja izveidotu mācību vidi, kas atbalsta mācīšanās aktivitātes, kas ir piemērotas vēlamam mācību rezultātu sasniegšanai. Galvenais ir tas, ka visi mācību sistēmas komponenti – mācību programma un tās paredzētie sasniedzamie rezultāti, izmantotās mācību metodes, vērtēšanas uzdevumi – ir savstarpēji saskaņoti. Tātad vispirms ir jānosaka plānotie sasniedzamie rezultāti (SR), tad jāizvēlas mācīšanas/mācīšanās darbības (MMD), kas varētu novest pie SR, un jāredz, kā novērtēt skolēnu faktiskos mācību rezultātus, lai redzētu, cik labi tie atbilst iecerētajam (sk. 2.37. attēlu).



2.37. attēls. Konstruktīvās saskaņošanas izmantošana sasniedzamo rezultātu plānošanā
(adaptēts no Biggs & Tang, 2007)

AI

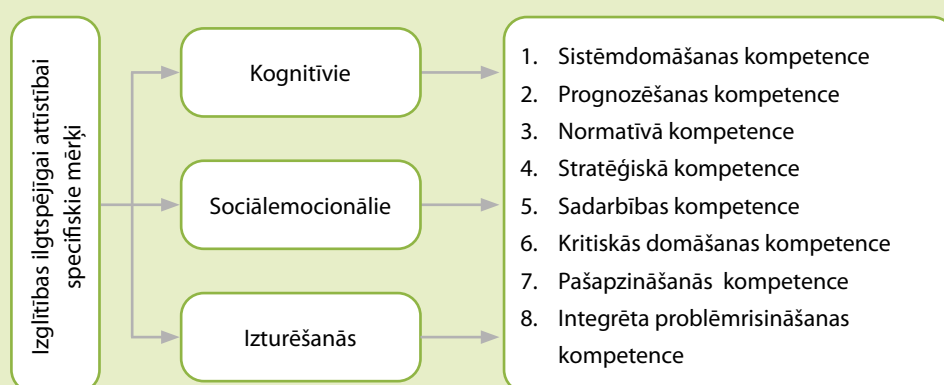
Konstruktīvās saskaņošanas pieejas izmantošana vides apziņas (VA) veidošanas plānošanā

Eiropas Savienība ir noteikusi specifiskos izglītības ilgtspējīgai attīstībai (IIA) mācību mērķus:

- 1) kognitīvos, kas ietver zināšanas un prasmes, kuras nepieciešamas, lai labāk izprastu ilgtspējīgu attīstību (IA) un izaicinājumus IA sasniegšanai;
- 2) sociālemocionālos, kas saistīti ar sociālajām prasmēm, kuras ļauj skolēniem sadarboties, diskutēt un sazināties;
- 3) izturēšanās jeb attieksme, kas nosaka skolēna rīcību.

Lai šos mērķus sasniegtu, ir svarīgas astoņas caurviju kompetences² (skat. 2.38. attēlu):

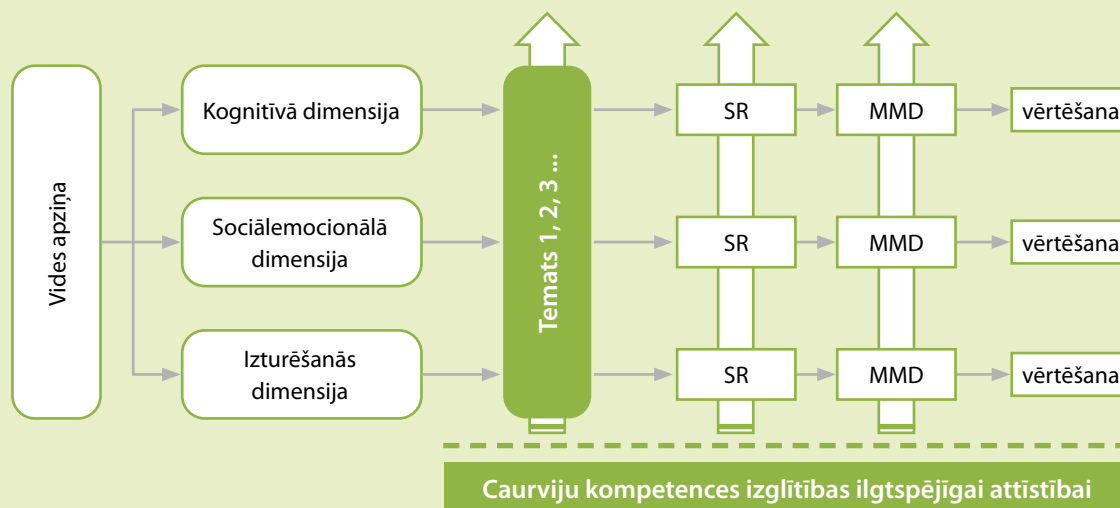
- sistēmiskā domāšana – spēja saskatīt un izprast objektu un parādību sistēmisko raksturu;
- nākotnes domāšana (prognozēšanas kompetence) – spēja saprast un novērtēt vairākas nākotnes perspektīvas, veidot savu nākotnes vīziju, novērtēt rīcības sekas;
- normatīvā (vērtību/attieksmes) kompetence – spēja saprast un pārdomāt normas un vērtības, kas ir savas darbības pamatā; apspriest ilgtspējības vērtības, principus, mērķus un uzdevumus, ņemot vērā interešu konfliktus un kompromisus, neskaidrības un pretrunas;
- stratēģiskā kompetence – spēja kolektīvi attīstīt un īstenot inovatīvas darbības, kas veicina ilgtspējību vietējā un globālā līmenī;
- sadarbības kompetence – spēja mācīties no citiem; izprast un ievērot citu cilvēku vajadzības, perspektīvas un darbības (empātija); saprast un būt jūtīgiem pret citiem (empātijas vadība); lai risinātu konfliktus grupā; un sekmēt sadarbību un līdzdalību problēmu risināšanā;
- kritiskā domāšana – spēja uzdot jautājumus par normām, praksi un viedokļiem; pārdomāt savas vērtības un rīcību par ilgtspējību;
- pašapzināšanās – spēja pārdomāt savu lomu vietējā un globālā sabiedrībā; nepārtraukti novērtēt un turpmāk motivēt savas darbības (Rieckmann, 2017, 2018).



2.38. attēls. Izglītības ilgtspējīgai attīstībai specifiskie mērķi un caurviju kompetences
(Lace-Jeruma & Birzina, 2019)

² Izmantots oriģināltulkokjums, jo M. Riekmanis lieto terminu “caurviju kompetences”, nevis “caurviju prames” kā “Skola 2030”.

Izglītības ilgtspējīgai attīstībai kompetenču pieejas īstenošanu mācību stundu izstrādē parāda 2.39. attēls. Līdzīgu pieeju varētu izmantot, arī iekļaujot “Skola 2030” ieteiktās caurviju prasmes: kritisko domāšanu un problēmrisināšanu, jaunradi un uzņēmējspēju, pašvadītu mācīšanos, sadarbību, pilsonisko līdzdalību un digitālo prātību.

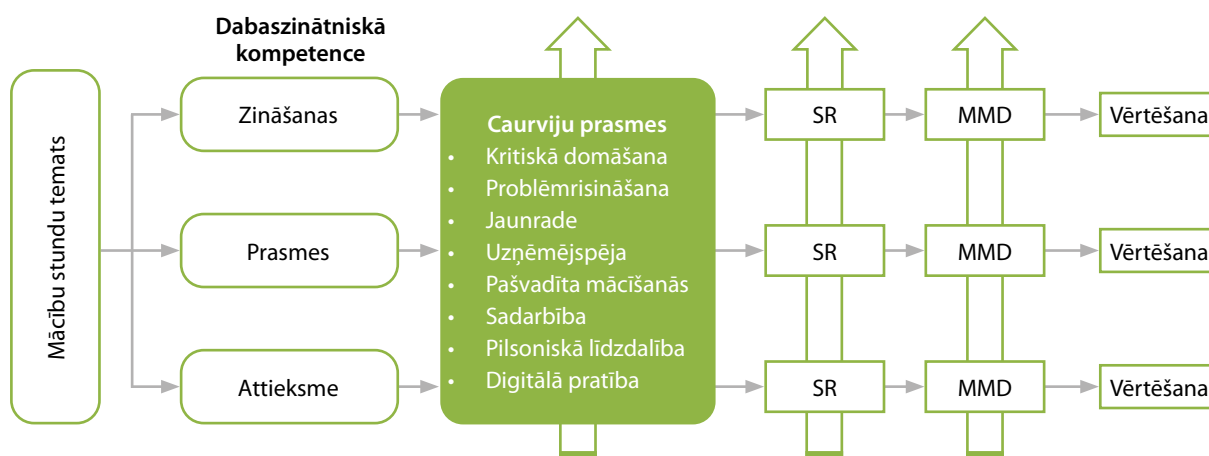


SR – prognozējamie sasniedzamie rezultāti
MMD – mācīšanas/mācīšanās darbības

2.39. attēls. Ilgtspējīgas attīstības kompetenču pieeja mācību stundu izstrādē
(adaptēts no Lace-Jeruma & Birzina, 2019)

PS

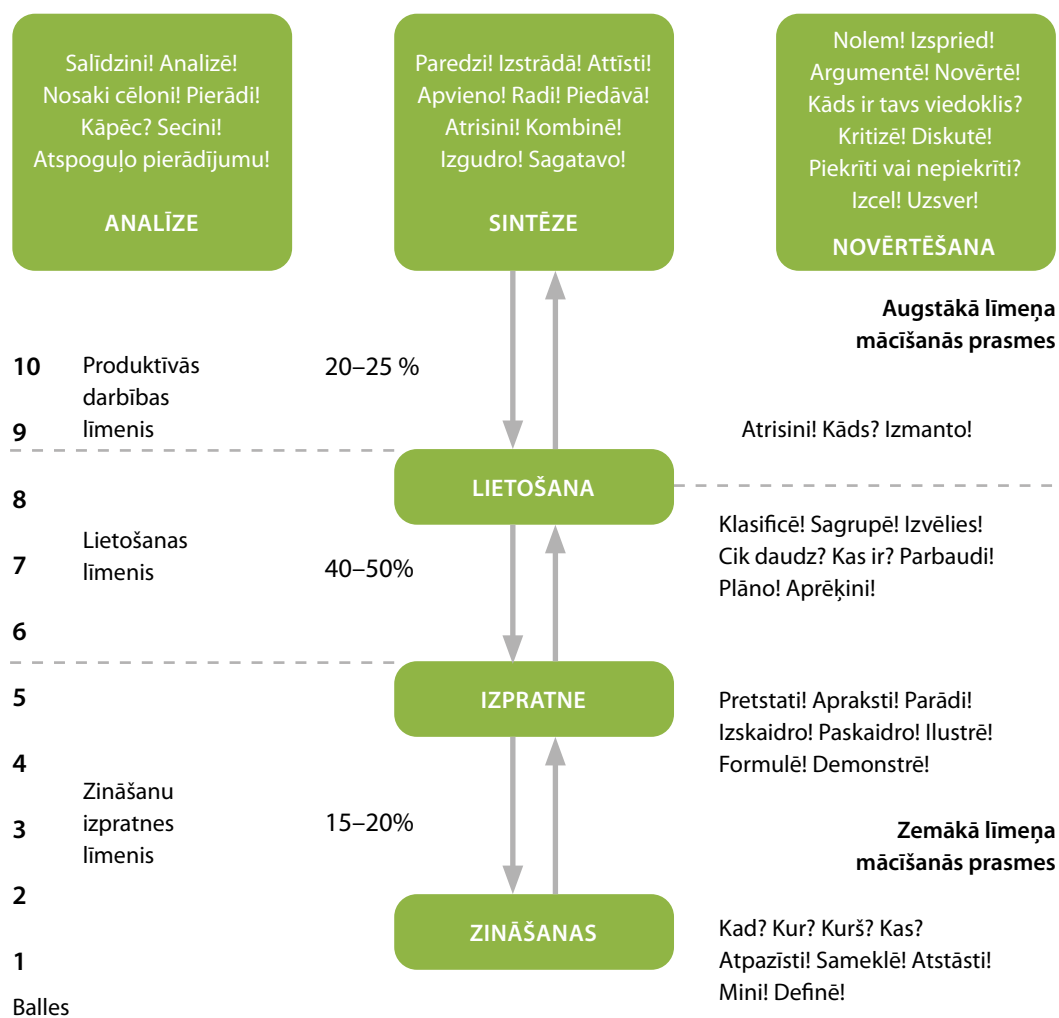
Izmantojot doto shēmu, saplānojiet vienas mācību stundas sasniedzamos rezultātus, paredzot, kādas mācību metodes, caurviju prasmes un vērtēšanas paņēmienus Jūs izmantosiet, lai skolēns attīstītu dabaszinātnisko kompetenci (zināšanas, prasmes un attieksmes).



2.40. attēls. Konstruktīvās saskaņošanas izmantošana caurviju prasmju integrēšanai, plānojot stundā sasniedzamos rezultātus un izmantotās mācīšanas/mācīšanās darbības

Uzdevumu/jautājumu līmeņu ievērošana

Savstarpējā saistība starp uzdevumu/jautājumu līmeņiem Blūma taksonomijā (zināšanas, izpratne, lietošana, analīze, sintēze un novērtēšana) un PD izziņas līmeņiem (zināšanu izpratnes, lietošanas un produktīvās radošās darbības), norādot šo līmeņu proporcionālo sadalījumu, un pievienota novērtējuma 10 ballu skala parādīta 2.41. attēlā.



2.41. attēls. Blūma taksonomijas jautājumu un PD izziņas līmeņu savstarpējā saistība ar vērtējumu 10 ballu sistēmā (no Praulīte, 2008)

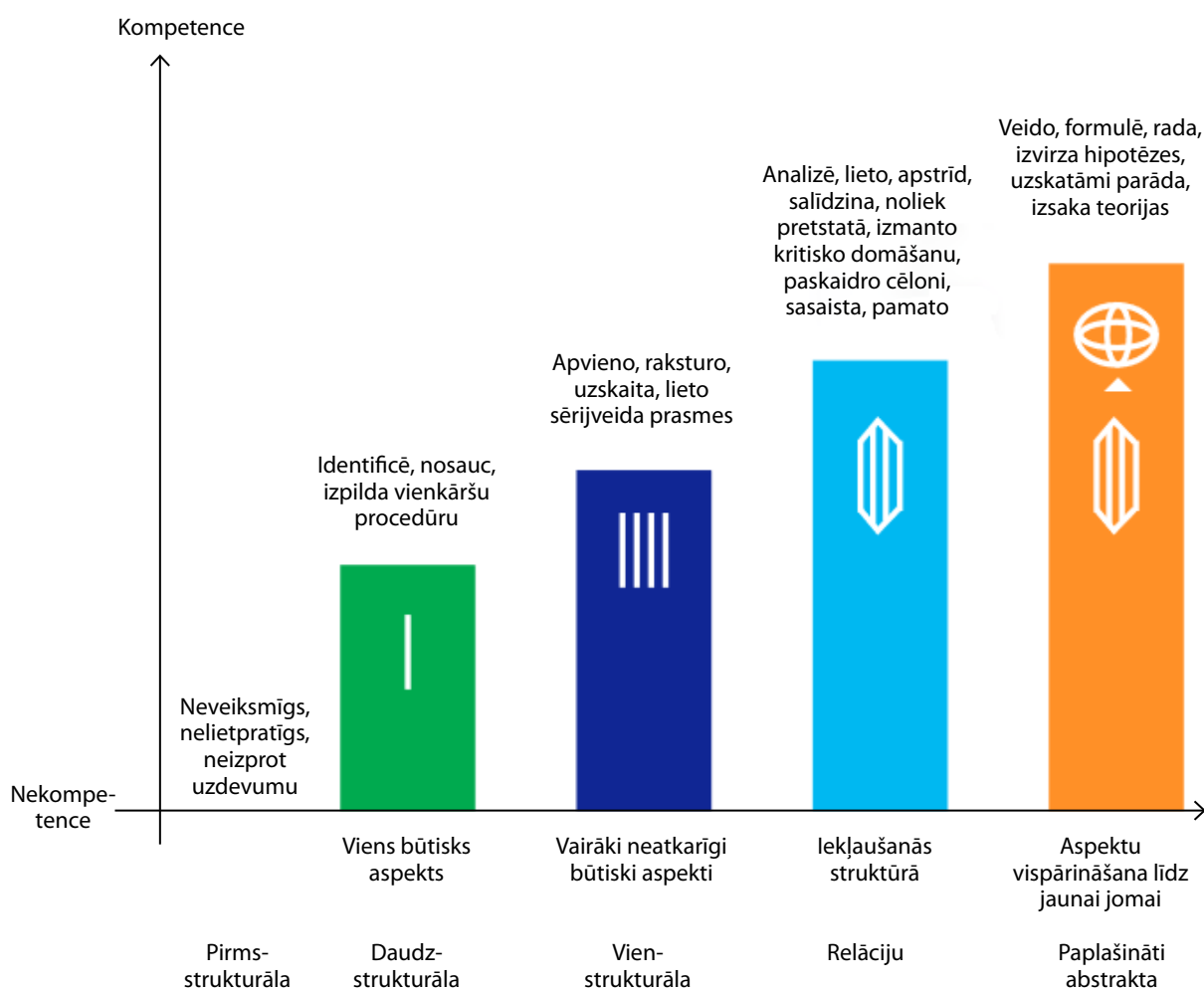
AI

Augstākie Blūma taksonomijas līmeņa jautājumu piemēri

2.14. tabula. Uz augstāko līmeņu izziņas procesu virzīti atvērtie jautājumi (adaptēts no Butler et al., 2005b)

Jautājuma sākumdaļa	Jautājuma piemērs	Blūma taksonomijas līmenis
Izskaidro cēloņsakarību	Kāpēc pārāk bieža paļaušanās uz penicilīnu slimību ārstēšanā var samazināt tā efektivitāti pret infekciozajām baktērijām?	Analīze
Apraksta principa izmantojumu / piemērošanu	Vai jūs uz Mēness svērtu vairāk vai mazāk? Un uz Jupitera? Paskaidrojiet.	Lietošana
Formulē jautājumu, hipotēzi vai secinājumu	Kādi jautājumi būtu jāuzdod zinātniekam, lai noteiktu, kāpēc ar plaušu vēzi slimo vairāk smēķētāju nekā nesmēķētāju?	Sintēze
Apraksta datu ierobežojumu	Veicot eksperimentu augu augšanas apstākļu izpētei, izskaidrojiet, kāpēc dati par siltuma ietekmi ne vienmēr ir pietiekami?	Novērtēšana
Izskaidro metodi, procesu vai procedūru	Viena no lielajām idejām fizikā ir Ņūtona trešais likums. Nosauciet šo likumu, izskaidrojiet tā nozīmi un miniet vienu reālās dzīves piemēru (kas nav izmantoti tekstā vai apspriesti klasē)	Lietošana
Integrē mācīšanos dažādās jomās	Izmantojot dotās cilvēku un savvaļas dzīvnieku blīvuma kartes, uzrakstiet ieteikumu, kur būvēt jauno lidostu. Atcerieties, ka nepieciešams saglabāt pēc iespējas vairāk savvaļas dzīvotņu	Sintēze
Izveido vai izplāno (piemēram, eksperimentu vai projektu)	Izdomājiet izgudrojumu, kas atvieglo ikdienas uzdevumu izpildi	Sintēze
Novērtē idejas vērtību	Latvijā jaunākie valsts normatīvie akti (2020) nosaka, ka vajadzētu palielināt koka ciršanu, samazinot koka stumbra apmēru. Kā šāda ciršanas apjoma pieaugšana varētu ietekmēt Latvijas mežus?	Novērtēšana

Mūsdienu izglītībā aktuāla ir virzība uz mācīšanos ar izpratni (*deep learning*), tāpēc lai mācīšanās pilnveidošanai tiek izmantota arī *SOLO* (*The Structure of the Observed Learning Outcomes*) taksonomija, kura apraksta veidus, kā skolēna mācību darbībā pieaug sarežģītības/apguves līmeņa “dziļums”. To lieto, lai noteiktu mācīšanās mērķus, kurus skolēnam vajadzētu sasniegt konkrētajā mācību programmas posmā un novērtētu katra skolēna sasniedzamos rezultātus. *SOLO* taksonomijā aprakstīti pieci mācīšanās izpratnes līmeņi: pirmsstrukturālais (nav struktūras³), vienstrukturālais (viens struktūrelements), multistrukturālais (vairāki nesaisīti struktūrelementi), saistību jeb relāciju (struktūrelementi saistīti kopējā struktūrā) un paplašinātā abstrakcija (skat. 2.42. attēlu).



2.42. attēls. *SOLO* taksonomijas līmeņi (no Biggs & Collis, 2014; Kivijs, & Čekrūns, 2015)

³ LU Starpnozaru izglītības inovāciju centra (SIIC) lietotā terminoloģija.

AI

Elpošanas procesa izpratnes skaidrojums, pamatojoties uz SOLO taksonomiju

2.15. tabulā ir apkopota informācija par Blūma un SOLO taksonomijas raksturojumu un ieteiktas darbības, kas palīdzētu skolēniem apgūt zināšanas katrā līmenī un virzīties uz nākamo. Uzsvērts, ka var būt nepieciešams sākt mācību saturu apgūt zemākos SOLO līmeņos, lai palīdzētu skolēniem "pārvietoties pa kāpnēm augšup".

2.15. tabula. SOLO taksonomijas lietošana elpošanas procesa apgūvē

(no Using SOLO Taxonomy..., 2013)

SOLO taksonomijas līmenis	Mācīšanās izpratnes lietojums	Praktiskais lietojums dabaszinātņu mācību priekšmetā
Pirmsstrukturālais	Es nesaprotu	Brr... nesaprotu
Vienstrukturālais	Esmu kaut ko esmu sapratis par šo tematu	Atbrīvo enerģiju (process, kurā atbrīvojas/izdalās enerģija)
Multistrukturālais	"Es zinu dažas lietas par šo tēmu" vai "Man ir apkopota informācija par šo tēmu"	Tā ir ķīmiska reakcija, kurā izdalās enerģija, tiek izmantots skābeklis un glikoze un izdalās oglekļa dioksīds
Saistību (relāciju)	Es saskatu saistību starp informāciju, ko esmu ieguvis/savācis	Tā ir reakcija, kas notiek visās ķermeņa šūnās. Gremošanas produkti, piemēram, glikoze, ar asinīm tiek transportēta/aizvadīta uz šūnām, kurās notiek reakcija ar skābekli, un elpojot tiek izvadīts oglekļa dioksīds. Šajā procesā izdalās enerģija
Paplašinātā abstrakcija	Izvērtējot un reflektējot savu mācīšanos, "Es saskatu kopainu un varu savstarpēji sasaistīt daudzas idejas"	Tā ir reakcija, kas notiek visās ķermeņa šūnās. Gremošanas produkti, piemēram, glikoze, ar asinīm tiek transportēta/aizvadīta uz šūnām, kur tā šķeļas līdz H ₂ O un CO ₂ (kas tiek izelpots caur plaušām gāzu apmaiņas procesā), atbrīvojot enerģiju. Atbrīvoto enerģiju pēc tam var izmantot ķermeņa jaunu šūnu augšanai, audu atjaunošanai un ķermeņa siltuma uzturēšanai

Ceturtais solis. PD vērtēšanas kritēriju izstrāde

Vērtēšanas mērķi ir vairāki:

- 1) piešķirt par atbildēm adekvātu punktu skaitu, kas dod ticamu katra skolēna kopējo rezultātu;
- 2) iegūt maksimāli drošus rezultātus;
- 3) nodrošināt tādu rezultātu sadalījumu, kas ļauj labi izšķirt skolēnus ar dažādu spēju līmeni;
- 4) sasniegt minētos mērķus iespējami racionālā veidā. Lai novērtētu skolēnu sniegumu, nepieciešams noteikt vērtēšanas kritērijus, pēc kuriem novērtē skolēna SR.

Vērtēšanas kritēriju izveidošanā izmanto divas pieejas:

- vērtēšanu veic pa soļiem;
- vērtē sniegumu kopumā, aprakstot to līmeņos.

Vērtēšana pa soļiem nozīmē, ka skolēna sniegumu pēctecīgi apraksta soli pa solim, kur katrā no izpildītajām darbībām skolēns demonstrē savas zināšanas un prasmes. Par katru atsevišķo prasmi tiek piešķirts novērtējuma punkts.

AI

Vērtēšana pa soļiem

Piemērs.

2. uzdevums (3 punkti). Tabulā ir redzamas sabalansēta uztura sastāvdaļas un produkti, kuri tās satur.

2.1. Papildini tabulu!

Sabalansēta uztura sastāvdaļas	Produkti
Olbaltumvielas	Gaļa
	Rapšu eļļa
	Spageti
Šķiedrvielas	

2.2. Uzraksti vēl divas uztura sastāvdaļas, kuras nav minētas tabulā un ir nozīmīgas sabalansētā uzturā!

.....

2.3. Veģetārieši uzturā nelieto dzīvnieku izcelsmes produktus, kas ir svarīgs olbaltumvielu avots. Iesaki vismaz divus pārtikas produktus, ar kuriem veģetārieši var uzņemt nepieciešamās olbaltumvielas!

.....

Vērtēšanas kritēriji

Solis	Kritērijs	Punkti (kopā)
2.1.	Ieraksta vienu produkta nosaukumu un divas sabalansēta uztura sastāvdaļas – 1 punkts	3
2.2.	Uzraksta divas uztura sastāvdaļas, kuras nav minētas tabulā, – 1 punkts	
2.3.	Iesaka divus pārtikas produktus – 1 punkts	

Centralizētais eksāmens par vispārējās vidējās izglītības apguvi. Centralizētā eksāmena bioloģijā 12. klasei vērtēšanas kritēriji (VISC, 2019a, 2019b).

Vērtēšanā līmeņos uzdevumi tiek vērtēti kopumā, kritērijos apraksta snieguma līmeni. Visbiežāk tā tiek vērtētas skolēnu pētnieciskās prasmes, esejas, prezentēšanas prasmes.

IK

Piemērs.

11. uzdevums (2 punkti). Novērtē tekstā aprakstītās ģenētiskās modifikācijas priekšrocības un trūkumus! Tabulā ieraksti herbicīdu izturīgas augu kultūras izmantošanas divas priekšrocības un divus trūkumus!

Nezāles ievērojami samazina lauksaimniecības sējumu ražību. Lai iznīcinātu nezāles, tiek lietoti ķīmiskie līdzekļi – herbicīdi. Parasti katrs herbicīdu veids iznīdē tikai noteiktu nezāļu grupu, tādējādi nav iespējams sējumos likvidēt visas nezāles vai, vēl ļaunāk, nepareizi lietojot herbicīdus, var iznīdēt arī lauksaimniecības kultūru. Šo problēmu var risināt, izmantojot ģenētisko modifikāciju: tiek veidotas lauksaimniecības kultūras, kuras ir izturīgas pret herbicīdiem, tādējādi pieļaujot neierobežotu konkrētā herbicīda lietošanu šo kultūru sējumos.

Viens no faktoriem, kas jāņem vērā, attīstot pret herbicīdiem izturīgu kultūru veidošanu, ka augiem piemīt svešappute.

Priekšrocības	Trūkumi

Vērtē

Uzdevums	Vērtēšanas veids	Kritērijs	Maksimālais punktu skaits	Standarta prasība
11.	Vērtē līmeņos	Uzraksta divas pret herbicīdiem izturīgu augu kultūru izmantošanas priekšrocības un divus trūkumus – 2 punkti Uzraksta vai nu divas priekšrocības, vai divus trūkumus, vai arī vienu priekšrocību un vienu trūkumu – 1 punkts Neveic pilnībā nevienu no vērtētajiem kritērijiem – 0 punkti	2	6.16., 8.1

Standarta prasība – 6.16. ir iepazinis organismu ģenētiskās pārveidošanas iespējas. 8.1. analizē galvenos bioloģijas nozares sasniegumus, to lomu sabiedrības attīstībā, ņemot vērā dažādu faktoru (sociālo, ētisko, ekonomisko, vides) ietekmi (VISC, 2019c).

Vērtēšanas kritēriju izstrādāšana ir ļoti svarīgs nosacījums, lai skolēns saņemtu objektīvu vērtējumu. Jo precīzāk noteikts vērtēšanas kritērijs, jo objektīvāk var novērtēt skolēna sniegumu. Piemēram, 2.16. tabulā var redzēt vērtēšanas kritēriju salīdzinājumu.

2.16. tabula. **Atšķirības kritēriju formulējumos 2017. gada diagnosticējošajam darbam dabaszinātnēs 9. klasei** (no Čakāne u. c., 2018)

Uzd.	Formulējums diagnosticējošā darbā	Ekspertu ieteiktais formulējums
3.2.	Skaidro novērojumu, izmantojot informāciju un pieredzi	Zina, ka, temperatūrai palielinoties, notiek iztvaikošana, veidojas burbuļi – ūdens gāzveida stāvoklī
8.1.	Izvēlas darba piederumus	No teksta nosaka izvēlēto neatkarīgo mainīgo; zina, ka vienlaikus nedrīkst mainīt divus lielumus; attēlā un atbilžu variantos atrod atbilstošo situāciju
15.3.	Izspriež, kuras valsts pārstāvji nodrošina vielu noārdīšanu ekosistēmā	Zina, ka sēnes un monēras noārda organiskās vielas

AI

Lai uzzinātu sīkāk par vērtēšanas kritēriju izstrādi, skatieties "Skola 2030" materiālus vietnē <https://www.Skola2030.lv/lv/>! Kā piemērus izmantojiet projektā izveidotos diagnosticējošos darbus dažādās mācību jomās atbilstoši jaunam mācību saturam.

Pēc kritēriju izveides ieteicams izveidot vērtēšanas skalu atbilstīgi izstrādātajiem pārbaudes darba kritērijiem. Vērtēšanas skala var mainīties atkarībā no darba satura un vērtēšanas kritērijiem: vai ir izmantota SOLO vai Blūma taksonomija. Tas nozīmē, ka vērtēšanas skalas izveide ir skolotāja brīva izvēle.

IK

Ja maksimāli iegūstamais punktu skaits PD ir 40 punktu, tad, piemēram, E-klases ģenerētā vērtējuma skalu varētu veidot šādi (skat. 2.17. tabulu).

2.17. tabula. **Vērtēšanas skala**

Vērtējums	nv	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punkti	0–0,9	1–4,9	5–8,9	9–12,9	13–17,9	18–23,9	24–27,9	28–31,9	32–35,9	36–38,9	39–40
Procenti	0–2	3–12	13–22	23–32	33–45	46–60	61–70	71–80	81–90	91–97	98–100

Piezīme: skolotāja veidotā vērtēšanas skala var atšķirties no šajā piemērā minētās

Piektais solis. Pārbaudes darba analīze

Pēc PD izveidošanas skolotājs var pārliecināties, uzdodot sev pašpārbaudes kontroljautājumus.

1. Vai uzdevums atbilst standartam un programmai?
2. Vai ir pārbaudīšanas vērts?
3. Vai tas ir labākais pārbaudes veids?
4. Vai diagrammas ir skaidras un apzīmējumi precīzi?
5. Vai uzdevums ir sastādīts, ņemot vērā skolēna attīstības līmeni?
6. Vai ir tikai viena pareizā atbilde?
7. Vai uzdevums ir labi organizēts?

Tas nozīmē, ka labu pārbaudes darbu raksturo:

- atbilstība mācību priekšmeta standarta prasībai un (vai) mācību priekšmeta programmas sasniedzamajiem galvenajiem rezultātiem;
- uzdevumi ir saistīti ar reālo dzīvi un skolēnam nozīmīgām problēmām;
- darba izpildei skolēnam ir atvēlēts pietiekami daudz laika;
- izveide trīs izziņas līmeņos, kuru proporcijas ir ievērotas;
- ticamība un drošība;
- daudzveidīgu uzdevumu izmantošana;
- iespēja salīdzināt skolēnu rezultātus;
- precīzi izstrādāti vērtēšanas kritēriji;
- atbilstība skolēnu vecumam (Skolēnu mācību sasniegumu vērtēšana..., 2009).

Analizējot PD rezultātus, skolotājs var:

- aprakstīt grupas sniegumu kopumā;
- diferencēt skolēnu sniegumu (noteikt robežšķirtnes un līmeņus);
- salīdzināt dažādu grupu sniegumu (Betels, 2003b).

Piemērs. *Klasē nevienam skolēnam kopējais rezultāts nav augstāks par 16 punktiem (no 20 iespējamiem). Faktu zināšanu pārbaudē visi skolēni saņēmuši 5 punktus no iespējamiem, prasmju pārbaudē – 4 punktus no 5 iespējamiem, bet problēmu risināšanas uzdevumos tikai 2 (maksimāli 5 punkti). 28 skolēni prot savas zināšanas izmantot, kas redzams prasmju pārbaudē, bet tikai 12 skolēni spēj to demonstrēt pētniecisko jautājumu risināšanā.*

Pārbaudes darbos katra uzdevuma mērķis ir diferencēt skolēnus. Lai skolotājs varētu analizēt pārbaudes darba rezultātus, viņam vajadzētu zināt, ko nozīmē PD “grūtības pakāpe”, kas ir “izšķirtspēja”, kā arī viņam jābūt priekšstatam par statistikas centrālās tendences un izkliedes rādītājiem⁴.

⁴ PD grūtības pakāpes un izšķirtspējas, kā arī statistisko rādītāju analizē izmantots Dž. Betela (2003) darbs “Ievads pārbaudes darbu statistikā”. Rīga: IZM. Izglītības attīstības projekts.

Grūtības pakāpe. Grūtības pakāpe parāda, cik grūti bijuši uzdevumi, tās rādītājs ir skolēnu iegūtais vidējais rezultāts konkrētajā jautājumā: jo vieglāks uzdevums, augstāks vidējais rezultāts; jo grūtāks uzdevums, jo zemāks vidējais rezultāts.

Problēma rodas, ja jāsalīdzina jautājumi, par kuriem tiek piešķirts dažāds maksimālais punktu skaits, jo tad ir grūti salīdzināt vidējos rezultātus.

IK

Grūtības pakāpes aprēķināšana

Grūtības pakāpi aprēķina

$$\text{Grūtības pakāpe} = \frac{\text{Vidējais rezultāts jautājumā}}{\text{Maksimāli iegūstamais punktu skaits jautājumā}}$$

↑ Jautājumi kļūst vieglāki	1,0	Ļoti viegls jautājums, pareizi atbild 100 % skolēnu	p > 0,85 Pārāk viegls jautājums
	0,9		
	0,8	Diezgan viegls jautājums, pareizi atbild 80 % skolēnu	
	0,7		
	0,6		
	0,5	Vidēji grūts jautājums, pareizi atbild 50 % skolēnu	0,3 < p < 0,8 Jautājums ar pieņemamu grūtības pakāpi
0,4			
0,3	Diezgan grūts jautājums, pareizi atbild 30 % skolēnu		
0,2			
0,1			
0,0	Ļoti grūts jautājums, pareizi atbild 0 % skolēnu	p > 0,25 Pārāk grūts jautājums	
		ANALIZĒ	SECINA

2.43. attēls. Jautājumu grūtības pakāpes noteikšanas kritēriji

(adaptēts no Betels, 2003b)

Pēc grūtības pakāpes noteikšanas analizē rezultātus (skat. 2.43. attēlu). Reizēm grūtības pakāpi izsaka arī procentos, tāpēc var pierakstīt divējādi: $p = 0,51$; $p = 51$. Noslēgumā secina, vai jautājums skolēniem bijis par vieglu vai grūtu. Fragments no PD rezultātu apkopojuma ar grūtības pakāpes aprēķināšanu skatāms 2.44. attēlā. Rezultāti liecina, ka visgrūtākais ir bijis II daļas jautājums par mikroskopa palielinājumu (12.5.) aprēķināšanu ($p = 0,16$). Visvieglākie jautājumi bijuši I daļā. Kopumā darbā uzdevumu vidējā grūtības pakāpe ir "0,67". Jautājumi ir izstrādāti veiksmīgi, jo vērojams, ka uzdevumu skaits ar vidēju grūtības pakāpi ir lielāks nekā uzdevumu skaits, kuri ir pārāk vieglie uzdevumi.

Kods	I daļa							II daļa								
	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	Σ	koef.	Kopā	u12	12.2	12.3	12.4	12.5	Σ
204AZ/6	9	5	1	1	1	1	1	19	2	38	1	1	2	2	0	6
204AZ/15	4	4	1	1	1	1	1	13	2	26	1	1	0	2	0	4
204AY14	8	4	1	1	1	1	1	17	2	34	1	1	1	2	1	6
204AZ/16	8	5	1	0	1	1	1	17	2	34	1	1	0	0	0	8
2004BD11	10	4	1	1	1	1	1	19	2	38	1	1	2	2	0	6
204BO/3	8	4	1	0	1	0	1	15	2	30	1	0	1	0	0	2
204AZ/13	9	1	1	1	1	1	1	15	2	30	1	1	0	0	0	2
204AZ/9	7	2	1	0	0	1	1	12	2	24	1	1	1	0	0	3
204AZ/2	5	2	1	1	0	1	0	10	2	20	1	1	1	2	0	5
204BO/6	8	4	1	1	0	1	1	16	2	32	1	1	0	0	0	2
204AY/1	9	3	1	1	1	1	1	17	2	34	1	1	0	0	0	2
204AZ/12	9	5	1	1	1	1	1	19	2	38	1	0	0	0	0	1
204AZ/4	9	4	1	1	1	1	1	18	2	36	1	0	1	0	0	2
204AZ/7	9	5	1	1	1	1	1	19	2	38	1	1	2	2	0	6
204AZ/11	8	5	1	1	1	1	1	18	2	36	1	1	2	2	1	7
204AY12	10	5	1	1	1	1	1	20	2	40	1	1	2	2	1	7
204AY13	10	5	1	1	1	1	1	20	2	40	1	1	2	2	1	7
204AZ/1	3	4	1	0	1	1	1	11	2	22	1	1	1	0	0	3
204AZ/14	7	4	1	1	1	1	1	16	2	32	0	0	0	0	0	0
204BO/2	6	3	1	1	0	0	1	12	2	24	1	1	1	0	0	3
204AZ/8	8	4	1	1	1	1	1	17	2	34	1	1	1	0	0	3
204AZ/5	10	5	1	1	0	1	0	18	2	36	1	1	1	2	0	5
204AZ/10	9	4	1	1	1	1	1	18	2	36	1	1	1	2	0	5
204AZ/3	6	2	1	0	1	0	1	11	2	22	1	0	2	0	0	3
204BO/5	9	4	1	1	1	0	0	16	2	32	1	1	1	0	0	3
Vidējais rezultāts uzdevumā:	7,92	3,88	1	0,8	0,8	0,84	0,88				0,96	0,8	1	0,88	0,16	
Maksimālie punkti par uzdevumu:	10	5	1	1	1	1	1				1	1	2	2	1	
Uzdevumu grūtības pakāpe (p):	0,79	0,78	1,00	0,80	0,80	0,84	0,88				0,96	0,80	0,50	0,44	0,16	
	Visi atbildējuši pareizi – pārāk viegls jautājums															
	Pārāk viegls jautājums															
	Jautājums ar pieņemamu grūtības pakāpi $0,3 < p < 0,8$															
	Pārāk grūts jautājums															

2.44. attēls. Grūtības pakāpes praktiska aprēķina piemērs
(veikusi DZIT studiju programmas studente Amanda Melnalksne)

Izšķirtspēja 1. uzdevumam:		I daļa	
D = $p_{spēj.} - p_{vāj.} = 0,967 - 0,517 = 0,45$	Kods	u1	
1. uzdevuma izšķirtspēja ir laba jo $D > 0,4$. $D = 0,45$ ir pieņemams izšķirtspējas līmenis, tomēr ne augsts izšķirtspējas līmenis.	2004BD11	10	Vidējais rezultāts uzdevumā spējīgākajiem: 9,67
	204AY12	10	Maksimālie punkti par uzdevumu: 10
	204AY13	10	Uzdevumu grūtības pakāpe ($p_{spēj.}$): 0,97
	204AZ/5	10	
	204AZ/6	9	
	204AY/1	9	
	204AZ/10	9	
	204AZ/12	9	
	204AZ/13	9	
	204AZ/4	9	
	204AZ/7	9	
	204BO/5	9	
	204AY14	8	
	204AZ/11	8	
	204AZ/16	8	
	204AZ/8	8	
	204BO/3	8	
	204BO/6	8	
	204AZ/14	7	
	204AZ/9	7	Vidējais rezultāts uzdevumā vājākajiem: 5,17
204AZ/3	6	Maksimālie punkti par uzdevumu: 10	
204BO/2	6	Uzdevumu grūtības pakāpe ($p_{vāj.}$): 0,52	
204AZ/2	5		
204AZ/15	4		
204AZ/1	3		
Vidējais rezultāts uzdevumā:		7,92	
Maksimālie punkti par uzdevumu:		10	
Uzdevumu grūtības pakāpe (p):		0,79	

2.46. attēls. Izšķirtspējas praktiska aprēķina piemērs
(veikusi DZIT studiju programmas studente A. Melnalksne)

PD analīzē ieteicams izmantot tādus statistiskos rādītājus kā centrālās tendences un izkļiedes rādītājus. Centrālās tendences rādītāji (moda, mediāna un aritmētiskais vidējais) raksturo rezultātu sadalījuma vidusdaļu:

- moda – rezultāts, kas PD parādās visbiežāk,
- mediāna – pēc skaita vidējais rezultāts rindā, kuru augošā secībā veido visi PD rezultāti,
- aritmētiskais vidējais – visu PD rezultātu vidējā vērtība.

Izkļiedes rādītāji (amplitūda, starpkvartīļu amplitūda un standartnovirze) raksturo individuālo rezultātu atšķirības pakāpi (Betels, 2003b).

Lai novērtētu Latvijas skolēnu centralizēto eksāmenu rezultātus, VISC izmanto ITEMAN programmu, ar kuru apstrādā PD/CE rezultātus un parāda visus tekstā aprakstītos rādītājus.

Kopsavilkums

Nodaļa “Vērtēšana mācību procesā” sniedz priekšstatu par vērtēšanas procesu dabaszinātnēs. Nodaļas sākumā ir sniegta vispārīga informācija par vērtēšanas būtību, vispārējiem principiem un vērtēšanas veidiem, norādot, ka galvenie uzsvāri dabaszinātņu vērtēšanā ir liekami uz dabaszinātniskās izpratības noskaidrošanu un pētnieciskā procesa vērtēšanu. Raksturoti vērtēšanas veidi: formatīvā vērtēšana (*assessment for learning*) un summatīvā vērtēšana (*assessment of learning*). Tiek minēta arī “vērtēšana kā mācīšanās” (*assessment as learning*) un kompleksa snieguma vērtēšana.

Turpmākajā nodaļas saturā tiek aprakstīta formatīvā un summatīvā vērtēšana.

Formatīvajā vērtēšanā ir raksturoti tās mērķi, uzdevumi un metodes atgriezeniskās saites sniegšanai. Formatīvajā formālajā un neformālajā vērtēšanā lielāks uzsvārs tiek likts uz pašlaik aktuālo snieguma līmeņu aprakstu veidošanu un tā izmantošanu skolēna vērtēšanai, kā arī uz skolēna pašnovērtējuma izmantošanu dabaszinātņu tematu apgūvē un pētnieciskā darba veikšanā. Sīkāk ir aprakstīti tādi metožu piemēri kā: kontrolsaraksta izmantošana pētnieciskā procesa novērtēšanā, *K-W-L-H* metodes lietošana konkrēta temata apgūvē un pašnovērtēšanā, 5 K metodes – Kas? Kur? Kad? Kam? Kāpēc? izmantošana ģeogrāfijā, skolēna pašnovērtēšanas kāpņu izmantošana, vērtējot pētniecisko procesu, un snieguma līmeņu aprakstu izmantošana skolēna izveidotā plakāta novērtēšanai, pētnieciskā procesa vērtēšanā un skolēna iegūto mērījumu precizitātes noteikšanai asinsspiediena mērīšanā.

Summatīvajā vērtēšanā ir raksturoti tās mērķi, uzdevumi un metodes. Soli pa solim tiek aprakstīta summatīvās vērtēšanas – pārbaudes darba izveide: kā formulēt sasniedzamo rezultātu, kā veidot pārbaudes darba plānošanas matricu, nosakot jautājumu īpatsvaru konkrētajā pārbaudes darbā, kā veidot uzdevumus/jautājumus, ievērojot atbilstīgu izziņas līmeņu proporciju, kā izstrādāt vērtēšanas kritērijus, izmantojot vērtēšanu līmeņos un soli pa solim un kā analizēt pārbaudes darba rezultātus. Iekļautas arī atziņas par konstruktīvās saskaņošanas izmantošanu sasniedzamo rezultātu formulēšanā un *SOLO* taksonomijas lietošanu, analizējot praktiskus piemērus. Izveidotais materiāls paredzēts izmantošanai kursa seminārā un būs noderīgs starppārbaudījuma “Temata noslēguma darba izstrāde” izpildei.

Atbilstīgi katram minētajam vērtēšanas veidam apkopotu piemēru praktiskajai izmantošanai dabaszinātņu mācību priekšmetu stundās, kā arī ir sniegta iespēja skolotājam pārbaudīt savas zināšanas un prasmes.

Izmantotā literatūra

- Assessment, evaluation and reporting handbook grades 9 to 12* (2013). [Kitchener, Ont.]: Waterloo Region District School Board.
- Baumane, S. (2019). *Formatīvā vērtēšana digitālā bioloģijā un ģeogrāfijā*. Bakalaura darbs. LU, Ķīmijas fakultāte, Rīga. Npublicēts.
- Beļickis, I., Blūma, D., Koķe, T., Markus, D., Skujiņa, V., & Šalme, A. (2000). *Pedagoģijas terminu skaidrojošā vārdnīca. Termini latviešu, angļu, vācu, krievu valodā*. Rīga: Zvaigzne ABC.

- Betels, Dž. (2003a). *Rokasgrāmata pārbaudes darbu veidotājiem*. Rīga: IZM. Izglītības attīstības projekts.
- Betels, Dž. (2003b). *Ievads pārbaudes darbu statistikā*. Rīga: IZM. Izglītības attīstības projekts.
- Biggs, J. (2003). Aligning teaching for constructing learning. *Higher Education Academy*, 1(4).
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (2014). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. Academic Press.
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). *Teaching for quality learning at university*. Maidenhead. Berkshire, UK: McGraw-Hill Education.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329, 5995, 996 DOI: 10.1126/science.1194998
- Bybee, R. A. (2013). The Case for STEM Education, Challenges and Opportunities, National Science Teachers Association (NSTA)
- Boon Ng, S. (2019). Exploring STEM competences for the 21st century.
- Butler, S. M., McColskey, W., & O'Sullivan, R. (2005b). *How to Assess Student Performance in Science: Going Beyond Multiple-Choice Tests*. SERVE Center for Continuous Improvement at UNCG. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED498183.pdf>
- Butler, S. M., McMunn, N. D., Casbon, C., & Nalley, D. (2005a). *How to Assess Student Performance in Science: Using Classroom Assessments to Enhance Learning*. SERVE Center for Continuous Improvement at UNCG. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED498182.pdf>
- Classroom Assessment in Science*. <https://www.edu.gov.mb.ca/k12/cur/science/found/s2/assessment.pdf>
- Coffey, J., Douglas, R., & Stearns, C. (Eds.). (2008). *Assessing science learning: Perspectives from research and practice*. NSTA Press.
- Čakāne, L. (2018). Formatīvās vērtēšanas lomas pastiprināšanās, īstenojot mācīšanos iedziļinoties. *Mācīšanās lietpratībai*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 131–145.
- Čakāne, L., Namsone, D. Pestovs, P. & Bērtule, D. (2018). Ko rāda makrolīmeņa vērtēšanas darbu analīze eksaktajos mācību priekšmetos trīs gadu periodā. *Mācīšanās lietpratībai*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 93–130.
- De Villiers, R., Scott-Kennel, J., & Larke, R. (2016). Principles of effective e-assessment: A proposed framework. *Journal of International Business Education*, 11, 65–92.
- Dodge, J. (2009). 25 Quick Formative Assessments for a Differentiated Classroom. New York: Scholastic Inc. *Edmentum. Assessment for Learning*. https://info.edmentum.com/rs/780-NRC-339/images/Edmentum_Assessment_Workbook.pdf
- ESRI. (2003). *Geographic Inquiry: Thinking Geographically*. Pieejams: https://www.esri.com/Industries/k-12/education/~/_media/Files/Pdfs/industries/k-12/pdfs/geoginquiry.pdf
- Fleming, M. F. (2002). *Biology Teacher's Survival Guide: Tips, Techniques & Materials for Success in the Classroom*. Jossey-Bass, A Wiley Imprint.
- Geidžs, N. L., & Berliners, D. C. (1999). *Pedagoģiskā psiholoģija*. Rīga: Zvaigzne ABC.
- GENIP (bez datējuma). *Geographic Skill 1. National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.org/geographic-skills/1/>
- GTAV (bez datējuma). *Geographical concepts and questions*. <https://www.gtav.asn.au/documents/item/583>
- Guidance for Selecting and Developing Quality Assessments in the Elementary Classrooms. Rhode Island Department of Education & the National Center for the Improvement of Educational Assessment, Inc. <https://www.ride.ri.gov/Portals/0/Uploads/Documents/Teachers-and-Administrators-Excellent-Educators/Educator-Evaluation/Online-Modules/Quality-Assessments-Elementary.pdf>
- Ģeogrāfijas asociācija. (2017). *Questions for geographical enquiry*. https://www.geography.org.uk/write/mediauploads/teacher%20education/ttis_questions_for_geographical_enquiry.pdf
- Hailikari, T. (2010). *Assessing university students' prior knowledge*. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/19841/assessin.pdf>
- Harlen, W. (2013). *Assessment & Inquiry Based Science Education*. Triestly Italy: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Program (SEP).

- Jamaludin, R., Jaafar, R. & Kaur, S. (2012). *Module 3: Learning Taxonomies Centre for Development of Academic Excellence (CDAE)*, Universiti Sains Malaysia (USM)
- Jones, C. A. (2005). *Assessment for learning. Learning and Skills*. Development Agency. <https://dera.ioe.ac.uk/7800/1/AssessmentforLearning.pdf>
- Jones, S. (2008). *What is 5W in geography?* Pieejams: <https://www.slideshare.net/jonesy2008/what-are-the-5-ws-presentation>
- Juwah, C., Macfarlane-Dick, D., Matthew, B., Nicol, D., Ross, D., & Smith, B. (2004). *Enhancing student learning through effective formative feedback*. <http://www.ltsn.ac.uk/genericcentre>
- Kīvijs, Dž. & Čekrūns, B. (2015). *Līmeņu noteikšana un mācīšanās rezultātu atzīšana. Līmeņu aprakstu izmantošana 21. gadsimtā.* (tulkots no angļu valodas). Rīga: Akadēmiskās informācijas centrs.
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K. (2012). *Guided Inquiry Design: A Framework for Inquiry in Your School*. Santa Barbara, CA: Libraries.
- Lace-Jeruma, L. & Birzina, R. (2019). The Improvement of Eco-school Students' Environmental Awareness in the Context of Education for Sustainable Development. Environment. Education. In V. Dislere (ed.). *The Proceedings of the International Scientific Conference Rural Environment. Education. Personality (REEP)*, 12. Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies, pp. 77–85.
- Learning for all.* (2013). Ontario: Queen's Printer for Ontario. <http://www.edu.gov.on.ca/eng/general/elemsec/speced/LearningforAll2013.pdf>
- Martin, M. O. & Mullis, I. V. S. (eds). (2013). *TIMSS 2015 Assessment Framework*. US, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Ministru kabineta noteikumi Nr. 416. Rīgā 2019. gada 3. septembrī (prot. Nr. 37 21. §). *Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem.* <https://likumi.lv/ta/id/309597>
- Ministru kabineta noteikumi Nr. 747. Rīgā 2018. gada 27. novembrī (prot. Nr. 56 38. §). *Noteikumi par valsts pamatzglītības standartu un pamatzglītības programmu paraugiem.* <https://likumi.lv/ta/id/303768>
- Namsone D., Čakāne L. (red.). (2011). *Rokasgrāmata dabaszinātņu un matemātikas skolotājiem*. Rīga: VISC. http://priede.bf.lu.lv/groz/Didaktika/DZIT/Citi_resursi/DZMP_materiali/Vertesana.pdf
- Natriello, G. (1987). The impact of evaluation processes on students. *Educational Psychologist*, 22 (2), 155–175.
- Nyquist, J. B. (2003). *The benefits of reconstruing feedback as a larger system of formative assessment: A meta-analysis*. Doctoral dissertation, Vanderbilt University.
- OECD CERI. (2008). *21st Century Learning: Research, Innovation and Policy. Directions from recent OECD analyses*. Paris: OECD Center for Educational Research and Innovation. Pieejams: <http://www.oecd.org/site/educeri21st/40554299.pdf>
- OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematical, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition*. Paris: PISA OECD. <https://www.oecd.org/pisa/pisa-for-development/PISA-D-Assessment-and-Analytical-Framework-Ebook.pdf>
- Ogle, D. S. (1986). K-W-L group instructional strategy. In A. S. Palincsar, D. S. Ogle, B. F. Jones, & E. G. Carr (eds.). *Teaching reading as thinking* (Teleconference Resource Guide (pp. 11–17). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Open University. (2014). *An assessment and progression framework for geography*. Pieejams: <https://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=48125&printable=1>
- Pedagogy and Practice: Teaching and Learning in Secondary Schools. Leadership guide Key Stage 3 National Strategy | Pedagogy and practice Unit 2: Teaching models* (2004). Department for Education and Skills: Crown. <http://www.teachers.org/resources/Pedagogy-and-practice-teaching-and-learning-in-secondary-schools-en.pdf>
- Praulīte, G. (2008). *Bioloģijas mācību metodika*. Rīga: RaKa.
- Primary Overview: Assessment Guidelines for school* (2009). NCCA. <https://ncca.ie/media/1351/assessment-guidelines.pdf>

- Revised Bloom's Taxonomy. <https://www.celt.iastate.edu/teaching/effective-teaching-practices/revised-blooms-taxonomy/>
- Rieckman, M. (2018). Learning to transform the world: key competencies in ESD. In A. Leicht, J. Heiss and W. J. Byun (eds), *Issues and trends in Education for Sustainable Development* (pp. 39–60). Paris: UNESCO Publishing.
- Rieckmann, M. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. Paris: UNESCO Publishing.
- Rouse, M. (2013). *STEM (science, technology, engineering, and mathematics)*. Retrieved from <https://whatis.techtarget.com/definition/STEM-science-technology-engineering-and-mathematics>
- Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of research in science teaching*, 44(1), 57–84.
- SSAT (2017). *Refocusing Assessment geography*. <https://www.nfer.ac.uk/publications/GTGA01/geography.pdf>
- SAILS. *Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science*. (2014). http://www.sails-project.eu/sites/default/files/outcomes/SAILS_brochure_2014-05.pdf
- Sayers, J. (2013). *Questing*. Pieejams: <http://sayersjohn.blogspot.com/2013/01/questioning.html>
- Siarova, H.; Sternadel, D. & Mašidlauskaitė, R. (2017). *Assessment practices for 21 st century learning: review of evidence, NESET II report*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- The Capacity Building Series*. (2007). Ontario: The Literacy and Numeracy Secretariat. <http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/studentselfassessment.pdf>
- The Definitive K-12 Guide to Formative Assessment*. (2016). MasteryConnect. <https://www.masteryconnect.com/guide/pdf/guide-to-formative-assessment.pdf>
- The Ten Principles of Assessment*. (2018). NVSD Curriculum Hub. <https://www.sd44.ca/District/Communicating/Assessment%20Handbook/Assessment%20Handbook%202018.pdf>
- Unlimited International Baccalaureate Organization. (2014). *MYIB Middle Years Program: Programme Standards and Practices*. Wales UK, International Baccalaureate Organization.
- Using SOLO Taxonomy to Develop Student Thinking & Learning* (2013) <https://classteaching.wordpress.com/2013/05/23/using-solo-taxonomy-to-develop-student-thinking-learning>
- Van de Walle, J., & Lovin, L. (2006). *Teaching student-centered mathematics: Grades 3–5*. Boston, MA: Pearson.
- Versluis, A. (2010). *Big questions geographers ask (and try to answer!)* <https://geography.blog.gustavus.edu/2010/05/24/big-questions-geographers-ask-and-try-to-answer/>
- VISC (2020). *Bioloģija 7.–9. klasei. Mācību priekšmeta programmas paraugs*. Rīga: Valsts izglītības satura centrs. <https://mape.Skola2030.lv/resources/122>
- VISC (2019a). *Centralizētais eksāmens par vispārējās vidējās izglītības apguvi. Bioloģija*. Rīga: Valsts izglītības satura centrs. https://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/uzdevumi/2019/vidussk/12kl_biologija.pdf
- VISC (2019b). *Centralizētais eksāmens bioloģijā 12. klasei vērtēšanas kritēriji*. Rīga: Valsts izglītības satura centrs. https://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/uzdevumi/2019/vidussk/12kl_biologija_krit.pdf
- VISC (2019c). *Obligātā mācību satura apguves prasību indikatori. Bioloģija*. https://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/ce_paraugi/dzm/2019_2020/indikatori_bio.pdf
- VISC (2009). *Skolēnu mācību sasniegumu vērtēšana vidusskolā. Metodiskais materiāls*. Rīga: Valsts izglītības satura centrs.
- Volkinšteine, J. (2016). *Skolēnu pētnieciskā darbība dabaszinātnēs*. Rīga: RaKa.
- Wylie, C., & Lyon, C. (2016). *Using the formative assessment rubrics, reflection and observation tools to support professional reflection on practice*. <https://doe.sd.gov/assessment/documents/FARROP.pdf>
- Yager, R. E., & Kellerman, L. R. (1992). *Assessment ideas for science in six domains*. Iowa City, IA: University of Iowa. Science Education Center.

3. NODAĻA

Caurviju prasmes dabaszinātņu apguvē

Dabaszinātņu mācību process ietver ne tikai akadēmisko zināšanu apguvi – dabaszinātnisko izpratību –, bet arī projektā “Skola 2030” definētās caurviju prasmes (*soft skills*). “Skola 2030” ir noteiktas sešas caurviju prasmes: kritiskā domāšana un problēmrisināšana, jaunrade un uzņēmējspēja, pašvadīta mācīšanās, sadarbība, pilsoniskā līdzdalība, digitālā pratība.

Nodaļā analizēts problēmrisināšanas koncepts, ieskicēta sistēmiskā domāšana – kritiskās domāšanas un jaunrades spēju attīstībai, doti piemēri pilsoniskās līdzdalības veicināšanai dabaszinātņu mācību procesā un apskatītas nākotnes darba tirgus prasības, t. i., kādām prasmēm jāpiemīt 21. gadsimta skolēniem.

Sasniedzamie rezultāti

Apgūstot nodaļas saturu:

- noskaidrosiet caurviju prasmju attīstīšanas nepieciešamību un kā tās attīstīt dabaszinātnēs;
- zināsiēt, kas ir problēmrisināšana un sistēmiskā domāšana;
- pratīsiet izveidot problēmjaudājūmū un apgūsiēt metodiskos paņēmienuš problēmrisināšanai;
- zināsiēt, kā organizēt pilsoniskās līdzdalības procesuš un skolēnu iesaisti tajos un kas ir sabiedrības iesaiste zinātnē;
- noskaidrosiet, kādas ir nākotnes darba tirgūš prasības un kādām prasmēm jāpiemīt 21. gadsimta skolēnam.

Mūšdienu skolas mērķis ir skolēnu kompetenču attīstība sekmīgai dzīvei 21. gadsimtā.

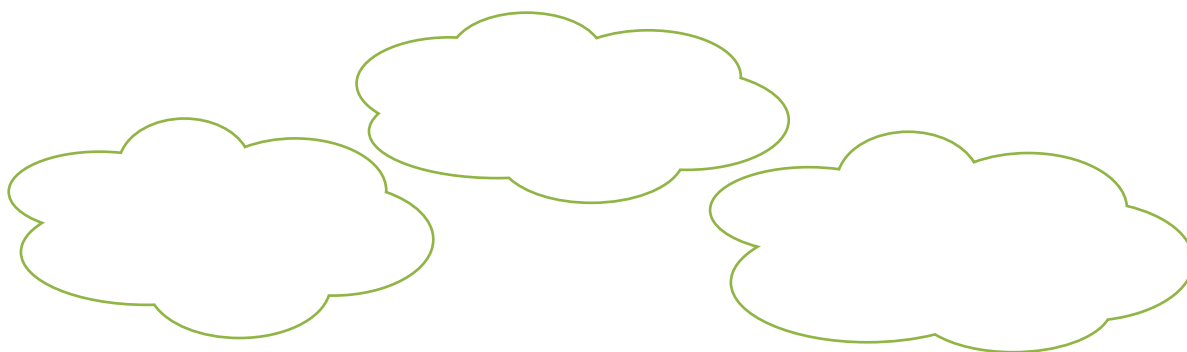
AI

Kā Jūs definējat un izprotat, kas ir kompetence, caurviju prasmes?

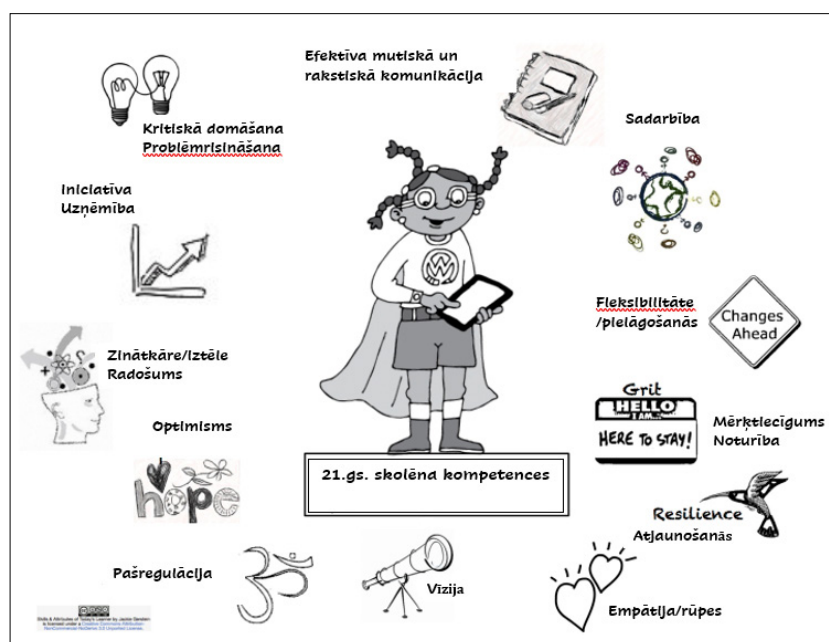
Izsmēlošs avots latviešu valodā: https://www.siic.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/siic/Kolektiva_monografija/1-nodala-Macisanas_Lietpratibai.pdf

AI

Kādas ir Jūsu idejas, kā caurviju prasmes var attīstīt dabaszinātņu mācību priekšmetos, ierakstiet tās 3.1. attēla mākoņos.



3.1. attēls. Idejas caurviju prasmju attīstīšanai dabaszinātnēs



3.2. attēls. 21. gadsimta skolēnu kompetences (attieksmes un prasmes)
(adaptēts no Gerstein, 2016)

Mūsdienu – 21. gadsimta – skolēnu kompetences (attieksmes un prasmes, vērtības) uzskatāmi un saprotami vizualizētas izglītības pētnieces Džekijas Geršteinas (Gerstein, 2016) zīmējumā, norādot, ka mūsdienu skolnieks/skolniece ir nākotnes supervaronis, jo, kā liecina pētījumi, 20–30 % (daži autori pat min 65 %) darbavietu vēl neeksistē (WEF, bez datējuma).

Būtiskākās caurviju prasmes aprakstītas nodaļā dabaszinātņu apgūvē kontekstā.

3.1. Problēmrisināšana un kritiskā domāšana

AI

Padomājiet, kā Jūs definētu, kas ir kritiskā domāšana? Kāpēc domāšanas procesu ne vienmēr var definēt kā kritisko domāšanu? Kas ir radošā domāšana?

AG

Kādas ir biežākās problēmrisināšanas metodes/metodiskie paņēmieni Jūsu grupā? Kā Jūs risināt problēmas? Un kad situācija kļūst problemātiska?

AG

Vai skolā esat risinājuši uzdevumus, kas balstās problēmas definēšanā un risinājumu meklēšanā? Kādos mācību priekšmetos?

“Visa cilvēka dzīve ir problēmu risināšanas process. [...] problēmu risināšana ir iedarbīga metode, kā iemācīties atrast un izmantot faktus, kas saistīti ar situācijām gan skolā, gan dzīvē. Kad cilvēks risina kādu problēmu, viņš domā.” (Fišers, 2005)

Terminu skaidrojums (digitālais mācību resurss “Letonika”, 2000)

Problēma – sarežģīts teorētisks vai praktisks jautājums, uzdevums, kas vēl risināms, pētāms.

Problēmas apraksts – uzdevuma risināšanas mērķa un metožu formulējums, kas ietver uzdevuma nostādni, risināšanas metožu izklāstu, sākotnējo datu aprakstu, rezultātu attēlošanas veidus, kā arī prasības attiecībā pret uzdevuma risināšanai izmantojamajiem algoritmiem un programmām.

Domāšana – psihisks cilvēka izziņas darbības process, kuru raksturo īstenības vispārināts (abstrahēts) un pastarpināts atspoguļojums. Parasti ar domāšanu saprot kopsakarību no-skaidrošanu starp lietām – materiāliem un ideāliem (garīgiem) priekšmetiem un parādībām. Domāšanas operācijas ir analīze, sintēze, salīdzināšana, vispārināšana u. c. Bērna domāšana at-tīstās darbībā ar priekšmetiem un saskarsmē ar cilvēkiem.

Problēmrisināšanas metode, kura sākotnēji tika izmantota medicīnas un inženierzināt-nēs, ieņēma būtisku lomu pedagogijā kā bērncentrēta, aktīvās mācīšanās un mācīšanās iedzi-ļinoties forma. Problēmrisināšanas metodei “ir tik daudz formu un definīciju, cik tās lietotā-ju” (Pawson et al., 2006 pēc Macdonald, 2001). Megija Savina-Beidena (Savin-Baden, 2020) uzsver – lai arī problēmrisināšanas metode ir attīstījusies un tiek izmantota daudzos pasaules reģionos, ir bijis relatīvi maz mēģinājumu to kartēt, analizēt, jo katrs problēmrisināšanas metodi adaptē pēc savām vajadzībām.

Zinātniskajā literatūrā izšķir *problem-based learning*, *problem-solving* un *inquiry-based approaches* (Pawson et al., 2006), *enquiry led learning* (Savin-Baden, 2020), kurus vieno tas, ka uzmanības fokusā ir problēmuzdevums jeb izaicinājums (*challenges*), kas nav nepārprotami

atbildams un prasa kognitīvo un metakognitīvo prasmju kopumu risinājuma atrašanai. Visas iepriekšminētās mācību metodes un paņēmieni nodaļā tiek apvienoti un definēti kā problēmrisināšanas metode. To vispārīgi var izmantot gan kā instrukciju/norādījumu došanas stratēģiju, gan metodi, gan filozofisku skatījumu. M. Savina-Beidena (Savin-Baden, 2020) pedagoģijas kontekstā problēmrisināšanas metodi identificē kā pedagoģijas veidu, praksi un pētījuma virzienu.

Problēmrisināšana kā pedagoģijas mācību metode ir:

- skolēncentrēta pieeja, kurā skolēni apgūst kādu tēmu, strādājot grupās, lai atrisinātu atvērtu (*open-ended*) problēmu. Šī problēma ietekmē motivāciju un mācīšanos (Nilson, 2010);
- praktiska, aktīva mācību metode, kuras centrā ir vajadzīgu, reālu problēmu izmeklēšana un atrisināšana (David, 2020);
- gan mācību satura komponente, atlasot un veidojot specifiskus piemērus, un attīstot skolēnos kritisko domāšanu, problēmrisināšanas kapacitāti, pašvadīto mācīšanos, gan process, jo skolēni kopē daudz izmantoto sistēmdomāšanu un risina viņiem nozīmīgas, nereti sadzīviskas un reālajā dzīvē balstītas problēmas, t. i., izaicinājumus (Pawson et al., 2006).

Problēmrisināšana ir kļuvusi par neatņemamu mūsdienīga mācību procesa sastāvdaļu, jo īpaši svarīga dabaszinātņu apguvei. Dabaszinātnes vēsturiski un klasiski tikušas apgūtas, balstoties uz teorijas un prakses simbiozi – jautājumu uzdošanu, hipotēzes (pieņēmuma) izvirzīšanu, labāko risinājumu meklēšanu caur radošuma prizmu, kritisku literatūras avotu izvērtējumu, kas raksturīgs problēmrisināšanas mācību metodei.

AI

Miniet dažus problēmsituāciju piemērus dabaszinātņu kontekstā! Kuros tematos un kāda mācību satura apguvei saskati problēmrisināšanas metodes izmantošanas iespējas?

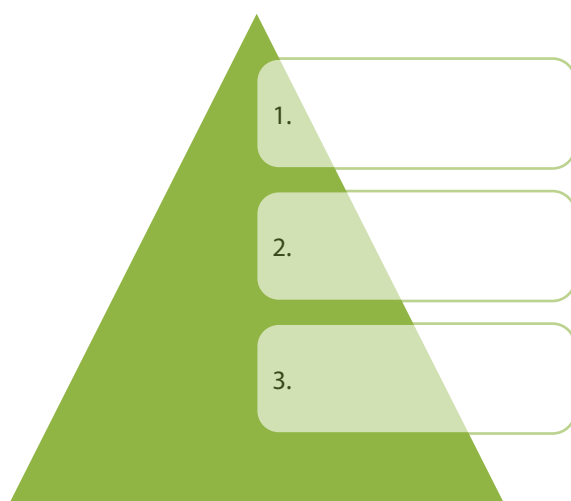
Linda B. Nilsonē (Nilson, 2010) noteikusi 11 būtiskākos problēmrisināšanas metodes ieguvumus (*learning outcomes*):

- grupu darbs;
- projekta menedžments, līdera un citu lomu uzņemšanās;
- mutiskā un rakstiskā komunikācija;
- grupas procesa izvērtēšana un pašnovērtējums;
- patstāvīgs darbs;
- kritiskā domāšana;
- konceptu apguve skaidrojot;
- pašvadītā mācīšanās;
- mācību priekšmeta satura apguve, kas balstīta reālajā dzīvē – praktiskajos piemēros (paugstina mācību motivāciju);
- literatūras analīze;
- starpdisciplināra pieeja.

L. Deivids (2020) papildus vēl uzsver, ka problēmrisināšanas metode attīsta gan kritisko, gan radošo domāšanu, paaugstina mācību/studiju motivāciju, palīdz skolēniem veidot zināšanu pārnesi un uzlabo problēmrisināšanas prasmes. Eriks Pavsons ar līdzautoriem (Pawson et al., 2006) uzsver, ka problēmrisināšanas metode sekmē aktīvo mācīšanos, veido padziļinātu izpratni par zinātnes konceptiem un ir pamats mūžizglītībai, attīsta prasmes mūžizglītībai. Tā rada skolēniem prieku mācīties un sniedz gandarījumu, rosina zinātkāri.

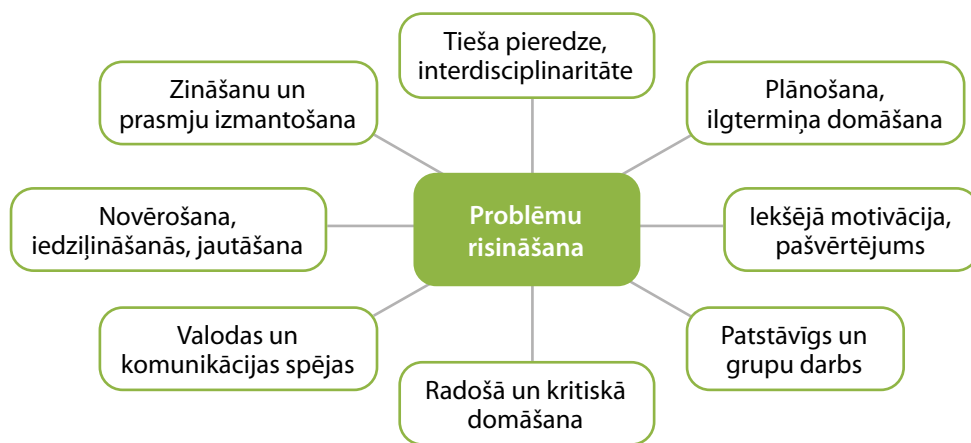
AI

Saranžējiet autoru minētos problēmrisināšanas metodes ieguvumus – kuri, Jūsuprāt, ir visbūtiskākie? Ierakstiet tos 3.3. attēlā dotajā shēmā.



3.3. attēls. Būtiskākie problēmrisināšanas metodes izmantošanas ieguvumi

Problēmrisināšanas ieguvumi apkopoti Roberta Fišera veidotajā shēmā (skat. 3.4. attēlu).



3.4. attēls. Problēmrisināšanas metodes izmantošanas ieguvumi
(adaptēts no Fišers, 2005)

Problēmrisināšanas metode nav tikai problēmas atrašana, tās fokuss ir daudz plašāks. Svarīgs ir arī process vai, kā uzsver M. Savina-Beidena (Savin-Baden, 2020), pedagogs nedrīkst ignorēt procesu, t. i., pats process arī ir vērtība (autore min, ka svarīgi akceptēt procesu jeb “not-yet-ness”). Savina-Beidena arī uzsver, ka problēmrisināšanas metodei nav zelta standarta, un nereti, norādot metodes ieguvumus, tā tiek standartizēta, līdz ar to ir pazaudēts ieguvumu kompleksums.

PrM var ietver arī digitālās vides elementus:

- **mentoringu:** mobilo ierīču izmantošana, lai sazinātos ar vecākiem vai citām atbalsta personām, lai saņemtu padomu, atbalstu, izmantojot *WhatsApp* vai *Facebook* u. c. ziņojumapmaiņu;
- **spēļu elementus** (*gaming*) vienatnē un kopā, lai dalītos, mācītos, mācītos, sniegtu padomus;
- **sadarbību tiešsaistē:** atbalsts un vadība cits citam par mājasdarbiem, uzdevumiem, meklējumu gaitu, atrastajiem faktiem problēmrisināšanai;
- **digitālo lietpratību:** dalīties un mācīt citam citu par programmas, jaunas ierīces un noderīgas vietnes izmantošanu;
- **emocionālo mācīšanos:** digitālu plašsaziņas līdzekļu izmantošana grupas biedru atbalstam, kā tikt galā ar personiskām problēmām un grūtībām, kā arī saņemt padomu;
- **atklājumu mācīšanos** (*playful learning*) – kļūdu un izmēģinājuma metode: jaunu lietu izmēģināšana, eksperimentēšana, kļūdišanās, mēģināšana atkal un atklāšanas prieks;
- **koprades procesu:** prezentāciju veidošana kopā, plakātu, maketu un video u. c. izgatavošana un veidošana (Savin-Baden, 2020).

Problēmrisināšanas metodi var izmantot kā mācību programmas pamatelementu – Pavsons un līdzautori to sauc par tīru (*pure*) problēmrisināšanas metodi (mācību procesu organizē ap problēmu, nevis tematu) vai kā daļu no mācību satura apguves (hibrīdproblēmrisināšanas metode) – kādā tematiskajā blokā.

Medicīnā, kur sākotnēji tika izmantota problēmrisināšanas metode, pieaugot uzkrāto zināšanu daudzumam un attīstoties tehnoloģijām, ik pa laikam jāpārskata vispārpieņemtie koncepti. Identiska situācija ir dabaszinātnēs, un nereti mācību procesā tiek uzsvērts “tas ir tas, ko mēs zinām pašreizējā brīdī, balstoties uz esošajiem atklājumiem”. Problēmrisināšanas metodei ir raksturīgs komplekss skatījums uz lietām.

AI

Nosauciet un paskaidrojiet piemērus situācijai, kur, pieaugot zināšanām, jaunu metožu attīstībai/ieviešanai ir mainījušies vispārpieņemtie koncepti jeb lietu skaidrojums? Piemēram, ģeogrāfijas nozīme ir būtiski mainījusies kopš ĢIS straujās attīstības vai ilgtspējīgas attīstības koncepta ieviešanas.

Jebkura problēmrisināšanas metode sākas ar pamatjautājuma uzdošanu skolēniem/studentiem, uz kuru nav viennozīmīgas atbildes vai arī jautājuma atbilde ir kompleksa un prasa kritisko

un radošo domāšanu. Nav viena vienkārša risinājuma. Problēmrisināšanas metodei raksturīga pašvadīta mācīšanās – skolēns/studenti ir atbildīgi par risinājuma meklēšanu; notiek darbs grupās, jo šai metodei nepieciešama viedokļu daudzveidība. Skolotājs darbojas kā mentors.

Viens no grūtākajiem skolotāja uzdevumiem ir definēt pētāmo pamatjautājumu. Pamatjautājumu ieteicams noformulēt kā gadījuma izpēti (*case study*).

Daži gadījuma izpētes ideju piemēri dabaszinātnēs:

1. Tu esi lidmašīnas pilots. Lidojuma laikā saņem informāciju no lidostas, ka tuvojas vētra. Kāda būs Tava rīcība?
2. Indijas lauksaimnieks *Andhra Pradesh* ir liela izaicinājuma priekšā – audzēt tradicionālo kokvilnu vai ģenētiski modificētu ar lielāku ražas kvalitāti, kas ir izturīga pret kaitēkļiem, taču atstāj lielāku iespaidu uz ekosistēmu. Palīdzi *Andhra* pieņemt lēmumu (pilns materiāls pieejams https://docs.google.com/document/d/1vskC4d4EafS8xajpSE9WB6X2tKiD-NlKSjhwFJPIQ_0/edit) (Džošuas Djūka (*Duke*) piemērs*)
3. Tavā skolā ir jauns skolēns ar kustību (vai redzes) traucējumiem. Pārvietošanās skolas gaitenīs viņam nesagādā problēmas, bet pārvietošanās pagalmā gan ir sarežģīta. Grupā izrunājiet, kādi varētu būt lielākie šķēršļi, un izveidojiet viņam pārvietošanās karti (Alana Pola Praisas (*Price*) piemērs*).

(*piemēri adaptēti no Delavēras Universitātes materiālu krātuves par problēmrisināšanas metodi <http://www1.udel.edu/pblc/index.html>)

4. Laika ziņu vadītājs Toms vēlas doties ceļojumā un meklē sev aizstājēju. Padomā, kādām prasmēm ir jāpiemīt laika ziņu diktoram. Pamēģini izveidot vienas dienas sinoptisko prognozi ar skaidrojumiem un pamatojumiem, uzfilmē un parādi to citiem. Padomā, kā nodot informāciju klausītājiem un skatītājiem.
5. Dabas detektīvs. Veicot dabas kartēšanu, tika konstatēts, ka skolas dārzā ir divas invazīvas augu sugas, taču tām ir pazudušas inventarizācijas lietas. Dabas skaitītāji atceras, ka augs ziedējis baltiem ziediem. Izpēti skolas dārzu, noskaidrojot, kuri no dārza augiem ir invazīvi un kuri nav.

AI

Uzrakstiet savas idejas potenciālajiem gadījumizpētes jautājumiem 3.5. attēla brīvajā laukumā. Kas ir grūtākais šādu jautājumu izveidē?



3.5. attēls. Manas gadījumizpētes idejas dabaszinātnēs

Dabas ģeogrāfijā un bioloģijā ar problēmrisināšanas metodi var pētīt vides problēmas, piemēram, tropiskās viesuļvētras un krasta eroziju; tūrisma ietekmi uz vidi u. tml. Viena no būtiskākajām problēmām tropu reģionos ir tropisko ciklonu pieaugums (Baltijas jūras reģionā – vētru) klimata pārmaiņu dēļ – fizikā var pētīt, kā rodas vētras spēks un kāpēc vētras kļuvas biežākas un spēcīgākas, un kādi ir potenciālie risinājumi (sasaiste ar ģeotehnoloģijām). Viens no nozīmīgākajiem problēmrisināšanas metodes piemēriem dabaszinātnēs ir dažādu ģeotehnoloģiju apgūšana, kuru min kā trešo svarīgāko sfēru darba tirgū pēc biotehnoloģijām un nanotehnoloģijām (Pawson et al., 2006 pēc Gewin, 2004).

Problēmrisināšanas metode ir veiksmīga platforma starpdisciplināritātei skolās, kā arī skolēniem neatņemamās ikdienas – virtuālās pasaules – lietderīgai izmantošanai.

M. Savina-Beidena (Savin-Baden, 2020) uzskata, ka pedagoģija nav ceļš uz darbu nākotnē, tie nav tikai kredītpunkti un standartizētie testi; tā nav tikai stratēģiju un rīku, apgūstamo prasmju kopums. Pedagoģijai vajadzētu nodrošināt saikni starp zināšanām, autoritātēm un likumdošanas varu.

Problēmrisināšanā balstītai mācīšanai vajadzētu uzdot jautājumus:

- Kādas zināšanas ir visvērtīgākās? Ko nozīmē “kaut ko zināt”?
- Uzsvērt kritiskās pārdomas kā līdzekli, kas mazinātu plaisu starp mācībām un ikdienas dzīvi.
- Pedagoģija nozīmē nevis saņemt zināšanas, bet pārveidot tās.
- Dot iespēju skolēniem izpētīt attiecības starp zināšanām un varu.

Pētniece norāda, ka problēmrisināšanas metode ļauj atteikties no standartizācijas, var nodrošināt mūsdienīgu mācību procesu (Savin-Baden, 2020), radot mācīšanas un mācīšanās ekosistēmu (*learning ecology*; Batesona koncepts: prāts ne tikai kā kaut ko izzinošs, bet veidoto saskarsmes tīklu starp indivīdiem, sabiedrību un Visumu kopumā) plašāki vides, politiskie un individuālie apsvērumi par to, kā būt cilvēkam un ko nozīmē mācīties?).

Problēmrisināšanas metode ir iztēles, izmēģinājuma un atklājumpriekša pedagoģija ar kritisku un analītisku faktu izvērtējumu, ar daudzveidīgu pasaules redzējumu, kur process ir ne mazāk svarīgs kā rezultāts. Tās jēga ir mudināt skolēnu/studentu pārvarēt grūtības, lauzt stereotipus, mazināt nenoteiktību, veicināt starpdisciplināru redzējumu, izmantojot viņa paša aizrautību un iekšējo motivāciju – redzēt mācības kā iespēju izaicināt, mainīt un pārveidot pasauli.

AI

Pārdomājiet 3.1. nodaļu! Kas no izlasītā rosināja aizdomāties vai mainīja Jūsu līdzšinējos uzskatus?

AI

Uz kuru no minētajiem gadījumpētījuma uzdevumiem Jūs vēlētos saņemt atbildi?

3.2. Inovāciju un sistēmiskā domāšana

Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas (IT) un globalizācija ir būtiski mainījuši mūsu domāšanu un arī darba tirgu. Mūsdienu pasaule ir kā savienota liela un kompleksa sistēma. Mēs nekad līdz šim neesam bijuši tik savienoti ar globālajiem tirgiem, ar citiem cilvēkiem, mainījies problēmu mērogs un kompleksums. Viena no svarīgākajām prasmēm, ko būtu nepieciešams apgūt, ir sistēmiskā domāšana (*system thinking*). Sistēmiskā domāšana ietver gan sistēmas kompleksumu, gan sociālo kompleksumu. Tāpat kā problēmrisināšanas pieejai arī sistēmiskai domāšanai ir dažādas definīcijas.

Par jēdziena “sistēmu domāšana” ieviesēju 1987. gadā uzskata Beriju Ričmondu (*Richmond*), labi pazīstamu vadītāju sistēmas domāšanas un sistēmu dinamikas jomā. Viņš raksta (1991): “Tā kā palielinās savstarpējā atkarība/saikne (*interdependency*), mums jāiemācās mācīties jaunā veidā. Tas nav pietiekami labi, lai tikai paliktu gudrāks un gudrāks, lai izprastu konkrēto lietu, piemēram, iezi. Mums ir jābūt kopējai valodai un sistēmai, lai dalītos ar mūsu īpašajām zināšanām, kompetenci un pieredzi gan lokālā, gan globālā mērogā. Mums ir vajadzīga esperanto valoda mūsu jaunajai pasaules sistēmai. Tikai tad būs gatavi rīkoties atbildīgi. Īsāk sakot, savstarpējā atkarība prasa sistēmu domāšanu. Bez tās (sistēmiskās domāšanas) evolūcijas trajektorija, kurai mēs esam sekojuši, kopš esam izcēlušies no pirmatnējās “zupas” (evolūcijas teorijā tā dēvē dzīvības sākumformas vidi), kļūs arvien mazāk dzīvotspējīga.”

AI

Kāds ir Jūsu viedoklis par minēto citātu? Vai piekrītat autoram?

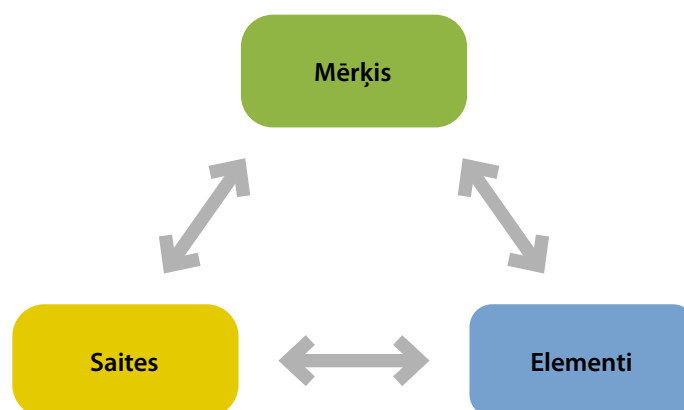
Berijs Ričmonds definē sistēmisko domāšanu kā mākslu un zinātņi, kā izdarīt ticamus secinājumus par uzvedību, attīstot arvien dziļāku izpratni par pamatā esošo struktūru. Viņš uzsver, ka cilvēki, kas izmanto sistēmisko domāšanu, sevi pozicionē tā, lai redzētu “gan mežu, gan kokus” (Richmond, 1994 no Arnold and Wade, 2015).

Merriam-Webster vārdnīcā sistēma definēta kā regulāri mijiedarbībā esoša vai savstarpēji atkarīga priekšmetu grupa, kas veido vienotu veselumu (*Merriam-Webster* tiešsaistes vārdnīca, n. d.). Sistēmas pamatprincips ir tāds, ka tā ir kaut kas vairāk nekā tās atsevišķās daļas.

AI

Miniet piemērus, ko Jūs saprotat ar “sistēmu”!

Tāpat kā lielākajā daļā sistēmu, sistēmdomāšana sastāv no trīs veidu lietām: elementiem (šajā gadījumā raksturlielumiem), savienojumiem (to, kā šie raksturlielumi ir saistīti un/vai atgriezeniski savstarpēji) un funkcijām vai mērķiem (skat. 3.6. attēlu).



3.6. attēls. Testa jautājumi sistēmas atpazīšanai. Sistēmai raksturīgie parametri
(Arnold and Wade, 2015)

Sistēmas ir savstarpēji saistītu un atkarīgu elementu grupas vai kombinācijas, ko veido vai raksturo:

- **Sinergija:** sinergijai raksturīga pazīme, kas ir elementu mijiedarbība tādā veidā, ka, tos apvienojot, kopējais efekts ir lielāks nekā atsevišķo elementu summa.
- **Analīze** prasmes, kas dod iespēju vizualizēt, pamatot un atrisināt gan sarežģītas, gan nesarežģītas problēmas un koncepcijas, kā arī pieņemt saprātīgus un uz pieejamo informāciju balstītus lēmumus. Šādas prasmes ietver spēju pierādīt loģisko domāšanu informācijas vākšanā un analizēšanā, problēmu risinājumu projektēšanā un testēšanā un plānu sastādīšanā.
- **Identificēšana:** pazīt kā konkrētu lietu/daļu/elementu.
- **Sapratne:** pilnīgi pārzināt; skaidri uztvert raksturu, būtību, nianšes.
- **Prognoze:** paredzēt sekas jeb konsekvences.
- **Modifikācijas:** lai izdomātu, plānotu vai izstrādātu izmaiņas vai pielāgojumus.

Sistēmiskā domāšana ir svarīga līdzdalības procesu nodrošināšanai, jo māca domāt un pieņemt daudzveidīgus viedokļus, jo kompleksas lietas var atrisināt tikai grupā, sadarbojoties, jo katram ir savas stiprās puses, savs redzējums un perspektīvas (Arnold and Wade, 2015).

AI, AG

Vai esat saskāries ar situāciju, kur viedokļu daudzveidīgums ir bijis ieguvums? Vai arī bijis risks?

Lielākā daļa cilvēku ir notikumorientēti: atrisina problēmu, aizmirst to; ja problēmu grūti atrisināt, tā tiek pārdefinēta kā liela problēma; 5 % ir sistēmdomājoši, kas prot (apgūvuši prasmes) notikumus uztvert kā daļu no sistēmas. *Zoom out* jeb paskatīties uz lietām/problēmsituācijām it kā no malas – paplašina redzējuma robežas.

Pēc Deivida Snowdena (*Snowden*) teorijas, sistēmas var iedalīt: vienkāršās, sarežģītās, kompleksās vai haotiskās (skat. 3.7. attēlu).



3.7. attēls. Sistēmu modelis pēc D. Snovdena teorijas *Cynefin*
(no velsiešu valodas 'dzīvotne') (Kalvāne un Krastiņa, 2020 pēc Snovdena, 2007)

Vienkāršajās sistēmās izmanto ierasto praksi, piemēram, receptes, instrukcijas, darba kārtību. Sarežģītajās sistēmās – analīzi un labo pieredzi – piemēram, jebkurā būvēšanas procesā vai atkārtotā laboratorijas eksperimentā. Haotiskajās sistēmās izmanto radošumu jeb izdomu, jo nav vēl zināšanu vai pieredzes, gandrīz visās jaunajās situācijās mēs rīkojamies radoši – līdzīgi kā Covid-19 pandēmijas sākumā, lai gan pēc pirmajiem pētījumiem šo pandēmiju varētu pārvietot uz komplekso sistēmu. Kompleksā sistēmā jeb kompleksā kontekstā nav vienas pareizās atbildes vai risinājuma. Labs piemērs ir bērnu audzināšana vai jau minētā pandēmija.

Lielākā daļa dabaszinātnēs risināmo jautājumu ir sarežģīti, bet izzināti tie kļūst saprotami. Jo vairāk zināšanu, jo vieglāk sistēmu saprast. Kā kompleksas sistēmas var minēt, piemēram, būtiskākās dabaszinātņu problēmas – bioloģiskā daudzveidība, ekosistēmu pakalpojumi (ekosistēmu pakalpojumi savukārt ir ekosistēmu nodrošinātie materiālie un nemateriālie labumi, kas palīdz nodrošināt cilvēku dzīves apstākļus; LIFE, bez datējuma), klimata pārmaiņas, dabaszinātņu izglītība, veselīgs dzīvesveids.

PATSTĀVĪGIE DARBI

AI, AG

Papildiniet sistēmas konceptus ar piemēriem, strādājot grupās vai individuāli! Vai sistēmas mainās atkarībā no pieredzes, lomas?

AI, AG

Noskaties video par veselīgu dzīvesveidu no sistēmdomāšanas viedokļa:

https://www.youtube.com/watch?v=_vS_b7cJn2A

Kurus ietekmējošos faktorus svāra zaudēšanai autori piemin video? Kādi aspekti vēl ir svarīgi?

Te varat aplūkot iespējamās atbildes!

AG

Sākotnēji visas jaunās lietas ir nišas produkti vai pakalpojumi. *Start-up* un *spin-off* ir nišas produkti/pakalpojumi, kas sākotnēji eksistē paralēli esošajai ierastajai patēriņa vai ieradumu sistēmai. Pakāpeniski, pateicoties patērētājiem, kuri interesējas par jaunumiem nozarē (jebkurā) un kurus neapmierina esošā kvalitāte vai sistēma, nišas produkti ienāk ierasto ieradumu sistēmā un kļūst par daļu no tās (skat. Schot and Kanger, 2016 publikāciju; pieejama <https://www.nature.com/articles/nenergy201654>). Padomājiet, kuri no Jums zināmajiem produktiem vai pakalpojumiem pirms 5–15 gadiem ir bijuši nišas produkti/pakalpojumi, bet tagad ir nozīmīgi un būtiski mūsu ikdienā! Kādas dabaszinātņu teorijas pirms 10–20 gadiem tika uzskatītas par revolucionārām vai vēl nebijā definētas? Zinātniskās metodes, piemēram, CRISPR (akronīms no *clustered regularly interspaced short palindromic repeats* jeb latviski – atkārtotu palindromisku sekvenču un starpsekvenču sarakojumi)?

AG

Darbnīca “Tosterproblēma dabaszinātniekam”

Sistēmiskā domāšana sākas ar tosteri. Tev ir problēma? Vispirms pasaki man, kā Tu pagatavo grauzdētu maizīti? Adaptēts no *Tom Wujec* tīmekļvietnes <https://www.drawtoast.com/>

Pirms sākt modelēt sarežģītas un kompleksas lietas, jāsāk ar vienkāršo. Jums būs jāuzzīmē modelis problēmsituācijai – gribu tostermaizi. Kā pie tās tikt? 2–3 minūšu laikā individuāli uzzīmējiet modeli. Presentējiet to.

Noskatieties video un izdomājiet nākamās darbības soļus:

https://www.youtube.com/watch?v=_vS_b7cJn2A

AG

Grupās izdomājiet modeļus dabaszinātnēs, piemēram, pupas augšanas modelis, plātņu tektonikas modelis, fizikālās – ķīmiskās reakcijas olas cepšanas procesā u. tml.

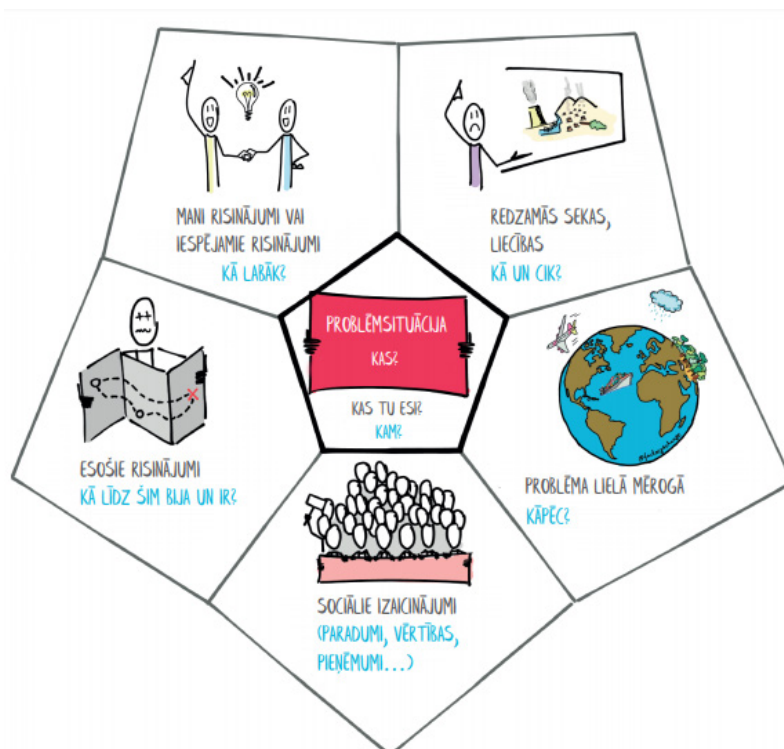
Sistēminovācija ir holistiska jeb veseluma pieeja analīzei, kurā galvenā uzmanība pievērsta tam, kā sistēmas sastāvdaļas ir savstarpēji saistītas un kā sistēmas darbojas laika gaitā un lielāku sistēmu kontekstā.

PrM un sistēminovāciju risinājumu meklēšanai visbiežāk tiek izmantotas *canvas* – shēmu tipa rīki. Eiropas Inovāciju un tehnoloģijas institūta (EIT) klimata zināšanu un inovāciju kopienas *Climate-KIC* atbalstīta izglītības un mobilitātes aktivitātes *Young Innovators* ietvaros ir izstrādāti īpaši materiāli un rīki, kuri pielāgoti jauniešiem inovāciju un sistēmiskās domāšanas apguvei, pamatojoties uz problēmrisināšanas metodi.

Projekta tīmekļvietne: <https://younginnovators.climate-kic.org/>. Projektā ir izveidota rokasgrāmata skolotājiem un izglītotājiem “Inovāciju un sistēmiskā domāšana. Projekta “*Young Innovator*” pieredze un materiāli” ir pieejami LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes tīmekļvietnes sadaļā “Skolotājiem” <https://www.geo.lu.lv/studijas/skolotajiem/>

Viens no rīkiem – **Pentagonālā problēma** (skat. 3.8. attēlu) – izmantojot šo izklājumu (*canvu*), skolēni analizē problēmu jeb gadījuma pētījumu, izaicinājumu no sešām perspektīvām.

1. Pentagona centrā ir nosacījums. Skolēni minūtes laikā uz līmlapiņām uzraksta savu viedokli par to, kam šī problēma ir svarīga jeb kas ir saistītās un ieinteresētās puses. Piecas minūtes diskutē un sagrupē lietotājus klasteros, izvēloties vienu grupu, ar kuras skatījumu šo problēmu/izaicinājumu analizēs.
2. Nākamajā vienas minūtes solī uz citas krāsas līmlapiņas, sākumā individuāli, vēlāk grupā izanalizē indikatorus – kas liecina/rāda, ka šī problēma ir aktuāla?
3. Trešajā solī nosaka, kādas varētu būt ilgtermiņa negatīvās sekas, ja šo problēmu nerisina, un kādas pozitīvās, ja problēmu risina?
4. Ceturtajā solī tiek definēti sociālie izaicinājumi jeb kas varētu notikt sabiedrībā, draugu lokā, manī?
5. Kā šī problēma ietekmē manu un manu draugu rīcību, uzvedību, attieksmi?
Pirmie soļi ir analītiskā jeb kritiskā informācijas vākšana un izvērtēšana, kas būs pamatā prezentācijai (kam tas svarīgi, kas liecina, ka svarīgi, kas notiks ar mums, ja šo nerisināsim?).
6. Tikai izejot analītisko ciklu, var nonākt līdz pēdējam – sestajam – solim – esošie risinājumi – kā šo problēmu parasti risina? – un potenciālie risinājumi – kā mēs redzam šīs problēmas/izaicinājuma risinājumu. Šajā solī tiek attīstīta radošā domāšana, jo ideju ģenerēšanas noteikums ir “ļaujām sapņot”.



3.8. attēls. **Pentagona problēma** – viens no rīkiem problēmsituācijas analīzei (Kalvāne un Krastiņa, 2020). Problēmsituācijas izvērtējums – pēc visu soļu iziešanas. Foto no G. Kalvānes personīgā arhīva

AG, IK

Izmantojot klusā dialoga metodi (uz lielās lapas, klusumā katrs individuāli uzraksta), uzrakstiet būtiskākās vides problēmas savā skolā/darbavietā/universitātē? Apvelciet trīs, kuras ir Jums nozīmīgas. Nobalsojiet par visbūtiskāko apvelkot. Izmantojot Pentagona metodi, sameklējiet labāko risinājumu problēmai.

Atvēliet darbam vismaz 40 minūtes (vairāk par metodi var uzzināt Kalvāne un Krastiņa, 2020).

Problēmsituācijas



3.9. attēls. Apkopojums par būtiskākajām vides problēmām skolotāju skatījumā (G. Kalvānes personīgais materiāls no projekta *Young Innovators* semināriem)

Viens no sistēmiskās domāšanas pamatelementiem ir radošā domāšana. Radošā domāšana dabaszinātnēs ietver darbības, kuras demonstrē atjautību, oriģinalitāti (gan ideju ģenerēšanā, gan pasniegšanā) un domāšanu plašākā kontekstā, lai izveidotu saites un savienojumus, tā ļauj “saredzēt un akceptēt” dabaszinātņu kompleksumu (nereti nav vienas pareizās atbildes vai viena ietekmējoša faktora), attīsta empātiju, sadarbības spējas. “Radīt” ir Blūma taksonomijas augstākās izziņas pakāpe, kas ietver dizainēšanu, plānošanu, ģenerēšanu, izgudrošanu un domāšanu ārpus rāmjiem (*outside the box*) (Open University, bez datējuma).

Radošās domāšanas uzdevumi pirms analītiskajiem bieži vien noved pie dziļiem jautājumiem un atklājumiem vai arī problēmsituāciju inovatīviem risinājumiem.

Viena no metodēm, ko var izmantot radošās un kritiskās domāšanas attīstīšanai kontekstā ar vides problēmām vai citiem dabaszinātņu problēmjautājumiem, ir shēmas tipa rīks – avīzes raksts vai bloga ieraksts (projekta *Young Innovator* materiāls).

Avīzes raksts / ieraksts blogā (The Cover Story)



3.10. attēls. Avīzraksts/ieraksts blogā – viens no projekta *Young Innovator* rīkiem problēmsituācijas analīzei un radošās domāšanas attīstīšanai (Kalvāne un Krastiņa, 2020)

Darba izpildes ilgums ir vismaz 30 minūtes. Skolēni tiek aicināti domāt ilgtermiņā – “Kāda varētu būt šī problēmsituācija pēc 5–10 gadiem?” “Ko blogos vai avīzes varētu rakstīt par šo problēmu, tās risinājumu?” “Pieredzes stāsti un laika skala, kā tika ieviests risinājums.” (Skat. 3.10. attēlu)

AI

Kas ir būtiskākie sistēmiskās domāšanas elementi? Kā sistēmisko domāšanu Jūs varētu ieviest savā un skolas ikdienā?

AI

Veiciet Pentagona metodes SVID jeb SWOT (Stiprās puses, Vājās puses, Iespējas un Draudi) analīzi! Par SVID analīzes principiem lasiet:
<https://www.storyboardthat.com/lv/articles/b/svid-anal%C4%ABze-veidnes>

3.3. Līdzdalība

Latvijas Republikas Kultūras ministrija pilsonisko līdzdalību definē: “Darbība sabiedrības labā, interešu aizstāvība un sabiedrības iesaistīšanās pašvaldības, valsts un ES politikas procesos ir svarīgs demokrātijas pamats. Pilsonisko līdzdalību īsteno, iesaistoties dažādās organizācijās, politiskās partijās, piedaloties vēlēšanās, sapulcēs, gājienos un piketos, veicot brīvprātīgo darbu un ziedojot u. c. aktivitātēs, izrādot iniciatīvu.” (Latvijas Republikas Kultūras ministrija, bez datējuma)

Pilsoniskā līdzdalība ir iedzīvotāju iesaistīšanās sabiedrībai nozīmīgu jautājumu apspriešanā un īstenošanā, tomēr pilsoniskā līdzdalība Latvijā ir kvantitatīvi un kvalitatīvi zemā pakāpē, jo tai nav dziļu demokrātisku tradīciju, ko iespējams mainīt mācību procesā, tai skaitā arī dabaszinātnēs.

AI

Kādās pilsoniskās līdzdalības aktivitātēs Jūs esat iesaistījies? Kāda tai bijusi saistība ar dabaszinātņu apguvi?

AI

Miniet piemērus, kā pilsonisko līdzdalību var saistīt ar mācību procesu dabaszinātnēs!

Nodaļā doti divi piemēri pilsoniskas līdzdalības veicināšanai un attīstīšanai dabaszinātnēs: 1. sabiedrības iesaistīšanās zinātnē (*citizen science*) koncepts; 2. mentālās kartes izmantošana pilsētvides/apdzīvotas vides telpiskās plānošanā pašvaldībā.

Sabiedrības iesaiste zinātnē. Sabiedrības iesaiste zinātnē (*citizen science*; mēdz tulkot arī “sabiedriskā zinātne”) kā termins parādījās nesen, tomēr pati ideja ir ļoti sena. Idejas pamatlicēji ir tādi zinātnieki kā Darvins, Ņūtons, kas bija entuziasti un pētīja zinātnes un sabiedrības labā.

Sabiedriskās zinātnes ideja ir darīt pētniecisko un zinātnisko darbu kā brīvprātīgajam – līdzdalība zinātnes darbā, un sabiedrības informēšana par/ap zinātņi (Latvijā nodala kā zinātnes komunikācija).

Oksfordas vārdnīcā termins parādījās 2014. gadā, attīstoties IT un pieaugot datu apjomam (atvērtie dati (*open data*)) šī ideja ir kļuvusi arvien populārāka, un parādās aizvien vairāk zinātnisko publikāciju par to.

Vēsturiski tieši dabaszinātnēs, jo īpaši botānikā, sabiedrību visbiežāk un visvairāk iesaista zinātnē. Sabiedrisko zinātņi plaši izmanto arī astronomijā. Viens no piemēriem astronomijā ir meklēt melnos caurumus jeb radioviļņu avotus, kas atklāti ar lielāko radioteleskopu LOFAR (vairāk par projektu <https://www.zooniverse.org/projects/chrimrnp/radio-galaxy-zoo-lofar>). Šādu projektu ir daudz, jo šobrīd tiek iegūts milzīgs daudzums attēlu no Visuma, planētām, kurus fiziski zinātnieku grupa nav spējīga apstrādāt. Astronomijas projektu ideja ir, ka, pārskatot uzņemtos attēlus, varētu identificēt kaut ko zīmīgu, īpašu, ko būtu vērts pārbaudīt.

Sarakstus ar CS projektiem astronomijā un citās nozarēs var atrast: <https://www.nasa.gov/solve/opportunities/citizenscience>, https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_citizen_science_projects

Viens no vērienīgākajiem (arī vienkāršākajiem) CS projektiem ir mākoņu un lidmašīnas astu novērošana, ko koordinē NASA. Projekta ideja ir veikt ikdienas mākoņainības, mākoņu tipa fiksēšanu un datus ievadīt lietotnē *Globe Observer* (datus var ievadīt arī sākumskolas skolēni, jo lietotnē tiek doti gan mākoņu attēli u. c. materiāli). Zinātniekiem iegūtie dati ir svarīgi, lai varētu kalibrēt/pārbaudīt satelītu novērojumus, jo satelītattēliem lielākais traucējums jeb “troksnis” ir tieši mākoņi. Iegūtie dati tiek automātiski vizualizēti kartēs, un tos var salīdzināt gan globālā, gan reģionālā mērogā.

Sīkākas instrukcijas angļu valodā pieejamas vietnēs: <https://observer.globe.gov/do-globe-observer/clouds/making-cloud-observations>. Latvijā projektu koordinē Bērnu vides skola: <http://www.videsskola.lv/projekti/16-projekts-2>.

Dabasdati.lv – Latvijas Dabas fonda uzturēta dabas novērojumu platforma, kā arī lietotne, kur Latvijas iedzīvotāji ir aicināti iesūtīt tādas sezonālās norises dabā kā putnu migrācija (pirmais īpatnis, pirmā dziesma, aizlidošanas datums), kukaiņu, abinieku, zīdītāju un augu fenoloģiju (fenoloģija – zinātne par sezonālajām norisēm dabā un to ietekmējošajiem faktoriem) – pirmais taurenis, augu attīstības fāzēm kā lapu plaukšana, ziedēšanas sākums, lapu krāsošanās.

Sabiedrības iesaiste zinātnē kā mācību procesa sastāvdaļa paaugstina mācību motivāciju, jo skolēns/studenti redz sava darba rezultātu un jēgpilnumu, bet zinātniekiem brīvprātīgie dati uzlabo zinātniskā un pētnieciskā darba kvalitāti. Sabiedriskās zinātnes izmantošanu var uzskatīt arī par atgriezeniskās saites piemēru.

AI

Kāds ir Jūsu viedoklis par sabiedrības iesaisti zinātnē? Kuros dabaszinātņu apguves tematos to varētu izmantot?

Skolēnu **līdzdalība telpiskās plānošanas procesos** ir samērā jauna pieeja, tomēr pasaules līmenī diezgan plaši izplatīta, arī Latvijā ir daži piemēri. Visbiežākās skolēnu iesaistes metodes ir: mentālā jeb priekšstatu karte un vietas kartēšana. Šie temati tiks apskatīti nākamajā nodaļā.

AI

Kādas ir Jūsu pirmās asociācijas, dzirdot jēdzienu “mentālā karte”?

Mentālā jeb priekšstatu karte. Orientēšanās telpā jeb telpiskā mentālā karte ir daļa no mūsu ikdienas. Mūsu ikdienu, sajūtas, pasaules redzējumu nosaka un ietekmē mentālā karte jeb priekšstatu karte. Telpiskā domāšana un izjūta raksturīga ikvienam no mums, lai cik labi vai slikti mēs orientējamies jeb atrodam virzienu (Rosenberg, 2019).

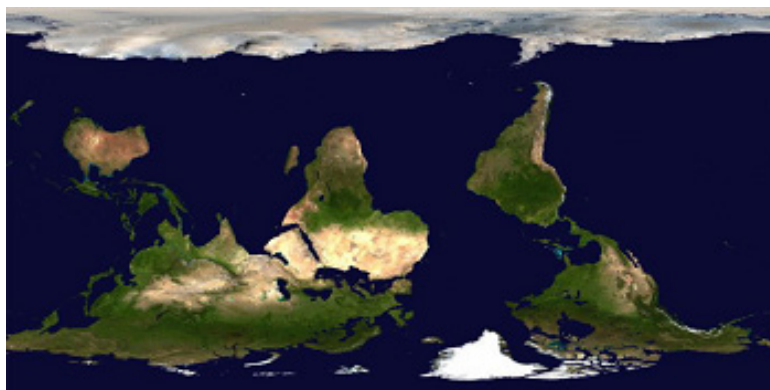
Mums ir vietas, ko mīlam (topofilija), un vietas, no kurām izvairāmies (topofobija), mēs parasti izvēlamies ierasto maršrutu, nevis jaunu un citiem dodam norādes, izmantojot savu mentālo karti (nereti saprotamu tikai mums kā pasakā “Aizej tur, nezin kur”). Ejot pa pazīstamu apkārtni, mūs vada mentālā karte (Rosenberg, 2019).

Latvijas Zinātņu akadēmijas Akadēmiskajā terminu datubāzē “AkadTerm” minēta šāda mentālās kartes definīcija: “Indivīda apziņā izveidojies pasaules jeb kādas vietas kartogrāfisks tēls. Mentālā karte ietekmē ceļojumu galamērķu izvēli, piemēram, tūrists nedosies uz vietu, kas viņam ir nepazīstama, nav viņa mentālajā kartē. Mentālā karte ļauj orientēties ceļojuma laikā, ja nav pieejamas kartes, norādes vai ceļveži.” (LZA, bez datējuma)

Tā ir karte mūsu prātā ar kombinētu informāciju ar faktoloģisko materiālu un mūsu subjektīvajiem lēmumiem un interpretācijām. Elizabete Bornemane (*Borneman*, 2014) uzskata, ka mentālā karte reflektē indivīda ģeogrāfijas izpratni, kā viņš redz pasauli. Tas ir apkārtējās vides modelis jeb atspoguļojums, ko laika gaitā uzbūvējis indivīda prāts – smadzeņu telpisks redzējums (Graham, 1976).

Mentālās kartes zīmēšana ietver gan dabaszinātņu, gan sociālās jomas sasniedzamos rezultātus, savukārt, veicot to analīzi, sadarbībā ar pašvaldības speciālistiem tiek attīstītas pilsoniskas līdzdalības prasmes un veidotas tradīcijas. Pētījumi liecina – ja jaunietis savā pašvaldībā jūtas uzklauts un redz, ka viņa priekšlikumi tiek ņemti vērā, ir lielāka varbūtība, ka pēc studiju beigām viņš atgriezīsies pašvaldībā.

Mentālā karte atspoguļo idejisko un emocionālo attieksmi pret telpu, ietver viņa politisko nostāju, sociālo lomu, ekonomiskās intereses.



3.11. attēls. Pasaules karte apgrieztā jeb nestandarta projekcijā (Serva, bez datējuma)

Kā atzinusi Kristīne Serva, šāda karte kā 3.11. attēlā mums intuitīvi šķiet nepareiza, lai gan mainījies ir tikai skatu punkts.

Radot un apzināti uzliekot savu mentālo karti uz papīra, mēs varam vairāk pievērst uzmanību apkārtnē un apkārt notiekošajam, radīt jaunas idejas, mainīt skatījumu uz lietām. Elspeta Greiema (Graham, 1976) uzsver, ka mentālās kartes izpēte lauž domāšanas stereotipus.

AG

Kāda izskatītos pasaules karte, ja centrā mēs ievietotu Latviju?

Arvien vairāk un biežāk dažādu zinātņu nozaru pētnieki izmanto mentālās kartes kā pētījumu objektu (Götz un Holmén, 2018). Mentālās kartes veidošana skolās nodrošina starppriekšmetu saikni. Mentālās kartes var jēgpilni izmantot ģeogrāfijas, vēstures, valodas, politoloģijas, ekonomikas studijās, psiholoģijā, kā arī IT apgūvē.

Ģeogrāfijā mentālās kartes parasti izmanto uzvedības ģeogrāfijas pētījumos (*behavioral geography*), lai meklētu saikni un mijiedarbības starp ainavu un cilvēku, kā cilvēka uzvedība maina ainavu (Rosenberg, 2019), kā cilvēki izskaidro pasauli, mijiedarbojas ar to (Borneman, 2014). Tās var palīdzēt izskaidrot, kā cilvēki jūtas konkrētā pilsētas apdzīvotajā daļā (topofilija-topofobija), kas korelē ar noziedzības līmeni, nacionālo sadalījumu, vidi, sociālo segregāciju u. tml., kā viņi uzvedas konkrētās vietās. Mentālā karte ir būtisks un svarīgs telpiskās attīstības rīks.

Mentālajās kartēs nav svarīgs mērogs, proporcijas vai ziemeļu virziens, jo telpiskā uztvere ir individuāla, piemēram, attālumu uztveres vai vietu izmantošanas biežuma un tādējādi nozīmīguma ziņā. Šo karti veido vietas un ceļi, ar kuriem mums ir bijusi personīga sastapšanās un kas saglabājušās mūsu prātā kā vietas ar nozīmi (Krūmberga, 2014), kuras ietver arī mūsu komforta līmeni teritorijā.

Ģeogrāfijā mentālo karšu konceptu izmantoja Imanuels Kants 18. gadsimtā, savukārt moderno izpratni par mentālajām – kognitīvajām kartēm kā telpisko orientēšanos telpā radīja psihologs Edvards Tolmans (Götz un Holmén, 2018). No 20. gadsimta 60. gadiem uzvedības ģeogrāfijas pētnieki izmanto mentālās kartes kā cilvēka prāta attēlojumu telpā.

AI

Uzzīmējiet mentālo karti.

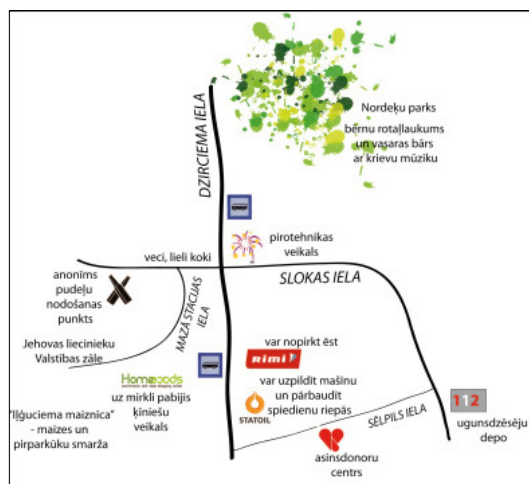
Kā radīt savu mentālo karti? Ieteikumi telpiskās mentālās kartes veidošanai.

Pirms sākat – atcerieties, ka šai kartei nav mēroga, pareizo apzīmējumu, struktūras. Tas ir Jūsu īpašais, unikālais skatījums un sajūtas par apkārtējo vidi! Katra karte ir īpaša, nozīmīga un svarīga!

Daži ieteikumi:

- Novietojiet lapu horizontāli, jo mūsu smadzenēm tā vieglāk uztvert informāciju (ne velti dators, TV ir horizontāls).
- Lapas centrā uzzīmējiet/ieskicējiet galveno jeb svarīgāko objektu – kur Jūs pavadāt visvairāk laika? Vai kura telpa/ēka/vieta Jums ir visnozīmīgākā, tuvākā pēc sajūtām? Uzrakstiet, kas tā ir. Svarīgāko rakstiet ar drukātajiem burtiem un melnu krāsu.
- Papildiniet ar citām ēkām/būvēm/vietām, kuras Jums svarīgas. Svarīgāko zīmējiet lielāku!
- Savienojiet objektus ar ceļiem jeb pārvietošanās maršrutiem. Katru ceļu zīmējiet citā krāsā. Lielums nozīmē svarīgumu. Parādiet attiecības starp vietu un ceļu (cik bieži, vai patīk/nepatīk tur iet?)
- Izmantojiet spilgtas krāsas (tomēr ne pārāk daudz). Mēs vispirms redzam un atceramies attēlu, bet pēc tam tajā esošo informāciju.
- Uzrakstus veidojiet īsus!

Ja vēlaties paskaidrot, izveidojiet kartes leģendu – izdomājiet savus apzīmējumus un lapas lejā vai otrā pusē pierakstiet tos (piemēram, upmala – man patīk te pavadīt vasaras kopā ar draugiem; veikals – te ir garšīgākās maizītes; X vieta – man te patīk, jo...).



3.12. attēls. Mentālās kartes paraugs (K. Krūmberga, 2014)

Apvienojot skolēnu/studentu veidotās mentālās kartes, pašvaldības speciālisti iepazīst jauniešu skatījumu uz pilsētvidi vai apdzīvoto teritoriju un ņemt to vērā plānošanā, nodrošinot pilsonisku sabiedrību.

Kartēšana kā pilsoniskas līdzdalības metode. Bērnu vadītas pastaigas un fotofiksācija ir divas biežākās metodes, ko pasaulē lieto, lai izzinātu jauniešu redzējumu par pilsētvides elementiem, mobilitāti tajā.

Bērnu vadīta pastaiga (angliski *Child-led Walk*, vāciski *Streifzug*) ir metode, kurā bērni izveido pieaugušajiem pastaigu maršrutu pa kādu teritoriju, kuras laikā dokumentē apskatīto. Metodes izmantošanas mērķis ir iegūt pēc iespējas autentiskāku bērnu viedokli par pētāmo teritoriju, identificējot bērniem būtiskus elementus, kurus viņi apzināti nenosauktu (Stikāne, 2016).

Fotofiksācija “zaļie un sarkanie rāmji” – skolēni zaļajā rāmī fiksē vietas, kuras mīļas, kuras šķiet tuvas (topofilija), sarkanajā – bīstamās, vizuāli nepievilcīgās (topofobija) (skat. 3.13. attēlu).



3.13. attēls. Fotofiksācijas metode “Sarkanie un zaļie rāmji” (L. Stikāne, 2016)

Kartēšana tradicionāli bijusi ģeogrāfijas joma, taču tā ir universālā metode, ko var lietot ikvienā mācību jomā, piemēram, bioloģijā kartējot dažādus biotopus, atradnes; fizikā – vietas, kur iespējams attīstīt vislielāko paātrinājumu; ķīmijā – kartējot vides piesārņojumu.

Kartēšanu var veikt, gan izmantojot analogās metodes, gan arī IT. Instrukcijas par ArcGIS online izmantošanu izstrādājis Kristaps Freijs (2020), un tās ir pieejamas: <https://www.geo.lu.lv/studijas/skolotajiem/macibu-metodiskais-materials-arcgis-online-apguvei/>

3.4. Pētnieciskās prasmes kā pašvadītās mācīšanās elements

Caurviju prasmes kā kritiskā domāšana un pašvadītā mācīšanās dabaszinātnēs apgūstamas, veicot pētījumus. Pētījumu (*scientific research*) var definēt kā matemātisko un eksperimentālo darbību kopumu. Tā ir metode, kas palīdz konstruēt un testēt hipotēzi. Pētījums – zinātniskā metode – sistemātisks ceļš, kā izpētīt, atklāt pasauli mums apkārt un gūt atbildes uz jautājumiem.

Būtiskākā atšķirība no citām zināšanu iegūšanas formām ir jau minētās hipotēzes konstruēšana un pierādīšana ar eksperimentu vai novērojumiem (pietiekamu lielu datu kopu). Tam var būt (var arī nebūt) arī problēmrisināšanas pieeja.

Interesants un viegli uzskatāms skaidrojums par zinātnisko metodi pieejams Kāna akadēmijas (*Khan academy*) resursos: <https://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-biology-foundations/hs-biology-and-the-scientific-method/a/the-science-of-biology>

Dabaszinātņu pētījuma soļi uzskatāmi parādīti Ilinoisas Universitātes tīmekļvietnē atrodamajā shēmā *The Scientific Method*. Pētījums sākas ar problēmas definēšanu/identificēšanu, otrais solis ir hipotēzes vai arī pētāmā jautājuma veidošana. Tas ir kopīgs visiem pētījumiem dabaszinātnēs. Abos pirmajos posmos būtiskas ir zinātniskās literatūras studijas (kas aktuāls pētāmajā nozarē, vai mana ideja ir inovatīva un nepieciešama, aktuāla?). Trešais posms ir datu ieguve, lai apstiprinātu/noraidītu hipotēzi vai atbildētu uz pētāmo jautājumu. Datu ieguves metodes atkarīgas no pētījuma jomas. Tas var būt gan novērojums, gan eksperiments, gan lauka pētījumi, modelēšana, statistikas datu analīze, intervijas (raksturīgas ģeogrāfijai), kartēšana u. c. Pēc sekmīgas datu ievākšanas seko datu analīze un interpretācija jeb rezultātu izskaidrošana (ir jāatbild uz jautājumu “Kāpēc? Kā iegūtos rezultātus var skaidrot?”).

Pēdējais pētījuma posms ir secinājumai un iegūto rezultātu publicēšana/prezentēšana jeb pastāsti citiem. Zinātnes komunikācija ir viena no līdzdalības formām – arī apgūstamajām prasmēm caurviju prasmēm.

Pētījumi dabaszinātnēs būtiski attīsta kritisko domāšanu, kā arī pašvadīto mācīšanos, jo līdzīgi kā attēlā lielākoties pētījuma soļus parasti veic viens sadarbībā ar komandu (tādējādi tiek attīstītas arī sadarbības prasmes). Sadarbība parasti notiek pētījuma sākumstadijā, definējot pētāmo jautājumu, izvēlētos labākās metodes, kā arī diskutējot par secinājumiem.

Kā definēt pētījuma problēmu/virzienu? Pirms sāk pētījumu, pats svarīgākais ir apzināt savas/skolēna stiprās puses un intereses. Ja esat aktīvs un kustīgs, visticamāk, darbs, kas prasa lielu pacietību un rūpīgu darbu, nešķitīs aizraujošs, toties ātrums ļauj veikt lauka pētījumus; ja esat introverts, iedzīvotāju anketēšana klātienē (raksturīga zinātniskā pētījuma metode ģeogrāfijā) būs pārlietu izaicinoša. Tomēr dažreiz der pārvarēt sevi. Personīgā ieinteresētība tēmā ir nākamais solis: ja Jūs aizrauj mūzika, iespējams, var pievērsties skaņu fizikai vai mūzikas ietekmei uz cilvēka uzvedību (to pēta uzvedības ģeogrāfijā)? Uzturu var pētīt gan no ķīmisko savienojumu viedokļa, gan uzturvērtību – no bioloģijas skatupunkta. Mūsdienās pētījumi dabaszinātnēs ir starpdisciplināri jeb saistāmi ar vairākām nozarēm un nav strikti nodalāmi pa pētniecības jomām. Piemēram, klimata pārmaiņas vai ekosistēmu pakalpojumi.

Ieteicams iepazīties ar tīmekļvietni, kurā ar testa palīdzību var saņemt ieteikumus zinātnisko projektu un pētījumu idejām: <https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/science-projects>.

Kopsavilkums

Mūsdienu skolas mērķis ir skolēnu kompetenču attīstība sekmīgai dzīvei 21. gadsimtā, dabaszinātņu kontekstā ietverot gan dabaszinātnisko izpratību, gan arī caurviju prasmes. “Skola 2030” projektā ir definētas sešas caurviju prasmes – kritiskā domāšana un problēmrisināšana, jaunrade un uzņēmējspēja, pašvadīta mācīšanās, sadarbība, pilsoniskā līdzdalība, digitālā prasība. Šo prasmju apguve tiek akcentēta arī pētījumos par nākotnes darba tirgus prasībām. Dabaszinātņu mācību process ir lieliska platforma šo prasmju veidošanai un attīstībai, gan eksperimentējot, gan veicot novērojumus, uzkrājot informāciju, izvirzot hipotēzes un meklējot, pierādot risinājumus dažādiem ar reālo dzīvi saistītiem izaicinājumiem. Būtisko komplekso dabaszinātņu problēmu – klimata pārmaiņu, bioloģiskās daudzveidības samazināšanās, globalizācijas un mobilitātes, nevienlīdzības, pārtikas un uztura problemātikas, ilgtspējīga attīstības, kas definētas ANO Ilgtspējīgas attīstības mērķos, – risinājumiem nepieciešama jaunrade un sistēmiskā, kritiskā domāšana, problēmrisināšana, kas apgūstama un izmantojama dabaszinātnēs.

Pilsoniskā līdzdalība Latvijā ir zemā līmenī, jo tai nav vēsturisku tradīciju, tāpēc jo būtiskāk pilsoniskās līdzdalības aktivitātes integrēt skolas mācību procesā. Dabaszinātnēs līdzdalības procesus var nodrošināt, iesaistoties sabiedrības iesaistes zinātnē (*citizen science*) projektos, apzinot un risinot pašvaldībai vai apkaimei svarīgos problēmjautājumus ilgtspējīgas attīstības konceptā.

Izmantotā literatūra

- Arnold, R. D., Wade, J. P. (2015). A Definition of Systems Thinking: A Systems Approach. *Procedia Computer Science* 44. 669–678.
- Borneman, E. (2014). What are Mental Maps? Pieejams: <https://www.geographyrealm.com/mental-maps/>
- David, L. (2020). Problem-Based Learning (PBL). Pieejams: <https://www.learning-theories.com/problem-based-learning-pbl.html>
- Fišers, R. (2005). *Mācīsim bērniem domāt*. Rīga: Izdevniecība RaKa, 325 lpp.
- Gerstein, J (2016). *The Other 21st Century Skills: Educator Self-Assessment*. Pieejams: <https://usergeneratededucation.wordpress.com/2015/01/16/the-other-21st-century-skills-educator-self-assessment/>
- Götz, N., Holmén, J. (2018). Introduction to the theme issue: “Mental maps: geographical and historical perspectives”, *Journal of Cultural Geography*, 35:2, 157–161.
- Graham, E. (1976). What Is a Mental Map? *The Royal Geographical Society*. Vol. 8, No. 4 (1976), pp. 259–262. <https://cemast.illinoisstate.edu/students/high-school/research/information.shtml>
- Illinois State University (bez datējuma). The Scientific Method. Pieejams: <https://cemast.illinoisstate.edu/students/high-school/research/information.shtml>
- Krūmberga, K. (2014). Mentālās kartes. Pieejams: <https://pargeografiju.wordpress.com/2014/03/02/mentalas-kartes/>
- Latvijas Republikas Kultūras ministrija (bez datējuma). *Pilsoniskā iesaistīšanās*. Pieejams: <https://www.km.gov.lv/lv/integracija-un-sabiedriba/pilsoniska-iesaistisanas>
- Letonika, 2000. Terminu skaidrojumi. Pieejams: <https://www.letonika.lv/groups/default.aspx?r=&q=izvirz%C4%ABts&id=1003200&g=1>
- LIFE, bez datējuma. Ekosistēmu pakalpojumi. Pieejams: https://ekosistemas.daba.gov.lv/public/lat/ekosistemu_pakalpojumi1/petijums_ko_domajam_par_ekosistemu_pakalpojumiem1/

- LZA, bez datējuma. Mentālā karte. Pieejams: http://termini.lza.lv/term.php?term=mentālā_karte&list=karte&lang=LV
- Nilson, L. B. (2010). *Teaching at its best: A research-based resource for college instructors* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass. Pieejams: <https://teaching.cornell.edu/teaching-resources/engaging-students/problem-based-learning>
- Open university (bez datējuma). What can creativity look like in geography? Pieejams: <https://www.open.edu/openlearn/education/teaching-secondary-geography/content-section-3>
- Pawson, E., Fournier, E., Haig, M., Muniz, O., Rafford, J., Vajoczki, S. (2006). *Problem-based Learning in Geography: Towards a Critical Assessment of its Purposes, Benefits and Risks. Journal of Geography in Higher Education*, Vol. 30, No. 1, 103–116.
- Rosenberg, M. (2019). Mental Maps. Pieejams: <https://www.thoughtco.com/mental-map-definition-1434793>
- Savin-Baden, M. (2020). What Are Problem-Based Pedagogies? *J Probl Based Learn*. DOI: 10.24313/jpbl.2020.00199
- Schot, J., Kanger, L. 2016 (2016). The roles of users in shaping transitions to new energy systems. *Nature Energy* 1(5):16054
- Serva, K., bez datējuma. *Mental maps in geography*. Pieejams: <https://study.com/academy/lesson/mental-maps-in-geography.html>
- Snowden, D. J., Boone M. E. (2007). A Leader's Framework for Decision Making. *Harvard Business Review* 85(11): 68–76, 149.
- Stikāne, L. (2016). Bērniem draudzīgas plānošanas principu ieviešana Latvijas mazpilsētās: Brocēnu un Skrundas pilsētu piemēri. Maģistra darbs. LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte.
- WEF (World Economic Forum), bez datējuma. The Future of Jobs and Skills. Pieejams: <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/chapter-1-the-future-of-jobs-and-skills/#view/fn-1>
- Wujec (bez datējuma). An Introduction to Systems Thinking and Wicked Problem Solving™. Pieejams: <https://www.drawtoast.com/>

4. NODAĻA

Skolēnu praktiskā darbošanās dabaszinātņu apguvē un informācijas tehnoloģiju izmantošana

Dabaszinātnes ir eksperimentālas zinātnes. Skolēni dabaszinātņu stundās vēlas paši eksperimentēt un praktiski darboties – gan izmantojot, gan neizmantojot IT rīkus un ierīces. Lai teorija nepaliktu abstrakcijas līmenī, ar reālu vai virtuālu eksperimentu palīdzību var ilustrēt, kā notiek procesi, pārlicināties vai noskaidrot, kādas likumsakarības ir spēkā starp procesa raksturlielumiem.

Atbilstoši amerikāņu zinātnieka Edgara Deila (Dale, 1969) praksē balstītiem novērojumiem, var apgalvot, ka cilvēki atceras 10 % no lasītā, 20 % no dzirdētā, 30 % no redzētā, 50 % no redzētā un dzirdētā, 70 % no pašu teiktā un rakstītā un 90 % no pašu darītā, tātad visvairāk (70–90 %) atceras lietas un darbības, kas realizētas aktīvā mācību procesā. Mācīšanās rezultāts ir atkarīgs no skolēna iesaistīšanās pakāpes, tātad, lai mācīšanās būtu efektīva, ir jāorganizē praktiskie un laboratorijas darbi, projekti, eksperimenti, kā arī jāveido uzdevumi, kuros skolēniem ir iespēja mācīt citus.

Sasniedzamie rezultāti

- Zināsiet, kāpēc un kādus modeļus lieto dabaszinātnēs.
- Raksturosiet praktisko un laboratorijas darbu nozīmi dabaszinātnēs.
- Skaidrosiet, kādi ir skolēnu praktiskās darbošanās veidi un kas jāņem vērā, organizējot to dabaszinātņu apguvei.
- Zināsiet, kādi IT rīki un ierīces ir izmantojamas dabaszinātņu apguvē.
- Pratīsiet identificēt un organizēt tehnoloģijās balstītus mācību uzdevumus, kas iesaista skolēnus aktīvā mācību procesā.

4.1. Modeļi dabaszinātnēs

Sadzīvē ar jēdzienu “modelis” parasti saprot (Labbude, 2010):

- 1) oriģinālā objekta samazinātu kopiju, piemēram, rotaļlietu automobilis, kuģis u. c.;
- 2) noteiktos izmēros izgatavota oriģināla paraugu jeb prototipu, piemēram, topošās ēkas prototips, topošā apģērba paraugs u. tml.

Modeļus dabaszinātnēs lieto, lai attēlotu:

- objektu uzbūvi, kas dabā bieži vien ir ar sarežģītu struktūru;
- parādību un procesa norisi, kurus ietekmē daudzi faktori.

Skolēnam ar esošajām zināšanām attiecīgajā vecumposmā ir ļoti sarežģīti vai pat neiespējami izskaidrot aplūkotos objektus, parādības vai procesus. Modeļos ietver tikai noteiktas, būtiskas īpašības, kas ļauj vienkāršāk skaidrot procesa norisi un izprast likumsakarības. Lai gan, veidojot modeļus, ņem vērā eksperimentos iegūtus novērojumu datus, tie ir precīzi tikai ierobežotās situācijās. Piemēram, gaismas stars ir modelis, ar kura palīdzību varam demonstrēt gaismas taisnvirziena izplatīšanos, atstarošanos un laušanu, bet ne gaismas viļņu īpašības – viļņu pārklāšanos jeb interferenci un viļņu atspoguļēšanos ap šķēršļiem jeb difrakciju.

Modeļus var apskatīt no dažādiem aspektiem: vai tas ir reāls oriģināla atveidojums vai domās izveidots modelis; vai tas ir telpisks vai plaknē veidots modelis; vai tas attēlo uzbūvi vai ļauj demonstrēt procesu; vai modelis ir statisks vai to iespējams pārveidot (skat. 4.1. tabulu).

4.1. tabula. **Modeļu tipi** (adaptēts no Labbude, 2010)

Kritērijs	Realitāte		Dimensijas		Atbilstība oriģinālam			Izmantojums, izziņas veids		Īpašības		Iespējas modificēt	
	Domāšanas modelis	Uzskates modelis	Attēls, 2D modelis	Telpiskais modelis, 3D	Līdzīgs jeb homologs modelis	Identisks jeb analogs modelis	Teorētisks modelis (nav reāla oriģināla)	Mācību modelis	Pētniecības modelis	Struktūrmodelis	Funkcionālais modelis	Statiskais modelis	Dinamiskais modelis
Globuss		x		x	x			x		x		x	
Klimata modelis		x	x		x	x			x		x	x	x
Šūnas modelis (3D)		x		x	x	x		x		x	x	x	
Molekulas modelis (3D)		x		x	x	x		x	x	x		x	
Masas punkts	x			x			x	x		x		x	

AI

Miniet modeļu piemērus, kurus izmanto ķīmijā, fizikā, bioloģijā un ģeogrāfijā! Pamatojiet, kāpēc to var uzskatīt par modeli dabaszinātnēs! Kādas ir šo modeļu izmantojuma robežas?

Dabaszinātņu mācību procesā tiek lietots vēl viens modeļu veids – analogijas. Tiek meklēta pētāmo procesu līdzība ar skolēnam zināmām ikdienas lietām. Analogijas, kas tiek lietotas ķīmijas jautājumu apgūvē, piemēram – ūdeņraža atoms tiek salīdzināts ar sporta stadionu, atoma

struktūra tiek salīdzināta ar Saules sistēmu, enerģijas līmeņi atomā tiek salīdzināti ar grāmatplauktiem u. tml. Analogijas, kas tiek lietotas bioloģijas apgūvē, piemēram, šūna tiek salīdzināta ar pilsētu vai ķīmisko fabriku, proteīnu sintēzes process tiek salīdzināts ar mājas būvniecību, klasifikācijas sistēma tiek salīdzināta ar lielveikala preču sakārtojumu u. tml. Analogijas, kas tiek lietotas fizikas apgūvē, piemēram, acs optiskā sistēma tiek salīdzināta ar fotoaparātu, strāvas plūšana elektriskajā ķēdē tiek salīdzināta ar ūdens plūsmu caurulēs, spriegums tiek salīdzināts ar ūdens spiedienu u. tml. (Harrison & Coll, 2008).

AI, AG

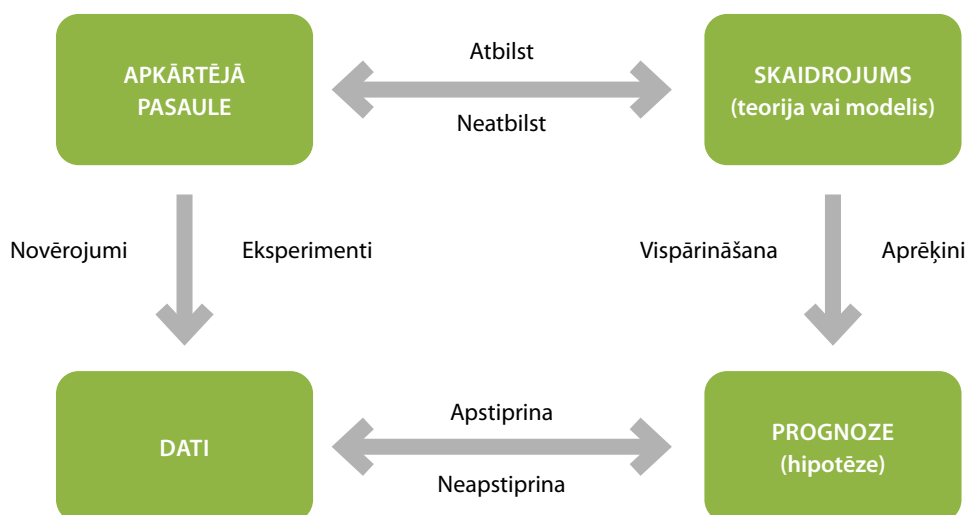
Sameklējiet un aprakstiet kādu analogiju, ko lieto dabaszinātņu mācību procesā – paskaidrojiet līdzību uzbūvē vai procesa norisē, kas ļauj izmantot šādu analogiju.

4.2. Praktiskās un praktiski pētnieciskās metodes

Kā cilvēki iegūst zināšanas un izpratni par apkārtējo pasauli un kā šīs zināšanas izmanto, lai skaidrotu apkārtējā pasaulē notiekošos dabas procesus un izveidotu dažādas tehnoloģijas, bez kurām mūsdienās būtu grūti iedomāties ikdienu (skat. 4.1. attēlu)?

AI

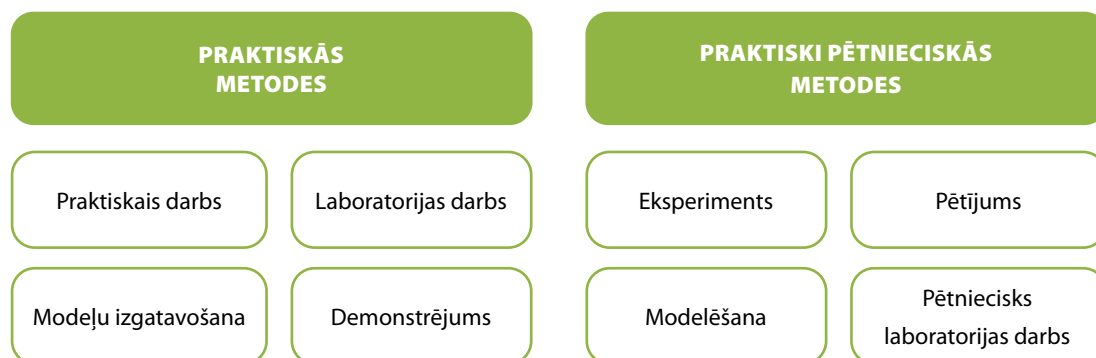
Kā Jūs atbildētu uz šo jautājumu?



4.1. attēls. Zinātniskās domāšanas modelis (adaptēts no Giere, 1991)

Dabaszinātnes ir eksperimentālas zinātnes, līdz ar to praktiskām un praktiski pētnieciskām metodēm dabaszinātņu mācību procesā ir vairāki nozīmīgi mērķi (Knight, 2004; Labbude, 2010; McDaid, 2015; Millar, 2004; Namsons, 2010; Toplis, 2015; Volkinšteine, 2016; Wellington & Iresson, 2017):

- Demonstrēt procesus, parādības, notikumus, likumsakarības, tādējādi iepazīstinot ar tiem, piemēram, demonstrēt gaismas viļņu īpašības, dažādu faktoru ietekmi uz ķīmisko reakciju ātrumu, asinsspiediena un sirdsdarbības atkarību no muskuļu darba.
- Attīstīt praktiskās darbošanās prasmes, piemēram, mērīt, iegūt datus ar sensoriem un datu uzkrājējiem, izgatavot modeļus, lasīt kartes, strādāt ar mikroskopu, sagatavot dažādu vielu šķīdumus.
- Pārbaudīt apgūto teoriju praksē, piemēram, vai iegūst sāļus, reaģējot skābei ar bāzi; vai lodītes kustība, ripojot pa slīpo plakni, ir vienmērīgi paātrināta; vai augi sastāv no šūnām; vai kartē tuvu uzzīmētas augstumliknes dabā nozīmē stāvākus paugurus.
- Pašiem atklāt cēloņsakarības, piemēram, izpētīt, kā temperatūra ietekmē difūzijas ātrumu; kāda ir optimālā temperatūra zirņu dīgšanai; kā ķermeņa masa ietekmē inerci.
- Mainīt kļūdainos uzskatus par procesiem, piemēram, praktiski pārbaudīt šādus kļūdainus priekšstatus: izelpotajā gaisā pamatā ir oglekļa dioksīds un ļoti maz skābekļa; ja balonu piepūš ar gaisu, tas kļūst vieglāks; smagākas lodītes krīt ar lielāku ātrumu no viena un tā paša augstuma nekā vieglākas lodītes; ja ķermenis kustas vienmērīgi, kustības virzienā ir pielikts lielāks spēks.
- Modelēt procesus, izmantojot informāciju tehnoloģijas, piemēram, izmantojot kustības sensoru, skolēnam pašam pārvietojoties telpā reālā laikā, konstruējas ātruma un/vai koordinātas grafiks; izmantojot simulācijas, var modelēt procesus, kurus ir grūti vai neiespējami mācību procesā realizēt – pētīt, kā lāzeros rodas gaisma; ar ko atšķiras stipras un vājas skābes mikrolīmeni; modelēt dabisko atlasī, kontrolējot apkārtējās vides apstākļus; modelēt, kā tektonisko plākšņu kustība rada kalnus, vulkānus un okeānus, mainot plākšņu biezumu, sastāvu un temperatūru.
- Radīt un uzturēt interesi par dabaszinātnēm – demonstrēt vai piedāvāt realizēt skolēniem pārsteidzošus un saistošus eksperimentus, piemēram, demonstrējums ar Rubensa cauruli, kā skaņas viļņi caurulē maina gāzes spiedienu un vizuāli demonstrē to ar gāzes liesmu atšķirīgo augstumu; izveido pats savu lavas lampu, izmantojot eļļu, ūdeni, *Alka-Seltzer* putojošās tabletes un krāsvielu; izpētīt, kā notiek osmoze, ja gumijas lācīšus atstāj uz nakti atšķirīgas koncentrācijas sāls šķīdumā.
- Attīstīt un pilnveidot pētnieciskās darbības prasmes – apstrādāt informāciju, izvirzīt hipotēzi un to eksperimentāli pārbaudīt, izvēlēties atbilstošus darba piederumus, sagatavot un veikt eksperimentu, veikt rūpīgus novērojumus, precīzi reģistrēt datus, apstrādāt datus, izvērtēt rezultātus un secināt (skat. 4.2. un 4.3. attēlu).



4.2. attēls. Praktiskās un praktiski pētnieciskās metodes dabaszinātnēs

AI

Kuri mācību mērķi, jūsuprāt, atbilst praktiskajām metodēm un kuri – praktiski pētnieciskajām metodēm? Pamatojiet savu izvēli!

AI

Definējiet, kādas metodes var uzskatīt par praktiskām metodēm un kādas – par praktiski pētnieciskām metodēm.

AG

Sarindojiet pēc nozīmīguma, kuri, jūsuprāt, ir nozīmīgākie mērķi, domājot par praktisko darbošanos dabaszinātnēs dažādos vecuma posmos – sākumskolā, pamatskolā, vidusskolā. Salīdziniet rezultātu ar kolēģi un diskutējiet, ja viedokļi atšķiras.

PRAKTISKĀS METODES	PRAKTISKI PĒTNIKSKĀS METODES
<p>Metodes un procedūras Skolēni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • lieto dažādas ierīces, vielas eksperimentos; • veic novērojumus un mērījumus; • izgatavo modeļus; • strādā, ievērojot drošības nosacījumus 	<p>Pētnieciskā darbība Skolēni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • lieto un pilnveido pētnieciskās darbības prasmes; • uzdod jautājumus un pārbauda praktiski izvirzītās idejas; • reģistrē mērījumu datus, analizē un interpretē iegūtos datus, izvērtē datu iegūšanas metodes; • modelē procesus un parādības dabaszinātnēs; • izvērtē iegūto pierādījumu ticamību, izdarot secinājumus

4.3. attēls. Skolēnu prasmju pilnveide, izmantojot praktiskās un praktiski pētnieciskās metodes dabaszinātņu mācību procesā

Mācību procesa mērķis ir panākt, lai skolēns uzņemas atbildību par mācīšanās procesu, iegūstot jaunas zināšanas un prasmes, aktīvi darbojoties, novērojot, lasot, diskutējot, eksperimentējot, pētīt u. tml. No vienas puses, skolēnam pašam jāapzinās, ko nozīmē aktīva mācīšanās, bet no otras puses – skolotājam ir jānodrošina skolēniem iespēja piedalīties dažādās mācību situācijās, piedāvāt savas idejas, analizēt, secināt, uzņemties atbildību un izvērtēt savu darbību (skat. 4.4. attēlu).

AG

Pārspriediet ar kolēģi un ierakstiet katrā 4.2. tabulas ailē darbības, kā, mācību procesā organizējot demonstrējumus un laboratorijas darbus, izpaužas uz skolēnu vai skolotāju centrēts mācību process, ja to vada skolotājs vai skolēns. Aile, ja uz skolotāju centrētā mācību procesā pašu procesu vada skolotājs, ir aizpildīta kā piemērs, kādas darbības būtu novērojamas.

4.2. tabula. Uz skolēnu un uz skolotāju centrēts mācību process (adaptēts no Erätuuli & Meisalo, 1991)

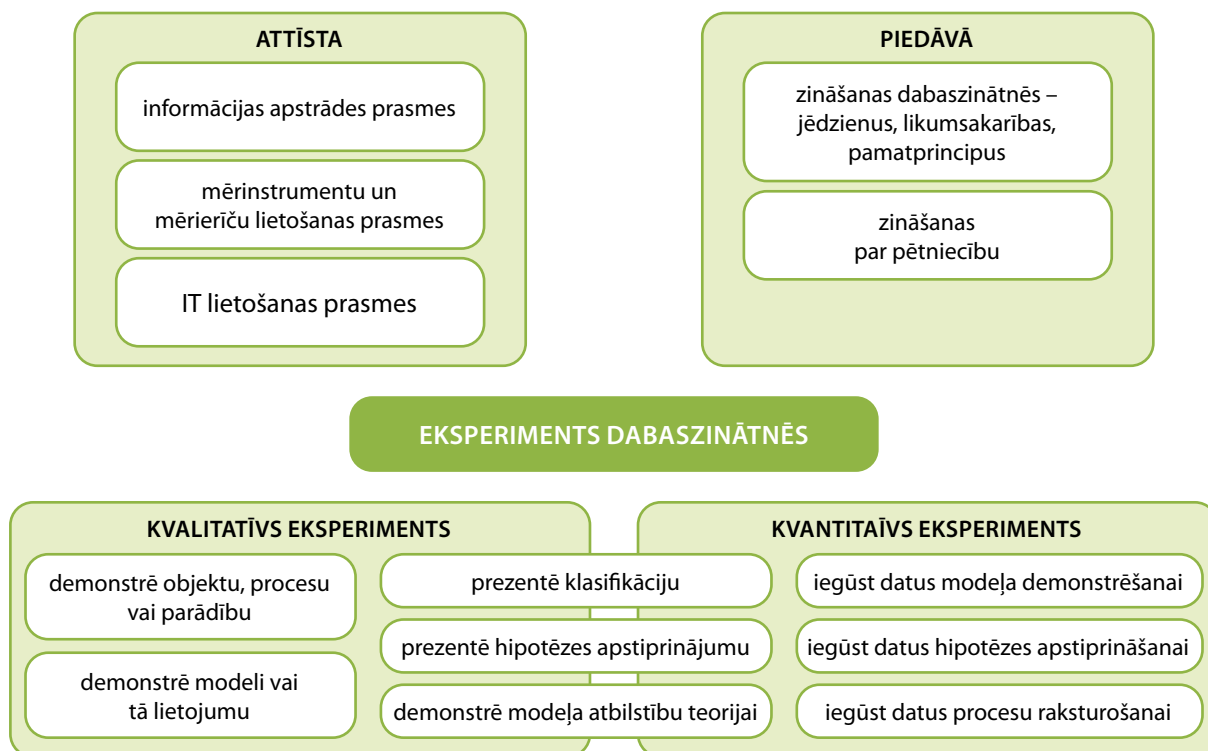
	Uz skolotāju centrēts mācību process	Uz skolēnu centrēts mācību process
Mācību procesu vada skolotājs	<ul style="list-style-type: none"> skolotājs rāda demonstrējumu, analizē rezultātus un izdara secinājumus skolēni pieraksta skolotāja stāstījumu savos pierakstos 	
Mācību procesu vada skolēns		

IK

Ievietojiet 4.2. tabulas ailēs atbilstošajās vietās mācību procesā novērojamos darbību aprakstus. Salīdziniet savu rezultātu ar kolēģa rezultātu un atšķirību gadījumā pamatojiet savu izvēli.

Novērojamo darbību apraksti:

- 1) skolēni vai skolotājs plāno demonstrējumu;
- 2) skolotājs rāda demonstrējumu, skolēni sniedz norādījumus, kādi ir mainīgie lielumi, kā skolotājs varētu tos mainīt, kā varētu analizēt mērījumu rezultātus;
- 3) skolēni plāno un veic laboratorijas un pētnieciskos darbus;
- 4) skolotājs vada skolēnu darbu, lai viņi plānotu eksperimentu, apstrādātu iegūto informāciju un secinātu;
- 5) skolēni plāno un paši izlemj, kā izpētīt kādu parādību un ko viņi iemācīsies (piemēram, projekta darbi).



4.4. attēls. Eksperimenta nozīme dabaszinātnēs

Drošība un uzvedības noteikumi

Skolotājs, kas organizē praktiskos darbus mācību procesā, atbild par drošiem darba apstākļiem un drošu vidi skolēniem. Veselība un drošība vispirms, mācīšanās pēc tam. Pirms plānojat jebkuru praktisko darbošanos:

- identificējiet potenciālo bīstamību vielām, materiāliem un praktiskajā un laboratorijas darbā veicamajām darbībām;
- iepriekš izmēģiniet visus plānotos eksperimentālos darbus, lai tie netiktu veikti pirmo reizi klasē kopā ar skolēniem;
- izveidojiet risku novērtējumu, kam būtu jābūt iekļautam skolas drošības noteikumos;
- mācību procesā pieturieties pie tā, ko esat iepļānojuši, klasē nerealizējiet idejas, kas nepat ienākušas prātā un nav iepriekš izmēģinātas.

AG

Atrodiet un izveidojiet drošības noteikumus, kas jāievēro, strādājot praktiskos un laboratorijas darbus attiecīgajā mācību priekšmetā, ko apgūstat – fizikā, ķīmijā, bioloģijā, ģeogrāfijā vai dabaszinībās.

AG

Salīdziniet drošības noteikumus dažādos mācību priekšmetos. Izvērtējiet, kas tajos ir kopīgs un kas ir specifisks katrā priekšmetā. Izveidojiet kopīgus drošības noteikumus, kas jāievēro, strādājot praktiskos un laboratorijas darbus dabaszinātnēs.

Pirms sāk strādāt praktiskos un laboratorijas darbus, ar skolēniem ir jāvienojas par uzvedības un drošības noteikumiem, kas ir jāievēro dabaszinātņu laboratorijā. Noteikumi ir jāpieliek telpā pie sienas. Tiem ir jābūt labi salasāmiem, lieliem burtiem, kurā izceltas būtiskākās lietas līdztekus izdrukātajai instrukcijai par drošības nosacījumiem, kas jāievēro dabaszinātņu laboratorijā.

Lai noteikumi būtu skolēnam saprotami un skolēns sajustu atbildību par noteikumiem, kas jāievēro, veicot praktiskos un laboratorijas darbus dabaszinātņu laboratorijā, ieteicams noteikumus sastādīt kopā ar skolēniem, pārrunājot, kāpēc šāds noteikums ir būtisks un kādi draudi var rasties, ja šo noteikumu neievēro. Veidojot uzvedības noteikumus, jāpievērš uzmanība arī noteikumu formulējumam. Divi formulējumi, kuri apraksta vienu un to pašu darbību, ko drikst/nedrikst darīt laboratorijā: “Laboratorijā nekādā gadījumā nedrīkst skriet” un “Atrodoties laboratorijā, vienmēr pārvietojies ejot”.

AG

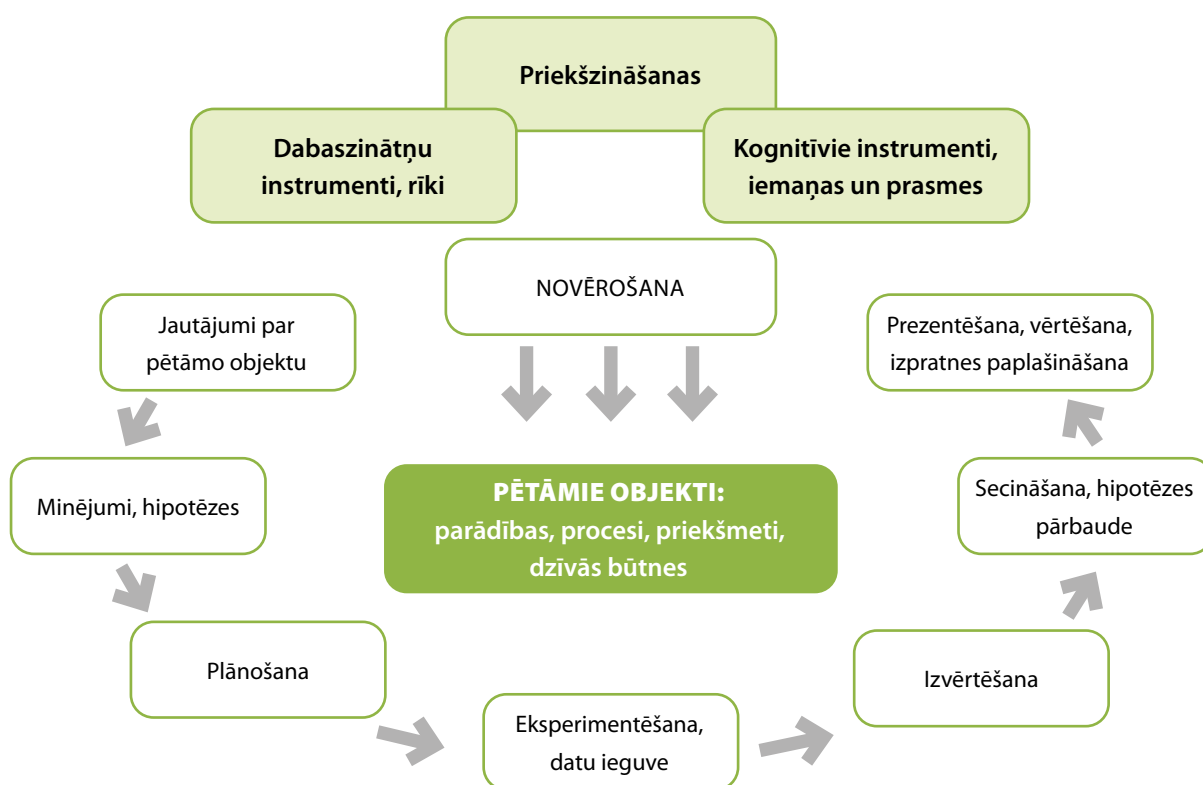
Izveidojiet uzvedības noteikumus, kas jāievēro, strādājot praktiskos un laboratorijas darbus. Salīdziniet izveidotus noteikumus ar kolēģa piedāvājumu un pārrunājiet atšķirības. Vienojieties par kopīgu noteikumu versiju!

Lietas, par ko ieteicams pārdomāt un ietvert uzvedības noteikumos (McDaid, 2015):

- 1) kur praktisko un laboratorijas darbu laikā atrodas somas un jakas;
- 2) par to, ka laboratorijas telpā pārvietojamies ejot; iespējams, ka ir vērts vienoties par vienvirziena kustību, lai izvairītos no haosa, kad skolēni iet pēc kādām ierīcēm vai vielām un atgriežas savā darba vietā pa to pašu eju;
- 3) kad kāds runā, citi klausās;
- 4) ja neesi pārliecināts par to, kas jādara, pārtrauc iesākto, izlasi un/vai pajautā, kā rīkoties;
- 5) ja notiek kāds negadījums, tad uzreiz informē par to skolotāju un apkārtējos skolēnus, kurus var skart negadījuma sekas;
- 6) darbu laikā darba vietā nelietojam dzērienus un ēdienus (drošības nosacījumi – ķīmiskās vielas, dažādas ierīces, datori u. tml.);
- 7) nepieciešamības gadījumā ir jāvalkā aizsargbrilles;
- 8) gari mati ir jāsasien astē;
- 9) ja izlīst ūdens, tas nekavējoties jāsaslauka;
- 10) DROŠĪBA VISPIRMS, mācības seko pēc tam.

Eksperimentēšanas cikls

Eksperimentēšanas sākumā tiek aktualizēta skolēna iepriekšējā pieredze, tiek radīta interese par pētāmo objektu, skolēni uzdod jautājumus par neskaidrajām lietām (nepieciešamības gadījumā arī skolotājs uzdod jautājumus) (skat. 4.5. attēlu). Meklējot atbildes, tiek izteikti minējumi, izvirzītas hipotēzes. Atbilstoši hipotēzei vai pētāmajam jautājumam tiek plānots un veikts eksperiments, iegūstot datus. Eksperimenta rezultāti tiek izvērtēti, lai varētu izdarīt secinājumus un pārlicināties par hipotēzes pareizību. Skolēni komunicē par iegūtajiem rezultātiem, par veikto eksperimentu, par nepieciešamību veikt vai neveikt papildu eksperimentus, lai pārbaudītu citas hipotēzes, tādējādi var spriest par skolēna iegūtajām prasmēm un zināšanām.



4.5. attēls. Eksperimentēšanas cikls un tā posmi (adaptēts no Labbude, 2010)

Eksperimentēšanas cikls dabaszinātņu apgūvē visās izglītības pakāpēs ir identisks, atšķiras tikai, cik daudz atbildības par procesa virzību skolotājs ir uzticējis skolēniem, vai tiek risināti atvērti vai slēgti jautājumi un kādas ir nepieciešamās iemaņas un prasmes darba veikšanai.

AG

Izpētiet eksperimentēšanas ciklu. Kura vai kuras no tajā attēlotajām prasmēm ir pamatā tādām zinātnes nozarēm kā astronomija, ornitoloģija, meteoroloģija?

Eksperimentēšana ir neatņemama dabaszinātņu mācīšanās sastāvdaļa, ir ierasts, ka eksperimentē fizikā un ķīmijā, novēro bioloģijā, bet visu iepriekšminēto var darīt arī ģeogrāfijas apguves procesā.

Science through inquiry vai Inquiry-based science – ir “pētījumu un atklājumu veikšanas” pieeja, kur skolēniem tiek nodrošinātas iespējas izpētīt kādu problēmu/parādību, meklēt iespējamus risinājumus, veikt novērojumus, uzdot jautājumus, pārbaudīt idejas, domāt radoši un izmantot savu intuīciju, izstrādāt koncepcijas un procesus, kā arī izvērtēt savu izpratni, ņemot vērā pieejamos pierādījumus. Šajā pieejā skolēna uzskati tiek konfrontēti ar eksperimentāli jauniegūtajiem rezultātiem. Tas nodrošina dziļāku pētāmās problēmas izpratni un esošo uzskatu (konceptu) maiņu uz tādiem, kas tuvāki dabaszinātnēs balstītai izpratnei. Metode prasa izmantot pierādījumus, loģiku un iztēli, izstrādājot skaidrojumus par dabas pasauli (Bulba, 2020).

Kā atzinis Labude (2010), dabaszinātnēs nozīmīgas zināšanas nav sekmīgi apgūstamas, izmantojot tikai netiešu vai pasīvu uztveri, ir nepieciešami empīriski pierādījumi, kas tiek iegūti novērošanas un eksperimenta laikā.

“Vispirms šaubās, tad pēta, tad atklāj,” – Henrijs Bukle, angļu kultūrvēsturnieks. “Jo vienkāršāks ir eksperiments, jo tas ir skaistāks,” – Hanss Molišs, botāniķis (no P. Labude, 2010).

Pirms eksperimenta veikšanas ir svarīgi pārrunāt ar skolēniem par viņu konceptiem un pieņēmumiem par pētāmo lietu, kas vēlāk palīdzēs izprast atšķirību starp novērojumiem un interpretāciju, un nepieļaut novērojumu rezultātu sajaukšanu ar sākumā aktualizēto priekšzināšanu fragmentiem.

Eksperimentu veikšanas gaitā nozīmīgi ir četri komponenti:

- 1) pieņēmums jeb hipotēze vai pētāmais jautājums;
- 2) atkarīgais mainīgais lielums (kas interesē, ko iegūst jeb rezultāts, veicot eksperimentu);
- 3) neatkarīgais mainīgais lielums (kas mainās, piemēram, mainot apstākļus);
- 4) eksperimenta norisi ietekmējošie faktori (kādi apstākļi var ietekmēt eksperimenta izdošanos/neizdošanos) (Labude pēc Hammann et al., 2006).

Eksperimenta izvērtējumā svarīgākais ir noskaidrot, vai pieņēmums (hipotēze) apstiprinās? Kādi ir svarīgākie rezultāti (saistība starp atkarīgajiem un neatkarīgajiem lielumiem)? Kas varēja ietekmēt rezultātu? Kā es varētu uzlabot eksperimentu?

AI

Ir ierasts, ka eksperimenti ir ķīmijā un fizikā, bet iedrošinām Jūs meklēt un eksperimentēt arī citos mācību priekšmetos, piemēram, temata “Klimats” apgūvē. Klimats ir viens no vissarežģītākajiem tematiem ģeogrāfijas apgūvē, tajā pašā laikā klimata pārmaiņas un to radītās sekas ir viena no būtiskākajām globālajām problēmām. Zināšanas un izpratne par klimata veidotājfaktoriem, ietekmi, pārmaiņu sekām ir eksistenciāli svarīgas. Eksperimenti var palīdzēt veidot izpratni par klimata veidotājfaktoriem un CO₂ kā siltumnīcas efekta gāzes (SEG) ietekmi.

Projektā “Klimata valoda” tika izveidotas vienkārši veicamu eksperimentu instrukcijas (skat. 4.6. attēlu) un videoparaugdemonstrējumi par klimata tematiku.

Eksperimenti klimata temata apguvei ģeogrāfijā:

1. **Mistiskais CO₂.** Eksperimenta gaitā tiek uzskatāmi parādīta CO₂ kā siltumefekta gāzes ietekme uz diviem parametriem: gaisa temperatūru un pH. CO₂ klātbūtnē gaisa temperatūra paaugstinās, savukārt ūdens pH līmenis – pazeminās.
2. **Albedo.** Klimats dažādos pasaules reģionos atšķiras, ko galvenokārt ir noteikusi nevienmērīga virsmas sasilšana. Eksperimenta sākumā tiek izvirzīta hipotēze, kura virsma sasils vairāk un kāpēc. Sildot dažādu krāsu virsmas, tiek novērota albedo ietekme – var novērot, kuras virsmas atstaro, kuras absorbē Saules siltumenerģiju.
3. **Augi – klimata pārmaiņu dalībnieki.** Eksperimenta laikā var gūt pierādījumus, kāpēc Amazones lietusmeži tiek uzskatīti par planētas plaušām. Kā augi fotosintēzes rezultātā “maina” CO₂ līmeni gaisā?
4. **Ledāju kušana.** Ir viena no klimata pārmaiņu sekām, tomēr ne visi ledāji kūst vienādi. Eksperiments ļauj izprast, kā kūst ledāji okeānos un uz sauszemes.
5. **Klimats burkās.** Izmantojot stikla burkas vai plastmasas spainišus kā zemeslodes modeli, eksperimenta gaitā var noskaidrot siltumnīcas efekta un ūdens ietekmi uz temperatūras izmaiņām.

Iepriekšminētos eksperimentus var atrast projekta “Klimata valoda” blogā: <https://languageofclimate.wordpress.com/experiments/>

KLIMATA VALODA Mistiskais CO₂

OĢĻSKĀBĀ GĀZE

EKSPERIMENTA BŪTĪBA CO₂ jeb oġļskābā gāze ir viena no dabīgā siltumnīcas efekta izraisītājgāzēm. Pateicoties dabiskajam siltumnīcas efektam, uz Zemeslodes kopumā valda patīkami silts klimats. Tomēr cilvēka darbības rezultātā oġļeikļa dioksīda (CO₂) koncentrācija pēdējos 200 gados ir paaugstinājusies gandrīz uz pusī. Būtiskākie CO₂ antropogēnie (cilvēka radītie) avoti ir fosīlā kurīnāmā (nafta, akmeņogles, dabasgāze) dedzināšana, rūpniecība, transports. Arī mēs katrs izelpojām CO₂. Vidēji vienā dienā viens cilvēks “saelpo” –1 kg CO₂. CO₂ paaugstinātā koncentrācija rada divus būtiskus riskus:

1. Paaugstinās gaisa temperatūra;
2. Samazinās okeāna ūdens pH (ūdens vide paskābinās).

Pierādām?


NEPIECIEŠAMIE MATERIĀLI

Eksperimentam Skābais CO₂:

- pH metrs vai pH indikators;
- kokteiļa salmiņš;
- liels, vaļējs, plākans trauks (vēlams 1l);
- destilētais ūdens (250-300 ml, atkarībā no trauka platuma, bet tā, lai ūdens ir vismaz 5 cm augstumā).

Eksperimentam Siltais CO₂:

- divi lieli (5l vai vairāk) plastmasas trauki ar vākiem (var izmantot 3 l stikla burkas, taču ar plastmasas traukiem eksperiments izdodas labāk)
- divi identiski termometri, kas ir iestiprināti trauku vāciņos;
- CO₂ sintēzes burciņa (maza burciņa ar uzskrūvējamu vāciņu, tieva plastmasas caurulīte (vismaz 30 cm);
- konstruēšanai nepieciešama karstās līmes pistole un urbis vai līms (atkarībā no trauka vāka materiāla);
- soda, citronskābe, ūdens;
- karote;
- saule vai spēcīga lampa (prožektors) ar kvēldiegu;
- darba lapa un 2 krāsu rakstāmie.



Arī varat veikt eksperimentu ar siltumu cauruli

VAI ZINĀJI KA... CO₂ ir tikai viena no siltumnīcas efektu izraisošajām gāzēm (vēl ir metāns, slāpekļa (I) oksīds, fluoru saturošie gāzveida savienojumi), bet CO₂ veido 80% no SEG daudzuma;

SEG = oġļmākslīgo deģu izraisītāji gāzes

Gada laikā cilvēki saražo 29 gigatonnas CO₂. Visvairāk CO₂ “saražo” Ķīna, ASV, Indija un Krievija.

4.6. attēls. Eksperimenta apraksts par CO₂ ietekmi uz gaisa temperatūras un ūdens pH izmaiņām (Klimata valoda, bez datējuma)

Novērošanas prasmes

Ar eksperimenta veikšanu ir cieši saistītas dažādas prasmes un iemaņas. Vienas no būtiskākajām prasmēm, kas ir jāattīsta un jāpilnveido, ir novērošanas prasmes. Mēs nevaram būt pārliecināti, ka skolēns, skatoties eksperimentu, animāciju vai mācību filmu, uztver tieši to, ko mēs esam iecerējuši kā skolotāji. Novērot nozīmē uztvert pētāmā objekta, procesa, parādības precīzas, tipiskas pazīmes un izmaiņas.

Lai pilnveidotu novērošanas prasmes, var izmantot ļoti dažādus – īsākus un garākus darba uzdevumus. Tie var būt uzdevumi, kuros skolēniem ir jābūt vērīgiem un jāatceras savi novērojumi eksperimenta gaitā, izmantotie darba piederumi, eksperimenta sākuma apstākļi, izmaiņas, kas notiek eksperimenta gaitā, eksperimenta rezultāts. Eksperimenta beigās skolēni stāsta, ko ir novērojuši, jāpievērš uzmanība, lai viņi nejauc novērojumus ar interpretāciju. Skolēni novēro eksperimentu: uz stikla pudeles kakla tiek uzvilks nepiepūsts balons, un tad stikla pudeli ieliek bļodā ar karstu ūdeni. Ja skolēni apraksta, kas tika darīts, un uzraksta, ka pēc tam, kad ieliek pudeles apakšējo daļu karstā ūdenī, piepūtās balons, viņi ir aprakstījuši novērojumus. Savukārt, ja skolēni saka, ka balons piepūtās, jo tika sasildīts pudelē esošais gaiss, tā jau ir interpretācija.

Eksperimenta apraksta veidošana

Eksperimenta aprakstam ir jābūt uzrakstītam tik precīzi, lai jebkurš, kurš vēlas pārliecināties par iegūtajiem rezultātiem, varētu eksperimentu atkārtot tādos pašos apstākļos. Lai skolēni mācītos rakstīt eksperimenta aprakstus un pilnveidotu novērošanas prasmes, var organizēt nelielus praktiskos un laboratorijas darbus, ko skolēni veic pāros vai nelielās grupās (skat. 4.3. tabulu).

4.3. tabula. Eksperimenta apraksta veidošana (adaptēts no Erātuuli & Meisalo, 1991)

Darba organizācija	Skolēni tiek sadalīti/sadalās nelielās grupās (2–3 skolēni katrā grupā). Ja klasē ir daudz skolēnu, vairākas grupas veic vienu un to pašu eksperimentu
Uzdevumi katrai grupai	<ul style="list-style-type: none"> Izlasi uzmanīgi pētāmo jautājumu un pieraksti to aprakstā. Prognozē situāciju, atbildot uz pētāmo jautājumu – pieraksti hipotēzi aprakstā. Pieraksti, kādi resursi ir nepieciešami, lai pārbaudītu hipotēzi. Pārbaudi izvirzīto hipotēzi praktiski – veic eksperimentu. Uzzīmē eksperimenta shēmu (zīmējumu). Uzraksti darba gaitu – apraksti, ko darīji eksperimentā. Pieraksti eksperimenta rezultātu. Uzraksti secinājumus: Vai izvirzītā hipotēze apstiprinājās? Kas par to liecina? Ja hipotēze neapstiprinājās – kāds bija eksperimenta rezultāts? Kas jāņem vērā, lai pēc iespējas precīzāk veiktu eksperimentu? Kas jāņem vērā, lai eksperiments izdosies?

Darba organizācija	Skolēni tiek sadalīti/sadalās nelielās grupās (2–3 skolēni katrā grupā). Ja klasē ir daudz skolēnu, vairākas grupas veic vienu un to pašu eksperimentu
Eksperimentu apraksti	<p>1. Glāze auksta ūdens un ledus Pētāmais jautājums. Kas notiks ar ledus gabaliņiem, kas atrodas traukā, ja tiem virsū uzlies glāzi auksta ūdens? Resursi. Ledus gabaliņi traukā, glāze auksta ūdens</p> <hr/> <p>2. Teksts spoguļrakstā Pētāmais jautājums. Kāds būs rezultāts, ja pieliksi pie pieres baltu papīra lapu un, skatoties spoguļī, uzrakstīsi uz lapas savu vārdu? Resursi. Papīra lapa, rakstāmais un spoguļis</p> <hr/> <p>3. Vieglais smagums Pētāmais jautājums. Uz galda novieto A4 formāta lapu un uz tās uzliek smagu atsvaru vai grāmatu. Kas notiks, ja lapu aiz vienas malas strauji paraus nost no galda? Resursi. A4 formāta lapa, smags atsvars (0,5–1 kg) vai grāmata</p>
Pēc eksperimenta	Kad grupas beigušas darbu, tās samainās ar aprakstiem. Grupai jādabū tāda eksperimenta apraksts, ko grupas dalībnieki neveica
Uzdevums katrai grupai	<ul style="list-style-type: none"> Izlasiet eksperimenta aprakstu un mēģiniet saprast, kas tika darīts un kādi rezultāti iegūti. Sniedz atgriezenisko saiti, atbildot uz jautājumiem: vai pēc šī apraksta būs iespējams atkārtot eksperimentu? Vai ir skaidrs, kāda problēma tika pētīta? Kādi ir secinājumi pēc veiktā eksperimenta?

IK

Piedāvājiem divus vai trīs īsus un vienkāršus eksperimentus, kurus veicot skolēni vingrinās eksperimenta apraksta veidošanā vai novērošanas prasmju pilnveidē.

Dabaszinātņu un ķīmijas skolotāji eksperimentu aprakstu rakstīšanas un rediģēšanas prasmi var attīstīt un pilnveidot Ķīmijas un farmācijas uzņēmumu asociācijas vietnē kimiko.lv sadaļā “Skolotājiem”. Pēc reģistrēšanās tajā ikviens skolotājs var ne tikai izmantot gandrīz 600 jau publicēto eksperimentu aprakstus ķīmijā un dabaszinībās latviešu valodā, bet pievienot arī savus. Pieredze liecina, ka tas palīdz skolotājiem pašiem apgūt eksperimentu aprakstu rakstīšanas prasmes. Iekļauties ar savu pienesumu šādā 500 skolotāju kopienā ir lieliska iespēja mācīties vienam no otra un ir veiksmīgs ceļš uz profesionālo meistarību.

Tālāk dots skolotājiem adresēts paraugs eksperimenta vai praktiskā darba aprakstam, kas tiek pievienoti vietnē kimiko.lv.

Te varat aplūkot eksperimenta/praktiskā darba apraksta paraugu!

Demonstrējumi

Demonstrējumus izmanto, lai ilustrētu kādu procesu, parādību vai tā īpašības. Demonstrējumu visai klasei frontāli var rādīt skolotājs, vai sagatavot un demonstrēt paši skolēni. Lai demonstrējums izdotos, līdzīgi kā visos eksperimentos, ir nepieciešamas labas satura zināšanas un iepriekšēja sagatavošanās (Knight, 2004; Labbude, 2010; Toplis, 2015):

- jāsaprot, ar kādu mērķi demonstrējumu izmantos mācību procesā;
- jāatrod un jāgatavo darbam nepieciešamās ierīces, vielas un piederumi;
- jāizmēģina eksperiments;
- jāpārdomā un jāpārlicinās, vai tas būs redzams no visām klases vietām, nepieciešamības gadījumā skolēnus pieaicina tuvāk skolotāja galdam;
- jāpārdomā, kam un kā eksperimenta laikā pievērsīsiet skolēna uzmanību;
- jāpārdomā, kādi būtu iespējamie skolēnu jautājumi pēc demonstrējuma.

Skolotājs veic demonstrējumus gadījumos, ja ir bīstami to darīt skolēniem pašiem, ja ir sarežģīta un dārga eksperimenta iekārta vai arī ja tā ir tikai viena. Ja vien ir iespējams, piedāvā skolēniem iespēju sagatavot demonstrējumus un rādīt pašiem, jo atcerieties, ka, praktiski darbojoties un mācot citiem, paši iemācās visvairāk.

AG

Sagatavojiet demonstrējumu un izveidojiet tā aprakstu, kurā norādiet demonstrējuma mērķi, nepieciešamos piederumus, norādiet, kam eksperimenta laikā pievērsīsiet skolēnu uzmanību, kā arī pārdomājiet un uzrakstiet skolēnu iespējamus jautājumus. Modelējiet stundas fragmentu ar saviem kursabiedriem, demonstrējot sagatavoto demonstrējumu. Pārrunājiet,

- vai demonstrējums izdevās,
- vai vēlams rezultāts tika sasniegts,
- vai eksperimenta demonstrēšanas gaitā tika ievērota drošība,
- vai prasmīgi izmantoti demonstrēšanas paņēmieni (tehnika),
- vai tas veiksmīgi tika integrēts mācību procesā (metodika).

Analīzē iekļauj, kā varētu uzlabot demonstrējuma drošību, darba paņēmienus un iekļaušanu mācību procesā.

Praktiskie darbi un laboratorijas darbi

Praktiskos darbus un laboratorijas darbus parasti organizē kādu noteiktu prasmju apgūvei. Skolēni šajos darbos var apgūt mērīšanas prasmes, dažādu iekārtu lietošanas prasmes, modeļu veidošanas prasmes, pilnveidot novērošanas prasmes u. tml.

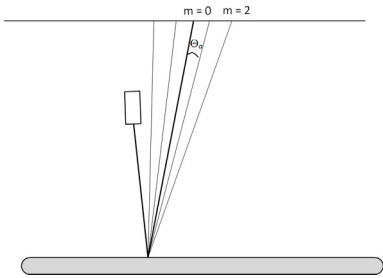
Laboratorijas darbi parasti norit lielāko mācību stundas daļu vai visu mācību stundu, un tiem ir sagatavots laboratorijas darbu apraksts (protokols). Laboratorijas darbos parasti ir norādīts, kādi piederumi vajadzīgi, kas ir jādara un kādā secībā, lai veiktu eksperimentu. Tajos parasti ir atstāta brīva vieta novērojumu, rezultātu un secinājumu pierakstam.

Praktiskie darbi salīdzinājumā ar laboratorijas darbiem tiek veikti īsākā laika posmā, un tos var veikt arī pēc mutiskām skolotāja norādēm. Piemēram, bioloģijā skolēni veic praktiskos

darbus, lai iemācītos strādāt ar mikroskopu. Ne visi skolēni uzreiz pēc viena darba veikšanas būs apguvuši, kā prasmīgi rīkoties ar mikroskopu. Prasme ir jāattīsta pakāpeniski. Vispirms jāsaprot, kā iestatīt asumu, kur mainīt palielinājumu, kā sagatavot mikroskopu darbam, tad var apskatīt, piemēram, matu zem mikroskopa. Nākamajā darbā jau var sagatavot mikropreparātus, piemēram, sīpola šūnu pētīšanai. Ja man kā skolotājam ir skaidrs, kā ar šo ierīci rīkoties, tad skolēns ar konkrēto ierīci sastopas pirmo reizi, un, ja tā nebūs ik pa laikam jālieto, tad konkrētā prasme netiks nostiprināta.

Apskatīsim praktiskā darba piemēru par telefona ekrāna izšķirtspējas noteikšanu, kurā ir doti piederumi, aprakstīta metode un dotas sakarības, kuras izmantojot iegūst eksperimentā izmantotā telefona ekrāna izšķirtspēju. Eksperimentāli iegūto rezultātu salīdzina ar telefona tehniskajā specifikācijā doto, lai pārlicinātos par eksperimenta veikšanas precizitāti. Praktiskais darbs adaptēts pēc Jauno fiziķu skolas sestās sezonas nodarbības praktiskā darba (skat. 4.4. tabulu).

4.4. tabula. Praktiskais darbs "Telefona ekrāna izšķirtspējas noteikšana"

Darba mērķis	Noteikt telefona ekrāna izšķirtspēju jeb pikseļu skaitu
Īss teorijas izklāsts	<p>Telefona ekrāns sastāv no maziem spīdīgiem punktiņiem, pazīstamiem arī kā pikseliem. Ja labi ieskaties sava telefona ekrānā, vari pamanīt, ka pikseli ir izvietoti kā rūtiņas. Šāds izkārtojums var kalpot par divdimensionālu difrakcijas režģi.</p> <p>Darbā būs jāizmanto difrakcijas formula:</p> $d(\sin\Theta_k + \sin\Theta_a) = m\lambda,$ <p>kur d – attālums starp pikseliem, Θ_k – krītošās gaismas leņķis pret telefona ekrāna normāli, Θ_a – atstarotās gaismas leņķis starp centrālo maksimumu un m-to maksimumu, skatoties no atstarošanas vietas, λ – gaismas viļņa garums.</p> <p>Tā kā gaismu spīdināsim telefona ekrānam perpendikulāri, tad $\sin\Theta_k$ var atstāt, jo tas būs mazs salīdzinājumā ar $\sin\Theta_a$ – rezultātu tas daudz neietekmēs.</p> <p>Svarīgās formulas: $d\sin\Theta_a = m\lambda$ (1) un $\sin\Theta_a = \frac{x_m}{L}$ (2)</p>
	 <p>Attēls. Eksperimenta shēma</p>
Darba piederumi	Telefons, lāzers, lineāls, mērlente, A4 balta lapa
Darba gaita	<ol style="list-style-type: none"> Nostiprini telefonu uz sāna, sagatavo lapu, uz kuras veidosies difrakcijas aina, novieto lāzeru tā, lai lāzera stars krīt uz telefonu pēc iespējas perpendikulāri tā ekrānam un atstarojas uz lapas. Izmēri attālumu L no telefona ekrāna līdz lapai. Izmēri blakus maksimumu attālumus no galvenā maksimuma. Ieteicams izvēlēties vienu no virzieniem, kurā veikt mērījumus.

3. Aizpildi tabulu – izmēri m -to maksimumu attālumu no centrālā maksimuma katrā no diviem savstarpēji perpendikulāriem virzieniem (4 mērījumi vertikālajā virzienā un 4 – horizontālajā virzienā) un aprēķini $\sin\Theta_a$ un d , izmantojot formulas (1) un (2).

Mērījumu rezultātu un aprēķinu tabula

Nr.	Maksimums	x, mm	$\sin\Theta_a$	d , m
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
			$d_{vid'} \text{ m}$	

4. Izmēri sava telefona ekrāna platumu a un garumu b centimetros.
5. Aprēķini, cik pikseļu ir katrā no ekrāna virzieniem.

$$N_a = \frac{a}{d_{vid}} \quad N_b = \frac{b}{d_{vid}}$$

- Secinājumi
1. Salīdzini eksperimentāli iegūto rezultātu ar telefona tehniskajā specifikācijā norādīto izšķirtspēju.
 2. Vai kāds no mūsu eksperimentālajiem pieņēmumiem nav bijis līdz galam patiess? Kā par to var spriest?
 3. Ko varētu darīt, lai uzlabotu eksperimentu?

AG

Diskutējiet sava apgūstamā priekšmeta grupā un izveidojiet aprakstu praktiskajam darbam, kurā Jūs mācīsiet skolēniem apgūt kādu konkrētu prasmi – mērīšanas prasmi, prasmi strādāt ar kādu ierīci u. c.

Pētnieciskie laboratorijas darbi

Veicot pētnieciskus darbus, skolēni pakāpeniski apgūst Lielās idejas dabaszinātnēs, mācoties tās pētījuma procesā, pilnveidojot pētnieciskās darbības prasmes. Tādā veidā skolēni konstruē savas zināšanas un padziļina izpratni par apkārtējo pasauli. Veicot pētnieciskus darbus, skolēni attīsta mainīgo un fiksēto lielumu izvēles, jautājumu uzdošanas, hipotēzes formulēšanas, datu ieguves, eksperimentēšanas, plānošanas, argumentēšanas, uz pierādījumiem balstītu secinājumu izdarīšanas prasmi.

Pētnieciskais mācību process motivē skolēnus darboties, jo – viņiem tiek piedāvāta lielāka patstāvība un iespējas izpausties radoši; skolēni var izmantot savas zināšanas, diskutējot ar klasesbiedriem par kopīgām idejām; tas ir efektīvs diferenciacijas līdzeklis – skolēni var darboties katrs savā tempā un sevi interesējošā virzienā. Izvēloties, kādus praktiskos darbus piedāvāt

skolēniem mācību procesā, būtu jāpiedāvā pētāmos jautājumus, kuriem pētnieciskajā procesā iegūtos rezultātus skolēni spēj izskaidrot ar savam vecumam atbilstošajām zināšanām. Ieteicams izvēlēties vienkāršu un skolēniem drošu aprīkojumu, ar kuru skolēniem ir iespēja darboties patstāvīgi un kas pieļauj iespēju kļūdīties.

AG

Izpētiet zinātniskajā un metodiskajā literatūrā, kādi ir pētnieciskās darbības posmi. Iedvesmai varat izmantot: Illinois State University (bez datējuma). *The Scientific Method*. Pieejams: <https://cemast.illinoisstate.edu/students/high-school/research/information.shtml>

AG

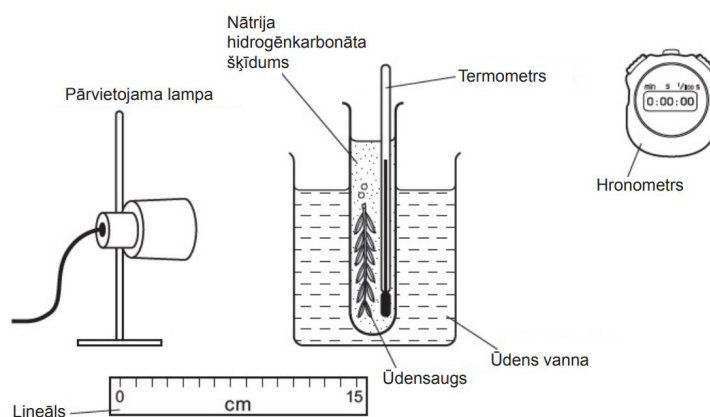
Izvērtējiet priekšmetā pieejamos mācību metodiskos līdzekļus un sameklējiet tajos piemērus, kādi mācību uzdevumi tiek piedāvāti pētniecisko prasmju attīstīšanai vai pilnveidei.

Pētnieciskajos laboratorijas darbos skolēniem tiek aprakstīta problēmsituācija, kuras risinājums skolēnam ir jāmeģina atrast. Ja ir dota tikai situācija, skolēniem ir jāizdomā metode, kā varētu meklēt risinājumu, jāizvirza hipotēze, jāizvēlas darba piederumi, jāveic eksperiments un jāpārbauda savi pieņēmumi. Centralizētajos eksāmenos (CE) dabaszinātnēs – fizikā, ķīmijā un bioloģijā – parasti trešās daļas pēdējais uzdevums tiek piedāvāts kā problēmsituācija, kurai jāmeklē risinājums. Eksāmenā darbu neveic praktiski, bet saplāno, kā to varētu veikt praktiski mācību procesā. Kā piemēru apskatīsim 2019. gada CE fizikā uzdevumu par veļas žāvēšanu.

Divi skolēni diskutēja, kā labāk pēc mazgāšanas izžāvēt slapju veļu. Viens teica, ka nozīmīgākais faktors ir vējš, bet otrs apgalvoja, ka visvairāk to ietekmēs temperatūra. Izstrādā eksperimenta gaitu, lai noskaidrotu, kurš process ir efektīvāks! Eksperimenta gaitas aprakstā ietver mainīgos un fiksētos lielumus! Norādi, kā tos var izmērīt! Eksperimenta gaitas soļus sanumurē veicamo darbību secībā! (VISC CE fizikā, 2019)

CE bioloģijā 2019. gadā tika piedāvāts uzdevums, kurā skolēniem bija jādomā alternatīvs risinājums. Apskatīsim uzdevuma fragmentu – situācijas aprakstu un vienu no jautājumiem.

Skolēns veica eksperimentu, lai izpētītu, kā oglekļa dioksīda koncentrācija ietekmē ūdensaugu fotosintēzes intensitāti. Viņš sagatavoja attēlā redzamo eksperimenta iekārtu. Lai mainītu oglekļa dioksīda koncentrāciju, viņš veica vairākus eksperimentus un katrā no tiem izšķīdināja ūdenī atšķirīgu masu nātrija hidroģēnkarbonāta (NaHCO_3), kurš, reaģējot ar ūdeni, sadalās, veidojot oglekļa dioksīdu (skat. 4.7. attēlu).



4.7. attēls. Ūdensaugu fotosintēzes pētījumu iekārta

Skolēniem ir jāizplāno eksperiments par fotosintēzes intensitāti ietekmējošiem faktoriem nākamajai stundai, izmantojot tās pašas iekārtas, bet izvēloties citu neatkarīgo lielumu. Izvēlies un uzraksti neatkarīgo lielumu un tā noteikšanai atbilstošo ierīci. Uzraksti darba gaitas soļus, kā var mainīt izvēlēto neatkarīgo lielumu, lai iegūtu vismaz trīs tā vērtības. (VISC CE bioloģijā, 2019)

AG

Analizējiet CE materiālus fizikā, bioloģijā un ķīmijā, izvēlieties uzdevumu, kuru var pārveidot par pētniecisko laboratorijas darbu.

4.3. Informācijas tehnoloģijas dabaszinātņu mācību procesā

Dabaszinātņu mācību procesā skolās ir pieejamas dažādas tehnoloģijas – portatīvie datori, planšetes, datu kameras, interaktīvie ekrāni un tāfeles, datu uzkrājēji un sensori, digitālie mikroskopi, viedtālruņi. Digitālā vidē ir pieejami dabaszinātņu mācību procesā izmantojami daudzveidīgi resursi un digitālie rīki – animācijas, simulācijas, video, apraksti, enciklopēdijas, sociālie tīkli, balsošanas rīki, aplikācijas u. c. Skolotāja paša motivācija un prasmes – organizējot mācību procesā jēgpilnu IT rīku un resursu lietošanu, demonstrēs skolēniem, ka ar tehnoloģiju palīdzību var ne tikai meklēt informāciju internetā un veidot prezentācijas, bet arī modelēt procesus, veikt mērījumus, reģistrēt eksperimenta datus u. tml. Izmantojot IT mācību procesā, var pilnveidot skolēnu digitālo kompetenci, kā arī attīstīt sadarbības, komunikācijas un arī pašvadītās mācīšanās prasmi.

AI

Kā izpaužas mērķtiecīga IT rīku un resursu lietošana dabaszinātņu mācību procesā? Aprakstiet konkrētu situāciju stundā!

Lai izlemtu, vai mācību procesā izmantot tehnoloģijas, skolotājam pašam sev jāatbild uz diviem būtiskiem jautājumiem (Amos, 2015):

1. Kādu ieguldījumu tehnoloģijās balstīta mācību stratēģija var sniegt plānotajam mācību mērķim un sasniedzamajiem rezultātiem, ko ar citiem metodiskajiem paņēmieniem nevar panākt?
2. Vai skolēnam ir jāattīsta prasme lietot konkrēto tehnoloģiju plānotā mācību uzdevuma veikšanai, vai viņa prasmes ir pietiekamas, lai skolēns, lietojot tehnoloģijas, varētu fokusēties uz ideju vai prasmi, kas jāapgūst dabaszinātnēs?

Paralēli tam vienmēr ir jābūt sagatavotam citam mācību uzdevumam, ko varētu īstenot, ja tehnisku iemeslu dēļ nav iespējams veikt iecerēto, lietojot tehnoloģijas.

AG

Kādus mācību uzdevumus, kuros izmanto tehnoloģijas, piedāvātu skolēniem veikt konkrētā dabaszinātņu satura apgūvei un ar kādu mērķi? Izveidojiet grupā kopīgu sarakstu, diskutējiet par konkrēto uzdevumu stiprajām un vājajām pusēm!

Tehnoloģijās balstītas aktivitātes dabaszinātņu mācību procesā – atgriezeniskās saites sniegšana, datu apstrāde, informācijas meklēšana, izpratnes un sakarību veidošana starp dabaszinātņu jēdzieniem, izmantojot domu kartes, matemātiskā modelēšana likumsakarību atklāšanai un prognozēšanai, mērījumu veikšana un datu ieguve, prezentēšana, procesu modelēšana, izmantojot simulācijas un animācijas u. c.

AI, AG

Sarindojiet iepriekš minētās darbības, sākot ar visbiežāk lietotajām dabaszinātņu mācību procesā Jūsu praksē/pieredzē. Varat papildināt sarakstu ar citām darbībām, kas apkopotas pēc iepriekš grupā notikušās diskusijas. Kādus secinājumus varat izdarīt par iegūto sarakstu?

Apskatīsim detalizētāk tehnoloģijās balstītas aktivitātes dabaszinātņu mācību procesā.

Prezentācijas

Stundās bieži novērojams, ka skolotājs demonstrē iepriekš sagatavotu prezentāciju.

AI, AG

Kādiem elementiem būtu jābūt skolotāja sagatavotajā prezentācijā, lai šādas prezentācijas izmantošanu mācību procesā varētu saukt par mērķtiecīgu un prezentācija būtu līdzeklis aktīva mācību procesa nodrošināšanai?

Parasti prezentācijās redzam attēlus, saites uz video un tekstus, kas izklāsta vai skaidro apgūstamo saturu, līdz ar to nereti šādas prezentācijas ir ļoti ilgas. Neatkarīgi no apgūstamā

satura, lai ar prezentācijas palīdzību varētu strukturēt mācību stundu, prezentācijā iekļaujamie elementi:

- attēls, kas piesaista skolēnu uzmanību un rada intrigu par tematu;
- kopīgi ievērojamie noteikumi, kas nodrošina produktīvu mācību procesu, piemēram, kad viens runā, pārējie klausās; ja nav skaidrs, kas jādara – ieturi pauzi, izlasi vēlreiz uzdevumu un jautā u. tml.;
- stundas mērķis un skolēnam sasniedzamie rezultāti;
- īsi, bet skaidri izklāstīti nosacījumi vienam diviem stundā veicamajiem mācību uzdevumiem – kas jādara? cik ilgi? kā jādara? kādi resursi nepieciešami?
- jautājumi pašpārbaudei procesā, kas saistīti ar plānotajiem sasniedzamajiem rezultātiem;
- pati būtiskākā informācija par apgūstamo saturu, piemēram, attēli, animācijas vai saites uz videofragmentiem, kas ilustrē uzbūvi vai darbības principu; formulas; veicamie uzdevumi.

Prezentācijā jāizvairās ievietot tekstus, ieteicams izmantot saites uz papildus nepieciešamajiem resursiem. Ja ir plānots darbs ar tekstu, skolēni var izmantot dažādas tiešsaistes platformas, kurās ir pieejams teksts – gan no mācību grāmatām, gan dažādi mācību portāli, piemēram, <https://soma.lv>, <https://www.uzdevumi.lv>, <https://www.fizmix.lv> u. c. Prezentācijās, kā iepriekš minēts, ieteicams likt jautājumus gan intrigai, gan pašpārbaudei, bet nav ieteicams ievietot atbildes, lai skolēnam būtu iespēja aktīvi iesaistīties – domāt par apskatāmo problēmu un meklēt tās risinājumu, jo citādi skolēns zinās, ka skolotājs atbildi jau ir sagatavojis un pats vairs īpaši nemeklēs risinājumus. Citiem vārdiem sakot, prezentācijā ieteicams iekļaut pieturas punktus, atgādinājumus, informāciju par veiktajām darbībām un saites uz papildu resursiem, strukturēti atbilstoši plānotajam stundas mērķiem un skolēniem sasniedzamajiem rezultātiem. Prezentācijas beigās var arī radīt intrigu nākamās stundas sākumam, ievietojot pēdējā slaidā – tā saucamo nākamās reizes jautājumu jeb *Next-Time Questions* – metodisko paņēmieni, ko fizikas izglītībā ieviesis amerikāņu fiziķis un karikatūrists Pols Hevits (*Hewitt*). Piemēram, apgūstot jautājumus par siltuma procesiem, stundas beigās pēdējā slaidā var ievietot situācijas aprakstu un jautājumu:

“Ja netīšām pieskarsies līdz 200 °C sakarsētas krāsns iekšpusei, tu apdedzināsies. Bet, kad svētku laikā, dedzinot brīnumsvēcītes, uz rokas uzkrīt baltās līdz 1800 °C sakarsētās dzirksteles, tev viss būs kārtībā. Kāpēc?”

Skolēniem ir piedāvāts problēmjautājums, par kuru viņš var domāt un mēģināt atrast atbildi jau pirms nākamās stundas sākuma. Līdz ar to, atnācis uz stundu, skolēns jau ir nedaudz iedziļinājies jautājumos par siltuma procesiem un grib uzzināt, kā tad īsti ir. Ar šādu metodisko paņēmieni var radīt skolēnu motivāciju iedziļināties apgūstamajos jautājumos.

AI, AG

Kādi nosacījumi ir jāievēro, kad skolēnu uzdevums ir izveidot prezentācijas par kādu noteiktu tēmu?

Prezentāciju veidošanai ir pieejami dažādi rīki – ne tikai *PowerPoint*, kas ir klasisks prezentāciju veidošanas rīks. Līdzīgi prezentācijas var veidot, izmantojot kopdokumentus *GoogleSlides* vai rīku prezi.com. Veiktā darba vai pētījuma rezultātus var attēlot, arī izmantojot virtuālās sienas (padlet.com), infografikas (piktochart.com, infogram.com), portfolio (wakelet.com) u. c. Prezentācijās skolēni var ievietot attēlus, video – gan no interneta resursiem, gan pašu fotogrāfētus vai filmētus. Veidojot prezentācijas, skolēniem ir iespējas sadarboties. IT rīki prezentāciju sagatavošanai ir daudz, un, laukam ejot, tiek izveidoti jauni rīki, bet būtiskākais ir uzdevums un nosacījumi, kas tiek doti skolēnam, lai viņš demonstrētu sava darba rezultātus. Piemēram, gatavojot prezentāciju jebkurā dabaszinātņu tēmā, piemēram, par optiskām parādībām atmosfērā, Latvijā ligzdojošiem putniem vai par Zemes sistēmām un to veidošanos, piedāvāiet skolēniem skaidrus nosacījumus prezentācijas izveidē:

- Prezentācijas apjoms, nosakot maksimālo slaidu skaitu, piemēram 6–7 slaidi, tādējādi radot apstākļus, kas liek fokusēties uz būtiskāko informāciju.
- Katram slaidam ir virsraksts, un tajā ir tikai viens attēls un 3–5 atslēgvārdi, nevis teikumi, tādējādi, radot apstākļus, kas liek pārdomāt izklāstu.
- Izmantotajiem attēliem jānorāda autors un vietne, no kuras attēli ņemti, lai netiktu pārkāptas autortiesības.
- Divi līdz trīs būtiskie jautājumi par tēmu klausītājiem, tādējādi radot apstākļus aktīvam mācību procesam, kurā prezentētājs iesaista klausītājus.

Vērtīgi ir piedāvāt skolēniem pašpārbaudes kritērijus, lai izvērtētu, vai sagatavotā prezentācija atbilst uzdevumā noteiktajiem kritērijiem, kuri sakrīt ar nosacījumiem prezentācijas izveidei, piemēram, – apjoms 6–7 slaidi, virsraksts katrā slaidā, viens attēls katrā slaidā, 3–5 atslēgvārdi katrā slaidā, norādītas atsauces katram attēlam, ir jautājumi klausītājiem u. tml.

Nereti prezentācijas laikā klausītājiem tiek piedāvāta izvērtējuma lapa, kurā pēc noteiktiem kritērijiem tiek vērtēts prezentācijas saturs un arī uzstāšanās. 4.8. attēlā ir redzams šādas izvērtējuma lapas paraugs.

UZSTĀŠANĀS IZVĒRTĒJUMS										
Nr.	Vārds, uzvārds	Uzstāšanās ievads	Loģisks satura izklāsts	Vizuālais materiāls	Stāsta nevis lasa	Atbildes uz jautājumiem	Klausītāju iesaistīšana	Uzstāšanās laiks 5'	Uzstāšanās noslēgums	Komentāri

4.8. attēls. Prezentācijas satura un uzstāšanās vērtēšanas kritēriji (ekrānuņēmums)

Protams, te var būt arī citi kritēriji, piemēram, ja skolēniem bija jāveido darbs pāri, tad varētu būt kritērijs par sadarbību uzstāšanās laikā. Svarīgi atcerēties:

1. Kritēriju nevar būt pārāk daudz, lai skolēni var fokusēties uz klasesbiedru stāstījumu, nevis uz vērtēšanu.
2. Pirms lieto šādas izvērtējuma lapas, ar skolēniem ir jāpārrunā katrs kritērijs un punktu piešķiršanas princips, piemēram, 2 – ja viss kārtībā, 1 – ja nepieciešami uzlabojumi, 0 – ja kritērijs nav ievērots.
3. Prezentācija nav vienīgais rezultāts, tas ir līdzeklis, ar kura palīdzību prezentē veikto darbu.

IK

Izveidojiet vienu prezentāciju kāda satura apguvei mācību procesā dabaszinātnēs, kas strukturētu stundu un ietvertu elementus, kuri to padarītu par līdzekli aktīva mācību procesa nodrošināšanai! Demonstrējiet izveidoto prezentāciju kolēģiem un savstarpēji izvērtējiet, vai tajā ir kaut kas jāmaina vai jāpapildina.

AG

Noformulējiet uzdevumu skolēniem un nosacījumus prezentācijas izveidei. Pamatojiet, kāpēc izvēlējāties šādus nosacījumus.

Informācijas meklēšana

Informācijas meklēšana nav pašmērķis, bet mācību uzdevums. Ar tās palīdzību dabaszinātnēs tiek atrasti fakti un argumenti, lai ilustrētu un apstiprinātu teoriju. Lai informācijas meklēšanas darbības mācību procesā būtu jēgpilnas, būtiski skolēniem iemācīt, ko nozīmē atrast ticamu informāciju un kam ir jāpievērš uzmanība.

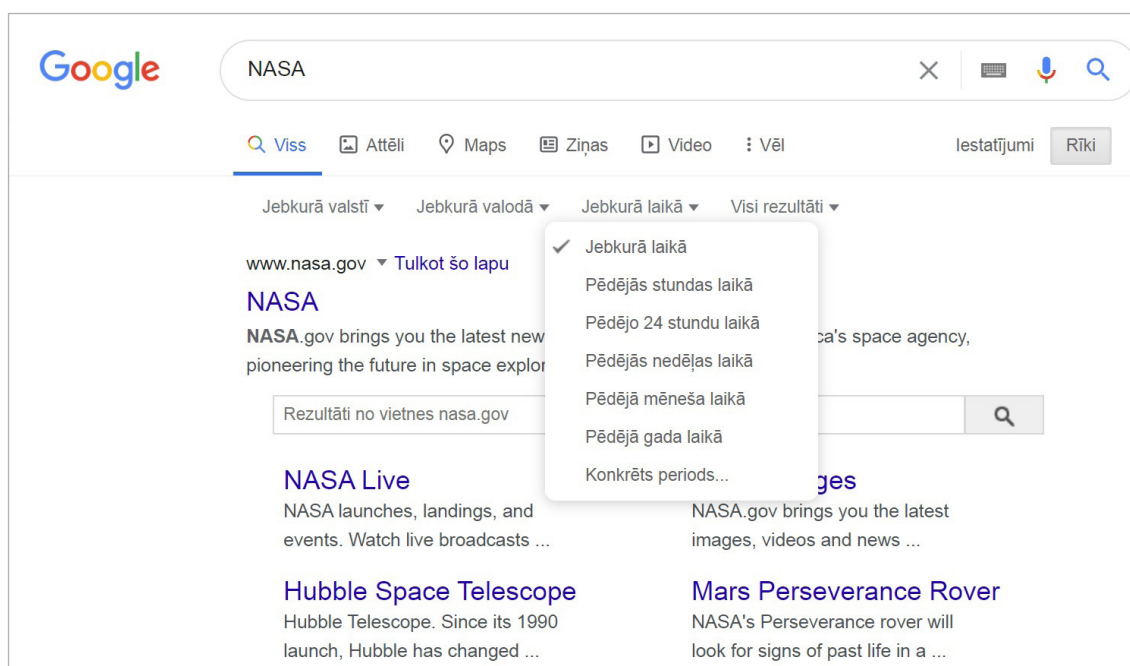
- Izvēloties meklēšanas objektu, pirms informācijas meklēšanas ieteicams pārdomāt atslēgvārdu un tā sinonīmus. Piemēram, ja uzdevums ir izskaidrot, kā rodas varavīksne, iespējamie atslēgvārdi – varavīksne, optiskās parādības atmosfērā, gaismas laušana u. tml.
- Jāizvērtē informācijas kvalitāte un ticamība.

Jautājumi, uz kuriem būtu jāmeklē atbildes:

1. Vai atrastajai informācijai ir norādīts informācijas autors – konkrēta persona vai organizācija? Ja informācijas avots ir anonīms, informācija ir jāuztver kritiski. Jāpārlicinās, vai informācija ir oficiāla vai tas ir autora viedoklis.
2. Vai atrastā informācija nav novecojusi, kāds ir publicēšanas datums? Ir lietas, kas dabaszinātnēs pēc būtības nemainās, bet astronomijā, kur, attīstītos tehniskajām un tehnoloģiskajām iespējām, notiek atklājumi, ir būtiski, kad ir publicēta atrastā informācija. Piemēram, Saules sistēmas lielo planētu skaits – pirms 2006. gada publicētajā informācijā atbilde būtu deviņas, bet tagad – astoņas. Līdzīgi par citplanētām – kopš

20. gadsimta 90. gadu sākuma, kad tika atklāta pirmā citplanēta, to skaits ir dubultojies katrus 27 mēnešus. Tātad aktuālā informācija ir jāskatās NASA (*National Aeronautics and Space Administration* – Nacionālā Aeronautikas un kosmosa administrācija) internetvietnē – organizācijas, kas nodarbojas ar citplanētu meklēšanu un apstiprināšanu, vietnē, nevis brīvajā enciklopēdijā Vikipēdijā. Minētajos avotos atrodama šāda informācija: patlaban ir atklāta un apstiprināta 4171 citplanēta, un apstiprināšanu gaida vēl ir 5348 objekti (NASA, 2020. gada 28. jūnijs); “.. līdz 2019. gada jūlijam ir oficiāli atklātas un apstiprinātas nedaudz vairāk kā 4000 citplanētas.” (Vikipēdija, 2020. gada 28. jūnijs)

Meklēšanas servisos parasti ir iebūvēti filtri, kas palīdz sašķirot informāciju. Piemēram, plaši izmantojamais serviss www.google.com piedāvā iespēju, izmantojot filtrus, uzreiz atlasīt – vai meklējamā informācija būs latviešu valodā; cik jauna informācija tiek aplūkota (skat. 4.9. attēlu).



4.9. attēls. Meklēšanas servisa *Google.com* rīki informācijas atlasei

Ieteicams, veidojot uzdevumu, kurā jāmeklē informācija un ar to ir jāstrādā, ir iepriekš izpētīt, kādas vietnes ir piemērotas konkrētā uzdevuma veikšanai. Ja Jums pašam ir grūtības apstrādāt lapā sniegto informāciju, visticamāk, arī Jūsu skolēni ar to netiks galā. Daudzās internetvietnēs informācija ir sniegta tekstā un sarežģītā valodā, kuru skolēnam attiecīgajā vecumposmā nav viegli saprast un izsecināt, kas šeit ir būtiskākais. Skolēni produktīvāk darbosies lapās, kurās bez skolēniem saprotama teksta ir arī attēli, videofragmenti, animācijas, kā arī interaktīvi veicami uzdevumi, testi pašpārbaudei. Izvēloties interneta resursus, ar kuriem skolēniem būs jāstrādā, salīdziniet tos ar tradicionālajiem mācību līdzekļiem – kādas priekšrocības piedāvā interneta resursu izmantošana konkrētajā situācijā.

AI, IK

Izveidojiet izvērtējuma kritērijus tīmekļvietnei, kura būtu atbilstoša informācijas meklēšanai skolēniem noteiktā vecumposmā. Izvērtējiet vietnes, kuras plānojat piedāvāt skolēniem uzdevumā, kas saistīts ar informācijas meklēšanu. Piedāvājiet skolēniem izvērtēt vietnes, no kurām viņi izmanto informāciju uzdevuma veikšanai.

Procesu modelēšana – animācijas un simulācijas

Procesu modelēšana dabaszinātnēs ir metodiskais paņēmieni, ar kura palīdzību var attīstīt skolēna pētnieciskās prasmes un veidot padziļinātu izpratni par pētāmo procesu.

Dabā un tehnikā notiek procesi, kuru cēloņus nevar saskatīt tieši, bet ir redzamas vai sajūtamās tikai sekas – piemēram, vadītājs, pa kuru plūst strāva, sasilst. Cēlonis ir vadītāja materiāla īpatnējā pretestība, ko nosaka kristālrežģa uzbūve, kura traucē elektronu plūsmai jeb elektriskajai strāvai brīvi plūst, palielinot daļiņu siltumkustību. Aplūkots modelis skolēnam ir abstrakts, jo to nevar tiešā veidā redzēt, bet var iedomāties, kā process notiek mikrolīmenī. Lai izprastu abstraktus modeļus, mācību procesā izmanto animācijas, kas ilustrē procesu norisi arī mikrolīmenī. Veidojot animācijas, bieži vien procesu attēlojums tiek vienkāršots, līdz ar to jāuzmanās, lai skolēniem neradītu nepareizus priekšstatus. Piemēram, animācijas, kas ilustrē Saules sistēmu planētu kustību ap Sauli – nereti attēlo, ka planētas vairāk vai mazāk vienādos attālumos cita no citas riņķo ap Sauli. Realitātē attālumi starp planētām zināmā tuvinājumā var tikt uzskatīti par gandrīz vienādiem tikai starp Saulei tuvākajām planētām Merkuru (attālums no Saules līdz planētai – 0,38 AU), Venēru (0,72 AU) un Zemi (1,00 AU), bet starp tālākajām planētām ir ļoti atšķirīgi attālumi – Marss (1,52 AU), Jupiters (5,20 AU), Saturns (9,53 AU), Urāns (19,50 AU) un Neptūns (30,06 AU). Aprēķinot attālumus starp planētām, iegūstam šādu skaitļu virkni: 0,38 AU – 0,34 AU – 0,28 AU – 0,52 AU – 3,68 AU – 4,33 AU – 9,97 AU – 20,09 AU.

AI, IK

Pamēģiniet sameklēt animācijas, attēlus, videofragmentus, kuros pārāk vienkāršotais modelis ir tālu no realitātes un, aplūkojot to bez papildu komentāriem, var rasties kļūdaini priekšstatus par realitātē notiekošu procesu. Līdzīgu uzdevumu varat piedāvāt skolēniem, aicinot pamatot savu izvēli.

Bezpeļņas organizācijas *TED* vietnē <https://ed.ted.com/> ir pieejamas īsas izglītojošas animācijas dažādos mācību priekšmetos, kas papildinātas ar atbalstu gan skolēniem, gan skolotājiem, lai varētu padziļināti pētīt aplūkojamo jautājumu. Animācijas ir veidojuši profesionāli animatori, iedzīvinot skolotāju idejas. Papildus animācijai tiek piedāvāts tests ar atbilžu variantiem vai atvērtiem jautājumiem, īss apraksts un saites uz papildu informāciju, kā arī virzītas vai atvērtas diskusijas jautājumi (skat. 4.10. attēlu).

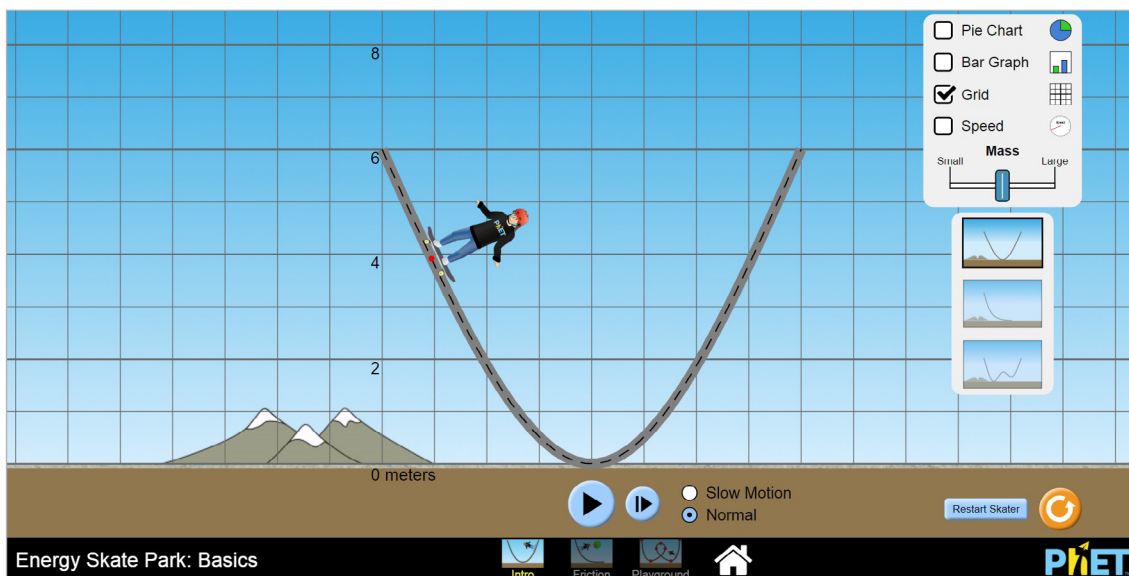
4.10. attēls. Vietnes *TedEd* ekrānuzņēmums – animācija ar papildu metodisko atbalstu

Simulācijas atšķirībā no animācijām ir virtuāli veicami eksperimenti, kuros var mainīt procesu raksturojošos parametrus, tādējādi apskatīt, kā process notiek dažādos apstākļos. Ar simulāciju palīdzību var veikt:

- 1) pētījumus, fokusējoties uz būtiskākajiem procesa raksturlielumiem;
- 2) virtuālus ceļojumus, piemēram, pa cilvēka asinsrites sistēmu vai uz citām Saules sistēmas planētām.

Darbojoties ar simulācijām, mainot kādu parametru, skolēni uzreiz iegūst atgriezenisko saiti par to – kas un kā mainās pētāmajā procesā.

Izglītības mērķiem simulācijas parasti tiek veidotas intuitīvas, lai lietotājs redz, kas un kā ir maināms. ASV Kolorādo Universitātes Bolderā mācībspēki un studenti ir izveidojuši vienkāršas interaktīvas intuitīvi darbināmas simulācijas dažādu procesu izpētei dabaszinātnēs un matemātikā – <https://phet.colorado.edu/>. Simulācijas veidotas, lai ar spēļu elementiem iesaistītu skolēnus un studentus dažādu procesu izpētē. Lai veiktu pētnieciskus uzdevumus ar simulācijām, vienmēr ir jāparedz laiks vai jādod konkrēts uzdevums, kas paredz, ka skolēni iepazīstas ar to, kā darboties ar simulāciju, kā mainīt nepieciešamos parametrus. Kā piemēru aplūkosim simulāciju un uzdevumus skolēniem, kas jāveic, izpētot enerģijas nezūdamības likuma izpausmes (skat. 4.11. attēlu).

4.11. attēls. PhET interaktīvās simulācijas *Energy Skate Park Basics* ekrānuzņēmums

1. Izpēti, kā darbojas PhET simulācija: *Energy Skate Park Basics* (<https://phet.colorado.edu/en/simulation/energy-skate-park-basics>). Uzraksti, kādus fizikālos lielumus simulācijā ir iespējams mainīt un kādi lielumi mainās.
2. Izpēti, kā mainās (uzraksti, kad lielums – palielinās, samazinās, nemainās, = 0, max):
 - kinētiskā enerģija;
 - potenciālā enerģija;
 - pilnā mehāniskā enerģija;
 - ātrums;
 - augstums.

Mērījumu rezultātu un aprēķinu tabula

Nr.	Trases vieta	Kinētiskā enerģija	Potenciālā enerģija	Pilnā mehāniskā enerģija	Ātrums	Augstums
1.	Kreisā puse – augstākā vieta (1)					
2.	Starp punktiem (1) un (3)					
3.	Zemākā vieta (3)					
4.	Starp punktiem (3) un (5)					
5.	Labā puse – augstākā vieta (5)					

3. Kas mainīsies, ja sportista masu palielinās? Izpēti, uzraksti secinājumu un apstiprini to ar ekrānuzņēmumiem.

4. Izmantojot 2. jautājuma tabulā aizpildītos datus, formulē sakarību, kas notiek ar kinētisko, potenciālo un pilno mehānisko enerģiju skeitbordista kustībā.
5. Noskaidro, kā tiek formulēts enerģijas nezūdamības likums. Iekopē to savā darbā (neaizmirsti atsauci). Salīdzini savu noformulēto sakarību ar enerģijas nezūdamības likumu. Ko var secināt?
6. Kā mainās kinētiskā enerģija, potenciālā enerģija un pilnā mehāniskā enerģija sportistam, nobraucot no trases augstākā punkta (1) līdz trases zemākajam punktam (3)?
7. Izmantojot režģi (*Grid*), var noteikt punkta augstumu, no kura sportists sāk kustību. Aprēķini, cik lielu ātrumu sportists iegūst, ja
 - viņš sāk kustību no trases augstākā punkta (1);
 - viņš sāk kustību no trases viduspunkta (2 – puse no trases augstuma).Lai veiktu aprēķinus, izmanto enerģijas nezūdamības likumu.
8. Kā mainīsies sportista kustības ātrums abos 7. jautājumā apskatītajos gadījumos, ja palielinās sportista masu?
9. Izpēti, kurā trases punktā sportistam ir vislielākais ātrums. Savu secinājumu apstiprini ar situācijas ekrānuzņēmumiem.
10. Izpēti, kurā trases punktā sportistam ir vismazākais ātrums. Savu secinājumu apstiprini ar situācijas ekrānuzņēmumiem.

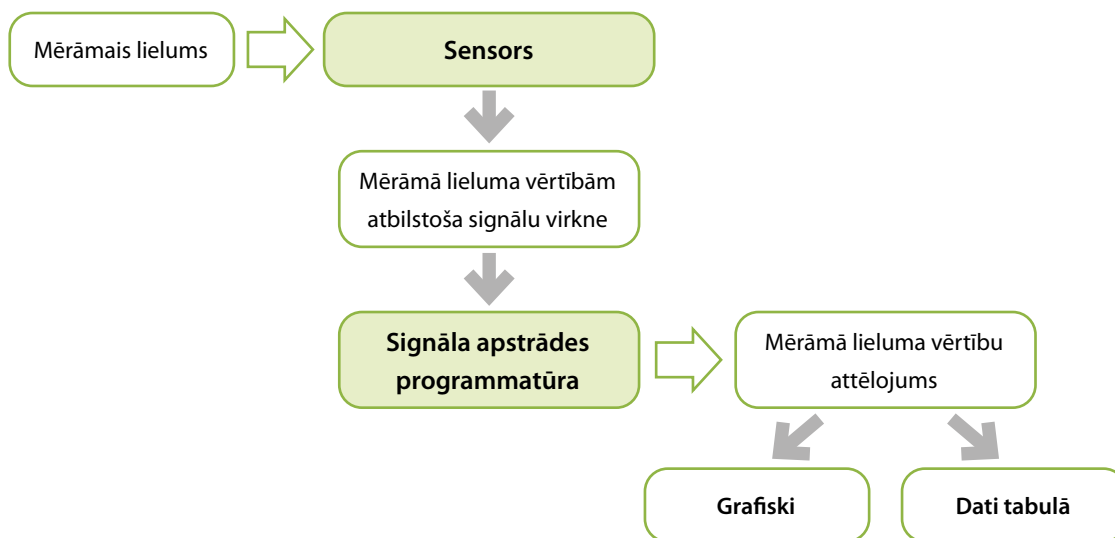
Skolēniem pašiem pakāpeniski ir jāatklāj, kā izpaužas enerģijas nezūdamības likums sportista kustībā. Aicinot skolēnam apstiprināt savus secinājumus ar ekrānuzņēmumiem, skolotājam rodas iespēja pārlicināties, vai skolēns ir izpratis situāciju. Skolēnam pašam ir arī jādefinē enerģijas nezūdamības likums, ko vajadzētu izsecināt no tabulā apkopotajiem datiem un tad arī salīdzināt ar enerģijas nezūdamības likuma formulējumiem dažādos resursos. Izmantojot simulācijā iegūtos datus, skolēns arī var aprēķināt kustības ātrumu noteiktos trases punktos. Piedāvājot skolēniem atbilstošus jautājumus un uzdevumus, var noorganizēt skolēnam jēgpilnu pētījumu, kas jāveic ar simulācijas palīdzību.

AI, IK

Izvēlieties simulāciju un noformulējiet uzdevumus, kas skolēnam ir jāveic, izmantojot simulāciju, lai izpētītu kādu procesu vai likumsakarību.

Datu ieguve un uzkrāšana ar sensoriem un datu uzkrājējiem

Datu ieguvei un uzkrāšanai praktiskajos darbos dabaszinātnēs analogo mērierīču vietā var lietot sensorus un datu uzkrājējus. Sensors tieši uztver mērāmo lielumu (spiedienu, temperatūru, strāvas stiprumu, pulsu u. c.), veido tā vērtībām atbilstošu signālu virkni, ko aizvada uz uztvertā signāla apstrādes programmatūru. Sensorus lieto kopā ar datu uzkrājēju, kurā tiek uzkrāti dati un ir arī iespējas apstrādāt datus, vai kopā ar datoru, kurā ir datu apstrādes programmatūra (skat. 4.12. attēlu).



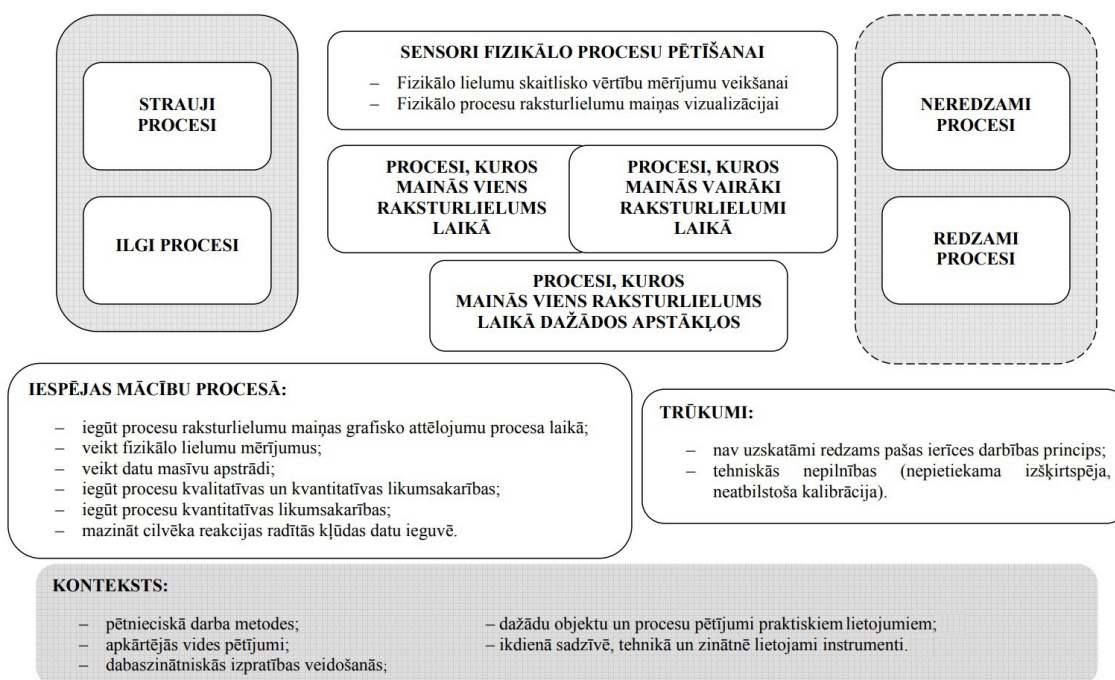
4.12. attēls. Sensoru darbības principa shematiskais attēlojums no mērāmā lieluma līdz rezultātam (Dudareva, 2013)

AG

Kādas priekšrocības varat nosaukt sensoru lietojumam praktiskajos un laboratorijas darbos un demonstrējumos dabaszinātņu mācību procesā?

Dabaszinātnēs pēta procesus, kuros raksturlieluma izmaiņas cilvēks spēj ar aci konstatēt, lai spriestu par procesa virzību, kā arī procesus, kuros raksturlielumu izmaiņas ir neredzamas. Piemēram, skolēns var dzirdēt, kā mainās skaņa, kad vienlaikus skan vairāk nekā viena atšķirīgas frekvences toņdakša, taču, kā summējas skaņas amplitūda, kā mainās skaņas frekvence, to var vizualizēt ar mikroфона sensora palīdzību.

Katrs process norisinās ar noteiktu ātrumu – strauji procesi notiek ar skaņas vai gaismas ātrumu, piemēram – magnētiskā lauka indukcijas izmaiņas, skaņas viļņu summēšanās, gaismas izplatīšanās u. tml. Savukārt lēni procesi notiek daudzas reizes lēnāk par skaņas vai gaismas izplatīšanās ātrumu, piemēram – svārstību kustība, vielas atdzišana u. tml. Izmantojot sensorus ar atbilstošu izšķirtspēju, var pētīt gan straujos, gan lēnos procesus. Sensors atšķirībā no cilvēka maņu orgāniem spēj izšķirt, reģistrēt un attēlot procesa raksturlielumus ļoti straujos procesos. Savukārt, ja process norisinās ļoti ilgi, tad, lai iegūtu procesu raksturojošos datus, nav nepieciešama cilvēka klātbūtne. Izmantojot procesa pētīšanā vairākus sensorus vienlaikus, var spriest par vairāku raksturlielumu vienlaicīgu maiņu vai viena raksturlieluma maiņu dažādos apstākļos. Piemēram, izmantojot vairākus temperatūras sensorus, vienlaikus var pētīt, kā atdziest ūdens atšķirīga materiāla traukos. Sensoru lietojumu iespējas, trūkumi un konteksti dabaszinātņu mācību procesā attēloti 4.13. attēlā. 4.5. tabulā apkopoti dažādu sensoru lietojuma piemēri dabaszinātņu jomas praktiskajos un laboratorijas darbos, kuru apraksti atrodami ESF projekta “Dabaszinātnes un matemātika” atbalsta materiālos.



4.13. attēls. Sensoru lietojuma iespējas, trūkumi un konteksti dabaszinātņu mācību procesā (Dudareva, 2013)

4.5. tabula. Dabaszinātņu mācību procesā izmantojamie sensori un to lietojums

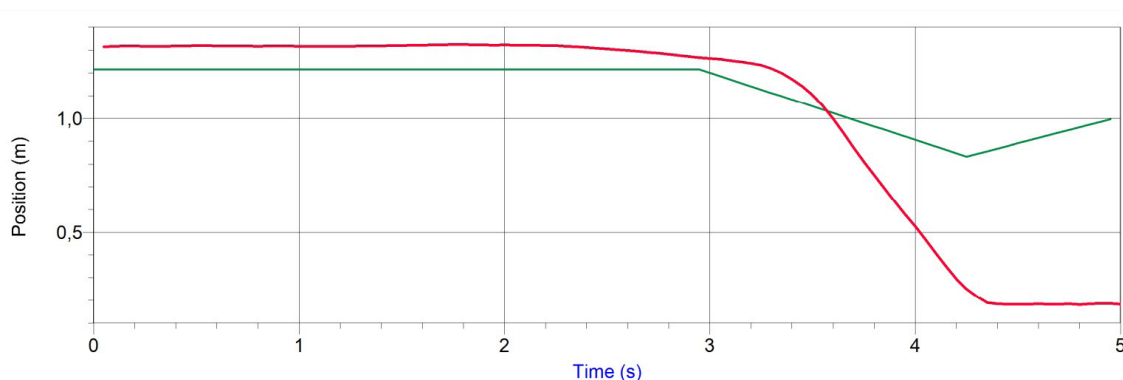
Sensors	Lietojuma piemēri dabaszinātņu jomas praktiskajos un laboratorijas darbos
Temperatūras sensors	<ul style="list-style-type: none"> • Ledus kušanas pētījumi • Gaisa mitruma noteikšana • Temperatūras maiņa vielu šķīšanas procesā • Temperatūras mērīšanas paņēmieni salīdzināšana • Elektroenerģijas pārveidošana elektroierīcēs
CO ₂ sensors	<ul style="list-style-type: none"> • Augu fotosintēze un elpošana • Asinsrites un elpošanas raksturlielumu atkarība no fiziskās slodzes
Gāzes spiediena sensors	<ul style="list-style-type: none"> • Gāzu likumi • CO₂ izdalīšanās rauga šūnu elpošanā
Spēka sensors	<ul style="list-style-type: none"> • Svārstību kustības raksturlielumi • Miera berzes spēka demonstrējumi • Atsperes stinguma koeficienta noteikšana • Asinsrites un elpošanas raksturlielumu atkarība no fiziskās slodzes
Gaismas vārtu sensors	<ul style="list-style-type: none"> • Matemātiskā svārsta perioda noteikšana • Vidējā ātruma un paātrinājuma noteikšana • Brīvās krišanas paātrinājuma noteikšana
Skaņas skaļuma sensors	<ul style="list-style-type: none"> • Skaņas skaļuma pētīšana

Sensors	Lietojuma piemēri dabaszinātņu jomas praktiskajos un laboratorijas darbos
Kustības sensors	<ul style="list-style-type: none"> Kustības raksturlielumu pētīšana
Apgaismojuma sensors	<ul style="list-style-type: none"> Apgaismojuma likumsakarību pētīšana Augu audzēšana ūdens kultūrās Fitohormonu ietekme uz spraudēņu apsakņošanas Elektroenerģijas pārveidošana elektroierīcēs
Sprieguma sensors un strāvas stipruma sensors	<ul style="list-style-type: none"> Kondensatora uzlāde un izlāde Sprieguma un strāvas stipruma likumsakarību pētīšana elektriskajās ķēdēs
pH sensors	<ul style="list-style-type: none"> Vides skābuma noteikšana dažādu vielu šķīdumos Sāļu hidrolīze

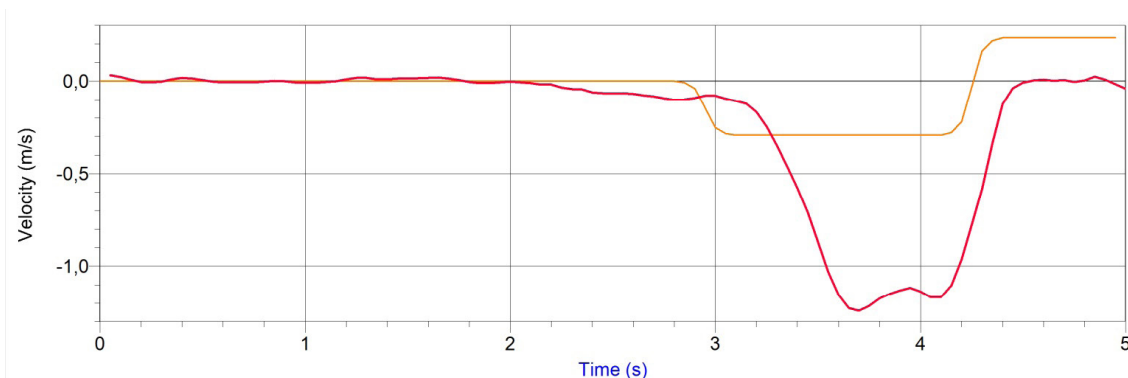
Kustības grafiskā attēlojumā skolēniem parasti sagādā grūtības izanalizēt kustību raksturojošo lielumu maiņas grafikus, it īpaši ātruma maiņu laikā. Tipiskā kļūda, ko pieļauj skolēni, ir uzskats, ka ātruma grafika līnija attēlo ķermeņa trajektoriju. Izmantojot kustības sensoru un datu apstrādes programmatūru datorā, skolēniem var piedāvāt tālāk doto uzdevumu, kurā tiek gūta nepastarpināta, tieša pieredze par to, kā tiek iegūti kustību raksturojošie grafiki.

Datu apstrādes programmatūrā atver programmā piedāvātos vai paša sagatavotos šablonus, kas attēlo kāda ķermeņa koordinātas (skat. 4.14. att.) un ātruma (skat. 4.15. att.) maiņu kustības laikā. Skolēnu uzdevums ir, izmantojot kustības sensoru un atstarojošu virsmu, pašam pārvietojoties, atkārtot piedāvātās kustības koordinātas un ātruma maiņas grafikus reālā laikā. Lai to izdarītu pēc iespējas precīzāk, skolēnam ir jāsaprot, cik tālu no kustības sensora viņam ir jānostājas, cik ilgi, sākoties datu reģistrācijai, šajā vietā ir jāstāv, kurā virzienā – uz kustības sensora pusi vai prom no tā ir jāpārvietojas un cik ātri tas ir jādara. Tātad skolēnam ir jāizanalizē, kāda informācija sniegta abos grafikos.

Analizējot eksperimentā iegūtos datus, skolēns var izvērtēt savu izpratni par to, kā veidojas kustības grafiki un kā kustas objekti, kuru raksturlielumu maiņa ir attēlota grafikos. Veicot eksperimentu, skolēns veido saikni ar praksi, nepaliekot tikai abstrakciju līmenī.



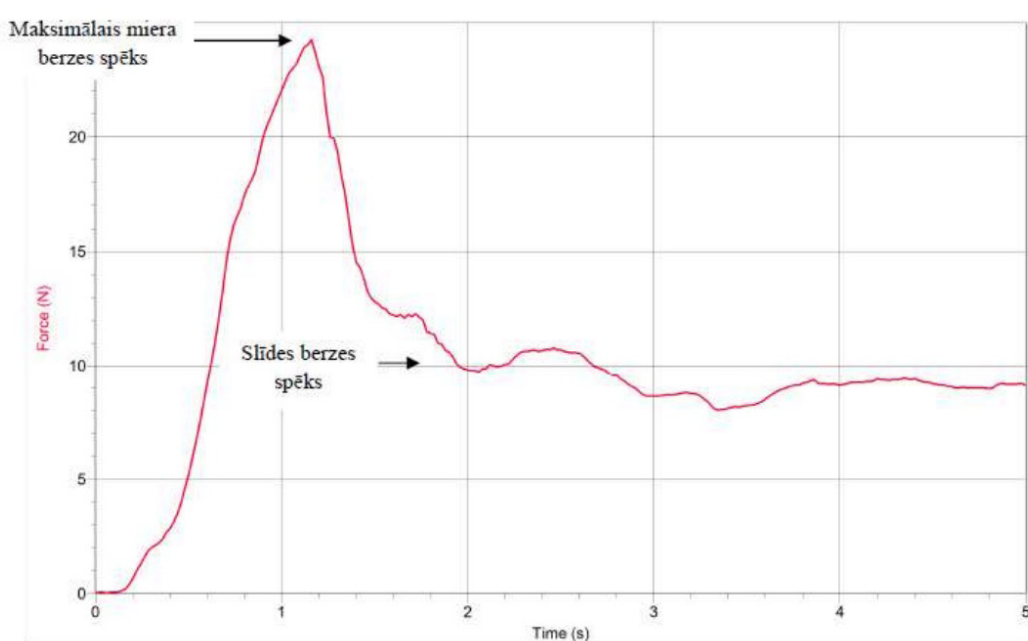
4.14. attēls. Kustības koordinātas maiņa laikā (—) un eksperimentā iegūtie dati (—)



4.15. attēls. Kustības ātruma maiņa laikā (—) un eksperimentā iegūtie dati (—)

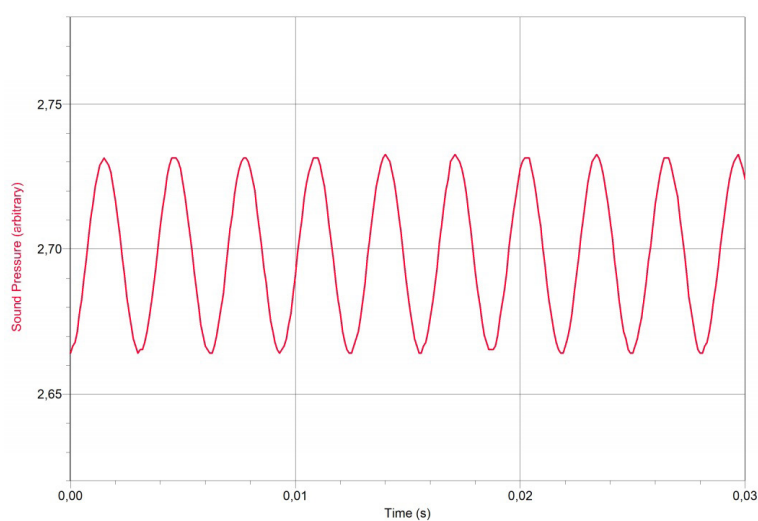
Sensorus var lietot arī demonstrējumos, vizualizējot mērījumu ieguves procesu tiešsaistē uz lielā ekrāna klasē. Demonstrējot procesus, kas norisinās strauji, reālā laikā var iegūt, kā mainās procesa raksturlielumi. Piemēram, miera berzes spēka izpausmes var novērot, kad ķermeni sāk pārvietot – tā vērtība palielinās vienlaikus ar pielikto vilcējspēku – kā pretreakcija uz pārvietošanas mēģinājumu. To var izjust, kad cenšas pārbīdīt smagus priekšmetus. Izkustināt no vietas smagu priekšmetu ir grūti, bet, ja tas ir sācis slīdēt, tad kustību var turpināt, pieliekot jau mazāku spēku. Kustība sākas, kad vilcējspēka lielums ir vienāds ar miera berzes spēka maksimālo vērtību.

Ja pie spēka sensora piestiprina smagu ķermeni un lēnām mēģina to vienmērīgi pārvietot, velkot aiz spēka sensora, tad datu apstrādes programmatūrā iegūst vilcējspēka vērtības izmaiņas grafiku laikā, no kura var spriest arī par berzes spēka izmaiņām laikā (skat. 4.16. attēlu).

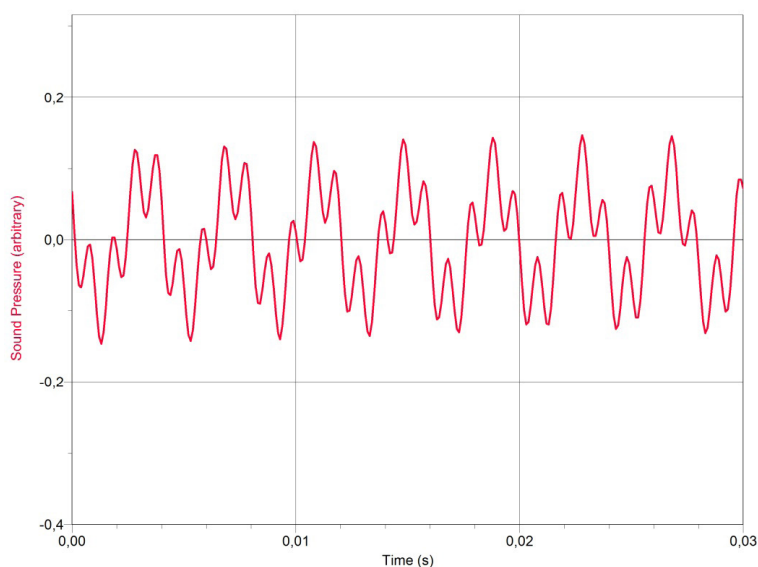


4.16. attēls. Miera berzes spēka grafiks iegūts eksperimentāli ar spēka sensoru

Izmantojot mikroфона sensoru, var vizualizēt skaņas avota radītās gaisa spiediena izmaiņas, iegūstot skaņas viļņa attēlojumu, ja skaņu rada viens skaņas avots vai vairāki. Izmantojot toņdakšu, āmurīti un mikroфона sensoru, var nodemonstrēt, ka tīrs tonis tiešām veido sinusoīdu (skat. 4.17. attēlu). Savukārt, izmantojot divas dažādas frekvences toņdakšas kā skaņas avotus, var nodemonstrēt skaņas viļņu summēšanos. Lai demonstrētu skaņas viļņu summēšanos, abas toņdakšas novieto blakus vienu otrai ar rezonatora atvērumu vienā virzienā, un apmēram 10 cm attālumā pretī rezonatoru atvērumiem novieto mikroфона sensoru. Tad uzsit ar āmurīti pēc kārtas pa katru toņdakšu, startē datu reģistrēšanas programmatūru un iegūst skaņas viļņu summēšanās ainu (skat. 4.18. attēlu).



4.17. attēls. 320 Hz toņdakšas radītais skaņas vilnis



4.18. attēls. Skaņas viļņu 256 Hz un 1000 Hz summēšanās

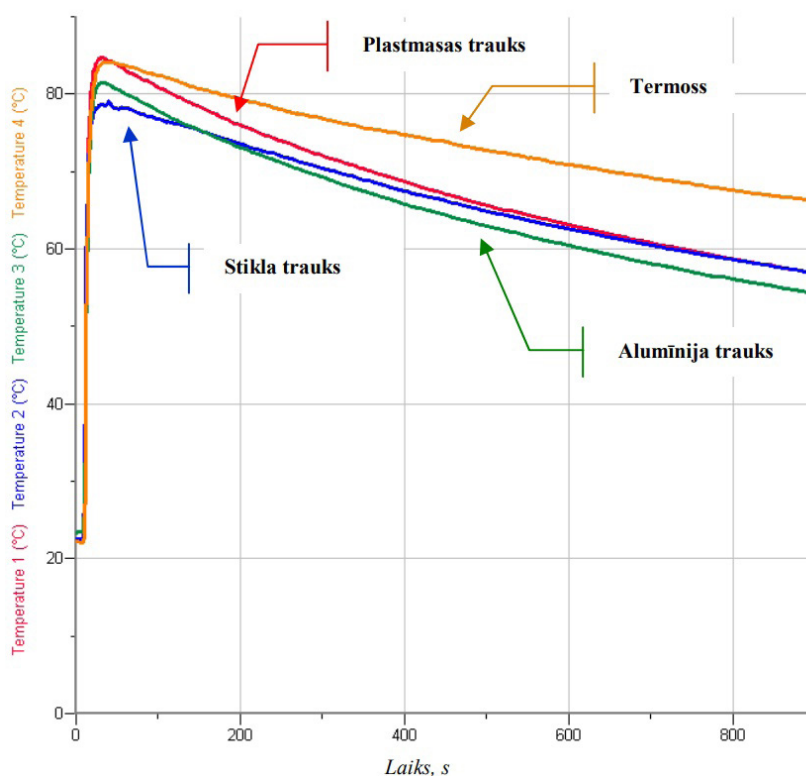
AG

Salīdziniet priekšrocības un trūkumus demonstrējumiem ar un bez sensoriem.

AI

Izveidojiet aprakstu un metodiskos komentārus demonstrējumam, kura veikšanā ir noderīgi lietot sensorus.

Skolēniem var piedāvāt pašiem izvērtēt, kādas ir priekšrocības, veicot praktiskos un laboratorijas darbus ar vai bez sensoriem. Piemēram, ja pēta ūdens atdzišanu vienāda izmēra atšķirīga materiāla traukos (stikla, papīra, keramikas, alumīnija) – cik precīzi būs mērījumi, ja šādu pētījumu veiks ar parastiem termometriem? Vai varēs vienlaikus nolasīt mērījumus visos traukos? Ja temperatūru mēra ar termometriem, kas ievietoti katrā no četriem traukiem, skolēnam nav iespējas iegūt korektus mērījuma datus, jo visstraujākās temperatūras izmaiņas notiek procesa pirmajās 200 sekundēs un, lai varētu veikt korektu salīdzinājumu, dati ir jāfiksē vienlaikus (skat. 4.19. attēlu). Datu uzkrājumam var pievienot vairākus sensorus, līdz ar to var iegūt temperatūras izmaiņas vienā laikā dažādos traukos.



4.19. attēls. Eksperimenta dati ūdens atdzišanai dažāda materiāla traukos

Strādājot ar sensoriem, nedrīkst aizmirst par to mērapjomu. Sensora mērapjoms nosaka, kādus procesus un cik detalizēti ar konkrēto sensoru var pētīt. Piemēram, pētot skaņas skaļumu ar skolā pieejamiem *DataHarvest* vai *Vernier* piedāvātajiem skaņas skaļuma sensoriem, nevar noteikt cilvēka čukstu skaļumu. *Data Harvest* skaņas skaļuma sensora apakšējā robeža ir 40 dB, bet *Vernier* skaņas skaļuma sensora apakšējā robeža ir 35 dB, cilvēka čukstu skaļums ir ap 20–30 dB. Piemēram, datu uzkrājējā iebūvētajiem apgaismojuma sensoriem ir divi darbības diapazoni – viens paredzēts mērījumiem iekštelpās no 0 līdz 1000 lx, bet otrs mērījumiem spilgtā gaismā – no 0 līdz 1 000 000 lx. Ja būs ieslēgts diapazons mērījumiem spilgtā gaismā un skolēns gribēs mērīt apgaismojumu aptumšotā telpā, tad sensors rādīs 0 lx, kaut gan reāli telpā būs 100 lx liels apgaismojums. Lai pievērstu skolēnu uzmanību tam, ka sensoram ir noteikts mērapjoms, kurā var veikt mērījumus, jāpiedāvā skolēniem veikt atbilstošu uzdevumu, noteikt sensora mērapjoma apakšējo robežu.

Veicot praktiskos un laboratorijas darbus, nedrīkst aizmirst arī par darba drošību. Jaunākiem datu uzkrājēju modeļiem datu nosūtīšanai uz datoru ir iespēja veidot bezvadu savienojumu ar datoru – ar *Bluetooth* palīdzību. Senāki datu uzkrājēju modeļi ar datoru tiek savienoti ar vadiem un sensori pie datu uzkrājēja arī tiek pievienoti ar vadiem, līdz ar to jābūt īpaši uzmanīgiem, ja veic darbus ar karstiem šķidrumiem un ķīmiskām vielām. Ja ūdens tiek sildīts atbilstošā vārglāzē uz plītiņas un traukā tiek ievietots temperatūras sensors, lai sekotu, kas mainās, paaugstinoties temperatūrai, temperatūras sensoram ir jābūt nostiprinātam statīvā, un tas nedrīkst skarties klāt vārglāzei, bet sensora vads – plītiņas karstajai virsmai. Temperatūras sensora materiālam (nerūsējošais tērauds) un ūdenim ir atšķirīgas siltumietilpības: $c_{\text{ūdens}} = 4200 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ un $c_{\text{tērauds}} = 500 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$, līdz ar to tērauds sakarst ātrāk un vietā, kur pieskaras stiklam var to saplēst.

AI, IK

Veidojiet ieradumu iepazīties ar sensoru lietošanas diapazoniem un drošības nosacījumiem, kas jāievēro, strādājot ar konkrēto sensoru. Kopā ar skolēniem varat izveidot atgādni par sensoru lietošanas diapazoniem un drošības nosacījumiem, aizpildot to pakāpeniski pirms katra jauna sensoru darba.

Sensors ir rīks, ar kura palīdzību varam iegūt mērījumus un grafiski attēlot procesa raksturlielumu maiņu eksperimenta laikā – neatkarīgi no tā, vai process notiek strauji vai lēni, vai procesa raksturlielumu maiņa ir acīm redzama vai neredzama. Taču būtiski, lai skolēni, pirms sāk mērīšanā lietot sensorus, saprot, kādu lielumu mēra un kā notiek mērīšana. Skolēniem jāzina, ka temperatūras nolasišanas brīdī termometram ir jāatrodas vidē, kuras temperatūru mērām. Tipiskākā kļūda pamatskolā – skolēni, lai nolasiņu temperatūras rādījumu, izņem termometru no trauka ar ūdeni. Skolēni nepadomā, ka šajā brīdī termometrs sāk rādīt apkārtējā gaisa temperatūru. Veicot mērījumus ar temperatūras sensoru, no šādām situācijām var izvairīties, jo mērījuma vērtība redzama datu uzkrājējā vai programmatūrā datorā.

Lietojot sensorus, jāievēro informācija, kas dota to tehniskajā dokumentācijā. Daži piemēri:

- Sensorus nedrīkst ievietot ķīmiski agresīvā vidē. Piemēram, temperatūras sensora metāla virsma sāks reaģēt, ja sensoru ievietos skābes šķīdumā.
- Precīzus mērījumus iespējams iegūt tikai tehniskajā dokumentācijā norādītajā mērījumu intervālā. Oglekļa dioksīda sensors nebūs piemērots CO₂ koncentrācijas mērīšanai pustukšā gāzēta minerālūdens pudelē, bet temperatūras sensors – liesmas temperatūras vai šķidrā slāpekļa temperatūras mērīšanai.
- Jāpievērš uzmanība tehniskajā dokumentācijā dotajām norādēm, cik bieži jāveic mērījumi, lai iegūtu ticamus datus. Ja sensora programmatūrā izvēlamies daudz biežāku mērījumu veikšanu, piemēram, veikt temperatūras mērījumus četras reizes sekundē, nevis vienu mērījumu, kā norādīts tehniskajā dokumentācijā, iegūto rezultātu ticamību var apšaubīt.

Datu apstrāde

Datu apstrādei dabaszinātnēs ir dažādi veidi un atbilstoši pieejami daudzi IT rīki. Eksperimenta dati var būt gan skaitliskās vērtības, gan grafiki, gan videofaili, gan attēli. Tas ir atkarīgs no eksperimenta veida un rezultātiem. Plānojot un veicot eksperimentu, skolēni var attīstīt datu apkopošanas prasmes – saplānot, kādas ailes ir nepieciešamas tabulā, lai reģistrētu mērījumu datus, lai veiktu datu salīdzināšanu, kā arī fiksētu aprēķinu rezultātus, kurus iegūst no mērījumu datiem. Ja dati ir apkopoti elektroniskā tabulā, piemēram, *MS Excel*, tad ir iespējams:

- 1) izmantojot aprēķinu formulas, īsā laikā veikt nepieciešamos aprēķinus liela datu skaitam;
- 2) uzzīmēt grafikus, kas attēlo procesa raksturlielumu maiņu laikā;
- 3) izmantojot iebūvētās funkcijas, veikt datu analīzi. Te ir kopīgi veicami uzdevumi datoriskā un dabaszinātņu priekšmetos, jo grafiku zīmēšanai ieteicams izvēlēties eksperimentā iegūtos datus.

AI, AG

Kādas ir tipiskākās skolēnu kļūdas, zīmējot grafikus dabaszinātnēs?

4.6. tabulā apkopoti datu apstrādes veidi, kuri tiek izmantoti dabaszinātņu mācību procesā, un minēti dažādu IT rīku un programmatūru piemēri, ar kuriem var veikt datu apstrādi.

4.6. tabula. Datu apstrādes veidi dabaszinātņu mācību procesā un IT rīku piemēri

Datu apstrādes veidi	IT rīki un programmatūra
Datu apkopošana tabulās un aprēķinu veikšana	<i>MS Excel</i> , <i>Google</i> dokumentu izklājlapas, datubāzes
Procesu raksturlielumu grafiskais attēlojums	<i>MS Excel</i> , sensoru programmatūras (<i>EasySense</i> , <i>LoggerPro</i>), rīki, ko izmanto matemātikā (<i>Desmos</i>)
Videoapstrāde	<i>VideoPad</i> , <i>Edpuzzle</i> , <i>AdobeSpark</i>
Attēlu apstrāde	<i>GIMP</i> , <i>IrfanView</i> , <i>Paint</i> , <i>Biorender</i>
Kartēšana	<i>ArcGIS Online</i>

Izmantojot sensorus eksperimentos, tā programmatūra tabulas veidā reģistrē mērījumu rezultātus un vienlaikus grafiski attēlo procesa mainīgo pētāmo lielumu izmaiņas. Sensoru programmatūru var izmantot datu apstrādei, kas iegūti arī eksperimentos bez sensoriem. Izvēloties atbilstošu darbības režīmu, tabulā manuāli var ievadīt iegūtos datus, programmatūra automātiski veidos grafiku, kas attēlo, kā procesā ir mainījušies pētāmie lielumi.

Viens no veidiem, kā iegūt datus par kustību vai kādiem citiem procesiem, ir šo procesu nofilmēt un tad no nofilmētā materiāla iegūt nepieciešamos datus. Piemēram, lai noteiktu brīvās krišanas paātrinājumu, pie vertikālas virsmas var nostiprināt mērlenti un no noteikta augstuma palaist vaļā krist nelielu ķermeni (lodīti) un šo procesu nofilmēt. No iegūtā videomateriāla var nolasīt gan ķermeņa veikto ceļu, gan laiku, cik ilgā tas ir veikts. Zinot veikto ceļu un tam patērēto laiku, salīdzinoši vienkārši var aprēķināt brīvās krišanas paātrinājumu ($g = 2h/t^2$). Šādi var izvairīties no cilvēka radītās novēlotās reakcijas kļūdas, kas rodas laika mērīšanā – palaižot un apstādinot hronometru. Skolēniem var piedāvāt veikt uzdevumu, izmantojot videofragmentu, noteikt automašīnas braukšanas ātrumu, kurā uzfilmēts, kā automašīna brauc pa šoseju vai ceļu, kura malā ir redzami ceļa stabiņi. To var izdarīt, noskaidrojot, cik tālu viens no otra tiek novietoti ceļa stabiņi un nolasot laiku, cik ilgi tiek atskaņots videofragments automašīnas kustības laikā no pirmā līdz pēdējam ceļa stabiņam.

Viens no pētnieciskās darbības soļiem ir novērošana, kuras rezultātus fiksē fotogrāfijās. Piemēram, to var izmantot bioloģijā, novērojot un klasificējot augus, putnus u. c. objektus. Svarīgi, lai iegūto attēlu krāsas būtu kā dabā un attēliem būtu laba detalizācijas pakāpe (izšķirtspēja). Tie ir priekšnosacījumi, lai varētu atšķirt – vai novērotais kukainis pieder pie kādas zināmas sugas vai ir izdevies atklāt kādas jaunas sugas pārstāvi. Līdz ar to ir nepieciešamība arī veikt attēlu apstrādi, kā arī veidot bioloģiskos zīmējumus.

Izmantojot pieejamos kvantitatīvos ģeogrāfiskos datus un ģeogrāfiskās informācijas sistēmas, skolēni praktiski var izveidot noteiktas apkaimes kartes, iekļaujot daudzveidīgu informāciju – piemēram, par īpaši aizsargājamām teritorijām, piesaistot tās noteiktām koordinātām, tūrisma infrastruktūru, pievienojot informāciju par pašu novērotajiem dabas objektiem teritorijā u. tml, veidojot vairāku datu slāņu kartes. Lai varētu veikt šādu darbu, skolēniem ir jāapgūst datu klasificēšana, šķirošana, darbības ar datu slāņiem – tos jāprot izgriezt, apvienot un sapludināt, kā arī jāprot veidot pieprasījumus no datubāzēm (Freijs, 2020).

AG

Apspriediet idejas ar kolēģiem un noformulējiet uzdevumu skolēniem, kurā, izmantojot videofragmentu, būtu vispirms jāiegūst dati un, pēc tam tos apstrādājot, tiktu iegūts nepieciešamais rezultāts. Apstrādei nepieciešamo videofragmentu uzfilmējiet vai sameklējiet internetā.

AG

Apspriediet idejas ar kolēģiem un noformulējiet uzdevumu skolēniem, kur demonstrējumā, praktiskajā vai laboratorijas darbā tiek izmantoti sensori un kurā skolēniem ir jādemonstrē izpratne par izmantoto atkarīgo, neatkarīgo un fiksētajiem lielumiem.

Procesu modelēšana un mērījumi ar mobilajām lietotnēm

AI, AG

Kāda ir Jūsu attieksme pret viedtālrunu izmantošanu dabaszinātņu mācību procesā? Sameklējiet skolotājiem adresētajos portālos argumentus par viedtālrunu izmantošanu dabaszinātņu mācību procesā un izveidojiet PRET un PAR sarakstu. Pārspriediet ar kolēģiem izveidoto sarakstu un papildiniet to diskusijas laikā.

Mobilo viedierīču, it īpaši skolēnu mobilo telefonu, lietošana skolā ir plaši apspriests jautājums jau daudzus gadus. No vienas puses, tiek paustas bažas, ka skolēni neizmanto personiskās saskarsmes iespējas ar vienaudžiem un skolotājiem, tā vietā laiku pavadot viedtālrunī – tērējot ar draugiem, spēlējot spēles, klausoties mūziku un skatoties video. Bet, no otras puses, mums kabatā ir jaudīgs instruments un mini laboratorija vienlaikus:

- kas nodrošina piekļuvi internetam, līdz ar to ir iespēja meklēt informāciju interneta resursos, izmantot digitālās grāmatas, izglītības portālus, kā arī komunicēt ar sadarbības partneriem no citām valstīm;
- kurā iebūvētos sensorus var izmantot eksperimenta datu ieguvei. Daži lielumi, kurus var nomērīt – GPS koordinātas, augstums, spiediens, paātrinājums, rotācijas leņķis, magnētiskā lauka intensitāte, apgaismojums, skaņas skaļums u. c.;
- kas nodrošina iespēju ierakstīt video, nofotografēt bildes un ierakstīt skaņu;
- kurā var instalēt daudzas dabaszinātnēs izmantojamas lietotnes.

Lietotne ir programmatūra, kas veidota lietošanai mobilajās viedierīcēs – viedtālrunos, planšetēs. Piedāvājot skolēniem uzdevumus, kuros jāizmanto lietotnes, ir jāveic iepriekšēja sagatavošanās, lai varētu sasniegt plānotos mērķus satura apgūvē. Pirms mobilās ierīces izmanto mācību procesā, ir jānoskaidro:

- mobilā operētājsistēma: *Android* vai *iOS* – kāda operētājsistēma ir pieejama mobilās klases planšetēs vai skolēnu viedtālrunos;
- lietotnes iespējas un plānotais sasniedzamais rezultāts: izvēloties, kuru lietotni piedāvāsi skolēniem uzdevumu veikšanai, jāpārlicinās, ka ar to var veikt darbības, kuras atbilst plānotajam sasniedzamajam rezultātam. Jāizvērtē, vai lietotnē darbošanās ir vienkārši izklaidei vai skolēniem ir iespēja veikt mērījumus, modelēt procesus, konstruēt zināšanas atbilstoši sasniedzamajam rezultātam, saņemt atgriezenisko saiti, zīmēt grafikus, dalīties ar rezultātiem;
- instalēšana: lietotnes ir jāinstalē uz viedierīcēm pirms mācību stundas, lai stundā nekavētu laiku ar tehnisku jautājumu risināšanu, un pēc instalēšanas jāpārlicinās, vai tā darbojas;
- bezmaksas lietotnes: ja skolai nav vienotas nostājas iegādāties digitālos mācību līdzekļus centralizēti skolas viedierīcēm, jāpārlicinās, vai konkrētās lietotnes brīvpieejas versijai ir pieejamas uzdevuma veikšanai nepieciešamās funkcijas. Ja esat sameklējuši maksas lietotnes, ar kuru palīdzību var veikt dažādus uzdevumus ne tikai vienā mācību

priekšmetā, ir vērts pārrunāt to iegādes nepieciešamību metodiskajās sanāksmēs ar kolēģiem un vērsties pie skolas administrācijas par konkrēto lietotņu iegādi un instalēšanu skolas viedierīcēs. Bieži vien lietotne ir jāiegādājas vienu reizi, samaksājot salīdzinoši nelielu summu, nevis tā regulāri jāabonē;

- saskarne: vai lietotne ir intuitīvi un vienkārši darbināma atbilstoši skolēnu vecumposma prasmēm;
- valoda: vai lietotnes saskarne ir latviešu valodā, vai arī, to darbinot, ir nepieciešamas svešvalodas zināšanas;
- interneta savienojums: vai lietotnes darbināšanai nepieciešams interneta savienojums, vai arī tā darbojas arī bez interneta savienojuma.

AI, AG

Izvēlieties divas trīs mobilās lietotnes un izvērtējiet to piemērotību dabaszinātņu mācību procesam. Veidojiet kopīgu sarakstu ar kolēģiem, pievienojot īsu aprakstu vai lietotnes funkciju uzskaitījumu.

Izglītojošās lietotnes ir ar atšķirīgu funkcionalitāti un ir pieejamas lielā skaitā. 4.7. tabulā ir apkopoti piemēri dabaszinātņu mācību procesā izmantojamām lietotnēm.

4.7. tabula. Lietotnes un to funkcionalitāte dabaszinātņu mācību procesā (adaptēts no Capa, 2019)

Darbība	Lietotnes nosaukums un oprētājsistēma	Lietotnes funkcijas
Mērišana	<i>Distance and Height (Android)</i>	Datu ieguve un apstrāde
	<i>EasyMeasure (iOS)</i>	
	<i>Protractor (Android)</i>	
	<i>SoundMeter (Android)</i>	
Procesu modelēšana	<i>Light Lens Simulator (Android)</i>	Datu ieguve, procesu modelēšana
	<i>Lens Converging Diverging Simulator (iOS)</i>	
	<i>Playground Physics (Android)</i>	Procesu modelēšana
	<i>Interactive Simulations in Physics (Android)</i>	Datu ieguve, procesu modelēšana
Objektu atpazīšana	<i>PlantNet (Android)</i>	Resursu krātuve, augu atpazīšana
	<i>BirdNet (Android)</i>	Putnu balsu atpazīšana
	<i>SkyMap (Android)</i>	Planētu un zvaigznāju atpazīšana
	<i>GeoBee Challenge (iOS)</i>	Ģeogrāfijas zināšanu pārbaude ar spēles elementiem
Prognozes reālā laikā un vietā	<i>Aurora (Android)</i>	Ziemeļblāzmas iespējamība
	<i>Laikapstākļi (Android)</i>	Laikapstākļu prognozes
Orientēšanās reālā laikā un vietā	<i>MapsMe (Android)</i>	Atrašanās vietas noteikšana, maršruta plānošana
	<i>HERE WeGo (Android)</i>	

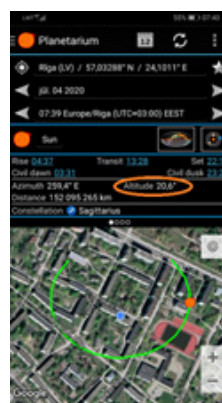
Dažādi mācību uzdevumu piemēri astronomijā, ķīmijā, bioloģijā un fizikā, kuru veikšanai jāizmanto lietotnes un metodiskie komentāri, ir pieejami *Science on Stage* projekta rezultātu apkopojumā *iStage2: Smartphones in Science Teaching*. Mācību uzdevumi var būt ļoti īsi – līdz 10 minūtēm īstenošanai mācību stundā vai veicami kā pētījumi un projektu darbi. Kā piemēru aplūkosim īsu darba uzdevumu par Saules augstuma noteikšanu, ko var īstenot dabaszinībās (skat. 4.8. tabulu).

4.8. tabula. Mācību uzdevums "Saules augstuma noteikšana" (adaptēts no *iStage2: Smartphones in Science Teaching* metodiskajiem materiāliem)

Darba piederumi	Viedtālrunis ar <i>Android</i> operētājsistēmu, kokteiļu salmiņš, knaģis, ekrāns (papīra lapa vai jebkura virsma)
Lietotnes	<i>Protractor</i> , <i>Planetarium</i>
Darba gaita	<ol style="list-style-type: none"> Nostiprini salmiņu pie viedtālruna garākās malas ar knaģi! Atver lietotni <i>Protractor</i> (transportieris)! Novieto viedtālruni slīpi uz augšu, tā, lai saules stari trāpa kokteiļa salmiņā un uz ekrāna ir redzams saules zaķītis! Nosaki leņķi, par kādu pagriezts viedtālrunis, izmantojot lietotni <i>Protractor</i>!



- Atver lietotni *Planetarium* un nolasi Saules augstumu pie debesīm brīdī un vietā, kur veic eksperimentu!



- Salīdzini iegūtos rezultātus!

AI, AG, IK

Izveidojiet uzdevumu skolēniem, kura veikšanā jāizmanto lietotne. Piedāvājiem veikt praktisko uzdevumu. Pēc tā veikšanas kopīgi pilnveidojiet uzdevuma aprakstu. Kādi bija ieteiktie papildinājumi?

Radošie darba uzdevumi ar IT

Eksperimentu darba gaitas fiksēšana fotogrāfijās, mācību video filmēšana, aprakstu veidošana interneta resursiem, instrukciju izstrāde dažādām lietotnēm, 3D modelēšana ir tikai daļa no aktīva mācību procesa sastāvdaļām, veicot praktiskos un laboratorijas darbus un demonstrējumus. Apskatīsim sīkāk dažas minētās darbības.

Internetā ir pieejams liels skaits videofragmentu un animāciju, kuras var izmantot mācību procesā, taču to kvalitāte un saturs ir atšķirīgs. Kad skolēni apgūst kādus mācību jautājumus un meklē video vai animācijas, ar kurām to ilustrēt, viņiem var dot uzdevumu – atbilstoši noteiktiem kritērijiem aprakstīt izvēlēto resursu (skat. 4.20. attēlu).

Sameklēt video, kas ilustrē vai skaidro katru no minētajiem jēdzieniem, un uzrakstīt video anotāciju pēc dotā parauga.

Smaguma centrs

Nosaukums oriģinālvalodā	An athlete uses physics to shatter world records
Nosaukums latviski	Sportists izmanto fiziku, lai pārspētu pasaules rekordu
Autors	TED Ed, Asafs Bārs-Josefs (<i>Asaf Bar-Yosef</i>)
Interneta vietnes adrese	https://www.youtube.com/watch?v=RaGUW1d0w8g
Video ilgums (min)	3,50
Anotācija	<i>Galvenā doma, kas ir attēlota dotajā video/animācijā</i> Video ilustrē, kā mainās smaguma centrs, cilvēkam mainot ķermeņa stāvokli
Secinājumi fizikā no video	Mainot lēciena tehniku, t.i., mainot ķermeņa stāvokli attiecībā pret augstlēcšanas latiņu, var panākt situāciju, ka sportistam smaguma centrs nav jāpārceļ pāri augstlēcšanas latiņai, līdz ar to var pārvarēt lielāku augstumu

4.20. attēls. Video anotācijas veidošanas kritēriju piemērs (ekrānuņēmums)

Pirmo piecu attēlā redzamās tabulas rindu aizpildīšana skolēniem nesagādā grūtības, un tajās ir tā sauktais video tehniskais raksturojums. Lai uzrakstītu video anotāciju, tas ir jānoskatās. Lielākais izaicinājums skolēniem ir tabulas pēdējās rindas aizpildīšana un nepieciešamība secināt, kā pētāmais jēdziens, šajā gadījumā smaguma centrs un tā atrašanās vieta, ietekmē sportista iespējas pārvarēt augstlēcšanas latiņu pēc iespējas lielākā augstumā. Šādi, izvērtējot video resursus, skolēni iedziļinās un, iespējams, apskatās vēl citus video ar nolūku atrast vislabāko, kurā visuzskatāmāk ir ilustrēts aplūkojamais process vai skaidrots jēdziens. Tieši šis video tiek demonstrēts klasesbiedriem, kā arī izmantots ar anotācijām papildinātu video resursu krātuves izveidei.

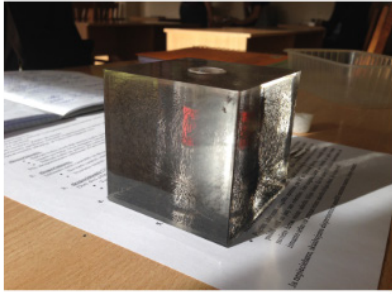
Veicot eksperimentus, skolēniem var piedāvāt uzdevumu nofotografēt eksperimentam nepieciešamos piederumus, eksperimenta būtiskākos notikumus, eksperimenta rezultātu. Šādu darbu skolēniem ieteicams veikt pāri – viens skolēns veic eksperimentu un demonstrē tā

būtiskākos momentus, otrs tos fiksē ar fotoaparātu. Pēc tam skolēniem ir jāveido eksperimenta apraksts, norādot darba piederumus, novērojumus, kuru ilustrē ar iegūtajiem fotoattēliem, kā arī secinājumus. Tādējādi skolēni mācās aprakstīt novērojumus, saskatīt būtiskākos momentus eksperimentā un izdarīt secinājumus (skat. 4.21. attēlu).

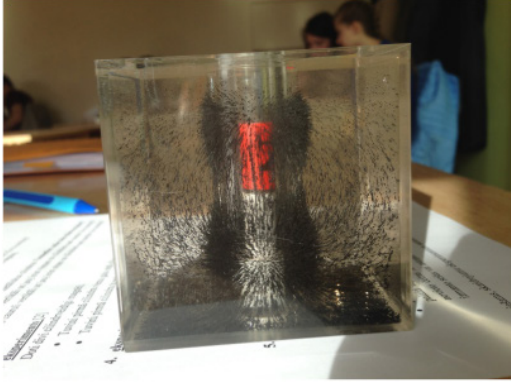
Magnētiskā lauka līnijas kubā.

Darba piederumi:

- kubs, kurā eļļā atrodas dzelzs skaidiņas
- magnēts
- saspraude, ar kuru izvilkt magnētu no kuba



1.- Kad sakratīja kubu, kurā eļļā atrodas dzelzs skaidiņas un pa vidu ir magnēts, skaidiņas pie tā pievilktās, izkļūda tikai nedaudz. Skaidiņas kubā izvietojās tā, ka varēja novērot magnētiskā lauka līnijas - tās nostājās magnētiskā lauka indukcijas līniju virzienā.



2.- Kad no kuba izņēma magnētu un to sakratīja, dzelzs skaidiņām nebija kur pievilkties, tās izkļūda pilnībā pa visu kubu, pēc tam nosēdās kuba pamatā.

3.- Kad kubu sakratīja un magnētu novietoja pie tā sāna ārpusē, dzelzs skaidiņas pievilktās pie kuba sāna, pie kura novietots magnēts.

4.21. attēls. Skolēnu izveidotā apraksta par magnētisma eksperimentu ekrānuzņēmums

Izveidoto aprakstu tālāk var izmantot, lai mācītos pierakstīt eksperimenta darba gaitu, lai citi var atkārtot šo eksperimentu. Šādam mācību uzdevumam plāno 2×40 minūtes. Vispirms 40 minūtes skolēni veic eksperimentu vai vairākus nelielus eksperimentus darba stacijās, nākamās 40 minūtes – skolēni kopsdokumentā veido eksperimenta aprakstu.

Skolēni paši var uzņemt videosīžetus, lai skaidrotu kādus jautājumus. Kā piemēru apskatīsim 9. klases radošo darbu “Astronomisko ziņu reportāža”, kura ideja piedāvāta projekta “Skola 2030” materiālos un adaptēta Pumpuru vidusskolas fizikas stundās (skat. 4.9. tabulu).

4.9. tabula. Mācību uzdevums "Astronomisko ziņu reportāža"

Sasniedzamie rezultāti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meklē un analizē informāciju par astronomisko notikumu/atklājumu, tā ceļoņiem un norisi. 2. Sadarbojas grupā, veidojot ziņu reportāžu. 				
Radošā darba apraksts	Jūs esat Latvijas Televīzijas žurnālisti, kuru darba uzdevums ir izveidot ziņu reportāžu (līdz 5 min.) par kādu astronomisku notikumu/atklājumu. Televīzijas vadība Jums ir devusi rīcības brīvību ziņu reportāžas veidošanā, taču sagaida prasībām atbilstošu rezultātu! (kritēriji – <i>edmodo.com</i>)				
Situāciju piemēri	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ceļā uz komētu</th> <th>Ārā no Saules sistēmas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>3. situācijas apraksts</p> <p>2014. gada 12. novembrī pirmo reizi kosmiskais aparāts nolaidās uz komētas. 1,3 miljardus eiro vērtā zonde "Rosetta" ar laboratoriju "Philae" tika palaista 2004. gadā, un satikšanās ar "67P/Čurjumova-Gerasimenko" komētu notika 510 miljonu kilometru attālumā no Zemes.</p> <p>TV skatītāji vēlētos uzzināt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kas ir komētas? 2. Ar ko komētas atšķiras no asteroīdiem? 3. Kāpēc zinātniekiem bija svarīgi nosūtīt zondi uz komētu? Ko viņi izpētīja? 4. Cik bieži komētas var novērot no Zemes? Vai tās var redzēt ar neapbruņotu aci? </td> <td> <p>6. situācija</p> <p>2018. g. decembrī kosmiskā zonde <i>Voyager 2</i> (6 gadus pēc <i>Voyager 1</i>) pameta Saules sistēmu un nonāca starpzvaigžņu telpā. Zonde tika palaista 1977. gadā, lai pētītu Saules sistēmas ārējās planētas, un no tās joprojām tiek saņemta zinātniska informācija.</p> <p>TV skatītāji vēlētos uzzināt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kas ir starpzvaigžņu vide, no kā tā sastāv? 2. Kāda veida objekti atrodas ārpus Saules sistēmas? 3. Kādi veida objekti, kas atrodas ārpus Saules sistēmas, ir novērojami no Zemes ar neapbruņotu aci? 4. Kādus atklājumus <i>Voyager</i> zonde ir veikusi? Uz kuriem <i>Voyager</i> zonde dodas? </td> </tr> </tbody> </table>	Ceļā uz komētu	Ārā no Saules sistēmas	<p>3. situācijas apraksts</p> <p>2014. gada 12. novembrī pirmo reizi kosmiskais aparāts nolaidās uz komētas. 1,3 miljardus eiro vērtā zonde "Rosetta" ar laboratoriju "Philae" tika palaista 2004. gadā, un satikšanās ar "67P/Čurjumova-Gerasimenko" komētu notika 510 miljonu kilometru attālumā no Zemes.</p> <p>TV skatītāji vēlētos uzzināt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kas ir komētas? 2. Ar ko komētas atšķiras no asteroīdiem? 3. Kāpēc zinātniekiem bija svarīgi nosūtīt zondi uz komētu? Ko viņi izpētīja? 4. Cik bieži komētas var novērot no Zemes? Vai tās var redzēt ar neapbruņotu aci? 	<p>6. situācija</p> <p>2018. g. decembrī kosmiskā zonde <i>Voyager 2</i> (6 gadus pēc <i>Voyager 1</i>) pameta Saules sistēmu un nonāca starpzvaigžņu telpā. Zonde tika palaista 1977. gadā, lai pētītu Saules sistēmas ārējās planētas, un no tās joprojām tiek saņemta zinātniska informācija.</p> <p>TV skatītāji vēlētos uzzināt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kas ir starpzvaigžņu vide, no kā tā sastāv? 2. Kāda veida objekti atrodas ārpus Saules sistēmas? 3. Kādi veida objekti, kas atrodas ārpus Saules sistēmas, ir novērojami no Zemes ar neapbruņotu aci? 4. Kādus atklājumus <i>Voyager</i> zonde ir veikusi? Uz kuriem <i>Voyager</i> zonde dodas?
Ceļā uz komētu	Ārā no Saules sistēmas				
<p>3. situācijas apraksts</p> <p>2014. gada 12. novembrī pirmo reizi kosmiskais aparāts nolaidās uz komētas. 1,3 miljardus eiro vērtā zonde "Rosetta" ar laboratoriju "Philae" tika palaista 2004. gadā, un satikšanās ar "67P/Čurjumova-Gerasimenko" komētu notika 510 miljonu kilometru attālumā no Zemes.</p> <p>TV skatītāji vēlētos uzzināt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kas ir komētas? 2. Ar ko komētas atšķiras no asteroīdiem? 3. Kāpēc zinātniekiem bija svarīgi nosūtīt zondi uz komētu? Ko viņi izpētīja? 4. Cik bieži komētas var novērot no Zemes? Vai tās var redzēt ar neapbruņotu aci? 	<p>6. situācija</p> <p>2018. g. decembrī kosmiskā zonde <i>Voyager 2</i> (6 gadus pēc <i>Voyager 1</i>) pameta Saules sistēmu un nonāca starpzvaigžņu telpā. Zonde tika palaista 1977. gadā, lai pētītu Saules sistēmas ārējās planētas, un no tās joprojām tiek saņemta zinātniska informācija.</p> <p>TV skatītāji vēlētos uzzināt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kas ir starpzvaigžņu vide, no kā tā sastāv? 2. Kāda veida objekti atrodas ārpus Saules sistēmas? 3. Kādi veida objekti, kas atrodas ārpus Saules sistēmas, ir novērojami no Zemes ar neapbruņotu aci? 4. Kādus atklājumus <i>Voyager</i> zonde ir veikusi? Uz kuriem <i>Voyager</i> zonde dodas? 				
Metodiskās norādes skolotājam	<ul style="list-style-type: none"> • Skolēniem tiek piedāvātas astoņas dažādas situācijas, kurās ir uzdoti skatītājus interesējošie jautājumi. Situācijas ir ievietotas uz virtuālās sienas vietnē padlet.com. • Skolēni pāros izvēlas vai izlozē piedāvāto situāciju, meklē atbilstošu informāciju. Raksturo plānoto sižetu pēc darba lapā ("Skola 2030") dotās formas, raksta atbildes uz skatītāju jautājumiem. • Filmē ziņu sižetu. • Darba lapu un saiti uz izveidotajiem video skolēni ievieto ar līmlapiņu uz kopīgās virtuālās sienas. • Skolēnu uzdevums ir iepazīties ar citu grupu izveidotajiem videosižetiem, izvēlēties divus sižetus, par kuriem sniegt atgriezenisko saiti un uzdot papildus neskaidros vai interesējošos jautājumus to autoriem par aplūkoto situāciju. • Skolotāja sniedz atgriezenisko saiti par izveidotajiem sižetiem, izmantojot vietnes padlet.com iespējas – ierunā atgriezenisko saiti un ievieto video failu ar līmlapiņu uz virtuālās sienas. • Sižeta autori ieraksta atbildes uz papildus uzdotajiem jautājumiem. 				

Skolēnu papildu jautājumi un atbildes

Ceļā uz komētu

Georgija, Ričarda un Edgara vērtējums

Bija ļoti interesants karantīnas laika formāts, skaņa bija ļoti laba un visu varēja skaidri dzirdēt. Attēli un modeļi bija ļoti reāli.

Jautājums: Kā īsti notiek gravitācijas manevri?

Atbildes uz jautājumiem

Paldies par Jūsu dotajiem vērtējumiem un jautājumiem.

Georgija, Ričarda un Edgara jautājums:

Kā īsti notiek gravitācijas manevri?

Gravitācijas manevrs ap planētu maina zondes ātrumu, ieejot un izbraucot no planētas gravitācijas ietekmes sfēras. Zondes ātrums palielinās, tuvojoties planētai, un samazinās, izvairoties no tās gravitācijas spēka, bet tāpēc, ka planēta riņķo ap Sauli, manevra laikā šī kustība ietekmē tikai zondi

Ārā no Saules sistēmas

Artūra un Agnetas vērtējums

Tik tiešām interesanta reportāža! Iespējams uzzināt svarīgus faktus par Saules sistēmas uzbūvi, par Saules sistēmas izpēti ar zondi Voyager, par pašu zondi un citām planētām jeb eksoplanētām un to sistēmām, kurās tās atrodas.

Nosauciet kādu eksoplanētu!

Georgija, Ričarda un Edgara vērtējums

Bija ļoti interesanti klausīties, es, Georgijs, lasot par šo misiju nesen, esmu uzzinājis daudz ko jaunu.

Mūsu jautājums: Vai ar mūsu tehnoloģijām ir iespējams aizlidot līdz planētai KEPLER-168F?

Metodiskās norādes skolotājam

- Vērtēšanas kritēriji ("Skola 2030") ir par reportāžas struktūru (ievads, nobeigums, mērķis, norises laiks, kopsavilkuma kvalitāte), reportāžas saturu (fizikāli korektas atbildes uz jautājumiem, iekļauta papildu informācija, atbildes pamatotas ar faktiem, lietoti atbilstoši jēdzieni) un tehnisko izpildījumu (atbilstošs formāts, izmantoti vizuālie materiāli, sižeta ilgums, ieraksta kvalitāte).
- Pirms darba izpildes skolēni ir iepazinušies ar kritērijiem.
- Šis darbs ir veikts pilnā apjomā attālināti (2020. gada pavasarī).
- Veicot darbu klātienē, papildus var piedāvāt skolēniem darba izstrādē iepazīties ar scenāriju melnrakstiem, savstarpēji tos izvērtēt un ieteikt uzlabojumus.

Vidusskolā iespējams organizēt mācību procesu tā, ka pat visu tematu skolēni strādā kā projekta darbu un uzfilmē mācību video, no kuriem pārējie klasesbiedri iepazīst tematā lietotos jēdzienus un pētāmos procesus. Iespējamā darbību secība šādam darbam (Bārda, 2017):

- Ar skolēniem pārrunā, kāds, pēc viņu domām, ir labs mācību video, vienojas par kritērijiem, kādiem atbilst labs mācību video; pārrunā projekta nosacījumus.
- Izmantojot temata sasniedzamos rezultātus, noformulē uzdevumus katrai grupai, piemēram: "Izveido 3–5 minūšu ilgu mācību video, kurā ar piemēriem tiek ilustrēta mehānisko viļņu un svārstību daudzveidība".

- Atrod vietnē [youtube.com](https://www.youtube.com) divus video atbilstoši grupas uzdevumam un uzraksta anotāciju šiem video.
- Prāta vētra katrā grupā – ideju ģenerēšana filmas sižetam.
- Kopīgi noskaidro, kas ir scenārijs; veido scenāriju, to pārrunā grupās un pilnveido.
- Uzraksta piecus jautājumus, uz kuriem klasesbiedri varēs atbildēt, noskatoties konkrēto mācību video.
- Filmē un montē mācību video.
- Demonstrē un savstarpēji izvērtē video.

Veidojot uzdevumu atbilstoši viena temata sasniedzamajiem rezultātiem, iespējams diferencēt uzdevumus katrai grupai. Šādu pieeju ieteicams izvēlēties to tematu apguvei, kuros visas skolēnu grupas uzdevumus varēs paveikt patstāvīgi un kurā ir pieejama nepieciešamā informācija. Rūpīgi jāplāno, kā tiks organizēta darba rezultātu – video – demonstrēšana un analīze. Video prezentācijām būtu jāvelta trīs mācību stundas, ja skatītos tās secīgi citu pēc citas. Iespējamais risinājums – skolēni var video noskatīties patstāvīgi un klasē prezentēt un analizēt labāko video.

Kopsavilkums

Dabaszinātnēs izmantotajos modeļos ietver tikai noteiktas, būtiskas īpašības, kas ļauj uzskatāmi skaidrot objekta uzbūvi, procesa norisi un izprast likumsakarības. Lai gan, veidojot modeļus, tiek ņemti vērā eksperimentu rezultāti, modeļi ir precīzi tikai ierobežotās situācijās.

Praktiskie darbi un laboratorijas darbi ir veids, kā, praktiski darbodamies, skolēni apgūst un pilnveido dabaszinātņu eksperimentu veikšanas prasmes – mērīšanas prasmes, dažādu iekārtu lietošanas prasmes, modeļu veidošanas prasmes, novērojumu veikšanas prasmes u. tml.

Pētnieciski laboratorijas darbi ir uz skolēnu izziņas aktivitāti fokusēti darbi, kuros skolēni konstruē zināšanas dabaszinātnēs pētniecības procesā. Veicot pētnieciskos darbus, skolēni attīsta šādas prasmes: mainīgo un fiksēto lielumu izvēle, jautājumu uzdošana, hipotēzes formulēšana, datu ieguve un apstrāde, rezultātu analīze, eksperimentēšana, plānošana, argumentēšana, uz pierādījumiem balstītu secinājumu formulēšana.

IT rīku un ierīču mērķtiecīga lietošana dabaszinātņu mācību procesā ir apzināti izvēlēta stratēģija, izvērtējot IT rīka priekšrocības konkrētā darba uzdevuma veikšanā un iespējas nodrošināt skolēniem aktīvu mācību procesu. Lai IT rīku izmantošana būtu iespējama, gatavojoties stundai, jāpārlicinās par tehniskā nodrošinājuma pieejamību un funkcionalitāti.

Izmantotā literatūra

- Allen, M. (2014). *Misconceptions in Primary Science* (2nd ed.). Great Britain: Open University Press.
- Amos, R. (2015). Using technologies to support learning science. In Toplis, R. (ed.). *Learning to Teach Science in Secondary School* (4th ed). Routledge.
- Bārda, R. (2017). *Skolēnu veidotie mācību video fizikas un bioloģijas apgūvē*. LU bakalaura darbs.
- Bulba, 2020. *What is Inquiry-Based Science?* Smithsonian Education centre. Pieejams: <https://ssec.si.edu/stemvisions-blog/what-inquiry-based-science>
- Capa, G. (2019). *Mobilās lietotnes datu ieguves un apstrādes prasmju pilnveidei fizikā*. LU bakalaura darbs.
- Dale, E. (1969). *Audio-Visual methods in Teaching* (3rd ed.). Holt Rinehart & Winston. <http://www.intech.com/education/pdf/ConeOfLearning-Flyer.pdf>
- Dudareva, I. (2013). *Sensoru, datu uzkrājēju un interaktīvās tāfeles lietojums fizikas mācību procesā*. LU FMF promocijas darbs.
- Education Endowment Foundation (2018). *Improving Secondary Science*. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/tools/guidance-reports/>
- Erätuuli, M., Meisalo, V. (1991). *Luonnontutkimustehtävien analyysi fysiikan ja kemian opetuksen tavoitteiden näkökulmasta, teorian jatkokehittelyä ja peruskoulun oppilaiden saamien tulosten analyysi*. Helsingin yliopisto opettajankoulutuslaitos.
- Freijs, K. (2020). *Mācību metodiskais materiāls "ARCGIS online" izmantošanai skolā*. LU bakalaura darbs.
- Giere, R. N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning* (3rd ed.). Fort Worth: Holt Rinehart & Winston.
- Harrison, A. G., Coll, R. K. (eds.) (2008). *Using Analogies in Middle and Secondary Science Classrooms*. Corwin Press.
- Klimata valoda (bez datējuma). Projekta "Klimata valoda" materiāli. Pieejams: <https://languageofclimate.wordpress.com/experiments/>
- Knight, R. D. (2004). *Five Easy Lessons. Strategies for Successful Physics Teaching*. Pearson Education.
- Labbude, P. (2010). *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.–9. Schuljahr*. Haupt Verlag.
- McDaid, I. (2015). *Outstanding Science Lessons. 100 ideas for Secondary Teachers*. Bloomsbury.
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. In *America's Lab Report* Washington DC: National Academy of Sciences.
- Namsone, D. (2010). *Dabaszinātnes skolā – atbilstoši laikam*. Lielvārde: Lielvārds.
- Prigo, R. (2007). *Making Physics Fun*. Corwin Press.
- Sang, D. (2008). *Teaching secondary physics. John Murray science practice..* Hodder Education.
- Toplis, R. (ed.). (2015). *Learning to Teach Science in Secondary School* (4th ed). Routledge.
- The European Platform for Science Teachers. (n. d.). *iStage2: Smartphones in Science teaching*. <https://www.science-on-stage.eu/page/display/5/28/1290/istage-2-smartphones-in-science-teaching>
- Volkinšteine, J. (2016). *Skolēnu pētnieciskā darbība dabaszinātnēs*. Rīga: RaKa.
- Wellington, J., Ireson, G. (2017). *Science Learning, Science Teaching* (4th ed.). Taylor & Francis Group.

IT riki

- <https://animoto.com/> – īsu video veidošanas rīks
- <https://biorender.com/> – bioloģisko zīmējumu veidošanas rīks
- <https://bookcreator.com/> – interaktīvu grāmatu/portfolio veidošanas rīks
- <https://edpuzzle.com/> – video apstrādes rīks un mācību video resursu vietne
- <https://infogram.com/> – infografiku veidošanas rīks
- <https://kahoot.com/> – testu un mācību spēļu veidošanas rīks
- <https://padlet.com/> – virtuālā siena
- <https://piktochart.com/> – infografiku veidošanas rīks

<https://prezi.com/> – prezentāciju veidošanas rīks
<https://quizizz.com/> – testu un mācību spēļu veidošanas rīks
<https://spark.adobe.com/sp/> – video apstrādes un prezentāciju veidošanas rīks
<https://stellarium-web.org/> – brīvpieejas planetārija programma
<https://wakelet.com/> – portfolio veidošanas rīks
<https://whiteboard.fi/> – digitālā klase nelielu aktivitāšu veikšanai tiešsaistē
<https://www.arcgis.com/index.html> – ģeogrāfiskās informācijas sistēma kartēšanai
<https://www.classtools.net/hotspot/index.php> – attēlu anotēšana ar interaktīviem punktiem
<https://www.desmos.com/> – matemātikas sakarību grafiskas modelēšanas rīks
<https://www.desmos.com/> – rīki matemātikas aktivitātēm
<https://www.edmodo.com/> – platforma tiešsaistes mācību procesa nodrošināšanai
<https://www.educandy.com/> – aktivitāšu ar jēdzieniem veidošanas rīks
<https://www.gimp.org/> – attēlu apstrādes programmatūra
<https://www.irfanview.com/> – attēlu apstrādes rīks
<https://www.socrative.com/> – formatīvās vērtēšanas rīks

IT resursi dabaszinātnēs

Arbor Scientific. (n. d.). *Paul Hewitt. Next-Time Questions*. <https://www.arborsci.com/pages/next-time-questions>

ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika” (n. d.). *Atbalsta materiāli ķīmijā, fizikā, matemātikā, bioloģijā un dabaszinībās 10.–12. klasei*. <https://www.siic.lu.lv/skolam/materiali/atbalsta/10-12/>

ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika” (n. d.). *Atbalsta materiāli ķīmijā, fizikā, matemātikā un bioloģijā 7.–9. klasei*. <https://www.siic.lu.lv/skolam/materiali/atbalsta/7-9/>

GO-LAB (n.d.). *Sharing and Authoring Platform. Collection of online labs, interactive inquiry apps*. <https://www.golabz.eu/>

Izglītības portāls uzdevumi.lv. (n. d.). *Teorija, uzdevumi un testi 1.–12. klašu mācību priekšmetos*. <https://www.uzdevumi.lv/>

Izglītības vietne mācibuvideo.lv (n. d.). *Mācību video fizikā un matemātikā*. <http://www.macibuvideo.lv/>

Khan Academy. (n. d.). *Online Courses in different subjects*. <https://www.khanacademy.org/>

Latvenergo izglītības portāls FIZMIX. (n. d.). *Fiztēmas*. <https://www.fizmix.lv/>

Latvijas Dzelzceļa izglītības portāls STEaMUP. (n. d.). *Tavs palīgs STEM apgūšanai*. <https://steamup.lv/>

Latvijas Ķīmijas un farmācijas uzņēmumu asociācijas vietne. Sadaļa “Skolotājiem”. *Eksperimentu apraksti ķīmijā un dabaszinībās*. <https://www.kimiko.lv/skolotajiem/>

Latvijas Universitātes vietne skolām. (n. d.). *Mācību priekšmetu olimpiādes*. <https://edu.lu.lv>

Lielvārds (n. d.). *Viedgrāmatas matemātikā, dabaszinībās, bioloģijā, ķīmijā, fizikā un ģeogrāfijā*. <https://soma.lv/>

Stellarium (n. d.). *Brīvpieejas atklātā pirmkoda planetārijs*. <http://stellarium.org/lv/>

TedEd. (n. d.). *Lessons Worth Sharing*. <https://ed.ted.com/>

The European Platform for Science Teachers. (n. d.). *iStage: Information and Communications Technology (ICT) in Science teaching*. <https://www.science-on-stage.eu/page/display/5/28/1299/istage-information-and-communications-technology-ict-in-science-teaching>

The European Platform for Science Teachers. (n. d.). *iStage2: Smartphones in Science teaching*. <https://www.science-on-stage.eu/page/display/5/28/1290/istage-2-smartphones-in-science-teaching>

University of Colorado Boulder (n. d.). *PhET Interactive Simulations*. <https://phet.colorado.edu/>

University of Worcester (2010). *Wow Factors in Science Lessons*. <https://thescienceteacher.co.uk/wp-content/uploads/2015/10/Science-demonstrations-university-of-worcester.pdf>

VISC (n. d.). *Valsts pārbaudes darbu uzdevumi*. <https://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/uzdevumi.shtml>

Uzdevumu iespējamās atbildes

8. lpp.

Atbilžu meklēšana par dabaszinātņu "dabu" ir cieši saistīta ar mūsu katra dzīvi, dabas vidi un sabiedrību.

Jautājumi	Kāpēc ir svarīgi rast atbildes uz jautājumiem par dabaszinātņu "dabu" saistībā ar mūsu katra dzīvi, dabas vidi un sabiedrību?
Kas ir raksturīgs dabaszinātnēm? Kas ir zināšanas dabaszinātnēs? Kas ir zinātniskā pētniecība dabaszinātnēs? Kā tiek iegūtas zināšanas dabaszinātnēs? Kāda ir bijusi zinātnes vēsturisko strāvojumu nozīme? Kā var izmantot dabaszinātņu zināšanas?	<i>Iespējamās dažādas atbildes. Daži piemēri.</i> Saprast dabu kā cilvēka dzīves vidi. Saprast dabu, cilvēkus un sevi pašu. Prast atbildīgi rīkoties. Prast izvērtēt viedokļus par dabu.



12. lpp.

Papildiniet 1.1. tabulas neaizpildīto kolonnu ar, Jūsaprāt, nozīmīgākajiem atklājumiem, novērojumiem, norisēm sabiedrībā.

1.1. tabula. Svarīgi dabaszinātņu attīstības posmi Eiropā

Laika perioda nosaukums, politiskie, klimatiskie apstākļi	Nozīmīgākie atklājumi, novērojumi, norises sabiedrībā	Laika posms
Paleolīts	Mīti, daba ar gariem un dēmoniem, daži dabas novērojumi	Līdz apm. 12 000 g. p. m. ē.
Neolīts	No pieredzes gūtas zināšanas – pieradināšana un selekcija (kultūraugi, mājlopi), klejotāju un nomadu sabiedrība	No apm. 12 000 g. p. m. ē.
Klimata uzlabošanās	Jaukta saimniekošana (agrārie ciemati, pilsētas), amatnieciskās prasmes, pirmās tehnoloģijas (tekstilijas, podniecība), Jērika	Apmēram 8000 g. p. m. ē.
Attīstīta agrārā sabiedrība, centralizācija	Pilsētu veidošanās, civilizācijas, piemēram, Mezopotāmijā – attīstītas tehnoloģijas (apūdeņošana)	Apmēram 4000 g. p. m. ē.
Sabiedrības diferencēšanās (zinātniskā elite)	Astronomija, astroloģija, metālapstrāde, noderīgo zināšanu saraksti	Apmēram 3500 g. p. m. ē.
Neatkarīgie grieķu dabas filozofi	Dabaszinātņu rašanās, dabaszinību un amatniecības atdalīšanās, objektīvi novērojumi, spekulācijas par Visumu	700–400 g. p. m. ē.
Tehnikas izmantošana hellēnistu un grieķu laikā	Atsacīšanās no “tīrajām” dabaszinātņu zināšanām, militārā un jūras tehnika, būvniecība	300. g. p. m. ē. – 476. m. ē.
“Zināšanu glābšana” islāma pasaulē Austrumu un Vidusjūras zemēs	Grieķu filozofu un civilizāciju zināšanu saglabāšana un izplatīšana, bibliotēkas, skolas, pirmās zinātnieku kopienas	No 600. g. m. ē. līdz 14. gs.
Viduslaiku Eiropa	Iedzīvotāju skaita pieaugums, urbanizācija, amatniecības tehnoloģijas, sholastika, klosteru skolas – dabas filozofija tika pakārtota teoloģijai	600. g. m. ē. līdz 13. gs.
Baznīca, kari, klimats, mēris	Militārās revolūcijas, jaunas tehnoloģijas	14./15. gs.
Atgriešanās pie antīkajiem laikiem, renesanse	Tulkojumi, pilsētu pilsoņi, koloniālisms, atklājumi, jaunas tehnoloģijas	15. gs.
Jūras braucieni, ģeogrāfiskie atklājumi	Pirmā zinātniskā revolūcija, dabaszinātņu bagātināšanās, pateicoties tehnikas, medicīnas, akadēmiju attīstībai	16./17. gs.
Empīriskās dabaszinātnes – eksperimenti	Galileja, Keplera, Ņūtona teorijas, alķīmijas noriets	17. gs.
Industriālā revolūcija	Dzelzs laiki (dzelzceļš, automatiskās aužamās stelles), paralēli tam dabaszinātņu vēstures attīstība (aprašīšana, vākšana)	18./19. gs.
Otrā dabaszinātņu revolūcija	Dominē klasiskā dabaszinātniskā pasaules aina (metodes, matematizēšanās), daudzu nozaru rašanās, lietišķās dabaszinātnes	19. gs.
Modernās dabaszinātnes	Jaunas tehnoloģijas, jauna pasaules aina – kvantu fizika, krāsvielu ķīmija, molekulārbioloģija, ģenētiskais kods, sievietes zinātnē	20./21. gs.

18. lpp.

Vai tehnoloģijas Jūs attiecinātu uz humanitārajām zinātnēm vai dabaszinātnēm?
Pamatojiet viedokli!

Inženierzinātnes var uzskatīt kā dabaszinātņu lietišķo zinātni. Kad pēta tehniskos produktus un tehnikas attīstības panākumus (tehnikas attīstības novērtējumu), tos aplūko arī kā cilvēces kultūras produktus, kas ir raksturīgi humanitārajām zinātnēm.

**35. lpp.**

Nosakiet zināšanu veidus minētajiem piemēriem! Ierakstiet tos atbilstošās vietās tabulā!

Zināšanu veidu noteikšana

Piemērs	Zināšanu veids
Skolēns izskaidro cilvēka attīstību, pamatojoties uz evolūcijas teoriju	Konceptuālās
Skolēns saviem vārdiem izskaidro termina "ekoloģija" definīciju	Deklaratīvās
Skolēns izskaidro, kādā veidā viņš ir izstrādājis mājasdarbu par bioloģiskās daudzveidības izpēti Gaiziņkalna apkārtnē	Epistēmiskās
Skolēns pamato kritērijus, kas izmantoti, lai noteiktu, kā notiek fotosintēze	Procesuālās



38. lpp.

Izpildiet testu par dažādiem vērtēšanas veidiem! Izvēlieties atbilstošo vērtēšanas veidu!

Tests par dažādiem vērtēšanas veidiem

Jautājumi	DV	FV	SV
Izmanto, lai identificētu pašreizējās zināšanas un/vai nepareizus priekšstatus	x		
Izmanto, lai sniegtu atgriezenisko saiti mācību procesa laikā		x	
Izmanto, lai summētu mācīšanos mācību procesa beigās			x
Ieteicams izmantot pirms un pēc temata apguves	x		
Piemērots skolēna izaugsmes noteikšanai	x	x	
Meistarības un veikspējas/snieguma līmeņa novērtēšana			x
Pašnovērtējums	x	x	
Ieejas un izejas biļetes	x	x	
Skolēna darbības novērošana	x	x	x
Mājasdarbi		x	x
Pāru vērtējumi		x	
Kontrolsaraksti		x	x
Daudzizvēļu jautājumi	x	x	x
Vienas izvēles jautājumi	x	x	x
Grupu darbi	x	x	x
Portfolio			x



47. lpp.

Pārliecinieties, vai esat pareizi novērtējis kvalitatīvas formatīvās vērtēšanas īstenošanu mācību procesā.

Skolotāja darbība jēgpilna formatīvās vērtēšanas procesa nodrošināšanai

Skolotājs var pārliecināties (skat. tabulu), ko viņam vajadzētu darīt, lai nodrošinātu kvalitatīvu formatīvo vērtēšanu mācību procesā un vai viņa 2.3. un 2.4. tabulā sniegtās atbildes ir pareizas.

Tabula. **Formatīvās vērtēšanas raksturīgākās pazīmes un skolotāja mācīšanas paņēmieni** (adaptēts no Pedagogy and Practice., 2004)

IV raksturīgās pazīmes	Skolotāja darbība
Dalīšanās ar skolēniem mācību mērķu noteikšanā	<ul style="list-style-type: none"> • pastāstiet par mācību mērķiem stundas sākumā un vajadzības gadījumā stundas laikā skolēniem saprotamā valodā • izmantojiet šos mērķus jautājumu uzdošanā un atgriezeniskās saites iegūšanai • novērtējiet atgriezenisko saiti saistībā ar mācību mērķu sasniegšanu, lai informētu par nākamajiem plānošanas posmiem
Palīdzība skolēniem zināt un atpazīt sasniedzamos rezultātus, kuri viņiem jāsasniedz	<ul style="list-style-type: none"> • parādiet skolēniem darbu, kas atbilst kritērijiem, un paskaidrojiet, kāpēc • sniedziet skolēniem skaidrus snieguma kritērijus un pēc tam tos saistiet ar mācību mērķiem • modelējiet, kādam tam vajadzētu izskatīties, piemēram, uzrakstiet uz tāfeles • pārliecināties, ka pastāv skaidras kopīgas prasības prezentācijas darba noformējumam • nodrošiniet skolēnu darbu demonstrēšanu, kas parāda vēl nepabeigto darbu kā pabeigto
Skolēnu iesaistīšana pāru vērtēšanā un pašnovērtēšanā	<ul style="list-style-type: none"> • sniegt iespēju skolēniem pastāstīt, ko viņi ir iemācījušies un kas viņiem ir bijis par grūtu, fokusējoties uz mācību mērķiem • mudiniet skolēnus strādāt / diskutēt kopā, koncentrējoties uz to, kā uzlabot savu darbu • palūdziet skolēniem izskaidrot, kā viņš nokļuvis līdz atbildei • dodiet laiku skolēniem pārdomāt, kā viņi ir iemācījušies • kopā ar skolēniem nosakiet nākamās mācību posmus
Atgriezeniskās saites nodrošināšana, kas skolēniem ļauj apzināties viņu nākamās soļus un to, kā tos spert	<ul style="list-style-type: none"> • izmantojiet mutvārdu, kā arī rakstiskas atgriezeniskās saites sniegšanu • pārliecināties, ka atgriezeniskā saite ir konstruktīva un arī pozitīva, nosakot, ko skolēns ir paveicis labi, kas jādara, lai to uzlabotu un kā to izdarīt • pēc vajadzības identificēt nākamās soļus grupām un indivīdiem
Skolēna pašapziņas pārliecības veicināšana par viņa spēju uzlabot savu sniegumu	<ul style="list-style-type: none"> • nosakiet mazus soļus, lai skolēni varētu ieraudzīt savu progresu, tādējādi veidojot pārliecību par sevi un paaugstinot pašapziņu • mudiniet skolēnus izskaidrot savu domāšanu un argumentāciju, ievērojot klases ētiku
Skolotāja un skolēna iesaistīšana vērtēšanas informācijas pārskatīšanā un atspoguļošanā	<ul style="list-style-type: none"> • pārrunājiet ar skolēniem viņu darbu, piemēram, noskaidrojot skolēna darbības soļus • izvēlēties piemērotus uzdevumus, lai sniegtu kvalitatīvu informāciju (ar uzsvaru uz procesu, nevis tikai uz pareizo atbildi) • dodiet laiku skolēniem pārdomāt, ko viņi ir iemācījušies un sapratuši, lai noteiktu, kur viņiem joprojām ir grūtības • novērtēšanas rezultātā pielāgojiet plānošanu, novērtējiet uzdevuma, resursu utt. efektivitāti

69. lpp.

Vai Jūs zināt, kādi nosacījumi ir svarīgi, veidojot pārbaudes darbu?

Kas jāievēro, veidojot pārbaudes darbu?

Neaizpildītajās vietās ierakstiet pareizos vārdus: *kritēriji, trīs, reālās dzīves situācijas, skaidrs, standarts, daudzveidīgs, ticams, izziņas proporcijas, skolēnam nozīmīgi, programma, drošs.*

1. uzdevums (11 punkti). Labu pārbaudes darbu raksturo

Atbilst mācību priekšmeta **standarta** prasībai un/vai **programmas** sasniedzamajiem rezultātiem. Uzdevumi ir saistīti ar **reālās dzīves situācijām** un ar **skolēnam nozīmīgām** problēmām.

Tas ir izstrādāts **trīs izziņas** līmeņos, ievērojot **izziņas proporcijas**.

Ir saturiski **ticams** un **drošs**.

Izmantoti **daudzveidīgi** uzdevumi.

Jautājumi ir **skaidri** formulēti.

Precīzi noteikti **vērtēšanas** kritēriji.

**2. uzdevums (1 punkts).** Lai pārbaudītu skolēnu zināšanas, kādiem uzdevumiem parastos apstākļos būtu vislielākais drošums?

- Plašam atbildes izvēles testam.
- Diviem snieguma pārbaudes darbiem vienā un tajā pašā jomā.
- Izvērstu atbilžu testam ar apmēram 12 atmiņas uzdevumiem.

b. Diviem snieguma pārbaudes darbiem vienā un tajā pašā jomā.

Lai pārbaudītu skolēnu zināšanas, vislielākais drošums ir diviem snieguma darbiem vienā un tajā pašā jomā.

**3. uzdevums (1 punkts).** Doti šādi mācību elementi.

- Izveidot mācību sasniegumu pārbaudes programmu tabulas veidā.
- Noteikt, vai vēlams izvērsto vai īso atbilžu pārbaudes darbs.
- Noteikt, vai vēlami atbildes formulēšanas vai meklēšanas uzdevumi.
- Izvietot akcentus, atspoguļojot dažādu satura jomu svarīgumu.
- Nosaukt mērķus.

Kādā secībā tie būtu jāizmanto, lai izveidotu pārbaudes darbu?

5, 1, 4, 2, 3

Lai izveidotu pārbaudes darbu, nepieciešams nosaukt PD mērķus; izveidot mācību sasniegumu pārbaudes programmu tabulas veidā; izvietot akcentus, atspoguļojot dažādu satura jomu svarīgumu; noteikt, vai vēlams izvērsto vai īso atbilžu pārbaudes darbs, un noteikt, vai vēlami atbildes formulēšanas vai meklēšanas uzdevumi (Geidžs, Berliners, 1999).



70. lpp.

Vai Jūs zināt, kā pareizi jāveido testa jautājumi?

Izstrādāta testa jautājumu kļūdu analīze

Uzdevums. Pamatojiet testa veidošanā pieļautās kļūdas! Iesakiet savu risinājumu jautājuma uzlabošanai (8 punkti)**A jautājums.** Latvijā dabas aizsardzībā 2002. gadā bija nodarbināti:

- a) 11,4 %
- b) 11,0 %
- c) 10,6 %
- d) 8,3 %

Nebūtisks jautājums par jau novecojušu informāciju.

Ieteicamais uzlabojums: Latvijas dabas aizsardzībā ir mainījies nodarbināto skaits:

- a) 2014. gadā – 11,4 %
- b) 2013. gadā – 11,0 %
- c) 2012. gadā – 10,6 %
- d) 2011. gadā – 8,3 %

Par ko tas varētu liecināt – pamatojiet atbildi!

**B jautājums.** Adaptācijas process evolūcijā ir ierobežots:

- a) pingvīniem;
- b) aukstasiņu dzīvniekiem;
- c) visiem dzīvniekiem un augiem, izņemot cilvēku;
- d) visiem dzīvjiem organismiem.

Nekorekti formulēts jautājums – nevajadzētu izmantot "visiem" – c un d jautājumā.

Ieteicamais uzlabojums: Adaptācijas process evolūcijā ir ierobežots:

- a) cilvēkam;
- b) siltasiņu dzīvniekiem;
- c) aukstasiņu dzīvniekiem;
- d) dzīvjiem organismiem.



70. lpp.

C jautājums. Ir daudz dažādu teoriju par cilvēces izcelšanos. Zinātnieks, kurš vairāk asociējas ar evolūcijas teorijas izveidošanu, bija

- a) Darvins;
- b) Galilejs;
- c) Freids.

Pārāk gara jautājuma pamatdaļa. Ja iepriekšējiem jautājumiem paredzētas četras atbildes, arī šajā gadījumā to vajadzētu izdarīt! Maldinātāju izvēle – nesalīdzināma! (Freids!!!)

Ieteicamais uzlabojums:

Evolūcijas teoriju izveidojis:

- a) K. Linnejs;
- b) Č. Darvins;
- c) I. Stenforda;
- d) Ž. B. Lamarks.

 Atpakaļ

D jautājums. Entomoloģija ir:

- a) zinātne par putniem;
- b) zinātne par zivīm;
- c) zinātne par kukaiņiem;
- d) zinātne par rāpuļiem.

Atbildēs atkārtojas "zinātne". Ieteicamais uzlabojums:

Entomoloģija ir zinātne par:

- a) zivīm;
- b) putniem;
- c) kukaiņiem;
- d) rāpuļiem.

 Atpakaļ

101. lpp.

Noskaties video par veselīgu dzīvesveidu no sistēmdomāšanas viedokļa:

https://www.youtube.com/watch?v=_vS_b7cJn2A

Kurus ietekmējošos faktorus svara zaudēšanai autori piemin video? Kādi aspekti vēl ir svarīgi?

Svara zaudēšanai nepietiek tikai ar velotrenažieri, jāmaina arī uztura paradumi, kuri savukārt cieši saistīti ar apkārtējo vidi. Piemēram, cik lielas ir porcijas ēdnicā? Vai varu izvēlēties ēdienu bez saldā krējuma mērces? Vai kāds cits arī ēd veselīgi, vai nebūšu "izlecējs"? Cik pieejams ir *junk food*? Vai manā apkaimē ir veloceliņš, parks skriešanai? Kādi produkti nopērkami manā veikalā? Šie jautājumi ietver gan sociālos, gan ekonomiskos, vides faktorus.



126. lpp.

EKSPERIMENTA/PRAKTISKĀ DARBA APRAKSTA PARAUGS**Eksperimenta/idejas nosaukums:**

Jaunas liesmas iegūšana no sveces liesmas

Anotācija

Eksperimentā sveces liesmā ievieto folijas caurulīti un tās galā aizdedzina parafīna tvaikus, tā iegūstot jaunu liesmu. Eksperiments skaidro sveces degšanas procesu. Noder atziņai, ka eksperiments ne vienmēr izdodas ar pirmo reizi. Tas māca eksperimentālo darbu veikt rūpīgi un uzmanīgi.

Rakstot anotācijas aprakstu, tam jāpievērš īpaša vērība. Aprakstam jāsniedz informācija par eksperimenta saturu, veidu (laboratorijas darbs vai demonstrējums) un tā izmantošanas nolūku. Anotācijas garums – līdz piecām rindiņām. Anotācijā norāda eksperimenta veikšanas īpašos apstākļus, saistītus ar drošību.

Anotācijas apraksta pirmajā rindiņā norāda:

- eksperimentam nepieciešamo laiku;
- vecumposmu – sākumskola (ssk), pamatskola (psk), vidusskola (vsk);
- eksperimenta veikšanu no drošības viedokļa:
- var veikt kā mājas eksperimentu (0),
- veic skolēni klasē skolotāja uzraudzībā (1),
- veic skolotājs kā demonstrējumu (2),
- veic skolotājs kā demonstrējumu velkmes skapī (3).

Nepieciešams

- Svece,
- stikla nūjiņa,
- alumīnija folijas gabaliņš (aptuveni 4 × 7 cm),
- metāla stieple vai pincete,
- koka skaliņš,
- sērkociņi vai šķiltavas.

Precīzi norāda visu eksperimenta veikšanai nepieciešamo norādītajā secībā:

- vielas, norādot to daudzumu (masa, tilpums, konc. utt);
- traukus, norādot to tilpumu;
- iekārtas;
- piederumus.

Ja vielu, piederumu vai iekārtu iespējams aizvietot, to norāda, piem., sērkociņi vai šķiltavas.

Darba gaita

1. Uz stikla nūjiņas uzrullē aptuveni 4 cm garu alumīnija folijas lentes gabaliņu. Alumīnija caurulīti noņem no stikla nūjiņas un turēšanai nostiprina to ar stiepli vai paņem ar pinceti.

2. Ievieto folijas caurulīti degošas sveces degļa galā.
3. Aizdedzina ar koka skaliņu no caurulītes gala izplūstošās gāzes (baltos tvaikus).

Aprakstu veido secīgi, soli pa solim, lai to varētu veikt arī skolotāji, kuri tikai sāk apgūt eksperimentēšanas prasmes. Aprakstu ieteicams papildināt ar attēlu vai interneta saiti uz šī eksperimenta norisi, norādot informācijas avotu.

Metodiskās norādes

Sveces liesmā, it īpaši degļa tuvumā, atrodas gāzveida parafīns vai vasks, kas plūst pa cauruli un tās galā sadeg, veidojot jaunu liesmu. Šādi tiek noskaidrots vai gūts papildu apstiprinājums tam, kāds parafīns deg – ciets, šķidrums vai gāzveida. Deg parafīna tvaiki, un jaunas liesmas iegūšanai nav nepieciešama dakts.

Iepazīstinot ar šī eksperimenta gaitu, būtu jānorāda, ka ne katru eksperimentu iespējams sekmīgi veikt ar pirmo reizi. Ir jābūt uzmanīgam, vērīgam un gatavam eksperimentu atkārtot vairākkārt. Skolēniem pašiem jānosaka, kāda izmēra un diametra caurulīte der vislabāk, kurā degļa vietā to vislabāk ievietot un kādā slīpumā turēt.

Darba drošība! Ja alumīnija caurulīte tiek iemērta pie sveces degļa esošajā šķidrā parafīnā, uz caurulītes tas var aizdegties. Šajā gadījumā liesmojošā caurulīte ir jātur virs sveces, kamēr parafīns izdeg. Nav jācenšas liesmu nopūst, jo telpā būs jūtama stipra parafīna tvaiku smarža.

Sagatavojis: Jāzepe Logins, jlogins@lu.lv

Adaptēts pēc ... (norāda informācijas avotu, ja nepieciešams)

Aprakstā izmanto shēmu:

Teorija → Metodika → Drošība

Uzraksta eksperimenta teorētisko pamatojumu, skaidrojumu, papildina, kur iespējams, ar reakcijas vienādojumiem.

Tālāk raksta ieteikumus skolotājam, kā veiksmīgāk veikt eksperimentu, iespējamās neizdošanās iemeslus un kā to novērst. Norāda, kā eksperimentu veiksmīgāk integrēt mācību stundā, kādu zināšanu un prasmju apguvei to var izmantot.

Norāda darba drošības pasākumus.

Sagatavojis: Jāzepe Logins, jlogins@lu.lv

Adaptēts pēc ...

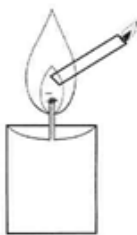
Augšupielādēt failus:

Drop files here or

[Select files](#)

Accepted file types: jpg, png, pdf.

Pievieno paša fotografētus attēlus, darba lapas, protokolu sagataves. Piemēram, šādu attēlu:



Pievienot saites uz saistītiem resursiem:

.....

Te norāda informācijas un izmantoto attēlu autoru un avotu (drukāts izdevums vai interneta saite), ja tas nav paša veidots.

Video pievieno *YouTube* kanālā, nevis šeit, jo servera ietilpība ir ierobežota. Video jānosūta jazeps.logins@gmail.com, norādot, kuram eksperimenta aprakstam tas ir jāpievieno.

 **Atpakaļ**