

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja • Yritykset • 2023:36

Biotalousstrategioiden vertailu



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2023:36

Biotalousstrategioiden vertailu

Jukka Kantola, Ludo Diels, Christian Patermann, Jim Philp, Asko Hyttinen

Työ- ja elinkeinoministeriö Helsinki 2023

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Työ- ja elinkeinoministeriö

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use.

Commercial use is prohibited.

ISBN pdf: 978-952-327-649-9

ISSN pdf: 1797-3562

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2023

Biotalousstrategioiden vertailu

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2023:36	Teema	Yritykset
Julkaisija	Työ- ja elinkeinoministeriö	
Tekijä/t	Jukka Kantola, Ludo Diels, Christian Patermann, Jim Philp, Asko Hyttinen	
Toimittaja/t	Ulla Palander, Sari Tasa	
Kieli	suomi	Sivumäärä 69

Tiivistelmä

World Bioeconomy Forum teki biotalousstrategioiden vertailun huhti–toukokuussa 2023 työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta. Vertailussa analysoitiin valittujen alueiden (Brasilia, Yhdysvallat, Kanada, EU, Ruotsi, Suomi, Intia ja Kiina) viimeisimpiä biotalousohjelmia. Vaikka kaikilla alueilla ei ole julkistettua biotalousstrategiaa, niillä on kiinnostusta biotalouden kehittämiseen.

Maailmantalouden mahdit ovat selkeästi aktivoituneet biotaloudessa viime aikoina. Myös kansainvälisessä yhteistyössä biotalous on noussut entistä enemmän esille ja biotalous nähdäänkin yhtenä työkaluna globaalien haasteiden ratkaisemisessa.

Biotalous ei ole yksiselitteinen käsite ja sen sisältö ja taloudellinen arvo eivät ole vertailukelpoisia eri alueiden suhteen. Tässä työssä eri alueiden biotalouden profiili ja arvo arvioitiin alueiden omien esitysten pohjalta.

Eri alueiden biotalouksien vertailussa hyödynnettiin biotalouden visio -jaottelua, jonka mukaan biotalous voidaan jakaa biotekniseen, bioresurssi- tai bioekologiseen lähestymistapaan. Biotekniikan merkitys kasvaa.

Bioresurssien käytön suhteen on eroavaisuuksia. Yhdysvallat on lisäämässä omien biomassojen käyttöä, kun EU:ssa suuntaus on ollut vähentää omien biomassojen käyttöä. Kiina haluaa tehostaa omien biomassojen hallintaa. Brasilia näkee mahdollisuuksia lisätä biomassojen käyttöä ja samalla se hakee korkeamman arvonlisän tuotteita.

Asiasanat yritykset, biotalous, biotalousstrategia, kilpailukyky, arvonlisä

ISBN PDF 978-952-327-649-9 **ISSN PDF** 1797-3562

Julkaisun osoite <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-649-9>

Jämförelse av bioekonomistategier

Arbets- och näringsministeriets publikationer 2023:36	Tema	Företag
Utgivare	Arbets- och näringsministeriet	
Författare	Jukka Kantola, Ludo Diels, Christian Patermann, Jim Philp, Asko Hyttinen	
Redigerare	Ulla Palander, Sari Tasa	
Språk	Sidantal	69
	finska	

Referat

World Bioeconomy Forum gjorde en jämförelse av bioekonomistategier i april–maj 2023 på uppdrag av arbets- och näringsministeriet. I jämförelsen analyserades de senaste bioekonomiprogrammen för de valda regionerna (Brasilien, USA, Kanada, EU, Sverige, Finland, Indien och Kina). Även om alla regioner inte har publicerat en bioekonomistategi, är de intresserade av att utveckla bioekonomin.

Makterna inom världsekonomin har tydligt blivit aktivare inom bioekonomi under den senaste tiden. Bioekonomin har fått en större roll än tidigare även inom det internationella samarbetet, och bioekonomin anses vara ett verktyg för att lösa de globala utmaningarna.

Bioekonomi är inte ett entydigt begrepp och dess innehåll och ekonomiska värde är inte jämförelsebara mellan olika regioner. I detta arbete utvärderades de olika regionernas bioekonomiska profil och värde utgående från regionernas egna presentationer.

I jämförelsen av de olika regionernas bioekonomi utnyttjades en indelning för bioekonomins vision där bioekonomin kan indelas i olika approacher utgående från bioteknik, bioresurser eller bioekologi. Bioteknikens betydelse ökar.

Det finns skillnader i användningen av bioresurser. USA håller på att öka användningen av egna biomassor medan trenden i EU har varit att minska användningen av egna biomassor. Kina vill effektivisera hanteringen av egna biomassor. Brasilien ser möjligheter att öka användningen av biomassor och samtidigt strävar landet efter produkter med högre mervärde.

Nyckelord företag, bioekonomi, bioekonomistategi, konkurrenskraft, mervärde

ISBN PDF 978-952-327-649-9 **ISSN PDF** 1797-3562

URN-adress <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-649-9>

A comparison of bioeconomy strategies

Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment 2023:36	Subject	Enterprises
Publisher	Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland	
Author(s)	Jukka Kantola, Ludo Diels, Christian Patermann, Jim Philp, Asko Hyttinen	
Editor(s)	Ulla Palander, Sari Tasa	
Language	Pages	69

Abstract

The World Bioeconomy Forum made a comparison of bioeconomy strategies in April–May 2023, commissioned by the Ministry of Economic Affairs and Employment. The comparison analysed the latest bioeconomy programmes in the selected regions (Brazil, the USA, Canada, the EU, Sweden, Finland, India and China). Although not all regions have a published bioeconomy strategy, they are interested in developing bioeconomy.

The powers of the global economy have clearly become more active in the bioeconomy in recent times. The bioeconomy has also gained more prominence in international cooperation, and bioeconomy is seen as a tool for solving global challenges.

Bioeconomy is not an explicit concept and its content and economic value are comparable in terms of different regions. In this work, the profile and value of the bioeconomy in different regions were assessed on the basis of the regions' own proposals.

In the evaluation, a biotechnology, bioresource or bioecology vision approach for the bioeconomy was applied. Biotechnology is becoming increasingly important.

There are differences in the use of bioresources. The USA is increasing the use of its own biomasses, while the EU wants to reduce the use of its own biomasses. China wants to improve the management of its own biomasses. Brazil sees opportunities to increase the use of biomass while also seeking higher value added.

Keywords enterprises, bioeconomy, bioeconomy strategy, competitiveness, value added

ISBN PDF 978-952-327-649-9 **ISSN PDF** 1797-3562

URN address <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-649-9>

Sisältö

ESIPUHE	7
1 Taustaa	8
2 Biotalous globaali tilanne ja trendit	10
3 Suomen biotalous	14
4 Maailman suurimpien talousalueiden biotaloustoimet	17
4.1 Yhdysvallat	17
4.2 Keskeiset toimenpiteet EO 14081 asetuksen toteuttamisessa	18
4.2.1 Edistämisa-alue 1: Bioteknologian ja biotuotannon tutkimuksen ja kehityksen (T&K) valjastaminen yhteiskunnallisiin lisätavoitteisiin	19
4.2.2 Edistämisa-alue 2: Biotuotannon ekosysteemin kehittämistä johtaa puolustusministeriö (DoD)	25
4.2.3 Edistämisa-alue 3: Kansakunnan biotalouden arvonmuodostuksen arvioinnista vastaa talousosasto (DoC)	26
4.3 Kiina	26
4.4 EU	31
4.5 Intia	34
5 Valikoitujen verokkimaiden biotaloustoimet	38
5.1 Kanada	38
5.2 Ruotsi	42
5.3 Brasilia	44
6 Biotalousstrategioiden arviointi	49
6.1 Yhteistyön mahdollisuudet Suomelle	55
6.2 Korkean arvoisen tuotteiden rooli eri biotalousstrategioissa	56
6.3 Digitaalisaation huomiointi eri biotalousstrategioissa	57
6.4 Biotalouskasvun haasteet	57
7 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks	59
Liitteet	64

ESIPUHE

Suomen kansallinen biotalousstrategia päivitettiin vuoden 2022 alussa. Strategiamme valmisteltiin poikkeuksellisenä aikana. Suomen strategian merkitys korostui, kun myös suuret käynnistivät biotalous-strategioiden ja toimenpiteiden valmistelun. Tilannekuva alkoi kehittyä yhteistyö- ja jakamiskulttuurista kilpailullisemmaksi.

Katsoimme tarpeelliseksi analysoida oman strategiamme kilpailukykyä uudessa kansainvälisessä toimintaympäristössä, ja siksi teetätimme vertailun valittujen maiden ja alueiden biotalousstrategioista. Emme halunneet analyysin tuloksensa pelkkää kyllä/ei-vastausta vaan jatkoa viitoittavia näkemyksiä siitä, mitkä voisivat olla Suomen vahvuuksia ja missä meillä voisi olla uusia potentiaalisia yhteistyömahdollisuuksia. Lisäksi halusimme ymmärtää, miten vahvistaa omaa osaamistamme ja kilpailukykyämme kestävässä kansainvälisessä haasteita ja uhkakuvia.

Jotta voimme jatkaa globaalin biotalouden eturintamassa, meidän on pidettävä huolta osaamisestamme ja vastuullisesta raaka-ainepohjastamme. Uskomme myös, että biotalouden ratkaisuilla on annettavaa voimistuviin terveyteen, turvallisuuteen ja kestäväyyteen liittyviin vaatimuksiin.

Selvityksen lopussa on mielenkiintoinen valikko erilaisia toimenpide-ehdotuksia. Voimme toteuttaa niistä monia panostamalla suomalaiseen tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Jatkuva vuoropuhelu sidosryhmien kanssa sekä strategian ja toimenpiteiden kriittinen tarkastelu varmistavat sen, että olemme jatkossakin vahva globaali toimija.

Kiitämme World BioEconomy Forumia yhteistyöstä!

Sari Tasa ja Ulla Palander

Elokuu 2023

1 Taustaa

Biotalous merkitys on korostumassa. Biotalousstrategioiden määrä on kasvussa maailmanlaajuisesti. Sektorin uskotaan nousevan yhdeksi talouden päävirtaukseksi^{1,2}, niinpä voidaan kysyä, olemmeko jo siirtymässä neljänteen teolliseen vallankumoukseen.³

Suomi on tunnettu biotalouden edelläkävijänä. Biotalousella on suuri vaikutus kansantalouteen ja Suomessa haetaan aktiivisesti perinteisten tuotteiden rinnalle uusia sovelluksia. Suomi päivitti biotalousstrategiansa keväällä 2022. Uudistuksessa huomio kiinnittyy korkean arvonlisän tuottamiseen.

Tämä dokumentti on World BioEconomy Forumin työ- ja elinkeinoministeriölle laatima vertailu kansainvälisesti merkittävistä biotalousstrategioista ja toimenpidesuosituksista. Muiden maiden biotalousstrategioita verrataan Suomen strategiaan, jotta voimme tarkentaa tulevia toimia kilpailukykyimme turvaamiseksi ja vahvistamiseksi.

Työn toteutti **World BioEconomy Forum**. Selvitysmiehenä toimi **Jukka Kantola** yhdessä **World BioEconomy Forumin** Advisory Boardin⁴ jäsenten **Ludo Diels, Christian Patermann** ja **Jim Philp** kanssa. **Heillä** kaikilla on vahva näkemys ja kokemus biotalouden sektorin globaaleista trendeistä. Metsäteollisuuden asiantuntijana toimi **Asko Hyttinen**. Selvitysryhmän kontaktit eri alueiden biotalousohjelmiin mahdollistivat työn toteuttamisen näinkin nopealla aikataululla. Kaikki henkilöt ovat olleet jo vuosia World BioEconomy Forumin toiminnassa, jonka tapahtumien vakioaiheena on tarkastella säännöllisesti tuoreimmat biotalousstrategiat maailmanlaajuisesti.⁵

1 <https://www.youtube.com/watch?v=LcP9zPNuUh4>

2 <https://www.youtube.com/watch?v=1SFJm4Qdcbl>

3 <https://www.weforum.org/agenda/2021/05/the-biorevolution-is-kicking-off-heres-how-to-harness-its-opportunities-early-on/>

4 <https://wcbef.com/about-us/advisory-board/>

5 <https://wcbef.com/events/>

Työ toteutettiin huhti–toukokuussa 2023. Työtä ohjasivat erityisasiantuntijat **Ulla Palander** ja **Sari Tasa** työ- ja elinkeinoministeriöstä ja biotalousneuvos **Anne Vehviläinen** maa- ja metsätalousministeriöstä.

Selvityksen lopusta löytyy sanasto, jossa selvitetään käytettyjen termien merkityksiä.

2 Biotalouden globaali tilanne ja trendit

PÄÄKOHDAT

- Biotaloudessa on menossa erittäin dynaaminen aikajakso – suurvallat ovat lisäämässä panostuksia, uusia biotalousstrategioita on odotettavissa
- Strategioiden konkretia lisääntyä – hyviä esimerkkejä ovat Suomi, Yhdysvallat
- Terveys ja lääketiede vahvasti mukana biotalouden ohjelmissa
- Turvallisuusnäkökulmat nousevat esille erityisesti Yhdysvalloissa ja Kiinassa
- Kompleksisuus ja vuorovaikutteisuus lisääntyvät jatkossakin – huomioitava rajapinnat muihin trendeihin, kuten ilmastomuutokseen tai luonnon monimuotoisuuteen
- Orastavana trendinä sosiaalinen oikeudenmukaisuus, joka sisältää perinteisen tiedon hyödyntämisen
- Urbanit biotalousstrategiat puuttuvat suurelta osin
- Arvoketjujen hallinnan rooli nousussa

Tässä työssä selvitettiin biotalouden globaali kehitys ja trendit Suomen biotalousstrategian päivityksen julkaisemisen jälkeen eli käytännössä biotalouden kehitys viimeisten 14–16 kuukauden ajalta. Ajanjakso on ollut **erittäin dynaaminen**. Kestävän biotalouden strategiat ovat sopusoinnussa Yhdistyneiden Kansakuntien (YK) kestävän kehityksen tavoitteiden (SDG) kanssa, ja niistä on muodostumassa kestävän kehityksen tavoitteiden keskipiste.⁶

Kiina käynnisti ensimmäistä kertaa kansallisen biotalousstrategiansa viimeisimmän 14. kansallisen viisivuotissuunnitelmansa yhteydessä vuonna 2022. Yhdysvallat julkaisi vuonna 2022 asetuksen "**Advancing Biotechnology and Biomanufacturing Innovation for a Sustainable Safe and Secure American Bioeconomy**", jota kutsutaan myös nimellä **Biotechnology and Biomanufacturing Initiative (BBI)**, ja järjesti muutamaa päivää myöhemmin Valkoisessa talossa biotalouden huippukokouksen.

6 https://www.researchgate.net/publication/305311278_Policy_Five_cornerstones_of_a_global_bioeconomy

Namibia on juuri hyväksymässä oman kansallisen strategiansa, APEC – Aasian ja Tyynenmeren taloudellinen yhteistyö – hyväksyi Bangkok-tavoitteissaan BCGE:n eli Bio-Circular-Green-Economyn johtavaksi tulevaisuuden talousmallikseen ja Euroopan komissio painotti suuressa sidosryhmien konferenssissa Brysselissä, että biotalous on olennainen osa vihreän siirtymän täytäntöönpanoa.

Australian **Queenslandin** osavaltio julkaisi vuonna 2022 oman alueellisen strategiansa nimeltä Queensland Biofutures. **Ruotsi, Uusi-Seelanti** ja **Kroatia** ilmoittivat julkaisevansa uudet kansalliset biotalousstrategiansa vuoden 2023 kuluessa. Saksassa **Nordrhein-Westfalenin** ja **Niedersachsenin** osavaltiot ilmoittivat vuonna 2022 pidettyjen aluevaalien jälkeen koalitionsopimuksissaan, että voittaneet poliittiset puolueet tulevat laatimaan alueellisia biotalousstrategioita.

Pelkät strategiat tai niiden ilmoitukset eivät sellaisenaan anna riittävän hyvää kuvaa strategioiden kehityksestä, vaan on tarkasteltava myös niiden sisältöä ja niistä syntyvää toimintaa.

Ohjelmista on löydettävissä seuraavat kehityssuunnat, jotka saattavat olla avuksi biotaloudesta kiinnostuneiden kansallisten tai kansainvälisten toimijoiden toimenpiteiden päivittämisessä:

- Biotalousstrategiat ovat nykyään aina sekoitus aitoja strategisia tavoitteita ja konkreettisia toimia (esim. Suomen biotalousstrategiassa on 17 konkreettista toimenpidettä, Yhdysvalloissa 14 toimenpidealuetta)
- Terveyden ja lääketieteen osalta tulee yhä enemmän integroituja teemoja ja tavoitteita kiertobiotalouteen. Tässä suhteessa Yhdysvaltain BBI ja Kiinan kansallinen suunnitelma sisältävät hyvin samankaltaisia painopistealueita, ml. bioturvallisuuden
- Bioteknologia, joka pitää sisällään esim. geenitekniikan ja synteettisen biologian, nähdään aiempaa tärkeämpänä tekijänä biotalouden uusien tuotteiden lähteenä ja prosessien tehostamiskeinona
- Biotuotanto näyttää olevan melko olennainen osa biotaloutta Yhdysvaltain lisäksi myös Kiinassa ja Intiassa. Euroopassa EuropaBio järjesti suljetun biotuotantohuippukokouksen Brysselissä keväällä 2023. Siinä on kuitenkin vielä melko paljon auki olevia kysymyksiä teeman sisällöstä ja suhteesta muihin biotalouskonseptin osa-alueisiin
- Biotalous lisääntyvä kompleksisuus ja ristikkäisvaikutukset muihin sektoreihin näkyvät strategioissa ja ohjelmissa. Biotalous on useita tavoitteita, jotka tukevat paitsi YK:n kestävän kehityksen tavoitteita, mutta myös esim. resurssitehokkuutta ja kiertotaloutta, varmistavat kriittisten raaka-aineiden saatavuutta sekä nykyaikaistavat akateemisia koulutus suunnitelmia.

Samalla ne tunnistavat haasteet biodiversiteetin suhteen, vuorovaikutussuhteet ilmastomuutoksen hallintaan ja vetytalouteen. Lisääntyvä kompleksisuus ja vuorovaikutus muiden trendien kanssa vaativat uusia keinoja myös biotalouden ohjaukseen

- Yhdysvalloissa ja Kiinassa kompleksisuuden lisääntymiseen on vastattu siten, että hallintoa on keskitetty biotalouden osalta Yhdysvalloissa Valkoisen talon ja Kiinassa lähinnä kansankongressin alaisuuteen. Samaa keskittämismieltä on havaittavissa myös Intiassa. Biotalousasioiden hajanaisuus näkyy Kanadassa toiseen suuntaan, sillä Kanadalla ei ole kansallista biotalousstrategiaa eikä biotalouden asioille ole selkeää asianomistajaa myöskään heidän hallinnossaan
- Strategioiden jalkautuksessa on myös eroja. Tehokkaimmin strategioiden toimenpiteiden toteuttamissuunnitelmat on hoidettu Suomen ja Yhdysvaltojen ohjelmissa. Yhdysvalloissa jalkautus on viety jopa niin pitkälle, että toteuttamiselle on määritelty selkeät ja haastavat aikataulut (Bold Goals)
- Ensimmäistä kertaa Yhdysvaltojen puolustusministeriöstä on tullut biotalouden toimija, jolla on oma strategiansa. Nähtäväksi jää, onko tämä mallina muillekin. Kansallinen turvallisuus ja muut kansalliset edut on otettu silmiinpistävästi esille sekä Kiinan että Yhdysvaltojen biotalousohjelmissa
- Vaikka matkailu on yksi tärkeimmistä taloudellisista tekijöistä maailmassa, vain Suomi näyttää korostavan luontomatkailua tärkeänä osa-alueena biotalousstrategiassaan
- Hyvin koulutetun työvoiman saatavuus on nostettu toimenpiteeksi erityisesti Yhdysvaltojen aloitteessa
- Arvonlisäyksen ja arvoketjujen osalta on mielenkiintoista, että vain Yhdysvaltojen biotalousohjelmissa arvoketjujen joustavuus on noussut puheenaiheeksi keväällä 2023 julkistetussa Bold Goals -dokumentissa.⁷ Tämä yllätti, sillä pandemian aikana arvoketjujen katkokset ja arvoketjujen toivottu palautuminen tai tuotannon kotiuttaminen näyttivät muodostuvan pysyväksi kuumaksi puheenaiheeksi
- On vielä epäselvää, missä määrin sosiaalinen oikeudenmukaisuus ja osallisuus (State of Pará, Brasilia) ovat biotalouden globaali aihe. Asia on noussut esille enimmäkseen Latinalaisessa Amerikassa ja viime aikoina myös Afrikassa (Itä-Afrikan Unioni, Namibia). Alkuperäiskansojen ekosysteemipalveluiden hyödyntäminen nostetaan esiin tässä yhteydessä

7 <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/Bold-Goals-for-U.S.-Biotechnology-and-Biomanufacturing-Harnessing-Research-and-Development-To-Further-Societal-Goals-FINAL.pdf>

- Alueiden ja/tai kaupunkien ("Biokaupungit") rooli on vielä epäselvä. Alueellisia strategioita on tehty pääasiassa Euroopassa. Muutoin kansallisissa strategioissa on vähemmän merkkejä kannustuksesta alueellisten strategioiden ja toimintasuunnitelmien laatimiseen. Maailmalla on edelleenkin vähän erityisesti kaupunkien biotalousstrategioita urbanisaation kiihtymisestä huolimatta

Yhteenvetona:

Viimeisten 14–16 kuukauden aikana olemme todistaneet supervaltojen voimakkaan esiinmarssin biotalouteen, kuten ovat tehneet Yhdysvallat ja Kiina. Myös Intia ja Brasilia ovat aktivoituneet biotalouteen.

Terveys, bioturvallisuus, kriittisten raaka-aineiden varmistaminen, biotekniikka mahdollistajana, kansallisten etujen huomioiminen, ammattitaitoisen työvoiman koulutus ja saatavuus sekä erittäin vahvasti Euroopassa biopohjaisten toimintojen yhdistäminen kiertotalouden ja nousevan hiili- ja/tai vetytalouden kanssa ovat esimerkkejä trendeistä 17 kestävän kehityksen tavoitteen kunnioittamisen ja tukemisen ohella.

Biotuotannosta ja arvoketjujen kestävyyydestä on tulossa uusia tärkeitä teemoja biotalouden toimenpiteisiin ja keskusteluun.

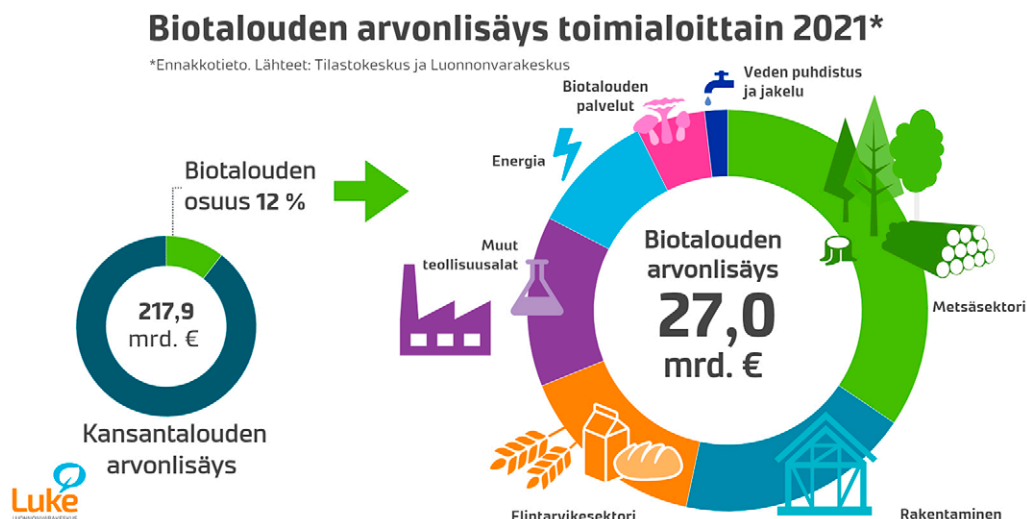
3 Suomen biotalous

PÄÄKOHDAT

- Suomen biotalousstrategia keskittyy arvonlisän luontiin
- Keskeiset toimenpiteet
- Korkeamman arvonlisän tuottaminen biotaloudesta
- Vahva osaamis- ja teknologiaperusta
- Kilpailukykyinen toimintaympäristö
- Bioresurssien ja muiden ekosysteemien käytettävyys ja kestävyys
- Toimenpiteet jaoteltu selkeästi eri vastuujärjestöjen kesken

Biotalous on Suomessa poikkeuksellisen merkittävä sektori. Vuonna 2021 sen luoma **arvonlisä oli 27 miljardia euroa vuodessa**, mikä vastaa 12 prosenttia kansantaloudessa syntyvästä arvonlisästä, kuvio 1. Strategisen päätavoitteen mukaan arvonlisän pitäisi olla 50 miljardia euroa vuoteen 2035 mennessä. Strategian päivitystyössä tunnistettiin mahdollisuudet kaksinkertaistaa biotalouden arvonlisä vuoteen 2035 mennessä kokonaiskestävyys huomioon ottaen.

Kuvio 1. Biotalouden arvonlisäys toimialoittain 2021. (HUOM. energiaosuus päivityksen alla)



Biotaloustuotteiden osuus Suomen tavaraviennistä on noin kolmannes. Biotalouden sisällä metsätuotteet vastaavat yksin yli 70 prosentista biotalousviennin arvosta. Biotalouden toimialat työllistivät vuonna 2021 yhteensä 302 800 henkilöä eli 11 prosenttia työllisten kokonaismäärästä.

Suomen ensimmäinen biotalousstrategia hyväksyttiin toukokuussa 2014 maailman ensimmäisten joukossa. Tuolloin strateginen päämäärä oli lisätä merkittävästi biotalouden tuotannon määrää ja se vastasi sisällöllisesti vuonna 2012 hyväksytyä EU:n biotalousstrategiaa.

Biotalousstrategian päivitys julkistettiin 1.4.2022.⁸ Sen visio 2035 on **”Kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää”**.

Biotalouden määritelmä Suomessa

Suomessa biotaloudella tarkoitetaan taloutta, joka käyttää uusiutuvia biologisia luonnonvaroja resurssiviisaasti ravinnon, energian, tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen.

Tärkeimpiä uusiutuvia biologisia luonnonvaroja Suomessa ovat metsien, peltojen, maaperän, vesistöjen ja meren biomassa eli eloperäinen aines sekä makea vesi. Niitä hyödynnetään raaka-aineina ja jalosteina.

Ekosysteemipalvelut ovat osa biotaloutta.

Biotalous voi sisältää myös luonnonvarojen kestävään hyödyntämiseen pohjautuvien teknologioiden, sovellusten ja palvelujen kehittämistä ja tuotantoa.

Suomen biotalouden lähestymistapa vastaa bioresurssi- ja bioekologista visiota biotaloudesta.

8 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163967>

Strategian päätavoite on biotalouden arvonlisän nostaminen, jota tuetaan muulla tavoiteasetannalla:

- kaksinkertaistetaan biotalouden arvonlisä
- luodaan kilpailukykyisiä ja innovatiivisia biotalouden ratkaisuja maailmanlaajuisiin ongelmiin
- synnytetään sekä kotimaahan että kansainvälisille markkinoille uudistavaa liiketoimintaa, joka tuo hyvinvointia koko Suomelle
- lisätään materiaalien resurssiviisasta käyttöä ja kierrätystä sekä hyödynnetään sivuvirtoja
- vähennetään riippuvuutta fossiilisista ja muista uusiutumattomista raaka-aineista
- varmistetaan ekologista kestävyyttä, sosiaalista oikeudenmukaisuutta sekä uusiutuvien luonnonvarojen uusiutumiskykyä ja vahvistetaan biotalouden laajapohjaista osaamista
- vahvistetaan ja uudistetaan teknologiaperustaa.

Biotalousstrategian toimenpiteet jakautuvat neljän otsikon alle:

1. Korkeampaa arvonlisää biotaloudesta
2. Vahva osaamis- ja teknologiaperusta
3. Kilpailukykyinen toimintaympäristö
4. Bioresurssien ja muiden ekosysteemien käytettävyys ja kestävyys

Strategiassa on lisäksi sektorikohtaisia toimenpiteitä.

4 Maailman suurimpien talousalueiden biotaloustoimet

4.1 Yhdysvallat

PÄÄKOHDAT

- Yhdysvaltojen ensimmäinen biotalousstrategia julkistettiin 2012 ja sitä päivitettiin kymmenen vuotta myöhemmin 2022 presidentin asetuksella: Executive Order (EO14081) on Advancing Biotechnology and Biomanufacturing Innovation for a Sustainable, Safe and Secure American Bioeconomy
- Asetus koostuu 14 toimenpidealueesta ja se on erittäin seikkaperäinen vastuuministeriöineen ja aikataulutuksineen
- Yhdysvallat haluaa olla biotalouden johtava valtio ja se näkee, että biotalouden arvo nousee jopa kolmannekseen kaikesta talouden arvosta (30 triljoonaa dollaria)
- Strategian avulla halutaan vahvistaa kotimaista tuotantoa
- Turvallisuudella on keskeinen rooli ja puolustusministeriöllä (DoD) on roolia biotuotannon rakentamisessa. Muuten koordinoinnista vastaa pitkälle tiede- ja teknologiapolitiikkaministeriö (OSTP)
- Aiemman bioteknisen painotuksen lisäksi Yhdysvaltojen biotalous sisältää myös enenevässä määrin kotimaisen biomassan kestäväää käyttöä

Yhdysvallat julkisti ensimmäisen biotalousstrategiansa ***National Bioeconomy Blueprint***⁹ jo Obaman hallinnon aikana **26.4.2012**.

Republikaanien valtakauden aikana biotalouden merkitys jäi vähäisemmälle huomiolle.

9 <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/eop/ostp/library/bioeconomy>

Bidenin hallinnon aikana biotalous on otettu taas keskeiseksi kehitysalueeksi ja Valkoinen Talo julkisti massiivisen biotalousstrategian presidentin asetuksella **12.9.2022 "Executive Order (EO 14081) on Advancing Biotechnology and Biomanufacturing Innovation for a Sustainable, Safe, and Secure American Bioeconomy"**. Presidentin asetus koostuu **14 toimenpidealueesta**, joille on määrittely vastuuministeriöt.

Taloudella on suuri merkitys Yhdysvaltojen toimintaympäristön kehittämisessä. Sama pätee myös biotalouteen ja se nähdäänkin taloudellisena eikä vain ekologisena toimintaympäristönä. Yhdysvallat korostaa biotalouden taloudellista aspektia ja perustaa biotalouden toimenpiteet siihen, että **biotalouden globaali taloudellinen arvo nousee jopa 30 triljoonaan dollariin vuoteen 2030 mennessä**.^{10,11}. Tällä hetkellä Yhdysvaltojen biotalouden arvon sanotaan olevan yli triljoona dollaria.

4.2 Keskeiset toimenpiteet EO 14081 asetuksen toteuttamisessa

Kuten presidentin asetuksessa 14081 oli kuvattu, 180 päivän jälkeen Yhdysvallat julkaisi 22.3.2023 **kunnianhimoiset tavoitteet ja prioriteetit biotalouden edistämiseen**¹². Ko. esityksessä otetaan kantaa useisiin asetuksen 14081 toimenpidealueisiin.

Dokumentissa korostuu kotimaisen biotalouden tuotannon edistäminen. Amerikkalainen tapa on pelkistää biotalouden määrittely biologisten systeemien käyttämiseksi tuottamaan kaupallisia tuotteita ja palveluja.

Biotalouden edistäminen tapahtuu kolmen osa-alueen ja kolmen keskeisen ministeriön toimesta:

- Bioteknologian ja biotuotannon tutkimuksen ja kehityksen (T&K) valjastaminen yhteiskunnallisiin lisätavoitteisiin – vastuuministeriönä tiede- ja teknologia-ministeriö (OSTP – Office for Science and Technology Policy)
(Tämä vastaa erityisesti EO14081 osa-alue 3)

10 <https://exbulletin.com/tech/2150569/>

11 <https://www.youtube.com/watch?v=LcP9zPNuU4> – 36:42 – 37:10 Brian Deese Director of the NEC

12 <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/03/22/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-bold-goals-and-priorities-to-advance-american-bio-technology-and-biomanufacturing/>

- Biotuotannon ekosysteemin kehittämistä johtaa puolustusministeriö (DoD- Department of Defence)
(EO14081 osa-alue 5)
- Kansakunnan biotalouden arvonmuodostuksen arvioinnista vastaa kauppaministeriö (DoC – Department of Commerce)
(EO14081 osa-alue 10)

4.2.1 Edistämialue 1: Bioteknologian ja biotuotannon tutkimuksen ja kehityksen (T&K) valjastaminen yhteiskunnallisiin lisätavoitteisiin

Yhdysvaltojen biotalouden visio määritellään raportissa ”**Bold Goals for U.S. Biotechnology and Biomanufacturing Harnessing Research and Development to Further Societal Goals Per Executive Order 14081**”¹³, joka samalla sitoo liittovaltion hallinnon eri osa-alueet laajasti sektorin edistämiseen. Dokumentin on koonnut tiede- ja teknologia-politiikkaosasto (OSTP) yhteistyössä muiden ministeriöiden kanssa.

Biotuotannon investointien ohjaus tapahtuu puolustusministeriön (DoD) linjaaman, 22.3.2023 julkistetun Biotuotantostrategian mukaisesti¹⁴

Tavoitedokumentissa on **viisi painopistealuetta**, joilla on omat vastuuelimensä

- Ilmastomuutoksen ratkaisut (DoE – Energiaministeriö)
- Elintarvike- ja maatalousnovaatiot (USDA – Maatalousministeriö)
- Toimitusketjun joustavuus (DoC - Kauppaministeriö)
- Terveyssektori (HHS – Terveys- ja henkilöstöministeriö)
- Poikkileikkaavat tavoitteet (NSF – Kansallinen tiedesäätiö)

Yhdysvaltojen kunniahimoisten tavoitteiden teema-alueet ja niihin liittyvät liittovaltion hallintoelimet löytyvät taulukkona ym. raportista sivulta 64/64 englanniksi liitteestä [A. Agency Research and Development Efforts](#).

13 <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/Bold-Goals-for-U.S.-Biotechnology-and-Biomanufacturing-Harnessing-Research-and-Development-To-Further-Societal-Goals-FINAL.pdf>

14 <https://www.cto.mil/wp-content/uploads/2023/03/2023-Biomanufacturing-Strategy.pdf>

Huomionarvoista Yhdysvaltojen näkemyksessä on, että biotalous nähdään läpileikkävänä sektorina ja sen edistämiseen on kytketty eri hallinnonaloja laajasti. Itse raportissa on myös laajasti ja systemaattisesti käyty läpi julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyömahdollisuuksia.

Eräitä keskeisimpiä tavoitteita:

- **Ilmasto:** ottaa käyttöön kustannustehokkaita, lähtökohtaisesti kierrätettäviä biopohjaisia polymeerejä, jotka voivat syrjäyttää yli 90 % nykypäivän muoveista ja muista kaupallisista polymeereistä seuraavan 20 vuoden aikana
- **Ruoka ja maatalous:** vähentää maatalouden metaanipäästöjä – mukaan lukien biokaasun talteenoton ja hyödyntämisen lisääminen lannankäsittelyjärjestelmistä, karjan aiheuttamien ja kaatopaikkojen ruokajätteen metaanipäästöjen vähentäminen – tukemaan Yhdysvaltain tavoitetta vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 50 prosentilla sekä globaalia tavoitetta vähentää metaanipäästöjä 30 prosenttia vuoteen 2050 mennessä.
- **Toimitusketju:** tuottaa vähintään 30 % Yhdysvaltojen kemikaalitarpeesta kestävästi ja kustannustehokkaasti bioteknisin keinoin seuraavan 20 vuoden aikana
- **Terveys:** lisätä solupohjaisten hoitojen tuotantoa niiden saatavuuden parantamiseksi, vähentää terveyseroja ja alentaa solupohjaisten hoitojen valmistuskustannuksia kymmenenteen osaan nykyisestä 20 vuoden aikana
- **Poikkileikkaavat tavoitteet:** sekvensoi viiden vuoden aikana miljoonan mikrobilajin genomit ja ymmärtää vähintään 80 % äskettäin löydettyjen geenien toiminnasta

Ilmastomuutoksen ratkaisut (DoE – Department of Energy)

Yhdysvallat näkee biotalouden roolin instrumentaalisenä ilmastomuutoksen hillinnässä. Ilmastomuutoksen toimenpiteet on jaoteltu neljään teema-alueeseen

- Teema 1 käsittelee liikenteen ja kiinteät polttoaineet
- Teema 2 käsittelee kemikaalit ja materiaalit
- Teemassa 3 on keskiössä ilmastokeskeiset maatalousjärjestelmät ja kasvit
- Teema 4 käsittelee hiilen sidontaa

Ilmastomuutoksen osalta on asetettu keskipitkän (5 v ellei muuten mainittu) ja pitkän (20 v) aikavälin tavoitteita, joista keskeisimpiä on esimerkiksi korvata 90 % muoveista biopohjaisilla ratkaisuilla ja kehittää teknologioita korvaamaan 50 % liikenteestä vähäpäästöisillä polttoaineilla.

Toimenpiteitä on hahmoteltu liikenteen osalta, joka tuottaa tällä hetkellä 29 % ilmasto- päästöistä. Liikenteen sähköistys ei ole käytännöllistä kaikille liikenteen sektoreille, joten Yhdysvallat hakee toimenpiteitä biopolttoaineiden käyttöön erityisesti lentoliikenteeseen (sustainable aviation fuel – SAF) sekä meri-, raide- ja maaliikenteeseen, joiden osuus on tällä hetkellä 26 % liikenteen päästöistä.

Nykyiset kemikaali- ja materiaalivirrat perustuvat valtaosin ei-uusiutuviin raaka-aineisiin – öljyyn ja kaasuun. Näiden tuotantomenetelmät aiheuttavat runsaasti kasvihuonekaasupäästöjä ja teollisuuden osuus on 30 % Yhdysvaltojen brutto- kasvihuonekaasupäästöistä¹⁵. Kemian sektori on suurin teollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja yli 20 % osuudella, josta merkittävä osa voidaan eliminoida biovalmistuksen avulla.

Teeman 3 tavoitteena on kehittää mittaustyökaluja kestäville raaka-ainetuotantojärjestelmille, kehittää parempia raaka-ainetehtaita, joissa huomioidaan hiilenkierto, ja suunnitella kierrätykseen perustuvia elintarvikeproteiinin tuotantojärjestelmiä.

Hiilen sidonnassa päähuomio on kahdessa osa-alueessa: kehittää ja hyödyntää maankäyttöön liittyviä bioteknisiä keinoja hiilensidonnassa ja varastoinnissa.

Elintarvike- ja maatalousinnovaatiot (USDA – U.S. Department of Agriculture)

Elintarvike- ja maatalousinnovaatiot on jaoteltu kolmen teeman kokonaisuuteen

- Teema 1: Kestävän kehityksen ja luonnonvarojen säästämisen edistäminen maatalouden tuottavuuden kasvussa
- Teema 2: Ruoan ravitsemuksen, laadun ja kuluttajavalinnan edistäminen
- Teema 3: Kasvien ja eläinten suojeleminen ympäristöstressejä vastaan

Elintarvikesektorin kehityskohteista voidaan nostaa uutena näkökulmana perinteisen ekologisen tietämyksen pohjalta ja kulttuurisesti tärkeiden ja ravitsemuksellisten kasvien ja eläinten parempi hyödyntäminen ja säilyttäminen.

Yhdysvalloissa on arvioitu, että ruokahävikki on jopa 30–40 %.¹⁶ Hävikin vähentämisen myötä ei vain säästetä luonnonvaroja vaan hillitään ilmastomuutosta. Erillisenä yksityiskohtana myös Yhdysvallat näkee tilaa kestäväälle metsienhoidolle, kuten harventamiselle, jolla on roolia myös metsäpaloriskien hallinnassa.

15 <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-09/Industrial%20Decarbonization%20Roadmap.pdf>

16 <https://www.usda.gov/foodlossandwaste/faqs>

Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestö (FAO) ennustaa, että vuoteen **2050 mennessä ruokatuotannon on kasvettava 60 %, jotta pystytään ruokkimaan maailman kasvava väestö** (2050 e: 9,3 miljardia).¹⁷ Yhdysvallat näkee tässä roolia siten, että ruoan on oltava ravitsevaa ja sitä on oltava riittävästi. Biotekniikka tuo tähän uusia työkaluja.

Maailmanlaajuisesti jopa 40 % kasvintuotannosta menetetään tuholaisille, ja maailmantaloudelle aiheutuvat kustannukset ovat arviolta yli 70 miljardia dollaria invasiivisten hyönteisten ja 220 miljardia dollaria kasvitautien vuoksi¹⁸, lisätappioita aiheutuu abiottisesta stressistä, kuten kuivuudesta ja tulvista.

Kaikissa yllä olevissa esimerkeissä Yhdysvallat näkee biotekniikan ja biotalouden tuovan uusia työkaluja kuvattujen haasteiden hallintaan.

Toimitusketjun joustavuus (DoC)

Toimitusketjun joustavuudella ja turvallisuudella on suuri rooli Yhdysvaltojen biotalousstrategiassa. Keskeiset kehityskohteet on ryhmitelty kolmeen teemaan

- Teemassa 1 käsitellään biotekniikan mahdollistamia vaihtoehtoisia toimitusketjuja edistämään taloudellista turvallisuutta
- Teema 2 keskittyy bioteknologian innovaatioiden kykyyn edistää toimitusketjujen kestävyttä
- Teemassa 3 käsitellään standardeja ja tietoinfrastruktuuria bioteknologian tukemiseksi ja biotuotannon kaupallistamisen edistämiseksi

Toimitusketjujen joustavuus nähdään kansallisena turvallisuuskysymyksenä. Tässä nähdään myös mahdollisuus kotiuttaa toimintoja Yhdysvaltoihin, kuten esim. lääke-teollisuuden ainesosia. Toki mukana on myös taloudellisia intressejä ja onkin ennusteita, että biologisten prosien arvo voi olla 4 triljoonaa dollaria seuraavan 10–20 vuoden aikana.¹⁹ Kaiken kaikkiaan tavoitteena on rakentaa vahvoja kotimaisia biotalouden toimitusketjujen ekosysteemejä.

17 <https://www.un.org/en/chronicle/article/feeding-world-sustainably>

18 <https://www.fao.org/news/story/en/item/1402920/icode/>

19 <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/the-bio-revolution-innovations-transforming-economies-societies-and-our-lives>

Potentiaalia nähdään oman biomassan käytön lisäämisessä. Ennusteiden mukaan Yhdysvallat pystyy kestävästi nostamaan omaa biomassan käyttöä yli miljardiin tonniin vuosittain²⁰, nykyisen käytön ollessa alle 400 miljoonaa tonnia vuodessa.

Tiedonhallinnalla on suuri merkitys toimitusketjujen joustavuuden rakentamisessa. Huomio kiinnittyy prosessien reaaliaikaisiin mittauksiin, mutta myös arvoketjujen datastruktuurin rakentamiseen ja hallintaan. **Näiden suhteen tarvitaan myös kansainvälistä yhteistyötä ja koordinoitua normien, globaalien standardien ja erilaisten toimintatapojen luomiseen.** Samaan aikaan tunnistetaan kansallisen turvallisuuden kannalta tärkeitä osa-alueet. Näissä ponnisteluissa hyödynnetään myös digitalisaation tuomia työkaluja.

Terveyssektori (HHS)

Terveyssektori näkee erityisesti bioteknologian soveltamisessa paljon potentiaalia ja kehityskohteet on jaoteltu viiteen teema-alueeseen

- Teema 1: Helppokäyttöiset terveyden seurantamenetelmät
- Teema 2: OMICS²¹-pohjaiset täsmälääkkeet
- Teema 3: Solupohjaisten hoitojen bioteknologia
- Teema 4: Tekoälyn hyödyntäminen lääkekehityksessä
- Teema 5: Edistyneet tekniikat geenimuokkaukseen

Myös terveyssektorille on asetettu tavoitteita, kuten esim. nopeuttaa kymmenen yleisimmän biolääkkeen valmistusnopeutta kymmenkertaisesti tai toteuttaa helppokäyttöinen ja edullinen kotidiagnostinen määrityspakkaus ("Healthy Kit"), joka hyödyntää bioindikaattoreita, tavoitteena vähentää eri väestönryhmien terveyseroja 50 %.

Digitalisointi ja tekoälyn käyttö biolääkkeiden kehittämisessä nähdään positiivisesti ja ohjelmissa odotetaan, että näin lääkkeiden valmistusprosessit nopeutuvat merkittävästi ja samalla lisäävät niiden tarjontaa.

20 https://www.energy.gov/sites/default/files/2016/12/f34/2016_billion_ton_report_12.2.16_0.pdf

21 <https://en.wikipedia.org/wiki/Omics>

Bioteknikkaan liittyvät riskit on myös tunnistettu ja hallinto panostaakin riskien hallintaan.²² Yhdysvallat näkee, että asianmukaisten kansallisten intressien puolustamisen ja toisaalta tuotteiden turvallisen valmistuksen ja käytön toteuttaminen takaa yleisen turvallisuuden, lisää luottamusta, vahvistaa biotalouden eheyttä ja hyödyttää viime kädessä kaikkia kansalaisia.

Poikkileikkaavat tavoitteet (NSC – National Science Foundation)

Poikkileikkaavat tutkimus- ja kehitysteemat on koottu kuuteen teema-alueeseen, joiden avulla halutaan edistää ja yhdistää biotalouden eri sektoreita

- Teema 1: Monimuotoisuuden ymmärtäminen
- Teema 2: Biologisten systeemien ennustavan mallintamisen ja teknisen suunnittelun kehittäminen
- Teema 3: Biotuotannon rakentamispotentiaalin ja suorituskyvyn laajentaminen
- Teema 4: Bioteknologian skaalauksen ja monitoroinnin edistäminen
- Teema 5: Biotuotannon innovaatiot
- Teema 6: Eettisten, turvallisten ja tasapuolisten bioteknisten tuotteiden yhteistuotanto ja siirtymä

Poikkileikkaavien tutkimus- ja kehitysteemojen alle on koottu suunnittelu-, optimointi- ja ohjaustyökaluja genomitiedon ja bioprosessien onnistuneeksi ja kiihdytetyksi hyödyntämiseksi.

Tietohallinnan merkitys vain korostuu. Valtavien genomi- ja fenotyypitietojen tallentaminen ja analysointi vaativat innovaatioita tietojenkäsittelyssä ja tekoälyn soveltamista. Näiden tietojen käyttäminen uusien tuotteiden luomiseen biotaloudelle edellyttää biotekniikan ja biosuunnittelun innovaatioita sekä jatkuvaa tukea tarvittavalle infrastruktuurille. Iteratiivisista ennuste- ja suunnittelusykleistä oppiminen sekä tekoälyn kasvava teho tarjoavat ennennäkemättömiä mahdollisuuksia edistää biologisten järjestelmien suunnittelua halutuilla toiminnoilla.

Toimintojen skaalaukseen ja monitorointiin kiinnitetään huomiota. Keskeinen haaste biologisten järjestelmien mittakaavassa verrattuna perinteisempiin teollisuudenaloihin, kuten petrokemianteollisuuteen, on se, että toisin kuin kemikaalit, biologiset järjestelmät käyttäytyvät eri tavalla ympäristöstä riippuen. Myös prosessien monitorointiin tarvitaan panostuksia.

22 <https://www.selectagents.gov>

Biotalouteen ja bioteknologiaan liittyy myös ennakkoluuloja ja kritiikkiä. Uusien innovatiivisten biotuotteiden lanseeraus edellyttää myös yleistä hyväksyntää. Siksi onkin ***tärkeää ottaa mukaan sidosryhmät ja loppukäyttäjät mahdollisimman aikaisin ja sitä mukaa, kun tekniikkaa suunnitellaan, toteutetaan ja käyttöön otetaan.***

4.2.2 Edistämialue 2: Biotuotannon ekosysteemin kehittämistä johtaa puolustusministeriö (DoD)

Yhdysvallat haluaa tukea biotuotannon kehittymistä. Tyypillisen tuotantolaitoksen kustannus on 100 – 200 miljoonaa dollaria, jolle ei välttämättä löydy sijoitetun pääoman tuottoa yksityiseltä sektorilta. Yhdysvaltojen hallinto haluaa nopeuttaa biotuotannon ekosysteemin kehittymistä valjastamalla sektorin kehittämistä puolustusministeriön hoitoon. Samalla puolustusministeriö investoi lähes 1,5 miljardia dollaria seuraavasti:

- Miljardi dollaria infrastruktuuri-investointeihin ”kotimaisen biotuotanto-teollisuuden perustamisen katalysoimiseksi”
- 270 miljoonaa dollaria armeijan hallinnoimaan aloitteeseen nimeltä ***Tri -Service Biotechnology for a Resilient Supply Chain***, jossa tarkastellaan erilaisia sovelluksia, kuten polttoaineiden, tulenkestävien komposiittien, polymeerien ja hartsien valmistusta
- 200 miljoonaa dollaria ”bioturvallisuuden ja kyberturvallisuuden” parantamiseen syntymässä olevalla teollisella pohjalla – toisin sanoen estämään laboratoriovuodot, hakkerihyökkäykset ja muut tahalliset vaarat

Yhdysvaltojen hallinnolla on halu olla mukana bioteknologian kilpajuoksussa erityisesti Kiinan kanssa. Opit puolijohdeteknologioteollisuudesta ovat tuoreessa muistissa ja Yhdysvallat ei halua menettää orastavaa bioteknologiasektoria muiden haltuun, vaan haluaa luoda vahvaa kotimaista biotuotantoa.

Puolustusteollisuus on aiemminkin toiminut nousevien teknologioiden hautomana ennen niiden siirtymistä vapaille markkinoille ja se pystyy tarjoamaan uusille tuotteille kehitysympäristön valmiiksi tuotteiksi asti. Samalla turvallisuuskysymykset ja kotimaisuusaste voidaan paremmin pitää omissa käsissä.

Biotuotannon strategian peruseriaatteet ovat:

- Puolustusministeriö perustaa kumppanuuksia alkuvaiheen innovaatioiden kanssa (Kiinnostuksen kohteena innovaatiot, joiden TRL tasolla 1–5)
- Biotuotannon innovaatioiden edistäminen
- Kartoittaa ja mitata biotuotannon ekosysteemiä

4.2.3 Edistämialue 3: Kansakunnan biotalouden arvonmuodostuksen arvioinnista vastaa talousosasto (DoC)

Osana maaliskuun julkistuksia talousosasto julkisti raportin biotalouden kansallisesta arvonmäärityksestä ”*Developing a National Measure of the Economic Contributions of the Bioeconomy*”.²³

Raportissa arvioidaan erilaisia biotalouden visioita, joilla on vaikutusta biotalouden kokonaisarvoon. Samoin raportissa tehdään vertailua eri alueiden määrittelyjen suhteen.

Yhdysvaltojen biotaloudessa on perinteisesti ollut etusijalla **biotekninen visio**, koska Yhdysvaltojen on ollut bioteknologian kärkimaita. Tässä visiossa kypsät sektorit, kuten maatalous ja metsäteollisuus, rajautuvat tarkastelun ulkopuolelle. **Bioresurssivisiossa** ovat mukana myös perinteiset tuotealueet, kuten metsäteollisuus. **Bioekologisessa visiossa** painottuvat kestävä kehitys, biodiversiteetti ja ekosysteemipalvelut.

Raportti itsessään ei anna biotalouden yksiselitteistä arvoa Yhdysvalloissa, koska biotaloudelle ei ole universaalia määrittelyä ja nykyisessä biotalouden mittauskirjallisuudessa ei ole selkeää yksimielisyyttä siitä, mitä toimialoja ja tuotteita tulisi pitää osana biotaloutta. Raportin lopputulemana todetaan, että biotalouden alatilin kehittäminen käyttämällä laajaa ja kattavaa biotalouden määritelmää näyttäisi olevan teknisesti mahdollista ja vastaisi samanlaisia EU:n ja muiden kansainvälisten järjestöjen pyrkimyksiä.

4.3 Kiina

PÄÄKOHDAT

- Kiinan ensimmäinen biotalousstrategia julkistettiin 10.5.2022 14. viisivuotissuunnitelman yhteydessä
- Biotalousstrategia painottuu neljälle sektorille, joiden alla on 17 toimenpidealuetta
 - Biolääketiede
 - Ruokahuolto
 - Vihreän talouden edistäminen biotuotannon avulla
 - Bioturvallisuus

²³ <https://www.bea.gov/system/files/papers/bea-bioeconomy-report.pdf>

- Kiina tähtää johtavaksi biotekniikan tekijäksi vuoteen 2034 mennessä
- Strategiasta puuttuvat selkeät aikataulutavoitteet sekä vastuorganisaatiot
- Kiina tähtää biotekniikan osaamisellaan maailman kärkeen
- Kiina panostaa Yhdysvaltojen tavoin kansalliseen ja yksilöön kohdistuvaan bioturvallisuuteen
- Innovaatioita halutaan kehittää bioteollisuuspuistojen avulla

Kiina on selkeästi ottanut biotalouden yhdeksi yhteiskunnan kehittämisaikakautta ja Kiinan **ensimmäinen biotalousstrategia julkistettiin 10.5.2022** 14. kansallisen taloudellisen ja sosiaalisen kehityksen viisivuotissuunnitelman yhteydessä.

Biotalousstrategia painottaa tärkeimpinä osa-alueina:

- Biolääketiede auttamaan terveyshuollossa
- Ruokahuollon varmistaminen
- Vihreän talouden edistäminen biotuotannon avulla
- Bioturvallisuus kansallisesti ja yksilötasolla

Ensimmäisessä vaiheessa Kiina haluaa skaalata biotalouden arvoa, vahvistaa biotekniikkaa, edistää teollista integraatiota sekä vahvistaa bioturvallisuutta. Kiinan biotalouden arvoksi on esitetty 7,5 triljoona RMB ja sen odotetaan kasvavan jopa 22 triljoonaan RMB jo vuonna 2025.²⁴ Toisessa vaiheeseen Kiina haluaa kehittyä johtavaksi tekijäksi biotekniikassa, omata vahvaa teollista osaamista, olla turvallinen toimintaympäristö biotaloudelle sekä turvata hyvin toimivan biotalouden toimintaympäristön.

Kiinan biotalouden kehityksen tieteellinen suunnittelu ja järjestelmällinen edistäminen on tärkeä suunta sopeutua globaalin biotekniikan kiihtyneeseen kehitykseen ja saavuttaa korkean tason teknologinen omavaraisuus ja omavaraisuus. Nopeasti kasvavan kysynnän tärkeä sisältö ja ihmisten paremman elämän kaipuun tyydyttäminen ovat tärkeä tausta kansallisten bioturvallisuusriskien ennaltaehkäisy ja hallinnan vahvistamiselle sekä kansallisen hallintojärjestelmän ja hallintokyvyn nykyaikaistamisen edistämiseksi.

24 https://m.thepaper.cn/baijiahao_18039374

Kiinan biotalousstrategia on ryhmitelty kolmeen jaksoon ja 17 toimenpidealueeseen, jotka numeroitu suluissa:

1. Biotalouskehitystilanne

Kiina näkee, että biotaloudesta on muodostumassa merkittävä sektori.

Biotaloutta ohjaavat biotieteen ja bioteknologian kehitys ja edistyminen, jotka perustuvat biologisten resurssien suojeluun, kehittämiseen ja käyttöön. Sille on ominaista lääketieteen, terveydenhuollon, maatalouden, metsätalouden, energian, ympäristönsuojelun ja materiaalien laaja integroituminen muihin teollisuudenaloihin. Kaikki tämä hahmottaa ihmiskunnan tulevaisuutta.

Biotaloudella on positiiviset näkymät, koska se perustuu vahvoihin kotimarkkinoihin, teollisuusjärjestelmään, maalla on runsaasti biologisia resursseja ja merkittäviä institutionaalisia etuja.

2. Yleiset vaatimukset

(1) Ohjaava ideologia

Hyödynnetään biotalouden kehittämisen edut täysimääräisesti edistämällä bioteknologiaa taloudellisen ja sosiaalisen kehityksen vahvistamiseksi. Nopeutetaan bioteollisen järjestelmän rakentamista, edistetään biologisten resurssien kestäväää käyttöä ja suojelua.

Vahvistetaan kansallisten bioturvallisuusriskien hallintaa.

(2) Perusperiaatteet

Keskeisinä periaatteina on nopeuttaa biotekniikan innovaatioita ja teollisten sovellusten edistämistä edistää markkinoiden kehittymistä kansainvälisen yhteistyön edistäminen ihmisten tarpeiden huomioiminen bioriskien tunnistaminen ja ehkäisy

(3) Kehittämistavoitteet

Tavoitteena on kehittää vuoteen 2035 mennessä Kiinan biotaloutta kohti maailman johtajuutta. Se tarkoittaa, että Kiinalla on teknologiajohtajuus, vahva teollisuus, laaja soveltamisala, vahvat resurssit ja institutionaaliset järjestelmät ja että se samalla hallitsee turvallisuusriskit.

(4) Keskeiset kehittämisalueet

Neljä painopistealuetta

Terveyssektorin painotukset. Suojellaan ihmisten elämää ja terveyttä biolääketieteen keinoin

Ihmisten perustarpeiden tyydyttäminen. Monipuolinen ravitseminen biotekniikan avulla ja kestävä maatalouden tukeminen

Vihreä talous. Kehittää ekologisia ja vähähiilisiä biomassaan perustuvia sovelluksia. Edistetään biomassan kestävää käyttöä

Bioturvallisuuden huomioiminen toiminnassa. Kansallinen turvallisuus ja biotuotteiden turvallinen käyttö. Kansainväliseen yhteistyöhön osallistuminen.

3. Vahvistaa voimakkaasti biotaloudellisen innovaation perustaa

(5) Nopeuttaa bioteknologian innovaatiokykyä

Vahvistaa alan perustutkimusta. Suuria kansallisia tiede- ja teknologiahankkeita. Johtavien laitosten suuntaaminen neljään painopistealueeseen. Edistää synteettistä bioteknologiaa. *Perinteisen kiinalaisen lääketieteen hyödyntäminen.*

(6) Viljellä ja vahvistaa innovatiivisia oppiaineita, joilla on vahva kilpailukyky

Bioinnovatiivisten yritysten tukeminen. Edistää läpimurtoja.

(7) Optimoida biotalouden innovaation ja kehittämisen alueellinen layout

Biotalous edistäminen *Peking-Tianjin-Hebein* alueella, *Jangtse-joen* suistossa ja *Guangdongin-Hongkongin-Macaon* suurlahden alueilla. Pekingin, Shanghaiin, Jiangsun, Guangdongin, Chengdu-Chongqingin talousalueiden biotaloustoimintojen edistäminen. *Bioteollisuuspuistojen edistäminen.*

(8) Syventää yhteistyötä biotalouden innovaatioiden alalla

Kannustaa kotimaisia tutkimuslaitoksia kansainväliseen yhteistyöhön rakentamaan alan infrastruktuuria: standardeja ja normeja. Keskeisten geneeristen biotekniikan innovaatioalustojen rakentaminen. Biotekniikan keinojen laajentaminen.

(9) Edistää lääketieteen ja terveydenhuoltoalan kehitystä

Sairauksien ennaltaehkäisyn kehittäminen – diagnostiikka, rokotteet. Kiinalaisen ja läntisten lääkehoitojen yhdistäminen.

(10) Edistää biologisen maatalousteollisuuden kehitystä

Laadulliset ja tuotannolliset kehitystoimenpiteet. Lajikkeiden jalostus.

(11) Edistää bioenergia- ja bioympäristönsuojeluteollisuuden kehitystä

Kehittää biotuotteita ja bioenergiaa. Edistetään biohajoavien materiaalien käyttöä.

(12) Edistää bioinformatiikkateollisuuden kehitystä

Helpottaa tietojen hallintaa. 5G, lohkoketjut ja IoT hyödyntäminen hallinnan parantamisessa. Big dataan liittyvät mahdollisuudet esim. lääkkeiden kehittämiseen. Tekoälyn hyödyntäminen biotekniikan kehittämiseen. Tuetaan "Internet + terveys" kehitystä. Parantaa luonnon monimuotoisuutta.

(13) Vahvistaa biologisten luonnonvarojen suojelua

Säännellä biologisia resursseja kansallisina strategisina resursseina. Kattava selvitys biologisista resursseista.

(14) Parantaa biologisten resurssien kehittämisen- ja käyttöjärjestelmää

Vahvistetaan biologisten resurssien tieteellistä arviointia. Laaditaan arviointistandardit biologisille resursseille, kuten metsille ja niityille. Luonnonvaraisten eläin- ja kasvivarojen taloudellisen arvon arviointi.

(15) Säännellä biologisten resurssien turvallista jakamista

Parannetaan biologisten resurssien tietokantojen rakentamista ja vahvistaa kansallisiin etuihin ja yleiseen turvallisuuteen liittyvien tärkeiden biologisten resurssien suojelua.

(16) Parantaa perusturvajärjestelmän rakentamista

Parantaa kansallista biologista turvajärjestelmää. Bioturvallisuusriskien ennaltaehkäisy.

(17) Vahvistaa suurten epidemioiden ehkäisy- ja valvontajärjestelmien rakentamista

Parantaa uusien merkittävien tartuntatautien ehkäisy- ja valvontamekanismia.

Kiina haluaa myös edistää roolia biotalouden kansainvälisenä järjestelijänä.

4.4 EU

PÄÄKOHDAT

- EU:n biotalousstrategia on päivitetty vuonna 2018
- Strategiassa on viisi avainaluetta
- Varmistaa elintarvike- ja ravitsemusturvallisuus
- Hallinnoida luonnonvaroja kestävästi
- Vähentää riippuvuutta uusiutumattomista, kestäättömistä luonnonvaroista
- Hillitä ilmastonmuutosta ja sopeutua siihen
- Vahvistaa Euroopan kilpailukykyä ja luoda työpaikkoja
- Verrattuna Yhdysvaltoihin ja Kiinaan EU:n biotalousstrategiaan ei ole sisällytetty biotekniikkaa

EU:n biotalousstrategia julkistettiin **13.2.2012** ”*Innovation for sustainable growth – A bioeconomy strategy for Europe*”²⁵, jota päivitettiin vuonna **2018**. **2019** Euroopan Unionin Neuvosto tunnusti biotalouden tärkeänä osatekijänä Euroopan vihreän siirtymän ohjelman täytäntöönpanossa²⁶ alueellisen monimuotoisuuden Euroopassa. EU:n biotalousstrategian seurantaraportti julkistettiin 10.6.2022²⁷.

EU:n biotalouspolitiikassa tarkastellaan monialaista näkökulmaa politiikan johdonmukaisuuden parantamiseksi sekä kompromissien tunnistamiseksi ja ratkaisemiseksi, esimerkiksi maa- ja biomassatarpeisiin. Biotalouspolitiikat auttavat rakentamaan biotaloutta, jossa otetaan huomioon kaikki kolme kestävän kehityksen ulottuvuutta:

1. **Ympäristö:** maan ja biologisten resurssien hoito ekologisten rajojen sisällä;
2. **Talous:** kestävät arvoketjut ja kulutus; ja
3. **Yhteiskunta:** sosiaalinen oikeudenmukaisuus ja oikeudenmukaisuus.

Vuoden 2018 biotalousstrategia täydentää alakohtaisia ohjelmia ja antaa maille ja alueille mahdollisuuden suunnitella siirtymäpolkuja erityisten haasteidensa ja mahdollisuuksiensa mukaan hyödyntäen ei-sääntelyä, integroitua ja järjestelmällistä kehystä.

25 <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f0d8515-8dc0-4435-ba53-9570e47dbd51>

26 https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/council-conclusions-updated-eu-bioeconomy-strategy-29-november-2019_en

27 <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ae0a36d3-eac3-11ec-a534-01aa75ed71a1>

2022 tehdyn seurantaraportin mukaan

- Yhä useammat kansalliset ja alueelliset biotalousstrategiat edistävät sektorien välistä yhteistyötä ja kestäväen kehityksen periaatteita sekä investoivat biotalouden innovaatioihin.
- Keski- ja Itä-Euroopan maissa on edistytty biotalouden käyttöönotossa EU:n merkittävien rahoitusosuuksien ja uusien foorumien ja verkostojen perustamisen ansiosta.
- Yksityisten investointien mobilisointi sekä tutkimus ja innovaatiot elintarvike- ja muulla biopohjaisella teollisuudella lisääntyvät ja kehitys on lupaavaa. Euroopalla on vahva asema biopohjaisten kemikaalien ja materiaalien globaaleilla markkinoilla.

Raportti nostaa esille myös huolenaiheita ja kehityskohteita, kuten

- Entistä enemmän tulisi keskittyä maan ja biomassan vaatimuksien hallintaan, jotta ne täyttäsivät ympäristö- ja taloudelliset vaatimukset ilmastoneutraalissa Euroopassa.
- Kehitetään kestävämpiä kulutustottumuksia ympäristön eheyden varmistamiseksi.

EU:n biotalousstrategiassa on viisi avainaluetta

1. **Varmistaa elintarvike- ja ravitsemusturvallisuus**
2. **Hallinnoida luonnonvaroja kestävästi**
3. **Vähentää riippuvuutta uusiutumattomista, kestäättömistä luonnonvaroista**
4. **Hillitä ilmastonmuutosta ja sopeutua siihen**
5. **Vahvistaa Euroopan kilpailukykyä ja luoda työpaikkoja**

Tavoitteiden saavuttamiseksi päivitettyyn biotalousstrategiaan liittyi kohdennettu toimintasuunnitelma kolmelle päätoiminta-alueella:

1. Vahvistaa ja laajentaa biopohjaisia aloja, vapauttaa investointeja ja markkinoita
2. Ottaa paikallisia biotalouksia nopeasti käyttöön kaikkialla Euroopassa
3. Ymmärtää biotalouden ekologiset rajat

Keskeiset biotalouden trendit Euroopassa ovat

- Kansalliset biotalousstrategiat ovat lisääntymässä kaikkialla Euroopassa
- Biomassan pääasiallinen käyttötarkoitus on ruoka ja rehu; puuta käytetään yhä enemmän
- Kaskadiperiaatetta on sovellettava kaiken biomassan käyttöön
- Tärkeät innovaatiot elintarviketeollisuudessa ja muussa biopohjaisessa teollisuudessa osoittavat biotalouden potentiaalin
- Yleisön osallistuminen T&I-toimintaan on tähän mennessä osoittanut hyviä tuloksia, ja sitä tulisi edelleen vahvistaa

Kansallisella tasolla EU:ssa on 10 biotalousstrategiaa ja seitsemän maata on valmistelussa kansallista biotalousstrategiaansa. Näiden lisäksi EU:ssa on 28 alueellista biotalousstrategiaa ja valmisteluissa on 69 alueellista tarkastelua.

Eurooppa käyttää karkeasti miljardi tonnia kuivaa biomassaa vuosittain, joka on enimmäkseen peräisin maatalous- ja metsäsektorilta. Vesiviljelyn ja kalatalouden biomassaa osuus on vähäinen (<1 %).

EU:n sisällä tutkimukset ennustavat biomassan kestävä tarjonnan sekä materiaalien ja energian biomassan kysynnän välillä 40–70 prosentin eroa vuoteen 2050 mennessä.²⁸ Tämä on luettavissa joistain EU:n maakäyttöön liittyvissä lainsäädännöissä.

Biotalous arvo Euroopassa on merkittävä. Biomassan tuotanto ja sen konvergointi eri tuotteiksi (elintarvikkeet juomat, biopolttoaineet, bioenergia ja muut biotuotteet) työllistää 8,3 % (17,42 miljoonaa) Euroopan työvoimasta ja vastaa 4,7 % (**657 miljardia euroa**) sen BKT:sta vuonna 2019.

Biotalous palvelujen arvon määrittäminen on haasteellista. Joidenkin selvitysten mukaan biotalouden palvelujen arvo on 400 – 1 000 miljardia EU:ssa.²⁹

28 <https://materialeconomics.com/latest-updates/eu-biomass-use>

29 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X21001375>

Biotalous toimien edistyminen EU:n biotaloudessa tapahtuu

1. Vahvistamalla ja laajentamalla biopohjaisia aloja sekä vapauttamalla investointeja ja markkinoita

- Bio-Based Europe (CBE) Partnership.³⁰ Miljardin euron rahoitus EU:lta + vastaava määrä yksityiseltä sektorilta edistämään sektorin investointeja
- Bioeconomy Strategy Accelerator Toolkit³¹ tarjoaa työkaluja ja materiaaleja biotalouteen
- Edistää biojalostamoiden syntyä Eurooppaan
- Uuden biotalouteen keskittyvän biotalousrahaston perustaminen European Circular Bioeconomy Fund³²

2. Ottamalla nopeasti käyttöön paikalliset biotaloudet koko Euroopassa

3. Ymmärtämällä biotalouden ekologiset rajat

Vihreällä siirtymällä on suuri rooli EU:ssa:

- Eurooppa on yleisesti ottaen siirtymässä kohti EU:n biotalousstrategian tavoitteita, mutta ympäristöhaasteita on edelleen
- Poliitiikan koordinoitua tarvitaan materiaalien kysynnän aiheuttamien moninkertaisten paineiden vuoksi, erityisesti herkillä työmarkkinoilla.
- Työvoimaa on muutettava ja koulutettava uudelleen kaikkialla Euroopassa oikeudenmukaista siirtymistä varten.
- EU:n biotalousstrategian ja -toimintasuunnitelman täytäntöönpanon jatkamisessa olisi keskeistä tunnistettuihin haasteisiin.

4.5 Intia

PÄÄKOHDAT

- Intiassa biotalous on kasvavan kiinnostuksen kohde ja se tukee kansallista omavaraisuuskampanjaa
- Maan biotalous painottuu biolääketieteeseen ja biotekniikkaan

30 EU(2021)2085

31 <http://bioeconomy-strategy-toolkit.eu>

32 <https://www.ecbf.vc/team>

- Kansallisia biotalousohjelmia johtaa tiede- ja teknologiaministeriön yhteydessä toimiva biotekniikan osasto
- Biotalous arvon uskotaan kaksinkertaistuvan vuoteen 2030 mennessä

Intiassa on käynnissä kampanja Atmanirbhar Bharat, joka tähtää maan omavaraisuuteen. Kampanjan visioi Intian pääministeri Shri Narendra Modi. Biotalous auttaa omalta osaltaan myös omavaraisuustavoitteissa, mikä näkyy esim. biopolttoaineiden käytön lisääntymisessä vähentäen tuontienergian tarvetta.

Tiede- ja teknologiaministeriön yhteydessä toimiva **Intian Biotekniikan osasto** (Department of Biotechnology - perustettu 1986) julkisti ensimmäisen visioehdotuksen biotalouteen vuonna 2000 ja ensimmäinen biotekniikkastrategia julkistettiin 2007, minkä jälkeen julkistettiin biotekniikkastrategia II vuonna 2015. Vuosille 2021 – 2025 julkistettu kansallinen biotekniikan kehittämisen strategia on nimeltään **”Tieto ja innovaation pohjainen biotalous (Knowledge and Innovation Driven Bio-economy)**. Se haluaa valjastaa bioteknologian mahdollisuudet kansallisen kehityksen ja yhteiskunnan hyvinvoinnin johdantavaksi tarkkuustyökaluksi.³³

Strategian keskeiset tavoitteet ovat

- Rakentaa ja vahvistaa vahvaa koulutus-, tutkimus- ja muutosekosysteemiä koko maassa
- Tehdä Intiasta maailmanlaajuinen toimija uusien ja nousevien teknologioiden kehittämisessä ja käyttöönotossa
- Rakentaa ja vaalia elinvoimaista start-up-, yrittäjyys- ja teollista perustaa maassa, mikä yhdistää akateemisen maailman ja teollisuuden
- Asettaa Intia vahvaksi biotuotantokeskukseksi innovatiivisille, edullisille ja saavutettavissa oleville tuotteille yhteiskunnalle ja myös globaaleille markkinoille

Intian biotalouden arvo oli **80 miljardia dollaria vuonna 2021**, missä oli kasvua edelliseen vuoteen verrattuna peräti 14,1 %.³⁴ Biotalous on 2,6 % Intian BKT:sta. Suuri osa kasvusta selittyy biolääketieteen sektorin kasvusta pandemian aikana ja muutoinkin biolääketiede on noin puolet Intian biotalouden arvosta (kuva 8).

33 https://dbtindia.gov.in/sites/default/files/NATIONAL%20BIOTECHNOLOGY%20DEVELOPMENT%20STRATEGY_01.04.pdf

34 https://birac.nic.in/webcontent/1658318307_India_Bioeconomy_Report_2022.pdf

Intian kunnianhimo biotalouden suhteen ei ole ehtynyt vaan Intia tavoittelee 150 miljardin dollarin rajaa jo vuoteen 2025 mennessä. Toimiksi on suunniteltu:

- Biolääketieteen edelleen vahvistaminen
- Biodiagnostiikan edistäminen
- Bioterapiaan panostaminen
- Bioteollisuuden satsaaminen – tavoitteena luoda Intiasta energiaomavarainen vuoteen 2047 mennessä
- Kiertotalouden soveltaminen biomaatalous sektorilla
- Biopalvelujen digitalisointi
- Uusiin biotuotteisiin panostaminen

Edelleen Intia ennustaa, että sen biotalouden arvo nousee vuoteen 2030 mennessä lähes 300 miljardiin dollariin, jolloin se on 3,3 – 3,5 % Intian BKT:sta.

Bioteknikka nähdään Intiassa voimakkaan kasvun sektoriksi, jolla on kerrannaisvaikutuksia Intian talouteen. Bioteknikan laitos (DBT) perusti vuonna 2021 voittoa tavoittelemattoman Bioteknikkateollisuuden tutkimusapuneuvoston (BIRAC) edistämään maan bioteknologiayrityksiä.

Covid-talouden arvo oli 14,56 miljardia dollaria vuonna 2021. Se oli siten toiseksi suurin biotalouden sektori biolääketieteen jälkeen. Covid-taloutta on käsitelty erillisenä segmenttinä ja jätetty pois biolääketalouden mittauksesta, koska pandemia nosti diagnostiikka- ja raketeteollisuuden uudelle huipulle muuttaen markkinadynamiikkaa.

Biolääketiede on Intian biotalouden eniten tuottava segmentti. Sen osuus koko maan biotaloudesta oli 49 prosenttia eli 39,4 miljardia dollaria. Intia on EU:n jälkeen maailman toiseksi suurin rokotteiden tuottaja – kolmas on Kiina.

Bioteollisuuden arvo oli 10,3 miljardia dollaria vuonna 2021. Sektori kasvoi peräti 101,3 % vuodesta 2020. Bioteollisuuden pääkategoriat ovat biopolttoaineet/-energia ja teolliset entsyymit. Tällä hetkellä Intia on maailman kolmanneksi suurin bioetanolin tuottaja Yhdysvaltojen ja Brasilian jälkeen. Myös biodieseliin ja biomuoveihin panostetaan.

Biomaatalouden (BioAgri)-segmentti koostuu Bt(geenimanipuloitu)-puuvillasta,³⁵ biopestisidistä, biostimulanteista ja biolannoitteista. Biomaataloussegmentin arvoksi arvioitiin 10,48 miljardia dollaria 2022. Toimialan arvon pudotus oli lähes 2,7 prosenttiyksikköä vuoteen 2020 verrattuna. Puuvillan kasvualueen kasvattamiseen ei ole enää käytännössä potentiaalia.

Biotekniikan start up-yritysten lukumäärä kasvaa Intiassa n. 30 % vuodessa.

35 https://en.wikipedia.org/wiki/Bt_cotton

5 Valikoitujen verrokkimaiden biotaloustoimet

5.1 Kanada

PÄÄKOHDAT

- Bioindustrial Innovation -allianssi julkaisi Kanadan biotalousstrategian vuonna 2019. Siinä korostetaan Kanadan biomassaresurssien hyödyntämistä uusilla bioteknologioilla ja valmistusmenetelmillä. Näiden teknologioiden uskotaan luovan Kanadalle kilpailuetua
- Metsäteollisuus ja maatalous nähdään olennaisena osana biotaloutta
- Biotalousstrategia korostaa eri teollisuussektoreiden yhteistyötä ja kumppanuuksia sekä vahvoja arvoketjuja ja innovaatioekosysteemejä
- Kanadan metsätalouden puiteohjelma vuodelta 2017 ja päivitys vuodelta 2021 painottavat mm. mahdollisuuksia lentopolttoaineiden tuotannossa ja kaadetun puun arvon (CAD/m³) maksimointia korkeamman jalostusasteen tuotteilla kuten biokemikaalit ja biomateriaalit
- Metsät ja maatalous ovat luontaisesti mukana Kanadan hallituksen kestävyysstrategiassa, koska maa-alueet kuuluvat valtiolle
- Kanadassa kokonaisvaltaista uutta biotalousstrategiaa peräänkuulutetaan asiantuntijoiden toimesta

Kanadassa ei ole toistaiseksi hallituksen julkistamaa kokonaisvaltaista liittovaltios- tason biotalousstrategiaa. Kanadan luonnonvarat ovat merkittävät: 9 % eli 347 miljoonaa hehtaaria maailman metsistä, 60 % maailman makean veden järvistä, asukaslukuun suhteutettuna kaikkein eniten maatalousmaata (60 miljoonaa hehtaaria) ja 25 % maailman suopinta-alasta. Biotalous osuus Kanadan bruttokansantuotteesta (GDP) oli noin 4 % vuonna 2020, noin 7 % tavaraviennistä ja 5 % työpaikoista. Boston Consulting Group on arvioinut, että Kanadan biotalouden koko voisi olla 150–240 miljardia dollaria (CAD) vuoteen 2030 mennessä.

Kanadalla on **Canadian Council of Forest Ministers'in puiteohjelma metsätalouteen**³⁶ vuodelta 2017 (A Forest Bioeconomy Framework for Canada, Canadian Council of Forest Ministers) sekä vuonna 2019 **Bioindustrial Innovation Canada -allianssin** julkistama Kanadan ensimmäinen **kansallinen biotalousstrategia** (Canada's Bioeconomy Strategy, Leveraging our Strengths for a Sustainable Future).³⁷ Tässä jälkimmäisessä Kanadan hallitus ei ole ollut suoraan mukana, joten strategian jalkautus on edelleen neuvonantajien ja yhdistysten vastuulla.

Metsätalouden puiteohjelma vuodelta 2017 perustuu neljään tukijalkaan:

- Yhteisöt ja suhteet
- Metsävarojen ja kehittyneiden biotuotteiden turvaaminen
- Kehittyneiden metsäbiotuotteiden ja -palvelujen kysynnän edistäminen
- Innovaatioiden tukeminen

Asetetun vision mukaan Kanada tulee olemaan johtava maa metsäbiomassan hyödyntämisessä kehittyneissä biotuotteissa ja innovatiivisissa ratkaisuisissa.

Metsätalouden puiteohjelman päivityksessä vuonna 2021 korostettiin metsäbiotalouden kiihdyttämistä seuraavilla alueilla:

- Merkittävien projektien edistäminen vähähiilisten materiaalien ja lentopolttoaineiden tuotannossa
- Kaadetun puun arvon maksimointi (arvo/m³) korkeamman jalostusasteen tuotteilla kuten biomuovit, biokemikaalit ja biomateriaalit. Vertailujen mukaan (World Bank ja FAO) puukuution jalostusarvo oli vuonna 2019 tasolla 11 USD/m³, kun se verrokkimaissa Suomi ja Yhdysvallat oli tasolla 15 USD/m³ sekä Ruotsissa ja Saksassa tasolla 17 USD/m³.
- Eri teollisuuden alojen yhteistyö metsäbiojätteen ja puolituotteiden käyttämiseksi raaka-aineena
- Kanadan maineen vahvistaminen ympäristöystävällisyyden vaalimisessa
- Lyhyen ajan toimenpiteiden toteuttaminen, kuten esimerkiksi uusien teknologioiden demonstraatioprojektit nykyisissä tehtaissa sekä uusien yritysten perustaminen

36 <https://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/39162.pdf>

37 https://www.biotech.ca/wp-content/uploads/2022/01/National_Bioeconomy_Strategy_EN-compressed.pdf

Vuoden 2022 aikana tehdyn tutkimuksen mukaan haasteeksi todettiin biotaloutta koskevan informaation puute. Haastatteluiden perusteella määriteltiin seuraavat korkean prioriteetin haasteet:

- Heikko hyväksyttävyyys biotalouden mahdollisuuksista alkuperäisväestön keskuudessa
- Luotettava, ennustettava ja hinnaltaan kilpailukykyinen kuituraaka-aine biotuotteiden valmistajille
- Investointien houkuttelevuus
- Markkinan epävarmuus, johtuen mm. standardien ja sertifiointin puutteesta
- Metsäsektorin maine ympäristön suojelussa
- Rahoituksen saatavuus demonstraatioprojekteihin
- Tukevan politiikan ja sääntelyn varmistaminen

Bioindustrial Innovation -allianssin strategia vuodelta 2019 edustaa yli 400 Kanadan teollisuuden edustajan näkemyksiä. Allianssi toteaa, että EU:n vuonna 2018 julkistama määrittely biotaloudesta sopii heidän konseptiinsa. Lisäyksenä todetaan, että bioteknologia voi tuoda Kanadalle kilpailuetua. Jotta tämä saavutetaan, tarvitaan joustavampaa sääntelyä kuin Euroopan geenimuunneltuja organismeja (GMO) koskeva lainsäädäntö.

Strategia suosittelee toimenpiteitä seuraavilla avainalueilla:

- Joustavan hallituspolitiikan ja sääntelyn luominen
- Kumppanuuksien luominen biomassan saatavuuteen ja hankintaan
- Vahvojen yritysten ja arvoketjujen luominen
- Vahvojen ja kestävien innovaatioekosysteemien luominen

Allianssissa mukana olevat yhdistykset Bioindustrial Innovation Canada, BIOTECanada, Forest Products Association of Canada ja FPInnovations pyrkivät verkostojensa avulla toteuttamaan strategian mukaisia asetettuja suosituksia teollisuuden ja hallinnon kanssa. Hankkeen tukijoina ovat useiden Kanadan provinssien (Alberta, Manitoba, Ontario, Quebec, Nova Scotia) maatalousyhdistykset sekä kansallinen yhdistys Agriculture and Agri-Food Canada.

Kanadan hallinnon osasto National Resources Canada (NRCan) vastaa osa-alueista luonnonvarat, energia, mineraalit ja metallit, metsät, maaperätieteet, kartoitus ja kaukottunnistus. Osasto muodostettiin vuonna 1994, kun energiaosasto, kaivokset ja luonnonvarat -osasto sekä metsäosasto yhdistettiin. Nykyisin NRCan ministerinä toimii Jonathan

Wilkinson. National Resources Canada julkaisi vuonna 2020 **kestävän kehityksen strategiansa**³⁸ (Departmental Sustainable Development Strategy). Sittemmin tätä on päivitetty vuosina 2021, 2022 ja 2023.

Murray McLaughlin, Biomass Quality Network Canadan puheenjohtaja, toteaa, että Kanadalla on paljon hyödyntämätöntä potentiaalia sekä maatalouden että metsätalouden biomassassa (Canadian Biomass, 4/2023). On laskelmoitu, että mikäli 50 % metsiin ja viljelymaille jäävästä biomassasta otettaisiin hyötykäyttöön, saataisiin talteen noin 100 miljoonaa tonnia vuodessa raaka-ainetta uusien biotuotteiden valmistukseen. Tarve kaikkien osapuolten intressit huomioivaan ja koko Kanadan kattavaan biotalousstrategiaan on ilmeinen.

Kanadan provinseissa on julkaistu metsäbiotalouden ohjelmia, kuten **Brittiläisessä Kolumbiassa**³⁹ vuonna 2019. Tässä nostetaan esille metsäbiomassan mahdollisuuksia laajasti koko arvoketjun hyödyntämiseksi. Uusia puubiomassaan perustuvia tuotteita mainitaan useita, kuten esimerkiksi nanosellu, sellukomposiitit, biohiili ja terva sekä ristiinlaminoitu puulevy (CLT). Metsäbiomassastrategian lisäksi Brittiläinen Kolumbia on julkaissut bioenergiaa, biomassan hyödyntämistä sekä alkuperäiskansojen asuttamia metsäalueita koskevia strategioita ja toimenpideohjelmia.

Myös Ontarion provinssissa julkaistiin metsäbiomassatoimenpideohjelma⁴⁰ vuonna 2022. Ohjelma ottaa kantaa laajasti metsäbiomassan hyödyntämiseksi uusissa korkean arvonlisän tuotteissa. Ohjelma hahmottaa eri mahdollisuudet alemman arvon metsäbiomassan tai jätteen konvertoimiseksi eri teknologioita käyttäen – kuten kaasutus, pyrolyysi ja muut menetelmät bioöljyn, biohiilen tai synteettisen kaasun tuottamiseksi. Jo vuonna 2020 Ontarion metsäteollisuus oli liikevaihdoltaan 18 miljardia Kanadan dollaria (CAD) ja työllisti 148 000 henkilöä. Ohjelman toimenpiteet on tarkoitus toteuttaa viiden vuoden kuluessa. Väliraportointi on sovittu vuoteen 2023 ja loppuraportti vuodelle 2026. Tämän toimenpideohjelman luonnollisena jatkeena Ontario näkee provinssikohtaisen vähähiilisen vetystrategian kehittämisen.

38 <https://natural-resources.canada.ca/transparency/reporting-and-accountability/plans-and-performance-reports/nrcan-departmental-sustainable-development-strategy/201>

39 <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/forestry/supporting-innovation/bio-economy>

40 <https://www.ontario.ca/page/forest-biomass-action-plan>

Biomassan hyödyntämisen ohella Kanada on laajasti sitoutunut luonnon monimuotoisuuden suojaamiseen strategiallaan⁴¹ vuodelta 1995. Työryhmä ”**biodivcanada**” perustettiin vuonna 1992 ympäristöministeriöiden asettamana.⁴²

5.2 Ruotsi

PÄÄKOHDAT

- Ruotsin kokonaisvaltainen biotalousstrategia on ilmoitettu julkaistavaksi syksyllä 2023
- Eri teollisuussektoreille tehdyt tiekartat (22 sektoria) osoittavat voimakkaita toimenpiteitä fossiilittomaan tuotantoon siirtymiselle, esimerkiksi terästeollisuudessa, metsäteollisuudessa ja maataloudessa
- Ruotsissa on vuonna 2023 julkaistu valtiohallinnon mietintö uusiutuvien liikennepolttoaineiden tuotannon vauhdittamiseksi ja tukijärjestelmän luomiseksi
- Uusien polttoaineita valmistavien biojalostamojen uskotaan tuovan merkittävää synergiaetua biopohjaisten korkean lisäarvon materiaalien ja kemikaalien valmistuksessa
- Biotalousstrategian antama mahdollisuus on Ruotsille merkittävä

Ruotsin ilmastonmuutossuunnitelmaan liittyen vuonna 2019 hallituksen taholta todettiin, että kansallinen biotalousstrategia on tarpeellinen.

Ruotsin biotalous vastaa noin 10 % bruttokansantuotteesta, noin 13 % tavaraviennistä ja 9 % työpaikoista. Vuonna 2021 julkistettiin **Yritystoiminta ja Innovaatio ministeriön (Hans Nilsagård, Senior Advisor, Ministry of Enterprise and Innovation)**⁴³ katsaus ja todettiin seuraavat haasteet koskien hallituksen ilmastonmuutos suunnitelmaa.

- Tarvitaan pitkän tähtäimen säännöt raaka-aineen varmistamiseksi biopolttoaineiden tuotantoon

41 <https://www.biodivcanada.ca/national-biodiversity-strategy-and-action-plan/canadian-biodiversity-strategy>

42 <https://www.biodivcanada.ca>

43 <https://www.ksla.se/wp-content/uploads/2021/05/2021-06-09-Hans-Nilsagard-The-Swedish-bioeconomy-strategy.pdf>

- Tarvitaan kokonaisvaltainen Ruotsin biotalousstrategia
- On luotava yhteinen ymmärrys biotalouteen siirtymisestä
- Strategian tulee perustua tietoon ja yhteistyöhön valtion, yliopistojen, oppilaitosten ja liike-elämän toimijoiden kanssa

Ruotsin biotalousstrategiasta vastaa **Yritystoiminnat ja Innovaatio ministeriö** (Ministry of Enterprise and Innovation). Aikataulu strategialle oli alun perin asetettu lokakuuhun 2021.

Biotalouskonferenssissa ⁴⁴ helmikuussa 2023 Svante Axelsson (National Coordinator for Fossil free Sweden) toi hyvin esille kehitystä Ruotsissa.

- Ajalla 1990–2019 kasvihuonepäästöt ovat vähentyneet 33 % ja bruttokansantuote on noussut 92 %
- Päästöjen vähentämisessä keskitytään 1) uusiutuviin biopolttoaineisiin, 2) uusiutuvaan sähköntuotantoon ja 3) liikenteen tehokkuuteen
- Ruotsissa on tehty laajapohjaisesti 22 eri sektoreiden tiekarttaa tavoiteaikoinen eri sektoreiden siirtymisestä fossiilivapaaseen toimintaan
- Fossiilivapaa tuotanto esimerkiksi sektoreilla teräs, sähköakut, sähköntuotanto, etanoli, sementti, tekstiili, muovi ja tavaraliikenne luovat kaikki uutta vientiteollisuutta

Ruotsin hallinnon kanslia on esittänyt pyynnön kansallisen strategian luomiseksi kasvavaan biotalouteen ⁴⁵ (Lena Ek, Head of Committee of Inquiry, Regeringskansliet)

- Pyyntöissä korostetaan biomassan roolia energian ja lämmön tuotannossa
- Biomassan saatavuutta on tarkasteltu metsätaloudesta, maataloudesta, kalastuksesta, kotitalousjätteistä ja teollisuusjätteistä
- Esimerkiksi metsien hakkuujätteiden volyyymia voidaan kasvattaa yli nelinkertaiseksi nykyisestä (8.7 > 38 TWh/a)

Ruotsin biotalouden koko oli vuonna 2019 noin 22,7 miljardia € ja työpaikkoja alalla oli yhteensä noin 265 000. Uusien biotuotteiden, kuten biokemikaalit, lääketuotteet, biomuovit ja kumi (ilman biopolttoaineita), arvo oli noin 3,4 miljardia €.

44 <https://swedish-presidency.consilium.europa.eu/media/5nrbf1sc/presentations-living-in-the-bioeconomy-27-28-feb-2023.pdf>

45 <https://swedish-presidency.consilium.europa.eu/media/5nrbf1sc/presentations-living-in-the-bioeconomy-27-28-feb-2023.pdf>

Vuonna 2023 on julkaistu valtionhallinnon mietintö biotalouden sääntelystä kohdistuu Ruotsissa tarvittavien liikenteen polttoaineiden kestäväälle tuotannolle

(Lena Ek)⁴⁶. Visioksi vuodelle 2045 on valittu vähintään omavaraisuus polttoaineiden tuotannossa, joka pohjautuu pääosin kotimaisiin raaka-aineisiin. Välitavoitteeksi vuodelle 2035 on asetettu vähintään 20 TWh energiaa vastaavan uusiutuvien liikenteen polttoaineiden ja välituotteiden tuotanto.

Uusiutuvat liikenteen polttoaineet ovat pääosin etanoli, eläin- ja kasvirasvoihin pohjautuvat vetykäsitelty kasviöljy (HVO) ja esteröintimenetelmällä tuotettu biodiesel (FAME) sekä biokaasu. Arvioidusta 20 TWh energiamäärästä, joka vastaa koko liikenteen polttoaineita, noin 4 TWh oletetaan pohjautuvan sähkön avulla tuotettavaksi ja noin 16 TWh biomassasta tuotettavaksi. Uusiutuvien biopolttoaineiden vuotuinen kapasiteetti on nykyisin Ruotsissa noin 0,94 miljoonaa tonnia. Vahvistettuja ja vuosina 2023–24 toteutuvia projekteja on käynnissä 4 ja niiden lisäys kapasiteettiin tulee olemaan yhteensä 1,26 miljoonaa tonnia. Lisäksi Ruotsissa on suunnitteilla vuoteen 2030 mennessä kaikkiaan 14 uutta laitosta, jotka vastaavat yhteensä noin 3,8 miljoonan tonnin lisäystä kapasiteettiin. Vertailun vuoksi suomalaisen Nesteen uusiutuvan dieselin vuotuinen tuotantokapasiteetti kasvaa 5,5 miljoonaa tonniin vuonna 2023 ja on arvioitu, että lentopolttoaineiden osuus siitä olisi noin 1,5 miljoonaa tonnia vuonna 2024.

5.3 Brasilia

PÄÄKOHDAT

- Energia(biopolttoaine)-vetoinen biotalous keskittyy nyt luomaan lisäarvoa sivuvirroista (hemiselluloosa, ligniini, biokaasu) ja muuttamaan ne lisäarvokemikaaleiksi
- Sellu- ja paperiteollisuus on myös selluloosan arvostamisen ja selluloosan lisäarvon luomisen lisäksi selluloosamodifiointien avulla siirtymässä kohti ligniiniin ja puun kaikkien muiden uuttoaineiden arvostusta.
- Amazonin sosioekonomisekologisessa lähestymistavassa on valtava potentiaali yrityksissä, jotka keskittyvät Amazon-pohjaisesta biomassasta uutettujen biopohjaisten tuotteiden myyntiin. Tämä koskee elintarvikelisiä aineita, kosmetiikkaa, lääkkeitä (alkuperäiseen tietoon

46 <https://www.regeringen.se/contentassets/5351ab1c7862465ba9b6999e16d5a9cd/delbetankande-av-bioekonomiutredningen-sou-202315.pdf>

perustuvia) ja erikoiskemikaaleja, jotka perustuvat hyvin erityisiin ominaisuuksiin. Myös monipuolistaminen kohti uusia kasveja, kuten macaubapalmuöljyä, on käynnissä

Tehty Brasilia-analyysi perustuu pääosin alla olevien dokumenttien synteesiin sekä keskusteluihin Brasilian eri biotalouden sidosryhmien kanssa

- A bioeconomia brasileira em números, BNDES 2018⁴⁷
- Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia, MCTIC 2018⁴⁸
- Potencial do Impacto da Bioeconomia para a Descarbonização do Brasil, ABBI 2022⁴⁹

Brasilialla on historiallisesti kehittynyt vahva biotalous, jonka perustana on bioetanolin tuotanto sokeriruo’osta ja suhteellisen alhainen innovaatio- ja teknologinen kehitysaste. Toisaalta Brasilian biotaloudella oli myös huono maine karjankasvatuksen ja soijan viljelyn pakottaman metsäkadon vuoksi.

Nyt Brasilian strategia on muuttumassa täysin biotalouden voimakkaasta kasvattamisen mallista suuntaan, jossa otetaan huomioon myös ekologiset näkökulmat ja huomioidaan biodiversiteetti- ja ilmastohuolia. Tällä tavalla Brasilia haluaa esittää biotalouden kahdessa eri alueellisessa lähestymistavassa, jotka perustuvat sosioekonomiseen ja ekologiseen lähestymistapaan Amazonin alueella ja täydelliseen biotaloudelliseen lähestymistapaan Amazonin ulkopuolisen alueen osalta.

Brasilian odotetaan valmistautuvan kansalliseen biotalousstrategiaan. Nykyään **Paran osavaltioilla on ensimmäinen alueellinen biotalousstrategia** ja monet muut osavaltiot (esim. Paranan osavaltio) ovat myös laatimassa strategiaansa.

Brasilian biotalous noudattaa tyypillistä brasilialaista lähestymistapaa, joka nähdään **maatalouden, metsätalouden ja sen tuotteiden** jalostamisen tasolla – vastaa siis teoreettisena tarkasteluna bioressursivisio-mallia. Klassisia tuotteita ovat sokeriruoko, eukalyptus, soija, maissi, auringonkukka, puuvilla ja nyt laajentuminen energiaruokoon ja macaubaan. Huomiota on kiinnitetty enemmän myös **siniseen biotalouteen**, jossa painotetaan

47 https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15383/1/BS47__Bioeconomia_FECHADO.pdf

48 https://repositorio.mctic.gov.br/bitstream/mctic/4355/1/2018_plano_acao_ciencia_tecnologia_inovacao_bioeconomia.pdf

49 https://abbi.org.br/wp-content/uploads/2022/06/Bioeconomia_Descarbonizacao_Nov2022_Final2.pdf

mikroleviä. Edelleen yhteydestä Amazoniin ja sen biologisen monimuotoisuuden hyödyntämiseen syntyy monia aloitteita biomassan ja innovatiivisten molekyylien tutkimiseksi korkean arvonlisän sovelluksiin erotusprossien kautta.

Brasilia haluaa vähentää kemikaaliriippuvuuttaan tuottamalla enemmän kansallisella tasolla tarvittavia kemikaaleja. Brasilia pyrkii tehostamaan vihreiden kemikaalien, kuten eteenin ja propeenin, vientiä ja siten pienentämään negatiivista kauppatasetta.

Brasilian biotalous on vahvasti riippuvainen biopolttoaineiden käytöstä energiasektorilla. Nyt on nähtävissä vahvaa monipuolistumista ja Brasilia pyrkii kehittämään korkean lisäarvon jalosteita ja samalla edistää niiden vientitavoitteita.

Digitalisaatio ei nouse vielä vahvasti esille biotalouden yhteydessä, lukuun ottamatta genomiikkaa ja synteettistä biotekniikkaa.

Bioresurssien ja niiden saatavuuden tasolla strategiassa ei ole juurikaan rajoituksia. Brasiliassa nähdään maatalouden ja viljelytieteen tehostumisen kautta sadon lisääntymän kolmin- jopa viisinkertaisesti, kun vettä, torjunta-aineita ja lannoitteita käytetään vähemmän.

Näemme jo nyt MCTIC:ltä⁵⁰ politiikan/hallituksen tasolla merkittäviä toimia ja lisärahoitusta PACTI⁵¹-biotalouden kehitykseen. Brasilia näkee tärkeäksi tehdä yhteistyötä muiden biotalousmaiden kanssa ja etsii kumppaneita Euroopasta.

Tuoreessa asiakirjassa biotalouden mahdollisista vaikutuksista Brasilian hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen (valmistelija: ABBI, Embrapa Agroenergy, LNBR/CNPEM, Senai/CETIQT, Cenergia/UFRJ) todettiin, että Brasilian biotalouden taloudellinen arvo voi nousta 284 miljardiin dollariin vuoteen 2050 mennessä, jos biotaloutta käytetään täysimääräisesti.

50 Ministry of Science, Technology, Innovation and Communications

51 Bioeconomy Science, Technology and Innovation Action Plan

Brasilian biotaloutta tarvitaan Pariisin sopimuksen tarpeiden täyttämiseksi

Brasilian biotalouden strategia on avainjärjestelmä Pariisin sopimuksen tarpeiden täyttämiseksi.

Se perustuu kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, lisätulojen tuottamiseen, biologiseen monimuotoisuuteen liittyviin mahdollisuuksiin, biomassan (energia, ruoka, materiaalit) monikäyttöön. Se keskittyy voimakkaasti biomassan jalostukseen sekä polttoaineiden ja lisäarvotuotteiden valmistukseen. Myös hajautettu talous nähdään tärkeänä elementtinä eli alueellistaminen, jossa on esimerkiksi yhteys Amazonin sosioekonomisiin toimiin.

Uusi lähestymistapa puoltaa uutta biotalouden tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita koskevaa toimintasuunnitelmaa

Tiede-, teknologia-, innovaatio- ja viestintäministeriö (MCTIC) kehitti biotalouden tieteen, teknologian ja innovaatioiden toimintasuunnitelman (PACTI-biotalous).

PACTI-Bioeconomyn tavoitteena on soveltaa tieteellistä ja teknologista tietoa Brasilian talouden sosiaalisten, taloudellisten ja ympäristöhyötyjen edistämiseen. Se käyttää viittä avainkäsitettä:

1. Uusien konseptien, uusiutuvien biologisten resurssien ja kansallisen biologisen monimuotoisuuden kestävä käyttö fossiilisten raaka-aineiden korvaamisessa
2. Integroidut toimet väestön vesi-, energia- ja elintarviketurvan varmistamiseksi
3. Integroidut toimet bioliiketoiminnan ja biotuotteiden kehittämiseksi
4. Tieteellinen ja liiketoiminnallinen huippuosaaminen
5. Kestävä kehitys ja kiertotalous

Suunnitelma on jaettu kolmeen keskeiseen ja kahteen aputeemaan:

1. Biomassa
2. Jalostus ja biojalostamot
3. Biotuotteet, myös synteettinen biologia ja korkean lisäarvon tuotteet
4. Brasilian biotalouden monitorointi
5. Biotalouskeskusten keskuskoordinoiva elin

Amazon ei jää jälkeen

BNDES (Brasilian kehitys pankki) ehdotti tutkimuksessaan "Biotalousmahdollisuudet Amazonin kestävässä kehityksessä" kolmea toimenpidettä:

- Biotalousmahdollisten raaka-aineiden luonnollinen esiintyminen ja tuotanto Amazonin alueella sekä tiedot näiden tuotteiden kysynnästä
- Ekologiseen ja yhteisölliseen matkailuun liittyvien yritysten kartoitus
- Toistettavissa olevan perinteisen tiedon kartoitus

Tämä kaikki perustuu alkuperäiskansojen sosioekonomiseen kehitykseen, alkuperäiskansojen tiedon arvostukseen, biologisen monimuotoisuuden arvostukseen sekä Amazonin metsän rappeutuneiden alueiden projisointiin ja nuorentamiseen kiinnittäen erityistä huomiota ympäristövesikysymyksiin.

Mielenkiintoista on myös se, että Brasilian Belém tulee isännöimään ilmasto COP30 vuonna 2025.⁵² Alue on profiloitunut jo aiemmin isännöimällä World BioEconomy Forumia vuonna 2021.⁵³

52 <https://www.gov.br/planalto/en/latest-news/un-confirms-belem-is-to-host-the-cop-30-climate-conference>

53 <https://wcbef.com/events/world-bioeconomy-forum-2021/>

6 Biotalousstrategioiden arviointi

Työn yhteydessä arvioitiin eri alueiden biotalousstrategioiden ja -ohjelmien sisältöä. Taulukkoon 1 on koottu valittujen alueiden (maat ja EU)

- Biotalousstrategiat ja -ohjelmat sekä niiden kattavuus
- Biotalousstrategioiden arvo
- Biotalousstrategioiden lähestymistapa – biotalouden visio
- Biotalousstrategioissa käsitellyt sektorit

Arviointi perustui pääasiassa valittujen alueiden julkistettuihin biotalousstrategioihin ja toimenpideohjelmiin sekä siihen, miten eri sektoreita on tuotu esille biotalouden näkökulmasta. Tässä tehty tarkastelu ei luonnollisesti tarkoita sitä, ettei esitettyjä sektoreita käsiteltäisi muissa yhteyksissä ja/tai ohjelmissa. Kysymys on siis kunkin alueen biotalouden prioriteeteista ja vertailun avulla haluttiin kartoittaa biotalousstrategioiden eroavaisuuksia eri alueilla.

Ruotsin biotalousstrategia oli tämän selvityksen aikana vielä valmistelussa, joten vertailussa ei lähdetty ennakoimaan Ruotsin biotalouden profiilia (Ruotsi julkisti keväällä 2023 bioenergiaa koskevan osion).

Taulukko 1. Biotalousstrategiat ja ohjelmat, biotalouden arvo ja biotalouden painopistealueet

Alue	Biotalousstrategia tai - ohjelma			Arvo	Biotalousvisio			Biotalousstrategioihin sisällytetyt sektorit																													
	Nimi	Ohjelmien taso	Julkaisu- vuosi		Perustuen alueiden omiin ilmoituksiin (vuotuinen arvo)	Bioressurit	Bioteknikka	Bioekologia	Maatalous	Elintarvike- ja rehuteollisuus	Metsäsektori	Biomassojen kestävä käyttö	Bioenergia	Bioteknikka	Biotuotanto	Bioturvallisuus	Terveysektori	Maakäyttö	Vesitalous	Sininen biotalous	Tuotantoketjujen kestävyys	Ilmastomuutoksen hillintä	Biodiversiteetti	Kiertotalous	Kaupungistuminen	Yhteiskunnalliset tavoitteet	Työvoima	Koulutus	Rajoitteiden hallinta	Biotalous globaalit rakenteet	Korkean arvoisen tuotteet	Digitalisaatio	Kansainvälinen yhteistyö	Kansallinen turvallisuus	Tiedonhallinta	Perimätiedon hallinta	
Suomi	Biotalousstrategia 2022–2035 – kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää	Kansallinen - alueellinen	2014 – 2022	79 mrd. € - arvonlisäys €27 mrd. €	x	(x)	x	x	x	x	x	x	(x)					x	x		x	x	x					x									
EU	EU:n biotalousstrategian edistymisraportti (2022)	EU - kansallinen - alueellinen	2012 – 2018 – 2019	657 mrd. €	x		x	x	x	x	x		(x)				x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	(x)		x	x	x				
Kanada	1) Canada's Bioeconomy Strategy 2) A Forest Bioeconomy Framework for Canada	Teollisuus	2019 – 2017	N/A	x	(x)		x	x	x	x	x	(x)	(x)	(x)						(x)	x	x	(x)		x		(x)		(x)				(x)	x		
Yhdysvallat	National Bioeconomy Blueprint, Executive Order 14081 on Advancing Biotechnology and Biomanufacturing Innovation for a Sustainable, Safe, and Secure American Bioeconomy + Bold goals for U.S. biotechnology and biomanufacturing	Kansallinen	2012 – 2022 – 2023	> 1 000 mrd. \$	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		
Brasilia	National bioeconomy plan, State or Para bioeconomy action plan	Alueellinen	2022 (Para)	N/A	x	(x)	x	x	x	x	x	x	x	?	(x)		x	(x)			x	x	x		x	(x)			x	x	x			x	x		
Kiina	NDRC five year plan on bioeconomy	Kansallinen	2022	7 500 mrd. RMB ≈ 1 000 mrd. €	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x									x		x	x	x		x	x	x	x	x		
Intia	National biotechnology development strategy 2021 - 2025 (knowledge and innovation driven bio-economy)	Kansallinen	2000 – 2007 – 2015	80 mrd \$		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x									x	x	x			x	x			x			

Biotalous arvo eri alueilla ei ole objektiivinen, koska biotalouden sisältö ei ole yhteismitallinen. Tässä tarkastelussa biotalouden arvo on kunkin alueen itsensä ilmaisema ja pitää sisällään heidän ohjelmissaan esitettyjä sektoreita joko osittain tai kokonaan.

Biotalousvisio perustuu artikkelin **”What is bioeconomy”**⁵⁴ jakoon, jossa biotalouden lähestymistapa on kolmijakoinen

- Bioteknologinen visio
- Bioresurssivisio
- Bioekologinen visio

Bioteknologinen visio korostaa bioteknologian tutkimuksen sekä bioteknologian soveltamisen ja kaupallistamisen merkitystä eri sektoreilla.

Bioresurssivisio keskittyy biologisiin raaka-aineisiin liittyvän tutkimuksen, kehityksen ja demonstroinnin rooliin eri sektoreilla kuten maataloudessa, metsätaloudessa, vesistötalouksissa ja bioenergiassa sekä uusien arvoketjujen luomisessa. Kun bioteknologian visio ottaa lähtökohdan tieteen mahdollisesta soveltuvuudesta, bioresurssivisio korostaa mahdollisuuksia biologisten raaka-aineiden jalostuksessa ja muuntamisessa erilaisiksi tuotteiksi.

Bioekologinen visio korostaa ekologisten prosessien merkitystä optimoiden energian ja ravinteiden käyttöä edistämällä samalla biologista monimuotoisuutta sekä estämällä monokulttuuria ja maaperän huonontumista. Kaksi edellistä visiota ovat teknologiakeskeisiä ja antavat T&K:lle keskeisen roolin globalisoituneissa järjestelmissä, mutta bioekologinen visio korostaa alueellisesti keskittyneiden kierto- ja integroitujen prosessien ja järjestelmien mahdollisuuksia.

Visiotarkastelu itsessään tuo esille alueiden lähestymistapojen eroja. Yhdysvaltojen ja Kiinan aiemmat ohjelmat painottuivat aiemmin selkeästi bioteknologiseen visioon ja viime vuoden julkistusten perusteella ne ovat laajentumassa bioresurssivisioon suuntaan. EU:n, kuten Suomenkin, ohjelmat painottavat bioresurssi- ja bioekologisia visioita. Suomen strategiassa biotekniikalla ei ole vielä ollut korostettua roolia.

Tarkempaa analyysia eri alueiden biotalousohjelmien sisällöstä tehtiin tarkastelemalla mitä sektoreita on sisällytetty eri alueiden biotalousohjelmiin.

54 What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/691>

Agriculture – maatalous

Maatalous tulee esille lähes kaikkien alueiden biotalousohjelmissa.

Food and feed – elintarvike- ja rehuteollisuus

Elintarviketeollisuus on teollisuuden ala, joka tuottaa elintarvikkeita tai elintarvikkeiden raaka-aineita ja on siksi mukana useimmissa strategioissa.

Forestry – metsäsektori

Metsäsektori on myös perinteisiä biotalouden sektoreita, tosin Intiassa ei ole nähtävissä kytkentöjä heidän biotalousohjelmiinsa.

Sustainable use of biomass – biomassojen kestävä käyttö

Biomassojen kestävä käyttö tulee esille kaikissa tarkastelun alla olleissa ohjelmissa.

Bioenergy – bioenergia

Myös bioenergia on selkeästi osa biotaloutta kaikissa selvityksen kohteissa. Yleensä se onkin ollut ensimmäisiä biotalouden sovellusalueita.

Biotechnology – biotekniikka

Bioteknologian suhteen syntyy jo hajontaa. Biotekniikka on biotalousohjelmien keskiössä erityisesti Yhdysvalloissa, Kiinassa ja Intiassa, kun se EU:n biotalousohjelmissa jää vähemmälle huomiolle.

Biomanufacturing – biotuotanto

Biotuotanto on instrumentaalinen osa biotekniikkaa, jonka avulla pyritään edistämään bioteknisiin keinoin erilaisten biotuotteiden valmistusta. Tässäkin näkyy erityisesti Yhdysvaltojen, Kiinan ja Intian aktiivisuus.

Biosecurity & Biosafety – bioturvallisuus

Bioturvallisuus on nousussa kahdellakin tavalla – makro- ja mikrotasolla. Makrotasolla bioturvallisuus (biosecurity) liittyy kansalliseen turvallisuuteen, jossa tietovuotoja vältetään ulkopuolisille. Mikrotasolla bioturvallisuus liittyy tuotteiden turvalliseen valmistukseen ja käyttöön. Molemmat sektorit nousevat esille erityisesti suurvalloissa.

Health – terveyssektori

Terveyssektori on perinteinen biotekniikan sovellusalue. Tämä näkyikin erityisesti niissä maissa, joissa biotekniikka korostetaan.

Soil – maa

Maankäyttöön liittyvät asiat tulevat esille osassa biotalousohjelmia.

Water – vesi

Veden rooli korostuu tulevaisuudessa ja sen rooli on sisällytetty osaan tarkastelun alla olleista biotalousohjelmista.

Blue bioeconomy – sininen biotalous

Sininen biotalous keskittyy veteen ja vesistöihin liittyvään biomassaan ja veteen raaka-aineena. Se nousee esille erityisesti Euroopassa, jossa painotetaan kokonaisvaltaista biotaloutta.

Supply - chain resilience – tuotantoketujen kestävyys

Ensimmäistä kertaa tuotantoketujen kestävyys on kirjattu strategioihin Yhdysvaltojen toimesta. Toki käytännössä myös Euroopassa tähän on kiinnitetty huomiota erityisesti Venäjä-Ukraina kriisin myötä.

Climate – ilmastonmuutokseen liittyvät seikat

Biotaloudella nähdään roolia ilmastonmuutoksen hillintään. Tämä on tullut uutena asiana moneen biotalousstrategiaan ml. Suomi, EU, Yhdysvallat ja Brasilia. Kiinan ja Intian osalta sitä ei ole ohjelmissa nähtävissä.

Biodiversity – biodiversiteetti

Myös biodiversiteetti on noussut biotalousohjelmiin. Se näkyy erityisesti niiden alueiden strategioissa, joilla on merkittäviä biomassavarantoja, kuten Suomi, EU, Yhdysvallat ja Brasilia.

Circularity – kiertotalouden elementit

Kiertotalous on tärkeä elementti Euroopassa jo itsessään. Samalla tavalla sen merkitys tunnustetaan myös biotalouden ohjelmissa. Muilla alueilla se ei tule yhtä selkeästi esille.

Societal aspects – yhteiskunnalliset tavoitteet

Yhteiskunnalliset painotukset ovat nousussa erityisesti uusissa biotalousstrategioissa, kuten Brasilia, Kiina ja Intia.

Workforce – työvoima

Työvoimaan ja työllisyyteen liittyvät asiat tulevat esille kohtuullisen laajasti.

Education – koulutus

Biotalouskoulutus on tunnustettu kohtuullisen laajasti eri alueiden biotalousohjelmissa.

Coping with Barriers – rajoitteiden hallinta

Tarkoittaa mahdollisten rajoitteiden olemassaolon huomioimista ja niiden tunnistamista mahdollisimman konkreettisesti eri aloilla, kuten laeissa, säännöissä ja menettelyissä niin institutionaalisina, teknisinä kuin tieteellisinä alueina. Huomioiden normit, standardit ja toimintatavat yhteiskunnallisesti, mutta myös kulttuurin näkökulmasta. Näiden pohjalta haetaan ratkaisukeinoja vuoropuhelussa asiaankuuluvien sidosryhmien, kuten politiikan ja päätöksentekijöiden, teollisuuden, yrittäjien ja muiden yhteiskunnallisten vaikuttajatahojen kanssa.

Governance – biotalouden globaalit rakenteet

Biotalouskoulutus on noussut keskusteluun vasta viimeisen 14–16 kuukauden aikana. Biotalouskoululla on poikkileikkaava rooli ja se vaikuttaa usealla sektorilla. Samaan aikaan on käynnissä useitakin aloitteita selvittämään, miten biotalouden asioita voisi keskustella ja koordinoita kansainvälisellä tasolla.

Value-added products – korkean arvoisen tuotteet

Arvonlisän kasvattaminen tulee voimakkaammin esille niillä alueilla, joilla on runsaasti omaa biomassaa, ja jotka haluavat mennä eteenpäin arvoketjussa sekä nostaa tuotteidensa jalostusarvoa.

Digitalisation – digitalisaatio

Digitalisaation keinot on tunnistettu laajasti ja se tulee esille useissa biotalousohjelmissa.

International collaboration – kansainvälinen yhteistyö

Kansainvälisen yhteistyön merkitys näkyy varsin monissa strategioissa.

Defense – kansallinen turvallisuus

Uutena asiaa on tullut mukaan myös kansalliset turvallisuusasiat. Tätä korostaa erityisesti Yhdysvallat ja Kiina.

Data management – tiedonhallinta

Big data ja muut tiedonhallintakeinot ovat esillä erityisesti biotekniikkaan panostavilla alueilla.

Traditional knowledge – perimätieto

Alkuperäiskansojen tiedon ja muun perinteisen tiedon hyödyntäminen on noussut uusimmissa ohjelmissa esille esim. Kanadassa, Brasiliassa ja Kiinassa.

6.1 Yhteistyön mahdollisuudet Suomelle

Biotalous avaa erilaisia yhteistyömahdollisuuksia. Suomella on vahvaa osaamista metsäbiotalouden alueella ja erityisesti Yhdysvallat on siitä tällä hetkellä erittäin kiinnostunut. Suomella on useita aiesopimuksia (MoU) useiden Yhdysvaltojen osavaltioiden kanssa, kuten Maine, Michigan, Minnesota ja Washington. Kiinnostusta on laajemminkin ja todennäköisesti lisää vastaavia sopimuksia on tulossa. Tuorein esimerkki yhteistyöstä on suuren metsäbiotalousdelegaation (75 alan osaajaa useista osavaltioista ja liittohallinnosta) tutustumismatka Suomen metsäbiotalouden toimintoihin toukokuun 2023 lopulla.

Kiina hakee kansainvälistä yhteistyötä perusteilla olevan biotalouden yhteistyöjärjestelyn kautta. Samalla he hakevat myös vahvaa asemaa itselleen erityisesti biotekniikan osa-alueilla.

Intia on perinteisesti aktiivinen erityisesti biotekniikan sektorilla. Intia on kiinnostava myös siksi, että he yhdistävät omissa biotalousohjelmissa biotekniikan ja digitaalisuuden osaamista.

Kanada suhtautuu tunnetusti myötämielisesti Suomeen ja yhteistyötä tässäkin on vireillä erityisesti metsäbiotalouden sektorilla. Pääasiassa yhteistyötä on vireillä provinssitasolla, joista pisimmällä ollaan tällä hetkellä B.C.:n, Nova Scotian ja Quebecin suhteen.

Nova Scotiassa on paljon sahateollisuuden sivuvirtana syntynyttä purua ja muuta biomassaa, jota voisi hyödyntää. B.C. on tekemässä metsästrategiaa, jotta metsävarat saataisiin kartoitettua ja hyödynnettyä kestäväällä tavalla. Quebec on ajattelultaan lähellä eurooppalaista toimintaa ja vihreä siirtymä sekä kiertotalous ovat kiinnostavia teemoja. Heillä on orgaanista materiaalia mm. maataloudesta, jota käytetään esim. biokaasun valmistukseen. Provinssista löytyy myös metsää. Quebec on kiinnostunut biopolttoaineiden valmistuksesta sivuvirtoja hyödyntäen.

Brasiliassa on viime aikoina herännyt kiinnostus edetä arvoketjuissa korkea-arvoisimpiin tuotteisiin. Tämä todennäköisesti lisää Suomen yhteistyömahdollisuuksia.

6.2 Korkean arvoisen tuotteiden rooli eri biotalousstrategioissa

Korkean arvoisen tuotteet korostuvat Suomen biotalousstrategiassa – ajatuksella vähemmällä enemmän. Sinänsä asia ei tule vastaavassa muodossa esille muissa strategioissa, vaikkakin näyttää, että joillakin alueilla on halu korkean arvoisen tuotteisiin. Näihin voidaan luokitella esimerkiksi lääkeaineet. Jos katsotaan rakenteellisesti, tämä korostuu erityisesti Intiassa, jossa biotalouden arvosta jopa puolet liittyy biolääketieteeseen.

Myös Yhdysvaltojen tuotekehityksessä toistuvat hyvinvointiin ja lääketieteellisuuteen liittyvät sovellutukset. Intian biotalousohjelmat painottuvat biolääketieteeseen ja BioIT:hen. Jos biotekniikka itsessään on korkean arvoisen tuotantoa, myös Kiinan biotalousohjelmissa korostuvat korkean arvoisen tuotteet.

EU:n osalta lähestymistapa on ollut bioresurssivision mukainen ja biotalouden prioriteetteja ovat ohjanneet erityisesti Green Dealin aikana ilmastomuutoksen hillintä ja biodiversiteetin hallinta. Tämä lienee osaltaan johtanut siihen, että biomassaa on ohjattu ainakin aiemmin erityisesti bioenergiasovelluksiin. Ehkä tämäkin korjaantuu, jos substitutio nähtäisiin tunnistettuna keinona ilmastomuutoksen hillinnässä.

6.3 Digitaalisaation huomiointi eri biotalousstrategioissa

Digitaalisaatio on läpileikkaava toiminta, joka näkyy usealla sektorilla ja useassa paikkaa arvoketjuja. Digitaalisaatio on eräs keskeinen mahdollistaja biotekniikan nousuun viimeaikaisissa biotalousohjelmissa, mikä on mahdollistanut nopeamman tuotekehityksen. Yhdysvalloissa on syntynyt kokonaan uusia palvelutoimijoita, kuten esim. Gingko Bioworks⁵⁵, joka tarjoaa tuotekehityspalveluita alan asiakkaille. Vastaavaa on nähtävissä myös Intiassa. Euroopassa tämä on ollut toistaiseksi vähäisempää. Kiinan arvioiminen tässä suhteessa on haastavaa.

Digitaalisaatio ja datatalous tulevat esille myös arvoketjujen hallinnassa – esimerkiksi tuotantoketjujen alkupäässä siinä, miten biomassojen saatavuutta arvioidaan ja hyödynnetään. Kiina on panostamassa tähän sektoriin ja haluaa tarkempaa tietoa heidän biomassoistaan, joista jo tällä hetkellä on varsin hyvä kuva Euroopassa ja Yhdysvalloissa.

Big Data on tulossa myös biotalouteen ja biotekniikkaan. Tämä on merkittävä mahdollistaja esim. biotekniikassa ja genomien hyödyntämisessä, biosekvensointien rekisteröinnissä ja hallinnassa. Koska biotekniset prosessit ovat olleet luonteeltaan hitaita ja epätarkkoja, Yhdysvallat on omissa ohjelmissaan ohjaamassa resursseja automaation ja digitalisaation bioprosessien hallinnan avuksi.

6.4 Biotalouskasvun haasteet

”Biojalostuksen aikakauden alkuvaiheessa on useita esteitä, mukaan lukien tekniset ongelmat, yleinen mielipide, toimitus- ja arvoketjujen puute sekä koulutetun henkilöstön puute.” (OECD 2018)

Tässä luvussa pyritään tekemään yhteenveto ilmeisistä biotalouden leviämisen esteistä. Ehkä jotain kontekstia voidaan antaa toteamalla julkaistut biotalouden ”typologiat”. Tämä lähestymistapa on saattanut johtua epäonnistumisesta kansainvälisesti sovitun biotalouden määritelmän luomisessa. Yhdellä, yhdenmukaistetulla määritelmällä on se yksinkertainen vetovoima, että sen avulla voidaan mitata ja vertailla biotalouden osuutta talouteen kokonaisuutena. Sen kiteytyminen näyttää nyt kaukaiselta, koska määritelmät ovat usein syntyneet vastauksena yksittäisen maan prioriteetteihin.⁵⁶

55 <https://www.ginggobioworks.com>

56 Frisvold, G.B., S.M. Moss, A. Hodgson and M.E. Maxon (2021). Understanding the U.S. bioeconomy: a new definition and landscape. Sustainability 13:1627.

Mielenkiintoisempaa on tutkia, miten biotalouden narratiivit ovat kehittyneet. Ainakin kolme artikkelia tunnistaa samanlaisia konseptin ekstrapolaatioita^{57 58 59}. Selvyyden vuoksi Vivien et al. kuvaaman kolmen narratiivin ekstrapolointi (2019) kuvaa tätä kehitystä.

Tarkemmin:

- **Tyyppi I** ottaa huomioon biosfäärin rajat
- **Tyyppi II** on tieteeseen perustuva biotalous
- **Tyyppi III** on biomassapohjainen biotalous

Tieteeseen perustuvaan biotalouteen keskittymisen perustana on väite, jonka mukaan bioteknologia käsittelee osittain kaikkia näitä kolmea narratiivia. Vivien et al. totesi myös, että tyyppi II ja tyyppi III voivat sulautua, ja voitaisiin jopa väittää näin jo tapahtuneen. Tässä luvussa väitetään, että bioteknologialla ja muilla teknologioilla (Tyyppi II) on monia ja erilaisia tehtäviä biomassan ja jättemateriaalien kestävä hyödyntämisen edistämiseksi (Tyyppi III) planeettojen rajoissa pysymiseksi (Tyyppi I).

57 Bracco, S., O. Calicioglu, M.G. San Juan and A. Flammini (2018). Assessing the contribution of bioeconomy to the total economy: a review of national frameworks. *Sustainability* 10, 1698.

58 Bugge, M., T. Hansen and A. Klitkou (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability* 8, 691.

59 Vivien, F.-D., M. Nieddu, N. Befort, R. Debref and M. Giampietro (2019). The hijacking of the bioeconomy. *Ecological Economics* 159, 189-197.

7 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Biotalous on kasvava trendi ja erityisesti vuoden 2022 aikana sen kiinnostus on entisestään lisääntynyt, kun maailman suurimmat talousalueet (kuten Yhdysvallat, Kiina, EU ja Intia) ovat kaikki lisänneet temaattisia aktiviteetteja.

Biotekniikka

Erityisesti biotekniikan merkitys on kasvussa. Tämän nimiin vannovat niin Yhdysvallat kuin Kiina, mutta myös Intia nostaa ko. osa-alueen merkitystä. EU:n biotalousstrategioista biotekniikka toistaiseksi puuttuu ja World BioEconomy Forum suosittelee myös EU:ta tarkistamaan kantaansa ko. osa-alueeseen tai ainakin tiedostavan muiden alueiden biotalouden painopisteet. Samansuuntaisia viestejä on noussut esille muidenkin toimijoiden taholta.⁶⁰

Biotekniikassa eletään valtavaa murrosta ja synteettisen biologian tekniikoiden keinoin kehitystyö täsmentyy ja nopeutuu moninkertaisesti. Biotekniikka on myös universaali ja sen sovellukset ulottuvat laajasti eri toimialueille, kuten kemikaalit, maatalous, energia, lääketiede ja bioprosessointi.

Biotekniikkaan liittyvät myös turvallisuusnäkökulmat niin makro- kuin mikrotasolla. Makrotasolla lähinnä niin, että erityisesti suurvallat haluavat turvata edistyneimmät biotekniikan keinot itselleen ollakseen johtavassa asemassa ko. sektorilla. Mikrotasolla haasteet liittyvät lähinnä bioteknisten tuotteiden turvalliseen käyttöön. Biologisiin prosesseihin liittyy jopa riskitekijöitä ja uusissa ohjelmissa halutaan varmistaa tuotteiden turvallinen valmistus ja käyttö. Riskit eivät liity vain biologisiin ominaisuuksiin, myös fyysiset ominaisuudet, kuten nanokokoluokka voi tuoda terveysriskejä niiden käyttöön. Erityisesti Yhdysvallat ja Kiina ovat kiinnittäneet huomiota turvallisuusnäkökulmiin.

Biotekniikka ei ole ainakaan toistaiseksi saanut Suomen biotaloussuunnitelmissa ja Suomen Biotalousklusteri Oy:n (FIBIC) -toiminnoissa sellaista roolia, joka sillä voisi olla ja joka biotekniikalla on monessa muussa maassa teollisuuden uudistajana.

60 https://www.ibisba.eu/content/download/5665/48593/file/Policy%20Note%202023.pdf?utm_source=Policy+Note&utm_medium=Website&utm_campaign=Policy+Note&utm_id=Policy+Note

Suomessa on vahvaa biotalouden, biotekniikan ja digitalisuuden osaamista. Ehdotamme, että suomalaiset toimijat tarkastelevat biotekniikan keinojen sisällyttämistä osaksi biotalouden kehittämisohjelmiaan. Aktiivinen yhteistyö maailman johtavien biotekniikka-keskusten kanssa – kansainvälinen yhteistyön vahvistaminen tällä osa-alueella edistää biotekniikan kehittymistä.

Bioturvallisuus

Biotekniikan käyttöön liittyy erinäisiä turvallisuustekijöitä – niin kansallisesti kuin yksilötasolla. Kansallisen tason turvallisuusnäkökulmat liittyvät lähinnä biotekniikkasektorin innovaatioihin, joiden avulla halutaan turvata kansallisia intressejä. Tähän ovat kiinnittäneet huomiota erityisesti Yhdysvallat ja Kiina.

Toisekseen biotekniseen valmistukseen ja bioteknisten tuotteiden käyttöön voi liittyvä käyttäjän kannalta riskitekijöitä liittyen esim. hallitsemattomaan geenimanipulaatioon. Näiden osalta on myös järjestettävä turvalliset olosuhteet.

Turvallisuutta voidaan edistää kansallisin toimenpitein, kuten joissain ohjelmissa on jo huomioitu, mutta tässä on tilaa myös kansainväliseen yhteistyöhön, jolloin tuloksia ja oppeja voidaan hyödyntää laajemmin edistäen koko sektorin kehittymistä.

Mikäli Suomi ottaa biotekniikan biotalouden edistämisen aktiivisiin keinovalikoimiin on samalla otettava huomioon bioturvallisuuden liittyvät toimenpiteet.

Bioresurssit

Bioresurssien suhteen tilanne on jopa polarisoitumassa. Esim. Yhdysvallat on selkeästi lisäämässä omien biomassojen käyttöä, kun taas EU:ssa ollaan menossa toiseen suuntaan.

Yhdysvallat käyttää tällä hetkellä vajaa 400 miljoonaa tonnia biomassaa ja näkee, että he voisivat lisätä kestävästi biomassojen käyttöä jopa 1 000 miljoonaan tonniin vuositasolla.⁶¹ EU:ssa biomassojen käyttö on ollut noin miljardi tonnia ja suuntaus on ainakin poliittisesti hillitä biomassojen käyttöä, kuten metsien osalta. Viime-aikainen Venäjä aggressio ja energiakriisi ovat tosin lisänneet biomassojen käyttöä niin Suomessa kuin Euroopassakin. Suomelle tärkeät metsävarat ovat suurimmat kuin koskaan – puustoon tilavuus on tänä

61 <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/2016-billion-ton-report>

päivänä yli 2,5 miljardia kuutiota kun se 1950 luvulla oli miljardi kuutiota vähemmän⁶². Sama on nähtävissä myös EU:ssa, jossa puuston tilavuus on tänä päivän 50 % suurempi kuin se oli 1990.⁶³

EU:ssa ja Suomessa metsien ja muiden biomassojen hyödyntäminen liittyy maankäyttöön ja sitä kautta se palvelee muutakin kuin biotuotteiden valmistuksen tavoitteita. Vallalla olevat ohjauksmekanismit pyrkivät suosimaan tavoitteena ilmastomuutoksen ja luontokadon hillintää ja biotalous nähdään näitä tukevana toimenpiteenä erityisesti Euroopassa.

Mielenkiintoista on myös Kiinan tilanne, jossa käytetään vuositasolla biomassoja noin 3,5 miljardia kuutiota⁶⁴. Uudessa strategiassa Kiina pyrkii paremmin rekisteröimään omat biomassavarantonsa ja turvaamaan niiden kestävän käytön. Silti tänä päivänä suuri osa esim. riisinviljelyn jätteistä poltetaan eikä biomassan sivuvirtojen keräämiseen ole toistaiseksi riittävästi kannustimia.

Vuoden 2018 Kalifornian metsäpalojen aikaan Yhdysvallat osoitti kiinnostusta metsänhoidon merkitykseen,⁶⁵ vaikka tuolloin huomio kotimaan mediassa kiinnittyi ehkä toisarvoisiin seikkoihin.⁶⁶

Suomen olisi hyvä turvata biomassojen kestävä saatavuus biotalouden tuotetarpeisiin unohtamatta ilmastomuutoksen hillintää ja kunnioittaen luonnon monimuotoisuutta. Olisi hyvä antaa arvoa metsänhoidon merkitykselle myös ilmastomuutoksen hillinnässä paloriskien hallinnan kautta

Terveyssektori

Bioteknikan investointikohteista terveyssektori on selkeästi suurin (taulukko 4). Terveyssektori on vahvasti esillä useissa strategioissa, mutta ei näkyvästi Euroopan ja Suomen biotalousstrategioissa. Biolääketiede kehittää uusia rokotteita ja muita lääkkeitä. Tässä suhteessa viimeisin pandemia on vain vahvistanut sektorin tärkeyttä. Myös yksilölliset diagnostiikkalaitteet ovat nousussa. Tällä sektorilla myös Suomella on vahvaa osaamista entuudestaan.

62 <https://forest.fi/fi/artikkeli/puuston-tilavuus-ja-poistuma-vuosina-1951-2019/#a5b2912a>

63 State of Europe's Forests 2020

64 https://www.researchgate.net/publication/365891742_The_roadmap_of_bioeconomy_in_China

65 <https://www.wsj.com/articles/facing-deadlier-fires-california-tries-something-new-more-logging-1542390642>

66 <https://www.is.fi/ulkomaat/art-2000005903970.html>

Digitalisaatio ja keinoäly

Digitalisaation ja keinoälyn käyttö on mahdollista monella osa-alueella ja se tulee esille useissa biotalousstrategioissa. Yhtäältä se nopeuttaa prosesseja ja kehitystyötä, mutta toisaalta se edesauttaa tiedonhallintaa – ”Big data”. Kaikella tällä on suuri rooli erityisesti bioteknologian kehittymisedellytyksiin ja tämä näkyikin erityisesti Yhdysvaltojen, Kiinan ja Intian biotalousohjelmissa. Suomessa on erittäin hyvää biotalouden, biotekniikan ja digitalisaation osaamista kullakin sektorilla erikseen.

Näkisimme, että Suomella on kaikki edellytykset yhdistää tätä integroitua osaamis-potentiaalia koko biotaloussektorinsa edistämiseen esimerkiksi yhdistämällä biotekniikan tuotekehitykseen keinoälyn tuomia mahdollisuuksia.

Yhteistyö eri alueiden kesken

Biotalous avaa erilaisia yhteistyömahdollisuuksia. Suomella on vahvaa osaamista esim. metsäbiotalouden alueella ja erityisesti Yhdysvallat on siitä tällä hetkellä erittäin kiinnostunut. Suomella onkin useita MoU-tason sopimuksia useiden Yhdysvaltojen osavaltioiden kanssa. Tuorein esimerkki yhteistyöstä on suuren metsäbiotalousdelegaation (75 alan julkisen ja yksityisen sektorin osajaa useista osavaltioista ja liittohallinnosta) tutustumisvierailu Suomen metsäbiotalouden toimintoihin toukokuun 2023 lopulla.

Kiina hakee kansainvälistä yhteistyötä perusteilla olevan biotalouden yhteistyöjärjestelyn kautta. Samalla he hakevat myös vahvaa asemaa itselleen erityisesti biotekniikan osa-alueilla.

Kanada suhtautuu tunnetusti myötämielisesti Suomeen ja yhteistyötä on vireillä erityisesti metsäbiotalouden sektorilla. Potentiaalisin yhteistyö nähdään provinssitasolla, joista pisimmällä tällä hetkellä ollaan B.C.:n, Nova Scotian ja Quebecin suhteen.

Intia on perinteisesti aktiivinen erityisesti biotekniikan sektorilla. Intian osalta voisi olla opittavaa esimerkiksi heidän BioIT ohjelmista.

Brasilia on avautumassa biotalouteen, mikä mahdollistaa uusia yhteistyömahdollisuuksia niin metsänhoitoon liittyvillä osa-alueilla kuin korkean arvonlisä tuotteissa.

Suomen vahva rooli erityisesti metsäbiotalouden osalta tulee esille erityisesti Yhdysvaltojen suuntaan ja useita osa-valtiokohtaisia yhteistyösopimuksia on jo sovittu. Tämä tuo vientimahdollisuuksia erityisesti palvelu-, laite- ja ratkaisutoimittajille. Luonnollisesti Yhdysvallat haluaa oppia tästä lisää Suomelta ja toteuttaa jossain vaiheessa myös omia ratkaisuja. Tämä on tunnistettava oman teollisuuden näkökulmasta, kun mietitään yhteistyötä kehitteillä olevien uusien biotuotteiden suhteen. Kanadan suhteen rohkaisemme Suomea yhteistyöhön erityisesti metsien hoitoon liittyvissä asioissa ja sen merkityksen ymmärtämisessä.

Biotalous globaalit järjestelyt

Erityisesti vuoden 2022 jälkeen on noussut enenevässä määrin kysymyksiä siitä, miten biotalouden kansainvälinen yhteistyö voitaisiin järjestää. Olisiko aika kypsä biotalouden omalle rakenteelle, jossa biotalouteen liittyviä yhteisiä asioista voidaan keskustella ja parhaassa tapauksessa hakea yhteisiä linjauksia.

Suomella on hyvä maine biotalouden suhteen ja Suomi tunnetaan maailmalla biotalouden edelläkävijänä. Suomella voisi olla aktiivinen rooli edistää biotalouden kansainvälisen rakenteen luomisessa.

Liitteet

Selvityksessä käytetty sanasto

Biodiversiteetti

Biodiversity

Kaiken elämän monimuotoisuus maapallolla, mukaan lukien kaikki eläin- ja kasvilajit sekä niitä tukevat luonnonjärjestelmät. Meneillään on tutkimuksia ilmastonmuutoksen ja luonnon monimuotoisuuden yhteyksistä ainakin kahdesta näkökulmasta: ilmastonmuutoksen ja ilmastopolitiikan vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen ja ekosysteemipalveluihin sekä luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen rooli ilmastonmuutoksen hillitsemisessä ja siihen sopeutumisessa.

Bioenergia

Bioenergy

Energia, joka syntyy polttamalla biomassaraaka-aineista valmistettuja kiinteitä, neste-mäisiä tai kaasupolttoaineita, jotka ovat käyneet läpi jonkinlaisen muuntoprosessin. Orgaanista ainetta voidaan käyttää joko suoraan polttoaineena jalostettuna nesteiksi ja kaasuiksi, tai se voi olla prosessoinnin ja muuntamisen jäännös.

Bioetanoli

Bioethanol

Bioetanoli on pääasiallinen polttoaine, jota käytetään bensiinin korvikkeena maantieajoneuvoissa, ja se tuotetaan yleensä viljelykasveista, kuten sokeriruo'osta, maissista ja vehnästä. Sitä voidaan valmistaa käytännöllisesti katsoen mistä tahansa biomassalähteestä (ruoho, puu, kiinteän yhdyskuntajätteen biohajoavat elementit), mutta sen tekemiseen tarvittavat tekniikat ovat vielä kehitteillä.

Biotalous

Bioeconomy

Biotalousmääritelmät ovat vaihdelleet, eikä yksimielisyyttä ole vielä saavutettu. World Bioeconomy Forumin näkemästä laajasta taloudellisesta näkökulmasta biotaloudella tarkoitetaan taloudellisten toimintojen kokonaisuutta, joka liittyy biologisten tuotteiden ja prosessien keksimiseen, kehittämiseen, tuotantoon ja käyttöön. Se on kuitenkin käsittänyt maatalouden, metsätalouden, sellun ja paperin sekä muut alat. Jotkut maat sisällyttävät terveyden määritelmään. Siksi arviot biotalouden koosta vaihtelevat valtavasti.

Biotekniikka**Biotechnology**

Bioteknologia on tieteen ja teknologian soveltamista eläviin organismeihin sekä niiden osiin, tuotteisiin ja malleihin elävien tai elottomien materiaalien muuttamiseksi tiedon, tavaroiden ja palvelujen tuottamiseksi.

Bioreaktori**Bioreactor**

Bioreaktori on laite, joka ylläpitää biologisen prosessin toimintaolosuhteita jonkin tehtävän suorittamiseksi. Ympäristötekniikassa bioreaktorilla eli biosuotimella tarkoitetaan laitetta, johon johdetaan jätevettä puhdistettavaksi ja jonka puhdistusprosessissa hyödynnetään mikrobeja

Biovalimo**Biofoundry**

Biovalimo on integroitu molekyylibiologian laitos, joka sisältää robottinesteenkäsittelylaitteet, korkean suorituskyvyn analyttiset laitteet sekä ohjelmistot, henkilöstö- ja tiedonhallintajärjestelmät, joita tarvitaan laitteiden ja laajempien biovalimotoimintojen käyttöön.

Biotuotanto**Biomanufacturing**

Biotuotanto on tuotannon tai bioteknologian tyyppi, joka hyödyntää biologisia järjestelmiä kaupallisesti tärkeiden biomateriaalien ja biomolekyylien tuottamiseksi käytettäväksi lääkkeissä, elintarvikkeiden ja juomien valmistuksessa sekä teollisissa sovelluksissa.

Bt-puuvilla**Bt-Cotton**

Bt-puuvilla on geneettisesti muunneltu tuholaisresistentti puuvillalajike, joka tuottaa hyönteismyrkkyä bolmadon torjuntaan

Elinkaarianalyysi**Life cycle analysis (LCA)**

Tämä on numeerinen tekniikka, jolla arvioidaan ympäristövaikutuksia, jotka liittyvät tuotteen kaikkiin elinkaaren vaiheisiin, tyypillisesti kehdestä hautaan (eli raaka-aineen louhinnasta materiaalin käsittelyyn, valmistukseen, jakeluun, käyttöön, korjaukseen ja ylläpitoon sekä hävittämiseen). Yleisessä käytössä on useita kehdestä hautaan ulottuvia muunnelmia.

Entsymaattinen hydrolyysi Enzymatic hydrolysis

Entsyymien käyttö edistämään monimutkaisen aineen muuntamista kahdeksi tai useammaksi pienemmäksi molekyyliseksi reaktiolla veden kanssa.

Entsyymi Enzyme

Yksi erilaisista proteiineista, jotka toimivat katalyytteinä yksittäisessä reaktiossa ja muuttavat tietyn joukon reaktantteja tietyiksi tuotteiksi.

Fossiilinen polttoaine Fossil fuel

Hiiltä, öljyä ja kaasua kutsutaan fossiiliseksi polttoaineiksi, koska ne muodostuivat kasvien ja eläinten fossiilisista jäännöksistä miljoonia vuosia sitten. Polttoaineina ne tarjoavat korkean energiatihedden, mutta sen hyödyntäminen vaatii polttoaineen polttamista ja hiilen hapettumista CO₂:ksi ja H₂O:ksi. Ellei niitä kerätä ja varastoida, nämä palamistuotteet vapautuvat ja palauttavat miljoonia vuosia sitten sitoutuneen hiilen ilmakehään.

Fossiilisten polttoaineiden tuet Fossil fuel subsidies

Nämä ovat hallituksen toimia, jotka alentavat fossiilisten polttoaineiden energian hintaa, nostavat energiantuottajien saamaa hintaa tai alentavat energian kuluttajien maksamaa hintaa. Tämän yksinkertaisen määritelmän alla on monia toimintoja – verohelpotuksia ja lahjoituksia, mutta myös edullisia lainoja, hintavalvontaa, ostovaatimuksia ja paljon muuta. Näiden tukien maailmanlaajuinen arvo on valtava, useimpien laskelmien mukaan puolen biljoonan dollarin luokkaa vuodessa. Siksi niillä on fossiilisten polttoaineiden markkinoita vääristävä globaali vaikutus. Esimerkiksi bensiinin hinta Länsi-Euroopassa voi helposti olla yli sata kertaa korkeampi kuin Venezuelassa kulloinkin.

Geenimuunneltu Genetically modified

Organismi on geneettisesti muunneltu, jos se sisältää geneettistä materiaalia, jota on keinotekoisesti muunneltu tuottamaan haluttu ominaisuus. Termistä on tullut äärimmäisen poliittinen ja yhteiskunnallisesti jakautuva, mikä on johtanut moniin tulkintoihin sen merkityksestä. Suurin kiista on ruuasta. Geneettisesti muunnetut (GM) elintarvikkeet ovat elintarvikkeita, jotka on johdettu organismeista, joiden geneettistä materiaalia (DNA) on muunneltu tavalla, joka ei esiinny luonnossa, esim. geenin tuomisen kautta eri organismeista.

Ilmaston lämpeneminen Global warming

Maapallon ilmakehän kokonaislämpötilan asteittainen nousu johtuu yleensä hiilidioksidin, CFC-yhdisteiden ja muiden epäpuhtauksien lisääntymisestä johtuvasta kasvihuone-ilmästä. Ylivoimaisen tieteellisen konsensuksen mukaan ilmaston lämpeneminen johtuu ihmisen toiminnasta.

Ilmastonmuutos Climate change

Ilmastonmuutos on alettu liittää ihmisen toiminnasta johtuvaan ilmaston lämpenemiseen teollisesta vallankumouksesta lähtien, mutta se johtuu myös sellaisista tekijöistä kuin valtameriprosessit, auringon säteilyn vaihtelut, levytektoniikka ja tulivuorenpurkaukset. Termiä käytetään nykyään lähes yleisesti kuvaamaan ihmisen toiminnan vaikutuksia.

Kaskadikäyttö Cascading use

Tämä viittaa yleensä biomassan peräkkäiseen käyttöön. Teorian mukaan biomassasta uutetaan ensin arvokkaimmat tuotteet, yleensä pieninä määrinä. Sitten sama biomass kaskadi käytetään kohti alhaisimpia tuotteita, usein volyymiltaan suurimpia materiaaleja. Kierrätys toteutetaan mahdollisimman usein ennen kuin biomass ja sen tuotteet saavuttavat elinkaarensa loppuvaiheen, ehkä polttamalla sähkön tuottamiseksi. Tällä tavalla alku- peräisestä biomassasta saadaan teoreettisesti maksimiarvo.

Kasvihuoneilmiö Greenhouse effect

Kasvihuoneilmiö on prosessi, jossa planeetan ilmakehän säteily lämmittää sen pinnan lämpötilaan, joka on korkeampi kuin se olisi ilman ilmakehää.

Kasvihuonekaasu Greenhouse gas (GHG)

Mikä tahansa ilmakehän kaasu (joko luonnollinen tai ihmisperäinen), joka absorboi Maan pinnan lähettämää lämpösäteilyä (infrapunasäteilyä). Tämä sitoo lämpöä ilmakehään ja pitää pinnan lämpimämmässä lämpötilassa kuin muuten tapahtuisi. Pääasialliset kasvihuonekaasut maapallon ilmakehässä ovat vesihöyry, hiilidioksidi ja metaani.

Kehittyneet biopolttoaineet Advanced biofuels

Näitä biopolttoaineita kutsutaan yleensä lignoselluloosasta tuotetuiksi, ja niitä tuotetaan soveltamalla kehittyneitä muunnosprosesseja viljelykasveille ja uusille raaka-aineille, kuten leville.

Kiertotalous**Kiertotalous**

Tämä liittyy vahvasti kierrätykseen. Se viittaa energian ja materiaalin käytön suljettuihin kiertoihin siten, että yhden prosessin jäännökset ja sivutuotteet voidaan käyttää toisessa. Kiertotalouden perimmäinen tavoite olisi "nolla jätettä". Vahva yhteys kaskadikäyttöön on ilmeinen.

Nanoteknologia**Nanotechnology**

Prosessien ja ilmiöiden ymmärtäminen sekä tieteen ja teknologian soveltaminen organismeihin, orgaanisiin ja epäorgaanisiin materiaaleihin sekä niiden osiin, tuotteisiin ja malleihin nanometrin mittakaavassa (mutta ei yksinomaan alle 100 nanometrissä) yhdessä tai useammassa ulottuvuudessa, jossa koosta riippuvien ilmiöiden ilmaantuminen yleensä mahdollistaa uusia sovelluksia.

Perinteiset biopolttoaineet**Conventional biofuels**

Nämä ovat liikenteen biopolttoaineita, jotka on tyypillisesti johdettu viljelykasveista ja jätteistä nykyisten muunnosprosessien avulla. Esimerkkejä ovat bioetanoli sokeriruo'osta ja biodiesel rapsista ja käytetystä ruokaöljystä. Nämä tunnetaan myös ensimmäisen sukupolven biopolttoaineina.

Puhdas tuotanto**Clean production**

Valmistusprosessit, jotka on suunniteltu minimoimaan ympäristövaikutuksia käyttämällä mahdollisimman vähän energiaa ja raaka-aineita sekä tuottamaan rajallisesti jätettä tai päästöjä.

Päästö**Emission**

Kaasun, hiukkasen tai höyryn päästäminen ympäristöön kaupallisista, teollisista tai asuinrakennuksista, mukaan lukien savupiiput, savupiiput ja moottoriajoneuvot.

Päästökauppa**Emissions trading**

Tämä tarkoittaa lupien kauppaa, jotka sallivat tietyn määrän kasvihuonekaasupäästöjä. Se on siksi markkinamekanismi päästöjen hallintaan. Luomalla kauppakelpoisia päästö-lupia se pyrkii lisäämään voittomotivaation hyvän suorituskyvyn kannustimena, toisin kuin perinteinen ympäristösääntely, joka perustuu pelkästään seuraamusten uhkaan.

Synteettinen biologia**Synthetic biology**

Synteettisellä biologialla tarkoitetaan ihmisten suunnittelemaa ja rakentamia biologisia systeemejä, soluja, solun osia tai eliöitä, joita ei löydy luonnosta.

Teollinen biotekniikka**Industrial biotechnology**

Teollinen tai valkoinen bioteknologia käyttää entsyymejä ja mikro-organismeja biopohjaisten tuotteiden valmistukseen sellaisilla aloilla kuin kemikaalit, elintarvikkeet ja rehut, pesuaineet, paperi ja sellu, tekstiilit ja bioenergia (kuten biopolttoaineet tai biokaasu).

Vetytalous**Hydrogen economy**

Termi viittaa näkemykseen käyttää vetyä vähähiilisenä energialähteenä – korvaamalla esimerkiksi bensiinin liikennepolttoaineena tai maakaasun lämmityspolttoaineena. Sen ”vihreät” arvosanat kuitenkin kyseenalaistetaan, jos vety syntyy hiilivetyjen höyryreformaamalla. Muut tuotantotavat, kuten vesielektrolyysi, vaativat suuria energiapanoksia.

Viherpesu**Greenwashing**

Termi, joka yhdistää käsitteet ”vihreä” (ympäristöystävällinen) ja ”valkaisu” (väärin piilottaminen tai hämärtäminen). Viherpesu on mitä tahansa markkinointia tai suhdetoimintaa, joka yhdistää yrityksen, poliittisen, uskonnollisen tai voittoa tavoittelemattoman organisaation ympäristöasioihin liittyvään positiiviseen yhteyteen kestävämmän tuotteen, palvelun tai käytännön puolesta.

Vihreä kasvu**Green growth**

Tämä termi kuvaa talouskasvun polkua, jossa luonnonvaroja käytetään kestäväällä tavalla. Sitä käytetään maailmanlaajuisesti tarjoamaan vaihtoehtoinen konsepti tyypilliselle teollisuuden talouskasvulle. Vihreän kasvun strategia kokoaisi yhteen kestävä kehityksen kolme pilaria (taloudellinen, ympäristöllinen ja sosiaalinen) ja yhdistäisi teknologiset ja kehitysnäkökohdat kattavaksi viitekehikseksi.

Vihreä kemia**Green chemistry**

Kemiallisten tuotteiden ja prosessien suunnittelu, jotka vähentävät tai poistavat vaarallisten aineiden käyttöä ja syntymistä. Kasvihuonekaasut, erityisesti hiilidioksidi, ovat nyt vaarallisia. Nyt korostetaan vihreän kemian ja ilmastomuutoksen/ilmaston lämpenemisen välistä yhteyttä.

Verkkajulkaisu
ISSN 1797-3562
ISBN 978-952-327-649-9

Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi
Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi