



E-GRĀMATA

BIOEKONOMIKA:

attīstības ceļvedis
MONOGRĀFIJA

JELGAVA, 2024

Redakcijas kolēģija

Dr.oec. Kaspars Naglis-Liepa

Dr.oec. Dina Popluga

Dr.oec. Arnis Lēnerts

Ph.D. Līga Feldmane

Dr.oec. Sandija Zēverte-Rivža

Mg.oec. Vineta Tetere

Dr.oec. Irina Pilvere

Dr.oec. Aina Muška

Dr.oec. Aleksejs Nipers

Šī monogrāfija sagatavota un izdota Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātē īstenotā iekšējā projektā "Zinātniskās monogrāfijas "Bioekonomika" sagatavošana un izdošana".

Galvenais redaktors: Kaspars Naglis-Liepa

Latviešu valodas redaktore: Ausma Mukāne

Grafiskais un vāka salikums: Evija Godiņa

RECENZENTI

1. Ventspils Augstskolas studiju prorektore profesore
Dr.sc.admin. Una Libkovska
2. Latvijas Valsts mežzinātnes institūta "Silava" vadošais pētnieks
Dr.silv. Andis Lazdiņš

Monogrāfija izskatīta 2024. gada 29. maija LBTU Zinātnes padomes sēdē, protokola Nr. 3.2.-6.1/6, un ieteikts to publicēt.

© Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte
ISBN 978-9984-48-435-8

MONOGRĀFIJAS AUTORI

Dina Popluga	Dr. oec. profesore, LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte – 1., 5., 6., 7. nodaļa
Arnīs Lēnerts	Dr. oec. docents, LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte – 3. nodaļa
Līga Feldmane	Ph.D. docente, LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte – 4. nodaļa
Sandija Zēverte-Rivža	Dr. oec. asociētā profesore, LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte – 5., 7. nodaļa
Vineta Tetere	Mg. oec. lektore, LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte – 5. nodaļa
Aina Muška	Dr. oec. asociētā profesore, LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte – 5. nodaļa
Kaspars Naglis-Liepa	Dr. oec. asociētais profesors, LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte – 2., 6. nodaļa
Irina Pilvere	Dr.oec. profesore, LBTU Ekonomikas un sabiedrības fakultāte – 8.nodaļa
Aleksejs Nipers	Dr.oec. asociētais profesors, LBTU Ekonomikas un sabiedrības fakultāte – 8. nodaļa
Ilze Upīte	Dr.oec. vadošā pētniece, LBTU Ekonomikas un sabiedrības fakultāte – 8. nodaļa

SATURA RĀDĪTĀJS

leadvārdi.....	6
Kopsavilkums.....	7
Summary.....	13
Priekšvārds.....	23
1. Bioekonomikas jēdziens un tā interpretācijas.....	27
1.1. Bioekonomikas definīcija un saistītie atslēgas vārdi.....	27
1.2. Bioekonomika, zaļā ekonomika un aprites ekonomika: kopīgais un atšķirīgais.....	36
1.3. Bioekonomikas sektoru klasifikācija.....	38
2. Bioekonomikas koncepta attīstība.....	44
2.1. Sabiedrības ceļš uz bioekonomiku.....	44
2.2. Homo bioeconomicus.....	61
2.3. Uzvedību ietekmējošie faktori.....	64
3. Resursu taksonomija un izmantošana bioekonomikā.....	68
3.1. Biomasa.....	70
3.2. Biomases pārstrādes tehnoloģijas.....	82
3.3. Biomases pārveides tehnoloģiju produkti.....	88
3.4. Biotehnoloģijas lauksaimniecībā.....	94
3.5. Biotehnoloģijas mežsaimniecībā, zivsaimniecībā.....	98
4. Ekosistēmu pakalpojumi.....	101
4.1. Ekosistēmu pakalpojumu jēdziens un tā vēsturiskā izcelsme..	101
4.2. Ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija.....	104
4.3. Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana.....	108
5. Eiropas Savienības un Latvijas bioekonomikas profils.....	125
5.1. Bioekonomiku raksturojošie rādītāji.....	125

5.2. Bioekonomikas uzņēmumu koncentrācija un struktūra Latvijas reģionos.....	134
6. Inovācija bioekonomikā.....	147
6.1. Inovācijas un zināšanu loma bioekonomikā.....	148
6.2. Bioekonomikas inovācijas attīstība un tās ekosistēmas veidošana.....	152
6.3. Bioekonomikas inovācijas veidi.....	157
7. Digitalizācijas loma bioekonomikas attīstības veicināšanā.....	164
7.1. Bioekonomikas digitalizācijas pamats un šķēršļi.....	164
7.2. Mākslīgā intelekta izmantošanas iespējas bioekonomikas digitalizācijā.....	171
8. Bioekonomikas stratēģija Latvijā un tās īstenošana.....	181
8.1. Bioekonomikas stratēģijas sagatavošanas vēsturiskie aspekti Latvijā un citās valstīs.....	181
8.2. Bioekonomikas stratēģijas īstenošana Latvijā.....	188
Pēcvārds.....	203

IEVADVĀRDI



*Kristīne Sirmā
Lauksaimniecības departamenta
Lauksaimniecības ilgtspējīgas attīstības
nodaļas vadītāja
Zemkopības ministrija*

Eiropas Savienībā pirmo reizi Bioekonomikas stratēģiju (Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei: Eiropas bioekonomika) publicēja 2012. gadā. Ir pagājuši jau 12 gadi un man prieks par sasniegto, par paveikto Latvijā. Sākotnēji Bioekonomikas attīstības jautājumiem nebija lielu atbalstītāju, varēja vērot bažas, neizpratni un šaubas, bet šodien Bioekonomikas vārds sabiedrībai kļūst jau pazīstamāks un nozares industrijas attīstību balsta inovācijās, veicinot Bioekonomikas attīstību Latvijā. Šodien Bioekonomikai ir liela loma, jo tās ieguldījums būs nozīmīgs, lai veicinātu Eiropas Savienības zaļo pāreju un līdz 2050. gadam kļūtu par klimatneitrālu ekonomiku. Dabas resursu pārdomāta izmantošana, pievienotās vērtības celšana, jaunu zināšanu un darba vietu radīšana, jaunatnes piesaistīšana - tie visi ir šodienas izaicinājumi, bet vienlaikus paver arī iespējas. Šodienas straujajā ikdienā ir būtiski uz brīdi apstāties, apkopot domas un zināšanas, izdarīt secinājumus par veismēm un arī kļūdām un vienoties par nākošajiem soļiem, jo apstāties nevar un nevajag. Man ir patīams prieks, ka Bioekonomikas attīstības ceļā es esmu bijusi kopā ar Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes kolēģiem. Paldies Jums par atsaucību, ieinteresētību, par iedrošināšanu un kopā būšanu. Tikai kopā mums izdosies sasniegt vēl necerētas virsotnes!

KOPSAVILKUMS

Sagatavojis: Kaspars Naglis-Liepa

Bioekonomikas attīstība ir kļuvusi par neatņemamu zinātniskās diskusijas daļu un politikas veidotāju ikdienā risināmu tēmu, kam jānodrošina reāls pagrieziens uz ilgtspējīgu attīstību. Arvien vairāk un vairāk Eiropas valstu sagatavo un ievieš dzīvē Bioekonomikas stratēģijas, kas akcentē katras valsts kritiski nozīmīgo bioekonomikas sektoru attīstību, realizējot savas relatīvās priekšrocības un nodrošinot klimata, vides un ekonomikas ieguvumus. LBTU ir nozīmīga loma bioekonomikas attīstībā Latvijā un domu apmaiņai starptautiskajā zinātnes telpā. Vienlaikus daudzi secinājumi un ieteikumi, kas veidojušies gan akadēmiskā procesā, nodrošinot bioekonomikas studiju kursu pasniegšanu visu līmeņu studentiem, gan zinātniskā darbībā un atbalstam politikas veidotājiem, pamatā dokumentēti kā mācību materiāli, projektu rezultāti vai diskusijas ar politikas veidotājiem. Šis monogrāfijas mērķis ir visaptveroši raksturot svarīgākos bioekonomikas attīstības aspektus un tas ir viens no pirmajiem darbiem, kas nav studiju materiāls atsevišķam studiju kursam, nav kāda zinātniska projekta atskaite vai politikas dokumentu analīzes materiāls, bet gan zinātniski pamatots materiāls bioekonomikas daudzšķaitnības apliecinājumam, kas varētu ieinteresēt plašāku lasītāju loku – pētniekus, politikas veidotājus, uzņēmējus un studentus. Virzībai uz monogrāfijas mērķi, autoru kolektīvs definēja specifiskus monogrāfijā risināmus uzdevumus:

1. Izskaidrot bioekonomikas jēdzienu un vēsturisko attīstību.
2. Apskatīt ekosistēmu pakalpojumus un resursu, kas veido bioekonomikas pamatu, taksonomiju, ilgtspējīgas izmantošanas principus un to nozīmi dažādās bioekonomikas nozarēs.
3. Sniegt ieskatu bioekonomikas aktuālajā situācijā gan Eiropas Savienībā kopumā, gan Latvijā, analizējot stiprās un vājās puses, kā arī izaicinājumus un iespējas nākotnei.
4. Izgaismot zināšanu un inovāciju lomu bioekonomikas attīstībā, akcentējot bioekonomikas digitalizācijas ietekmi un perspektīvas.

Izvirzīto uzdevumu sasniegšanai monogrāfija strukturēta septiņās nodaļās, kas katra raksturo kādu bioekonomikas attīstības šķautni, sākot ar bioekonomikas koncepta nozīmi un vēsturisko attīstību, pievērsoties ekosistēmu pakalpojumu un resursu taksonomijai un ilgtspējīgai izmantošanai, esošā bioekonomikas stāvokļa raksturojumam ES un Latvijā, un noslēdzot ar zināšanu un inovācijas lomu bioekonomikā, ko spilgti ilustrē bioekonomikas digitalizācijas monogrāfijas pēdējās nodaļās.

Dina Popluga monogrāfijas pirmajā nodaļā raksturo bioekonomikas tēmu pētījumu pieaugumu, vienlaikus nav vienprātības par bioekonomikas definīciju, kas ir atkarīga no zinātnieku, politiķu vai uzņēmēju interesēm akcentēt kādu specifisku bioekonomikai raksturīgu šķautni. Vienlaikus, bez šaubām, vienojošais visās definīcijās ir bioloģiskas izcelsmes resursu ilgtspējīga izmantošana, izmantojot inovāciju. Tāpat D. Popluga ir apkopojusi un vieš skaidrību arī saistītajos terminos kā biotehnoloģija, biomasa, bioresurs, bioenerģija, bioprodukts, biorafinērija u.c. Vienlaikus ir daudz ekonomikas analīzes ietvaru, kas bieži ir saistītas ar bioekonomikas jēdzienu. Tādi jēdzieni kā aprites bioekonomika, biobāzēta bioekonomika, aprites ekonomika, zaļā ekonomika dažreiz ir minēti kā vairāk vai mazāk līdzīgi ekonomikas koncepti. Autore izskaidro kopīgo un akcentē atšķirīgo, ieviešot zināmu skaidrību un konsekvenci šo konceptu izmantošanā gan zinātniskajā, gan politiskajā diskusijā. Nodaļas noslēgumā tiek izskaidrota bioekonomikas klasifikācija balstoties uz NACE 2 klasifikatoru, kas ir būtiski bioekonomikas attīstības analīzei, kas tiks raksturota nākamajās nodaļās.

Bieži izskan viedoklis, ka bioekonomika nav nekas jauns, jo bioresursu cilvēki apsaimnieko jau ļoti sen, un bioekonomikas aktualizēšanās ir solis atpakaļ pie “dabiskākās” ekonomikas. To atspēko un risina **Kaspars Naglis-Liepa** monogrāfijas otrajā nodaļā, kas veltīta vēsturiskam atskatam uz bioloģiskās un sociālās sistēmas attiecībām, kas rezultējas jaunā skatījumā uz ekonomisko attīstību, kur liela nozīme ir bioekonomikas konceptam. Sociālās sistēmas pamats ir cilvēka radītie koncepti, valoda, idejas, zināšanās, vērtības, institūti, to organizētas apakšsistēmas, kas organizē un attīsta cilvēku spēju līdzpastāvēt ar sevi, citiem cilvēkiem un apkārtējo vidi. Varētu teikt, ka sociālās sistēmas izcelsmes avots ir cilvēka garīgas darbības rezultāts un sociālās sistēmas mērķis ir nodrošināt cilvēka labklājību un cilvēku sugas attīstību. Turpretim ekosistēma ir organismu kopienu komplekss un tā pastāvēšana vidē, kam ir fizisks pamats un bioloģiska evolūcija ir tās pamatkompetence. Ekonomisko attīstību var skatīt kā šo divu sistēmu mijiedarbību, kuras nepārtraukti

apmainās ar enerģiju, materiāliem un informāciju. Šis mijiedarbības raksturs lielā mērā raksturo cilvēces iespējas dzīvot arvien labāk, patērējot ekosistēmas pakalpojumus un pretī sniedzot dabai grūti akumulējamu un pārstrādājamu materiālu plūsmu (piemēram, dažādi atkritumus), nevajadzīgu enerģiju (piemēram, siltuma piesārņojumu) un informāciju, kas ietekmē citu sugu morfoloģiskas izmaiņas. Pieaugot cilvēku skaitam un tehnoloģiskajai attīstībai, sociālā sistēma būtiski ietekmē ekosistēmu, samazinot pašas cilvēces spēju nodrošināt un uzturēt labklājību. Ja par pārmaiņu nepieciešamību šo divu sistēmu attiecībās nav lielu domstarpību, tad par pārmaiņu raksturu un veidu gan un tās nodaļā daudzējādi raksturotas. Ja ekosistēmas kvalitatīvās vai kvantitatīvās izmaiņas cilvēces labklājībai ir sarežģīti risināms un samērā laikietilpīgs uzdevums, tad mainīt vērtībās, kas ietekmē mūsu saimniecisko darbību ir vienkāršāka un rezultatīvāka cilvēces labklājības saglabāšanas stratēģija. Prosociālu vērtību integrēšanai saimnieciskajā darbībā un apzināta patēriņa stimulēšanai ir veltīta šīs nodaļas beigu daļa, kā neizbēgamam turpmākās darbības atribūtam.

Bioresursu apzināšana ir pamatnosacījums resursu izmantošanai. Monogrāfijā tam uzmanību pievērš **Arnis Lēnerts**. Bioresursu veidi, to kvalitātes uzturēšana un pieejamas apjoms ir monogrāfijas trešās nodaļas analīzes priekšmets. Tāpat kā pirmā nodaļā bioresursi tiek pretnostatīti fosilajiem resursiem, kas ir apzināti un ir prognozējams to izsīkums, kas ir viens no būtiskākajiem faktoriem veidot pāreju uz neizsmeļamajiem resursiem, cik vien tas ir iespējams. Latvijas gadījumā bioresursu izmantošana ir saistāma ar efektīvu zemes izmantošanu, jo pamatā tieši augsne nodrošina bioresursu veidošanos. Analizējot zemes izmantošanu autors secina, ka teju 100 gadu laikā būtiski pieaugušas meža platības un likumsakarīgi meža bioresursu izmantošana, lauksaimniecībā pēdējo 25 gadu laikā pieaugušas graudaugu platības, bet reizēm vairāk graudaugu ražības un tas pats attiecināms uz rapsi, bet savu nozīmi zaudē "otrā latviešu maize" – kartupeļi, kuru platības un arī kopražā samazinās. Dažādu analizēto iemeslu dēļ samazinājās lopkopības produktu ražošanas, kam būtiskākais iemesls ir ekonomiski nepamatotās plānveida Padomju Savienības ekonomiskā modeļa sabrukums. Vienlaikus visos būtiskākajos lopkopības veidos vērojamas produktivitātes pieaugums. Zivju un akvakultūras izmantošana ir izaicinājumu un vienlaikus iespēju pilna. Pieaug iekšzemes ūdeņu nozveja, un akvakultūras izmantošana, vienlaikus ir samazinājusies Baltijas jūras un Atlantijas okeāna nozveja. Šķiet, ka tas var liecināt par tendenci vairāk izmantot iepriekš neizmantoto zilās

ekonomikas potenciālu un stabilizēt un atjaunot tradicionālāku jūras resursu izmantošanu. Turpinājumā A. Lēnerts dod ieskatu bioresursu pārstrādes tehnoloģijās un to sasaisti ar ekonomikas sektoriem un produktiem, akcentējot fokusu uz produktiem ar augstāku pievienoto vērtību un bioresursu pilnīgāku izmantošanu, samazinot atlikumus un mazinot ietekmi uz ekosistēmu.

Resursi ir tikai neliela daļa no visiem ekosistēmas sniegtajiem labumiem, kas nepieciešami cilvēces pastāvēšanai. Skaidrs, ka atbilstoša un salīdzinoši nemainīga gaisa kvalitāte, nosacīti stabili klimata apstākļi, temperatūras pašregulāciju vai ūdens cirkulācija ir daļa no pašsaprotamiem un obligātiem priekšnoteikumiem cilvēces attīstībai. Vienlaikus straujais resursu pieprasījuma pieaugums un tā neilgtspējīgā apmierināšana, rada apdraudējumu daudzām līdz pat gadsimta mijai šķietami nemainīgām un neizsmeļamiem dabas labumiem. Viens no visu laiku lielākajiem zinātniskajiem projektiem Tūkstošgades ekosistēmu novērtējums (*Millenium Ecosystem Assessment*) bija veltīts šo labumu definēšanai un ekosistēmas pakalpojumu koncepta attīstīšanai. To monogrāfijas ceturtajā nodaļā analizē **Līga Feldmane**, kas raksturo ekosistēmas pakalpojuma jēdzienu, vēsturisko attīstību, nozīmi, klasifikāciju, saikni ar cilvēka labklājības nodrošināšanu. Ekosistēmas pakalpojumi ir kļuvis arī par stratēģisku un politisku lēmumu pieņemšanas aspektu. Tāpēc no ekonomikas viedokļa izaicinošākais jautājums ir par ekosistēmas pakalpojumu vērtības noteikšanu. Šo vērtības noteikšanas metožu aprakstam veltīta nodaļas pēdējā daļa, kas raksturo populārāks izmantojamās metodes, to priekšrocības un nepilnības, kā arī iespējamo izmantošanu lēmumu pieņemšanā.

Vairāku starptautisku zinātnisku projektu rezultāti ir nepieciešami, lai raksturotu ES un Latvijas bioekonomikas profilu. Tam veltīta monogrāfijas piektā nodaļa, kurā **Sandija Zēverte-Rivža, Vineta Tetere, Dina Popluga** un **Aina Muška** izklāsta projektu rezultātus, iegūtajās atziņas un raksturo līdzšinējos panākumus un izaicinājumus bioekonomikas attīstībā. ES Padome uzskata, ka Ilgtspējīgai aprites bioekonomikai ir izšķiroša loma klimatneitralitātes sasniegšanai 2050. gadā. Politikas dokumentu pakotnes ir sagatavotas ES institūcijās, kas pieprasa ciešu sadarbību un aktīvu rīcību ES dalībvalstīm, veidojot jaunu izaicinājumu un iespēju pilnu vidi bioekonomikas sektoriem. ES bioekonomikas apgrozījums ir 2,3 trilj. EUR liels, tai skaitā Latvijas – 8,4 mljrd. EUR. Gandrīz pusi ES bioekonomikas apgrozījuma nodrošina pārtika, nākamā nozīmīgākā ir lauksaimniecības nozare, kā arī biobāzētas ķīmijas un farmācijas

produkcijas ražošana. Latvijas nozīmīgākā bioekonomikas nozare ir mežsaimniecība un koksnes produktu ražošana, tad pārtikas nozare un lauksaimniecība, augstākās pievienotās vērtības produktu ražošana veido būtiski mazāku daļu apgrozījuma salīdzinot ar ES apgrozījuma struktūru. Katrs 13. nodarbinātais ES un katrs 9. Latvijā ir nodarbināts kādā bioekonomikas nozarē. Ilgtspējīgai bioekonomikas attīstībai ir svarīgi izanalizēt biomasas plūsmu, kas šajā nodaļā tiek veiksmīgi izdarīts. Būtiskākie secinājumi, lielāko daļu ES biomasas plūsmas veido pārtikas un lopbarības nodrošinājums, turpretim Latvijā biomasa enerģijai un biomasas eksports. Abas ekonomikas vienlīdzīgi rada biomasas zudumus (15% no kopējās plūsmas), bet Latvijā relatīvi gandrīz divreiz mazāk izšķērdē pārtiku. Kopumā Latvijai ir milzīgs potenciāls attīstīt bioekonomikas nozares, vienlaikus tam ir tikai nomināla nozīme, ja šis potenciāls netiek realizēts. Autores raksturo bioekonomikas dažādību Latvijas novados, izmantojot divus diferencēšanas kritērijus: bioekonomikas lokācijas koeficientu un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvaru bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā. Latvijas pašvaldības sadalītas trīs grupās, pēc to snieguma bioekonomikā un secināts, ka katrai no šīm grupām ir atšķirīgs profils un iespējas attīstīt bioekonomiku, pārstrādes sektoros dominē zemo tehnoloģiju sektori, kā arī vietvarām trūkst izpratnes par pašvaldības lomu uzņēmējdarbības veicināšanā un trūkst ambīciju jauniem sasniegumiem politikas dokumentos.

Latvijas bioekonomikas transformācijas no zemo tehnoloģiju uz augsto tehnoloģiju sektoru attīstību **Kaspars Naglis-Liepa** un **Dina Popluga** redz caur zināšanu attīstību un inovācijas veicināšanu. Zināšanu nozīme bioekonomikā raksturota monogrāfijas sestajā nodaļā. Mūsdienu ekonomiku var raksturot kā sāncensību, kurā inovācijai ir jāapsteidz pašas ekonomikas radītās eksternalitātes un pieprasījuma pieaugums. Zināšanas kļuvušas par nozīmīgu ražošanas faktoru un lielā mērā nosaka valsts konkurētspēju. Vēl lielākā mērā tas attiecināms uz zināšanām balstītu bioekonomiku, kas ir daļa no mūsdienu ekonomikas transformācijas uz zināšanām balstītu ekonomiku. Četri būtiskie priekšnoteikumi veiksmīgai ekonomikas transformācijai ir a) ekonomiskie stimuli un institucionālais režīms, b) izglītots un kvalificēts darbaspēks, c) efektīva inovāciju sistēma, d) mūsdienīga informācijas kuminācijas sistēma. Caur šādu prizmu var skatīt arī nodaļā analizētās bioekonomikas attīstības stratēģijas, kur liela loma atvēlēta zināšanu pārvaldībai un atbilstošas ekosistēmas veidošanai. Paredzams, ka nodrošinot uzņēmējiem iespēju radīt jaunus aizstājējproduktus, veicinot dekarbonizāciju, stimulējot jaunus procesus

un produktus, veicinot jaunu patērētāju vērtību realizāciju un visu beidzot veicinot ilgtspējīgākas ražotāju un patērētāju uzvedības pārmaiņas, tik lielā mērā nodrošināts nemainīgs sabiedrības labklājības līmenis, spītējot resursu izsīkumam un pieprasījuma pieaugumam pasaulē.

Monogrāfijas septītā nodaļa pievēršas digitālās bioekonomikas attīstības iespējām, kas ir viens no būtiskiem uz zināšanām balstītas bioekonomikas attīstības priekšnoteikumiem. **Dina Popluga** un **Sandija Zēverte-Rivža** raksturo bioekonomikas digitalizācijas pamatu un šķēršļus, ko lielā mērā ietekmē ne vien pieejamās tehnoloģijas, bet arī pieejamo datu daudzveidība un kvalitāte, kā arī sabiedrības vēlme akceptēt un izmantot digitalizācijas iespējas. Lauksaimniecībai tas nozīmē precīzās lauksaimniecības risinājumus, datu integrāciju, datu optimizācijas risinājumus, un protams, intriģējošo un biedējošo vienlaicīgi, robotizāciju. Vienlaikus digitalizācijai ir paredzami vairāki šķēršļi, kas analizēti nodaļā izmantojot PEST kritērijus. Turpinājumā pievēršoties jau praktiskiem piemēriem tiek analizēta mākslīgā intelekta izmantošanas iespējas, kas nodrošina precīzāku uz datiem balstītu lēmumu pieņemšanas un robotizācijas risinājumus. Spilgts piemērs ir nezāļu robotu darbības principa raksturojums, kas sniedz praktiskāku priekšstatu par mākslīgā intelekta un robotikas risinājumiem lauksaimniecībā.

Bioekonomika ir būtiska pasaules ekonomikas attīstības virziena šķautne, kas attainojas valstu politikās un stratēģiskajos dokumentos. Šogad G20 valstis parakstīja Bioekonomikas Iniciatīvu akcentējot bioekonomikas izšķirošo nozīmi ilgtspējīgai nākotnei un formulējot G20 Bioekonomikas principus. ES ir izstrādājuši savas Bioekonomikas startēģijas, kā arī definējuši to par politikas virzienu ar atbildīgo ierēdniecību. Vairāk kā 50 valstis ir izstrādājušas un ievieš nacionālās bioekonomikas stratēģijas. Ar lepnumu jāatzīmē, ka Latvija bija šī politiku viļņa virspusē pateicoties LR Zemkopības ministrijas, konkrēti K. Sirmās, un LBTU vadošo pētnieku I. Pilveres un A. Nipera darbam pie Latvijas Bioekonomikas stratēģijas 2030 (LIBRA). Liels ir monogrāfijas ieguvums, ka šīs Stratēģijas autori **Irina Pilvere**, **Aleksejs Nipers**, kā arī **Ilze Upīte** dalās ar šo unikālo pieredzi. Nodaļā tiek raksturota LIBRA tapšanas pamatojums, nosacījumi kā arī dokumenta tapšanas gaita. Nodaļas autori raksturo LIBRA vīziju, mērķus un darbības virzienus, vienlaikus analizējot progresu un izaicinājumus Stratēģijas uzstādījumu sasniegšanai. Autori uzsver savu un citu LBTU pētnieku ieguldījumu bioekonomikas attīstībā Latvijā, īpaši akcentējot savu ieguldījumu starptautiskos pētījumos.

SUMMARY

By Kaspars Naglis-Liepa

The development of the bioeconomy has become an integral component of scientific discourse and an agenda that policymakers deal with daily, which consequently should lead to a real turn towards sustainable development. An increasing number of European countries design and implement bioeconomy strategies that emphasise the need to develop critically important bioeconomy industries, thereby utilising their relative advantages and achieving climatic, environmental and economic benefits. LBTU plays an important role in contributing to the bioeconomy in Latvia through sharing ideas among the international scientific community. At the same time, many findings and recommendations made during research activities and documented as teaching materials, project reports or discussions with policymakers have been integrated into bioeconomy courses delivered to students of all levels and represent support for policymakers. The monograph aims to comprehensively describe the most important aspects of the development of the bioeconomy. It is one of the first works that represents not a learning material for an individual course, not a research project report or an analysis of policy documents, but a scientifically based material for confirming the diversity of the bioeconomy, which could be of interest to a wider audience: researchers, policymakers, entrepreneurs and students. To achieve the aim of the monograph, the collective of authors defined the following specific research tasks:

1. To give an insight into the concept and historical evolution of the bioeconomy.
2. To describe ecosystem services and resources forming the bioeconomy, as well as the taxonomy, the principles of sustainability and their role in various industries of the bioeconomy.
3. To give an insight into the current situation in the bioeconomy both in the European Union as a whole and in Latvia, analysing the strengths and weaknesses, as well as the challenges and opportunities for the future.

4. To highlight the role of knowledge and innovation in the bioeconomy, emphasising the impacts of and prospects for digitalisation in the bioeconomy.

To perform the tasks, the monograph has been structured into seven chapters, each of which describes some aspect of the development of the bioeconomy, from the meaning and historical evolution of the bioeconomy concept, focusing on the taxonomy and sustainable use of ecosystem services and resources as well as describing the current state of the bioeconomy in the EU and Latvia through to conclusions on the role of knowledge and innovation in the bioeconomy, which is vividly illustrated in the last chapters on digitalisation in the bioeconomy.

In the first chapter, **Dina Popluga** describes an increase in research studies on the bioeconomy. At the same time, however, there is no consensus on the definition of a bioeconomy, which depends on the interests of scientists, politicians or entrepreneurs to emphasise some specific aspects characteristic of the bioeconomy. Undoubtedly, the unifying factor in all definitions is the sustainable use of resources of biological origin through innovation. Besides, D. Popluga has summarised and explained some related terms such as biotechnology, biomass, bioresource, bioenergy, bioproduct, biorefinery etc. There are many frameworks for economic analysis, often related to the bioeconomy concept. Concepts such as a circular bioeconomy, a bio-based bioeconomy, a circular economy and a green economy are sometimes referred to as more or less similar economic concepts. The author explains the similarities and emphasises the differences, thereby bringing certain clarity and consistency to the use of the concepts in both scientific and political discussions. The chapter ends with a classification of the bioeconomy based on the NACE Rev. 2 classification, which is essential for analyses of the bioeconomy and is described in the following chapters.

It is often said that the bioeconomy is nothing new because people have been managing bioresources for a very long time, and the revival of the bioeconomy is a step back to a more “natural” economy. It is refuted and addressed by **Kaspars Naglis-Liepa** in the second chapter, which is devoted to a historical review of relations between the biological and social systems, resulting in a new perspective on economic development, with great emphasis placed on the concept of bioeconomy. The social system is based on man-made concepts, language, ideas, knowledge, values, institutes and subsystems organised by them, which contribute to and

develop individuals' ability to coexist with themselves, other individuals and the surrounding environment. It could be said that the social system is caused by the result of human mental activity, and the purpose of the social system is to ensure human wellbeing and the development of the human species. In contrast, an ecosystem is a complex of communities of organisms, and its existence in an environment that involves a physical basis and biological evolution is its core competence. Economic development could be perceived as an interaction between the two systems, which continuously exchange energy, materials and information. This nature of interaction largely represents humanity's opportunities to live better, consuming ecosystem services and in return providing nature with a flow of hard-to-assimilate-and-recycle materials (e.g. various wastes), unnecessary energy (e.g. heat pollution) and information that causes morphological changes in other species. As the number of people increases and technology progresses, the social system significantly affects the ecosystem, thereby reducing the ability of humanity itself to provide and maintain its wellbeing. There is no significant disagreement on the need for changes in the relations between the two systems, yet there are disagreements on the nature and kind of changes, which are described comprehensively in the chapter. Qualitative or quantitative changes in the ecosystem needed for the wellbeing of mankind is a complicated and relatively time-consuming problem, while changing the values that affect our economic activity is a simpler and more effective strategy for preserving the wellbeing of mankind. The final part of this chapter is devoted to the integration of prosocial values into economic activity and the stimulation of conscious consumption as an inevitable attribute of future human activities.

Inventorying bioresources is a basic prerequisite for resource use, and **Arnis Lēnerts** draws attention to this. The kinds of bioresources, their quality maintenance and the available quantities are the subject of analysis in the third chapter. As in the first chapter, bioresources are contrasted with fossil resources that have been estimated and whose depletion is predictable, which is one of the most important factors in making the transition to inexhaustible resources as much as possible. In the case of Latvia, the use of bioresources involves efficient land use because it is basically the soil that contributes to the formation of bioresources. Analysing the use of land, the author has concluded that forest areas and consequently the use of forest bioresources have increased significantly in almost 100 years, the area under cereals has also increased

over the last 25 years, and cereal yields have increased by many times; the same applies to rapeseed, while the “second Latvian bread” – potato – is losing its importance, as the area under potato tends to decrease, as does the total output. Due to various reasons mentioned, the output of livestock products decreased, and the main reason was the collapse of the ineffective economic model of the former Soviet Union. At the same time, there was an increase in productivity across all the most important kinds of livestock production. Aquaculture is full of challenges and at the same time full of opportunities. The catches of fish in inland waters tend to increase, and aquaculture becomes popular, while the catches in the Baltic Sea and the Atlantic Ocean have decreased. It seems that this might indicate a trend towards making greater use of the previously untapped potential of the blue economy and stabilising and restoring the more traditional use of marine resources. Next, A.Lēnerts gives an insight into bioresource processing technologies and their connection with economic sectors and products, placing a focus on higher value-added products and complete use of bioresources, thus reducing residues and the impact on the ecosystem.

Resources represent only a small part of all the benefits provided by the ecosystem that are necessary for human existence. It is clear that adequate and relatively constant air quality, relatively stable climate conditions and self-regulation of air temperature or the water cycle are part of self-evident and mandatory prerequisites for human development. At the same time, a significant increase in the demand for resources and the unsustainable supply thereof pose a threat to many seemingly constant and inexhaustible benefits of nature that were considered to be available until the turn of the century. One of the largest scientific projects ever, the Millennium Ecosystem Assessment, was devoted to defining the benefits of nature and developing the concept of ecosystem services. It was analysed in the fourth chapter by **Līga Feldmane** who described the concept of ecosystem services, its historical evolution and meaning, the classification thereof and the connection with human wellbeing. Ecosystem services have also become an aspect of strategic and political decision-making. Therefore, from an economic perspective, the most challenging issue is the identification of the value of ecosystem services. The last part of the chapter is dedicated to a description of the valuation methods, which specifies the most popular methods, their advantages and disadvantages, as well as their potential use in decision-making.

The results of several international research projects were used to describe the bioeconomy profiles of the EU and Latvia. The fifth chapter of the monograph is dedicated to the profiles, with **Sandija Zēverte-Rivža, Vineta Tetere, Dina Popluga** and **Aina Muška** presenting the results of the projects and the lessons learned and describing the successes and challenges in the development of the bioeconomy so far. The Council of the EU believes that a sustainable circular bioeconomy plays a decisive role in achieving climate neutrality by 2050. Policy document packages have been prepared by the EU institutions, which require close cooperation between and action by the EU Member States when creating a new environment full of challenges and opportunities for bioeconomy industries. The turnover of the EU bioeconomy is estimated at EUR 2.3 trillion, including EUR 8.4 billion for Latvia. Almost half of the turnover of the EU bioeconomy is provided by food, agriculture is the next most important industry, as well as the production of bio-based chemicals and pharmaceutical products. In Latvia, the most important bioeconomy industry is forestry and the manufacture of wood products, followed by the food industry and agriculture; the production of higher value-added products makes up a significantly smaller share of the turnover than that in the EU. One in 13 employed persons in the EU and one in 9 in Latvia are employed in some bioeconomy industry. To contribute to the sustainable development of the bioeconomy, it is important to analyse the flow of biomass, which was successfully performed in this chapter. The most important conclusion is that the majority of EU biomass flow involves food and fodder supply, whereas in Latvia it is biomass for energy and exports. Both economies equally incur biomass losses (15% of the total flow), while in Latvia, almost twice as much food is wasted. Overall, Latvia has huge potential to develop the bioeconomy industries, but at the same time, it is only of nominal importance if this potential stays untapped. The authors described the diversity of the bioeconomy in the regions of Latvia by applying two differentiation criteria: the location coefficient for the bioeconomy and the proportion of bioresource primary production companies in the total number of bioeconomy companies. The municipalities of Latvia were divided into three groups according to their bioeconomy performance, and it was concluded that each of the groups had a different profile and opportunities to develop the bioeconomy, the processing industries were dominated by low-tech segments, as well as the local governments lacked understanding of the role of the municipality in fostering business and lacked ambitions for new achievements in its policy documents.

Kaspars Naglis-Liepa and **Dina Popluga** see the transformation of the bioeconomy of Latvia from low-tech to high-tech segments through the development of knowledge and the promotion of innovations. The role of knowledge in the bioeconomy is described in the sixth chapter of the monograph. The modern economy could be characterised as a competitive race where innovation must outpace externalities and demand growth created by the economy itself. Knowledge has become an important factor of production and largely shapes the country's competitiveness. To an even greater extent, this applies to the knowledge-based bioeconomy, which is part of the transformation of the modern economy into a knowledge-based economy. The four essential prerequisites for successful economic transformation are as follows a) economic incentives and the institutional regime, b) an educated and qualified workforce, c) an effective innovation system and d) a modern information system. The bioeconomy development strategies analysed in the chapter could also be viewed through such a perspective, with a large role being assigned to knowledge management and the creation of an appropriate ecosystem. It is expected that by providing entrepreneurs with an opportunity to create new substitute products, fostering decarbonisation, stimulating new processes and products, promoting new consumer values and finally contributing to sustainable changes in the behaviour of producers and consumers, a constant level of public wellbeing could be maintained to a large extent, despite the depletion of resources and an increase in demand in the world.

The seventh chapter focuses on development possibilities for the digital bioeconomy, which is one of the essential prerequisites for the development of a knowledge-based bioeconomy. **Dina Popluga** and **Sandija Zēverte-Rivža** describe the basis of and obstacles to digitalisation in the bioeconomy, which are largely affected not only by the available technologies but also by the diversity and quality of the available data, as well as by society's desire to accept and use digitalisation opportunities. For agriculture, this means precision agriculture solutions, data integration, data optimisation solutions, and of course, the intriguing and at the same time scary robotization. However, several obstacles are expected for digitalisation, which are analysed in the chapter using PEST criteria. Next, giving some practical examples, the chapter analysed the possibilities of using artificial intelligence, providing more accurate data-based decision-making and robotization solutions. A vivid example is a description of the principle of operation of weeding robots, which gives a more practical idea of arti-

cial intelligence and robotics solutions in agriculture.

The bioeconomy represents an important facet of global economic development, incorporated into national policies and strategic documents. This year, the G20 signed the Bioeconomy Initiative, emphasizing the crucial role of the bioeconomy in achieving a sustainable future and defining the G20 Bioeconomy Principles. The EU has developed its own Bioeconomy Strategies and defined it as a policy area with the responsible government bodies. More than 50 countries have developed and are implementing their national bioeconomy strategies. Latvia was at the top of this policy wave thanks to the efforts of the Ministry of Agriculture of the Republic of Latvia, in particular K.Sirmā and LBTU leading researchers I.Pilvere and A.Nipers who worked on the Latvian Bioeconomy Strategy 2030 (LIBRA). It is a great benefit of this monograph that the authors of the Strategy, **Irina Pilvere, Aleksejs Nipers**, as well as great benefit of this, share this unique experience. The chapter describes a justification and requirements for LIBRA, as well as the development process. The authors describe LIBRA's vision, goals and lines of action, while analysing the progress and challenges in achieving the goals of the Strategy. The authors highlight their own and other LBTU researchers' contributions to the development of the bioeconomy in Latvia, with particular emphasis on their contributions to international research studies.

MONOGRĀFIJĀ LIETOTO AKRONĪMU, ABREVIATŪRU UN SIMBOLU SARAKSTS UN SKAIDROJUMS

% – procenti

AI – mākslīgais intelekts / *Artificial intelligence*

ANO – Apvienoto Nāciju Organizācija

AS – akciju sabiedrība

ASV – Amerikas Savienotās Valstis

BioSAM – datu bāze Bioekonomikas sociālās uzskaites matrica

cnt – centneri

C – ogleklis

CO – oglekļa monoksīds

CO₂ – oglekļa dioksīds

CO₂eq – oglekļa dioksīda ekvivalents

CSP – Centrālā statistikas pārvalde

DataM – EK resursu ekonomikas modelēšanas datu platforma

EK – Eiropas Komisija

ELFLA – Eiropas Lauksaimniecības fonds lauku attīstībai

ELGF – Eiropas Lauksaimniecības garantiju fonds

EM – Ekonomikas ministrija

ES – Eiropas Savienība

ETS – emisiju tirdzniecības sistēma

EUBA – Eiropas Bioekonomikas alianse

EUR – eiro

g – grams

gab. – gabali

GJ – gigadžauls

GWh – gigavatstunda

GMO – ģenētiski modificēts organisms

H₂O – ūdens

H₂S – sērūdeņradis

ha – hektārs

IKP – iekšzemes kopprodukts

lot – lietu internets

kg – kilograms

km – kilometrs
kW – kilovats
kWh – kilovatstunda
l – litrs
LAD – Lauku atbalsta dienests
LBTU – Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte
LDDK – Latvijas darba devēju konfederācija
LIAA – Latvijas Investīciju un attīstības aģentūra
LIBRA – Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030
LIZ – lauksaimniecībā izmantojamās zemes
LLU – Latvijas Lauksaimniecības universitāte
LQ – bioekonomikas lokācijas koeficients
LR – Latvijas Republika
LZP – Latvijas Zinātnes padome
m – metrs
m² – kvadrātmets
m³ – kubikmets
MFM – materiālu plūsmas uzraudzības metodika
MJ – megadžouls
MK – Ministru kabinets
mljrd. – miljardi
MW – megavats
MWh – megavatstunda
N₂O – dislāpekļa oksīds
NACE – saimniecisko darbību statistiskā klasifikācija Eiropas Kopienā
Nr. – numurs
O₂ – skābeklis
OECD – Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija / *Organisation for Economic Co-operation and Development*
PEST – uzņēmējdarbības analīzes metode
PVN – Pievienotās vērtības nodoklis
RTU – Rīgas Tehniskā universitāte
sek. – sekunde
SIA – sabiedrība ar ierobežotu atbildību
t – tonna
TEEB – globāla iniciatīva Ekosistēmu un biodaudzveidības ekonomikai

u.c. – un citi

UIN – Uzņēmuma ienākuma nodoklis

VARAM – Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija

VID – Valsts ieņēmumu dienests

VK – Valsts kontrole

VPM – vienotais platību maksājums

VTT – Somijas tehniskās pētniecības centrs

VZD – Valsts zemes dienests

ZM – Latvijas Republikas Zemkopības ministrija

ZPI – Zaļais publiskais iepirkums

PRIEKŠVārds

Cilvēce sasniegusi vēl nebijušu labklājības līmeni lielai tās daļai, vienlaikus mēs esam spiesti rēķināties, ka turpmākais labklājības pieaugums ir apdraudēts. Jāatzīst, ka būtiskākais šī apdraudējuma radītājs ir pats cilvēks, kas patērē arvien vairāk resursus, samazina dabas spēju akumulēt un samazināt kaitējumu atkritumiem un piesārņojumam, veicina klimata pārmaiņas un samazina bioloģisko daudzveidību. Mums jāspēj transformēt saimniecisko darbību, samazinot negatīvos blakusefektus un inovēt, lai sasniegtu patiesu ilgtspējīgu attīstību, apzinoties, ka iespējams šī un tagad ir unikāla iespēja ko mainīt. Bioekonomika, kas vēl desmit gadus atpakaļ bija zinātniskās diskusijas tēma un pavisam nedaudz politikas dienaskārtības elements, ir kļuvusi par vienu no būtiskākajiem pārmaiņu konceptiem. Zinātniskajā izpētē bioekonomikas koncepts aptver plašu uzdevumu tvērumu, no mērķa transformēt sabiedrības attīstības vadmotīvus, kas ietver ne vien tautsaimniecību sektoru transformāciju, bet arī cilvēka uzvedības pārmaiņas, virzot arvien tuvāk apzinātam pieprasījumam un patēriņam.

Šķiet, ka viskomplicētākais un sarežģītākais uzdevums, lai virzītos uz ilgtspējīgu tautu saimiekošanu ir apziņas tvēruma paplašināšana, jauna izpratne un paradigmas maiņa no neklasiskām ekonomikas teorijām uz integrētāku un vienlaikus plašāku skatījumu uz cilvēces labklājību. Pārfrāzējot slaveno ekonomikas klasiķa A. Smi- ta teicienu par to, ka ne viena sabiedrība nevar būt laimīga, ja liela daļa šīs sabiedrības cieš no nabadzības, mums šodien jāsaka, ka ne vienā sabiedrība nevar būt laimīga, ja tai jāsamierinās ar rūkošām planētas ekosistēmas daudzveidīgas funkcionēšanas iespējām. Ja A. Smits, aicināja paskatīties uz sabiedrības atbildību vispārējai labklājībai, tad pašlaik tūkstošiem zinātnieku aicina paskatīties uz mūsu atbildību par savstarpēju līdz pastāvēšanu ar dabu un galu

galā vienam ar otru. No rūpēm par citu personu līdz rūpēm par visu planētu, ka mūsu vienīgajām mājām. Mūsaprāt, izpratne un zināšanas ir izšķirošs faktors, kas nepieciešams pārmaiņām un šī grāmata ir neliels ieguldījums šajā mērķī. Grāmata sākotnēji tika iecerēta kā palīg līdzeklis LBTU ekonomikas un citu fakultāšu studentiem, vienlaikus savs redzējums bija arī LBTU Zinātnes padomei, kas uzstāja, ka tai jābūt zinātniskajai autoru monogrāfijai. Ar to arī izskaidrojams grāmatas kaleidopiskais raksturs, kas aptver plašu ar bioekonomiku saistītu tēmu loku. Visas tēmas ir daļa no kāda ar bioekonomiku saistīta studiju kursa, kādi ir vairāki LBTU ESAF piedāvājumi: “Bioekonomika 1”, “Bioekonomika 2”, “Bioekonomikas digitalizācija”, “Inovācijas bioekonomikā”, “Zināšanu ietilpīga bioekonomika”, kā arī citosursos, kuros bioekonomikas termins neparādās virsrakstā. Katram pasniedzējam ir personīgs skatījums uz bioekonomikas attīstību, līdz ar to arī uz bioekonomikas studiju kursu pasniegšanu, akcentējot atšķirīgas lietas. Domāju, ka tas ir ieguvums grāmatai, jo katrs no grāmatas autoriem atšķirīgi redz būtiskākos sabiedrības izaicinājumus bioekonomikas attīstībā. Ja es to saredzu primāri kā cilvēka vērtību, zināšanu pārneses un uzvedības modeļu transformāciju, tad Sandija Zēverte-Rivža, piemēram, caur digitālas transformācijas prizmu, vai Arnis Lēnerts, kā uzņēmējdarbības modeļu transformāciju. Šāds skatījums nefokusējas uz sašaurinātu politisko dienaskārtības bioekonomikas izpratni, dodot iespēju akadēmiskai domai attīstīties bez dominējošā politiskā “ierāmējuma”, kas protams var mainīties. Vienlaikus, arī pašreiz uzstādītos politiskos mērķus nebūs iespējams sasniegt neatbildot uz tehnoloģiskām izmaiņām, vai sabiedrības vērtības sistēmas transformācijas. Grāmatā dažkārt var redzēt atšķirīgu rakstītā teksta formu, kas dažkārt ir zinātnisks un dažkārt akadēmisks, dažkārt domājot par zinātniekiem un dažkārt par studentiem un visiem citiem tēmas interesentiem. Primāri tas skaidrots jau sākumā, kur raksturotas tās divas dabas: domāt par ieguldījumu izglītībā vienlaikus uzturot zinātniskai monogrāfijai nepieciešamo formu. Vienlaikus studiju process nav kas nemainīgs, bet gan dinamisks process, kam pamatā ir jaunākās zinātniskās domas attīstības atziņas. Būtībā mūsdienu izglītības process balstās

klasiskās pamat atziņas un milzīga apjoma pētījumu rezultātu un to interpretāciju analīzē, veidojot allaž jaunu skatījumu uz sabiedrības attīstības perspektīvām. Iepriekš minētais ir iemesls grāmatas nosaukumam “Bioekonomika: attīstības ceļvedis” – bioekonomika, kā līdzšinējās attīstības rezultāts un bioekonomika kā nākotnes attīstības nosacījums. Jāatzīmē, ka LBTU pētījumu loks bioekonomikā ir milzīgs un šī grāmata pat necenšas to visu aptvert. Labprāt iesaku lasītājam apmeklēt LBTU mājaslapu (<https://bioekonomika.lbtu.lv/>), kas piedāvā plašu, bet joprojām tikai daļēju ieskatu LBTU veiktajā bioekonomikas attīstībā.

Mēs ceram, ka šī grāmata attaisnos mūsu centienus un būs noderīgs līdzeklis gan studentiem, gan jebkuram citam interesentam, kuram varētu būt interesants plašāks skatījums uz Bioekonomikas attīstību.

Zibceļojums monogrāfijas nodaļās

1. nodaļā iepazīsieties ar bioekonomikas jēdzienu, bioekonomikas sasaiti ar zaļo ekonomiku un aprites ekonomiku. Tajā noskaidrosiet daudzās bioekonomikas definīcijas, to veidošanās radošo procesu, kas savukārt saistīts ar zinātnes un prakses nemitīgo attīstību. Šeit atradīsiet arī bioekonomikas sektoru klasifikāciju.

2. nodaļā pavērsies sabiedrības ceļš uz bioekonomiku. Iedzīvotāju skaita straujais pieaugums nemitīgi izsaucis pārtikas pieprasījumu, kā arī pārējo bioproduktu patēriņu. Noskaidrota vides un tautsaimniecības mijiedarbība, bioekonomikas ilgtspēja.

3. nodaļa veltīta bioloģiskajiem resursiem un bioloģiskiem procesiem, biomasas ražošanai. Tajā apskatīta zemes izmantošana, biomasas nozaru attīstība. Dots ieskats daudzveidīgās biomasas pārveides tehnoloģijās. Tādējādi tiek noskaidrots, kā tiek radīta papildu pievienotā vērtība.

4. nodaļā noskaidroti ekosistēmu pakalpojumu iespējas bioekonomikas attīstībā. Tie ietver gan materiālos, gan nemateriālos labumus, - pārtiku, dzeramo ūdeni, koksni, klimatu, ainavu un daudzus citus pakalpojumus to novērtējumu metodes.

5. nodaļā secināts ka 2020. gadā Latvijā apgrozījums bioekonomikā

sastādīja 8,4 miljardus EUR no tā mežsaimniecības, kokapstrādes un koksnes produktu ražošanas devums ir 64,3 %, seko lauksaimniecības, pārtikas, dzērienu ražošanas devums. Perspektīvā bioekonomikas apgrozījumā jāpalielina bioresursos bāzētās elektroenerģijas, biodeģvielas, bioplastmasas, farmācijas un tamlīdzīgu bioproduktu pienesums, orientējoties uz augstas pievienotās vērtības produktiem.

6. nodaļā iztīrāta inovāciju loma bioekonomikā. Akcentēta zināšanu ietilpīgā bioekonomika, kas balstās uz pētniecību uz jaunu produktu ar lielāku pievienoto vērtību radīšanu. Proti, pētniecības un uzņēmējdarbības vienotība

7. nodaļa noslēdz zibceļojumu bioekonomikā tās jauniem apvāršņiem. Tas paver ieskatu uz digitalizācijas, mākslīgā intelekta radošo attīstību un izmantošanu bioekonomikā.

8. nodaļā nodaļā varēsiet iepazīties ar bioekonomikas stratēģijas izveidošanas vēsturi, nepieciešamību un nozīmību Latvijā un citās valstīs, kā arī tās vairāku gadu stratēģijas īstenošanas galvenajiem rezultātiem un sasniegtajiem radītajiem dažādās *Latvijas bioekonomikas stratēģijas 2030* īstenošanas jomās.

Zinātniskā monogrāfija “Bioekonomika – attīstības ceļvedis” ir savā veidā novatorisks darbs, ko varēs izmantot studenti un visi pārējie šīs jomas interesenti, lai radoši attīstītu bioekonomikas sektoru. Tas ir bioekonomikas izpratnes un tās lomas paugstināšanas iespēju ceļvedis. Ceru, ka šis ceļvedis būs pavēris bioekonomikas attīstībā jaunu etapu. Ar visu ieinteresēto pušu – pētnieku, studējošo, uzņēmēju, ierēdņu un politiķu – līdzdalību un pūliņiem gūsim cerētos rezultātus.

Būsim gandarīti, ja šis ceļvedis mudinās produktīvāk izmantot bioekonomikas resursus, kāpinās viņu lomu Latvijas ekonomikas attīstībā.

Kaspars Naglis – Liepa

Voldemārs Strīķis profesors emeritus

1.

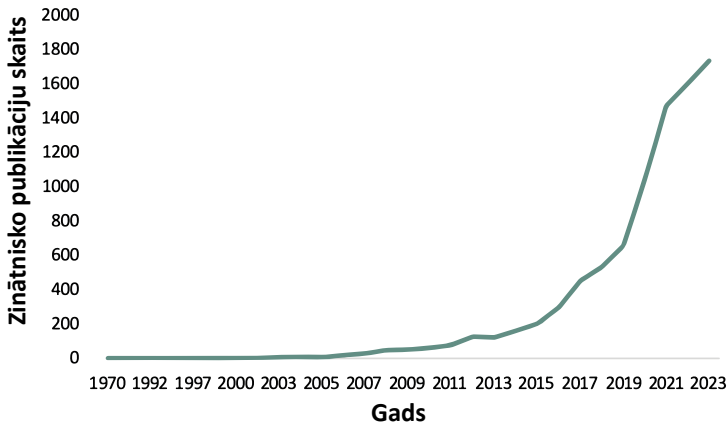
BIOEKONOMIKAS JĒDZIENS UN TĀ INTERPRETĀCIJAS

Autors: Dina Popluga

Bioekonomika ir plašākai sabiedrībai samērā mazpazīstams termins, tādēļ šīs nodaļas mērķis ir sniegt daudzpusīgu ieskatu bioekonomikas jēdzieniskajā saturā un tā niansēs, biežāk lietotajos atslēgas vārdos un saistītajos terminos. Tāpat šajā nodaļā iekļauta bioekonomiku veidojošo nozaru un apakšnozaru klasifikācija, lai sniegtu priekšstatu par bioekonomikas apjomu un apmēru.

1.1. Bioekonomikas definīcija un saistītie atslēgas vārdi

Kopš 21. gs. sākuma interese par terminu “bioekonomika” – gan kā pētniecības tēmu, gan kā ekonomikas, tehnoloģiju un valsts drošības politikas fokusu – ir būtiski pieaugusi. Sākot no 2010. gada, strauji palielinās to zinātnisko publikāciju skaits, kas atspoguļo bioekonomikas jomā veikto pētījumu rezultātus (1.1. attēls). Tas nepārprotami norāda uz pētniecības intereses un aktivitātes pieaugumu saistībā ar bioekonomiku. Paralēli pētnieciskajai interesei aktivizējusies arī politiskā interese, un liela nozīme ir tam, ka pēc globālajiem bioekonomikas samitiem 2015., 2018. un 2020. gadā notikusi plaša mēroga mācīšanās par bioekonomikas stratēģijām dažādās valstīs un reģionos.



Avots: autores apkopojums pēc Scopus datubāzē pieejamās informācijas.

1.1. attēls. **Scopus datubāzē uzskaitītās publikācijas (skaits), kuru virsrakstā, kopsavilkumā vai atslēgas vārdos norādīti termini “bioeconomy”, “bio-economy”, “biobased economy” un “bio-based economy”.**

Kas izskaidro šo neseno intereses pieaugumu? Galu galā cilvēki tūkstošiem gadu ir audzējuši labību un mājlopus, brūvējuši alu un izmantojuši koksni celtniecības materiāliem un kurināmajam. Bioloģisko resursu izmantošana joprojām ir būtiska mūsdienu ekonomikas sastāvdaļa, un tādas nozares kā lauksaimniecība, mežsaimniecība un zivsaimniecība tiek sauktas par tautsaimniecības “primārajām nozarēm”. Šo pieaugošo interesi par bioekonomiku ir veicinājuši trīs bioekonomikas attīstības potenciālā bāzēti faktori.

1. Sasniegumi bioloģijas zinātnēs un biotehnoloģijās piedāvā daudzsoļošu jaunu, komerciālu produktu un pakalpojumu izmantošanu.
2. Daudzās valstīs elektroenerģijas, degvielas un ķīmiskās rūpniecības preču ražošanā izsīkstošie fosilie resursi tiek aizstāti ar atjaunīgiem bioloģiskas izcelsmes resursiem, lai mazinātu klimata pārmaiņas, nodrošinātu enerģijas pašpietiekamību, lauku ekonomikas attīstību un eksporta veicināšanu.

3. Bioloģiskā daudzveidība un ģenētiskie resursi tiek uzskatīti par izejvielām, kas ir būtiskas jaunu farmaceitisko līdzekļu un citu bioloģisko produktu atklāšanā un ražošanā.

Bioekonomikas attīstības potenciāla kontekstā vairāki autori (Frisvold et al., 2021; Barañño et al., 2021) norāda, ka bioekonomikas jēdzieniskā būtība un saturs, kura pamatā ir bioloģija un biozinātnes, viesa lielas cerības saistībā ar ceļu uz ilgtspējīgu nākotni. Tāpēc bioekonomika tiek atbalstīta pētniecībā un politikas stratēģijās – ar mērķi izstrādāt ilgtspējīgu ekonomikas paradigmu, kas mudina izveidot inovatīvas vērtību ķēdes, vienlaikus aizsargājot vidi.

Bioekonomika un ilgtspēja

Bioekonomika sniedz risinājumus galvenajām problēmām, ar kurām mūsdienās saskaras cilvēce, un gandrīz visas ir saistītas ar klimata pārmaiņām.



Nodrošina pārtikas drošību un samazina ūdens pieejamības stresu.



Nodrošina dabas resursu ilgtspējīgu apsaimniekošanu, lai izvairītos no pārmērīgas to izmantošanas.



Samazina atkarību no fosilā kurināmā un veicina atjaunīgās enerģijas ražošanu un izmantošanu.



Attīsta darbības, kuru mērķis ir mazināt klimata pārmaiņas un pielāgoties tām.



Rada videi draudzīgas darbavietas un paaugstina produktivitāti un konkurētspēju.



Samazina siltumnīcefekta gāzu emisiju un uzlabo sabiedrības veselību.

Piemēram, attīstot ilgtspējīgu lauksaimniecību, kurā kultūraugu sintētiskie mēslošanas līdzekļi tiek aizstāti ar augu augšanas biostimulatoriem (jūras aļģu ekstrakti, aminoskābes un mikroorganismi, u. c.), kurus bieži izmanto kā organisko mēslojumu, iespējams uzlabot augu barošanās efektivitāti un uzlabot augsnes veselību. Vienlaikus tiek samazinātas ražošanas resursu izmaksas un lauksaimniecības prakses ietekme uz klimatu, t. i., siltumnīcefekta gāzu emisija.

Papildu informācija par bioekonomikas piemēriem un to ieguldījumu ilgtspējas mērķu sasniegšanā pieejama Eiropas Bioekonomikas alianses sagatavotajā materiālā.

Termina “bioekonomika” (*bioeconomy*) ideju un jēdzienisko saturu formulē *Joseph Leslie Glick* 1982. gadā savā rakstā “The industrial impact of the biological revolution”, kas tika publicēts žurnālā *Technology in Society*, paužot pārliecību, ka bioloģijas un biotehnoloģiju atklājumi mainīs pasaules ekonomiku. Tālāk šo ideju attīsta divi ģenētiķi *Juan Enriquez-Cabot* un *Rodrigo Martínez* 1998. gadā savā rakstā “Genomics and the World’s Economy”, kas tiek publicēts žurnālā *Science*, apgalvojot, ka bioloģisko un biotehnoloģisko atklājumu izmantošana komerciāliem un industriāliem mērķiem mainīs pasaules ekonomiku un radīs būtiskas izmaiņas daudzos industriālos procesos.

Vērtējot bioekonomikas jēdziena attīstību, jāsecina, ka izpratne par to ir mainījusies un kļuvusi plašāka, iezīmējot divas atšķirīgas un savstarpēji papildinošas dimensijas (1.1. tabula). Ap 2000. gadu sākumu bioekonomika tika skaidrota no fosilo resursu aizstāšanas perspektīvas, kur galvenais dzinējspēks bija pasaules gaidas, ka naftas cenas turpinās kāpt, un drīzumā ir gaidāms fosilo enerģijas resursu izsīkums. Kopš 2010. gada bioekonomikas jēdziens tiek skatīts plašāk – no biotehnoloģiju inovāciju perspektīvas, kur galvenais dzinējspēks ir Parīzes nolīgumā izvirzītie mērķi un nepieciešamība pēc jauniem risinājumiem ātrākai virzībai uz klimatam un videi draudzīgāku, ilgtspējīgāku ekonomiku.

1.1. tabula

Bioekonomikas mainīgās dimensijas un to raksturojums

RAKSTUROJOŠAIS RĀDĪTĀJS	1. dimensija RESURSU AIZSTĀŠANAS PERSPEKTĪVA (2000.–2010. gads)	2. dimensija BIOTEHNOLOĢIJU INOVĀCIJU PERSPEKTĪVA (2010. gads – pašlaik)
Vispārīgs pamatojums	Fosilo resursu aizvietošana	Inovācijas ilgtspējīgai attīstībai
Galvenais dzinējspēks	Gaidas, ka naftas cenas turpinās kāpt	Parīzes klimata nolīgums
Attieksme pret fosilajiem resursiem	“Naftas ieguves pīķis”, fosilo enerģijas resursu izsīkums	Jaunas naftas izpētes tehnoloģijas, zemas, nepastāvīgas cenas

Avots: *autores apkopojums.*

Pašlaik starp valstīm, organizācijām vai akadēmiskajām aprindām nav plašas vienprātības par precīzu bioekonomikas definīciju. Pastāv dažādas interpretācijas par to, kādas darbības un kādas nozares ietilpst bioekonomikas jomā. Būtisks izaicinājums, mēģinot definēt bioekonomiku, ir tas, ka tās darbība aptver daudzas nozares un zinātnes disciplīnas. Bioekonomikas definīcijas bieži ir radušās, reaģējot uz katras valsts ekonomiskajām prioritātēm, bioloģisko resursu bāzi, tehnoloģisko kapacitāti un normatīvajām pieejām biotehnoloģijas ieviešanā. Tabulā 1.2. apkopotas dažas no biežāk lietotajām bioekonomikas definīcijām, kurām ir dažādi autori, kas pārstāv dažādus pasaules reģionus, piemēram, Baltais nams Amerikas Savienotajās Valstīs (ASV) un Eiropas Komisija (EK) Eiropas Savienībā (ES).

1.2. tabula

Bioekonomikas definīcijas

DEFINĪCIJA	AUTORS
Saimniecisko darbību kopums, kas saistīts ar bioloģisko produktu un procesu izgudrošanu, izstrādi, ražošanu un izmantošanu.	Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija (<i>ESAO/OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development</i>), 2009
Ekonomiskā darbība, ko veicina pētniecība un inovācijas bioloģijas zinātnēs.	Baltais nams, 2012
Atjaunīgo bioloģisko resursu ražošana un to pārvēršana pārtikā, lopbarībā, bioproduktos un bioenerģijā.	Eiropas Komisija, 2012
Ekonomika, kurā materiālu, ķīmisko vielu un enerģijas pamatelementi tiek iegūti no atjaunīgajiem bioloģiskajiem resursiem.	<i>McCormick and Kautto</i> , 2013
Bioekonomika ietver atjaunīgo bioloģisko resursu ražošanu un to pārvēršanu pārtikā, lopbarībā, bioproduktos un bioenerģijā, izmantojot inovatīvas, efektīvas tehnoloģijas. Šajā sakarā tas ir nākotnes aprites ekonomikas bioloģiskais dzinējspēks, kura pamatā ir optimāla resursu izmantošana un primāro izejvielu ražošana no atjaunīgām izejvielām.	Eiropas Bioekonomikas alianse (EBA/EUBA, <i>European Bioeconomy Alliance</i>), 2016

Bioekonomika ir tautsaimniecības daļa, kur ražošanas procesā ilgtspējīgā un pārdomātā veidā tiek izmantoti atjaunīgie dabas resursi (augi, dzīvnieki, mikroorganismi u. c.), lai ražotu pārtiku un barību, industriālos produktus un enerģiju.	Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030 (LIBRA), 2017
Bioekonomika aptver visas nozares un sistēmas, kas balstās uz bioloģiskajiem resursiem (dzīvniekiem, augiem, mikroorganismiem un atvasināto biomasu, tostarp organiskajiem atkritumiem), to funkcijas un principus. Tā ietver un saista: zemes un jūras ekosistēmas un to sniegtos pakalpojumus; visas primārās ražošanas nozares, kas izmanto un ražo bioloģiskos resursus (lauksaimniecība, mežsaimniecība, zivsaimniecība un akvakultūra); un visas tautsaimniecības nozares, kas izmanto bioloģiskos resursus un procesus, lai ražotu pārtiku, barību, bioproduktus, enerģiju un pakalpojumus.	Eiropas Komisija, 2018

Avots: autores apkopojums.

Tabulā 1.2. apkopotās bioekonomikas definīcijas ir daudzveidīgas un parāda, ka bioekonomika var tikt definēta gan ļoti kodolīgi – vienā teikumā, gan samērā plaši – vairākos teikumos, akcentējot tās mērogu un izpausmes nianses. Vienlaikus definīcijas kopumā izceļ galvenās bioekonomikas iezīmes:

- atjaunīgie bioloģiskas izcelsmes resursi – visu ekonomisko procesu pamats;
- saimnieciskās darbības (piemēram, ražošanu) veicina pētniecība un inovācijas;
- plašs starpnozaru un institucionālais fokuss;
- atzīst tehnoloģiju un bioloģijas zinātnēs iegūto zināšanu ietekmi vai lomu.

Apkopotās definīcijas iezīmē galveno termina “bioekonomika” jēdzienisko un saturisko būtību – atjaunīgo bioloģisko resursu un organisko atkritumu ilgtspējīga izmantošana, ražojot pārtiku, barību un bioenerģiju, kā arī būvniecības materiālus.

Jāuzsver: bioekonomikas definīciju dažādība un nemitīga attīstība ir saistīta ar to, ka bioekonomikas koncepcija joprojām ir politisku, zinātnieku un uzņēmēju diskusiju temats. Apjukums, skepse un kritika, kas saistīta

ar bioekonomikas koncepciju, virza šīs debates un stimulē produktīvu informācijas apmaiņu, idejas un vērtības, labvēlīgi ietekmējot bioekonomikas koncepcijas attīstību. Šajās debatēs līdzās pastāv trīs viedokļi:

1. viedoklis atbalsta plašu bioekonomikas jēdziena interpretāciju, iekļaujot visas ekonomiskās darbības, kas balstās uz atjaunīgo bioloģisko resursu ražošanu un to pārveidošanu produktos, ieskaitot lauksaimniecību, lopkopību, zvejniecību, mežsaimniecību un līdzīgas saimnieciskās darbības, kas ir pastāvējušas jau tūkstošiem gadu;

2. viedoklis pieņem daudz šaurāku bioekonomikas interpretāciju, attiecinot to tikai uz inovatīvām un tehnoloģiski progresīvām ekonomiskām iniciatīvām, kuru rezultātā tiek radīti produkti un pakalpojumi ar augstu pievienoto vērtību atjaunīgo bioloģisko resursu pārvēršanas procesā;

3. viedoklis atbalsta abus iepriekšminētos viedokļus un uzskata, ka tie viens otru papildina.

Ievērojot un respektējot šos dažādos viedokļus, bioekonomikas darbības var klasificēt kā tādas, kas:

- balstītas uz dabas resursiem, tieši izmanto bioresursus (lauksaimniecība, zivsaimniecība, mežsaimniecība) un nodrošina biomasas turpmāku apstrādi;
- kā tradicionālās ražošanas darbības tālāk apstrādā biomasu (pārtikas nozare, kokapstrādes nozare);
- kā jaunas darbības tālāk apstrādā biomasu un/vai biomasas atlikumus (bioenerģijas nozare, bioloģiskās ķīmijas nozare).

Ļoti bieži kopā ar bioekonomikas terminu tiek lietoti tādi termini kā biotehnoloģija, biomasas, bioprodukts, bioloģisks resurss, bioenerģija, biorafinērija. Tos var uzskatīt par bioekonomikas atslēgas vārdiem/terminiem, kas vēl vairāk paskaidro bioekonomikas būtību. Šo atslēgas vārdu/terminu skaidrojumi apkopoti 1.3. tabulā.

Ar bioekonomiku saistītie atslēgas vārdi un to skaidrojums

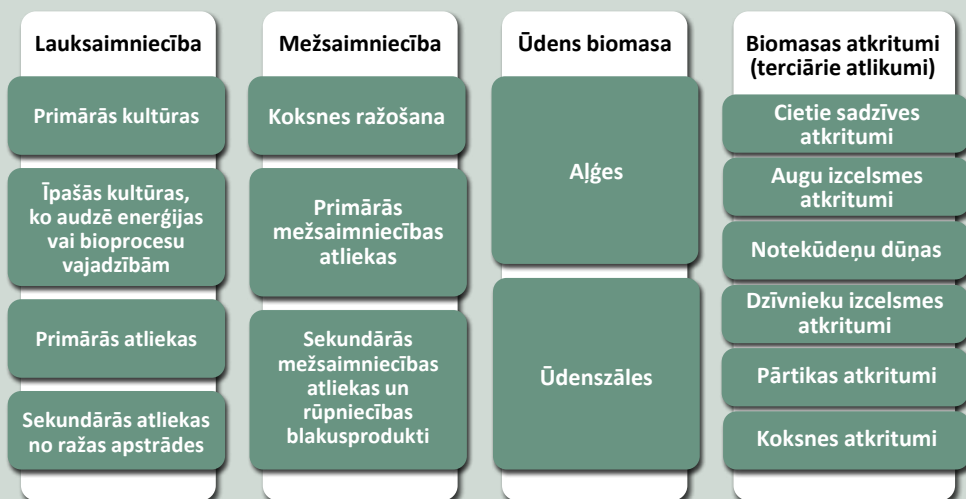
Atslēgas vārds/ termins	Skaidrojums	Avots
Biotehnoloģija	Zinātnes un tehnikas nozare, kas pētī iespējas, kā bioloģiskos procesus izmantot rūpnieciskos nolūkos, piem., bioloģiski svarīgu vielu (amīnoskābju, fermentu u. c.) ražošanā.	Tezaurs.lv
Biomasa	Bioloģiski noārdāma frakcija lauksaimniecības, mežsaimniecības un ar tām saistīto nozaru produktos, atkritumos un atliekās (tostarp augu un dzīvnieku izcelsmes vielas), kā arī bioloģiski noārdāma frakcija rūpniecības un sadzīves atkritumos.	Tezaurs.lv
Bioresurss	Jebkurš bioloģiskas izcelsmes resurss.	yourdictionary.com
Bioloģisks resurss		
Bioenerģija	No biomasas iegūtā enerģija.	Tezaurs.lv
Bioprodukts	Produkts, kas pilnībā vai daļēji iegūts no bioloģiskas izcelsmes materiāliem, izņemot materiālus, kas atrodas ģeoloģiskos veidojumos un/vai ir fosilizējušies.	Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030
Biorafinērija	Vairāku bioproduktu (pārtika, barība, ķīmiskas vielas) un bioenerģijas (degviela, siltums, elektrība) kopražošana no biomasas, izmantojot fizikālo, ķīmisko, bioķīmisko un termoķīmisko procesu kombināciju.	yourdictionary.com Barano et al., 2021

Avots: autores apkopojums.

Bioekonomikas attīstības pamatnosacījums – biomasas pieejamība

Biomasas pieejamība un konkurence starp alternatīviem biomasas izmantošanas veidiem (pārtika, barība, šķiedra, bioloģiskie materiāli, bioenerģija un biomateriāli, augsnes uzlabošanas saglabāšana) ir galvenie bioekonomikas attīstību limitējošie faktori. Biomasas ir atjaunīgs, bet ierobežots resurss, jo biomasas ražošanai ir nepieciešama zeme un papildu resursi (ūdens, barības vielas). Tāpēc, attīstot bioekonomikas koncepciju, ir svarīgi analizēt pieprasījumu pēc biomasas saistībā ar esošo potenciālu.

Attēlā apkopoti galvenie biomasas avoti un to piemēri.



Bioekonomikas attīstības kontekstā svarīga ir biomasas izejvielu ilgtspējība, biomasas izmantošanas efektivitāte un biomasas mobilizācijas ekonomiskie aspekti.

Ierobežotā biomasas pieejamība biomateriāliem prasa noteikt biomasas prioritāti, un tas ir stimuls biomasas izmantošanai kaskadēšanas veidā, kas var nodrošināt ievērojamus resursu efektivitātes uzlabojumus un optimālu vērtības radīšanu. Biomasas kaskadēšana palīdzētu samazināt resursu izmantošanu un konkurenci starp dažādiem lietojumiem: pārtika un barība, ķīmiskās vielas, materiāli, degviela un enerģija.

Papildu informācija par biomasas un bioenerģijas nozīmi nākotnes bioekonomikā pieejama Eiropas Komisijas Kopīgā pētniecības centra zinātnieku sagatavotajā publikācijā (Scarlat et al., 2015).

1.2. Bioekonomika, zaļā ekonomika un aprites ekonomika: kopīgais un atšķirīgais

Paralēli terminam “bioekonomika” pastāv vēl vairāki termini, kas ir radniecīgi un bieži tiek lietoti bioekonomikai pietuvinātu jautājumu kontekstā. Šie termini ir: zaļā ekonomika; aprites ekonomika; biobāzētā ekonomika, kuru plašāks skaidrojums ir apkopots 1.4. tabulā.

1.4. tabula

Ar bioekonomiku saistītie atslēgas vārdi un to skaidrojums

Termins	Skaidrojums
Bioekonomika	Rūpnieciskās izejvielas (piemēram, materiāli, ķīmiskās vielas, enerģija) jāiegūst no atjaunīgajiem bioloģiskajiem resursiem.
Aprites bioekonomika	Koncentrējas uz ilgtspējīgu, resursu ziņā efektīvu biomasas valorizāciju integrētās, vairāku izlaižu ražošanas ķēdēs (piemēram, biorafinēšanas rūpnīcās), vienlaikus izmantojot arī atliekas un atkritumus un laika gaitā optimizējot biomasas vērtību ar kaskadēšanas metodi.
Biobāzētā ekonomika	Materiāli un produkti ir iegūti/izgatavoti no atjaunīgiem resursiem.
Aprites ekonomika	Minimāla ievade un minimāla sistēmas “atkritumu” ražošana. Noteiktas nozares blakusprodukta pārveidošana par resursu otrai nozarei.
Zaļā ekonomika	Uzlabota cilvēku labklājība un sociālais taisnīgums, vienlaikus būtiski samazinot vides riskus un ekoloģiskos trūkumus.

Avots: autores apkopojums pēc Kardung et al., 2021; Stegmann et al., 2020.

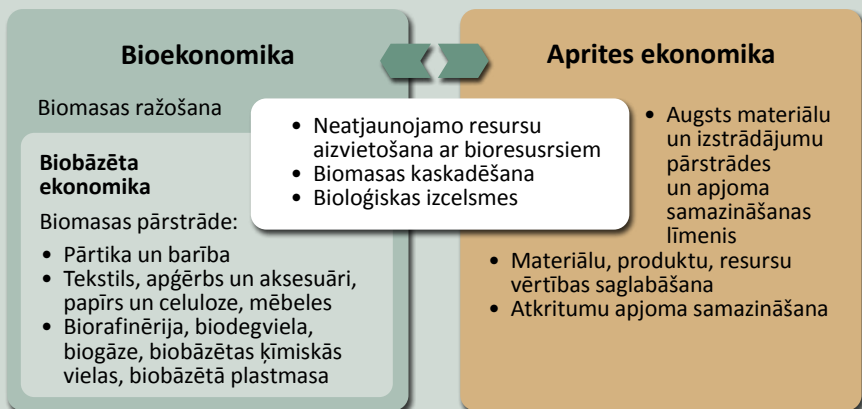
Salīdzinot 1.4. tabulā apkopoto terminu skaidrojumus un cenšoties uztvert tajos kopīgo un galvenās atšķirības, **zaļo ekonomiku** var uzskatīt par jumta jēdzienu, saprotot, ka šis ekonomiskās domāšanas virziens uzlabo cilvēku labklājību un sociālo vienlīdzību, vienlaikus ievērojami samazina vides riskus un ekoloģiskos trūkumus. Zaļo ekonomiku var arī uzskatīt par zemu SEG emisiju, resursu efektīvu un sociāli iekļaujošu ekonomiku. **Bioekonomika** parasti tiek uzskatīta par zaļās ekonomikas daļu. Tā ir vairāk saistīta ar globālās ekonomikas izaugsmes un tehnoloģiju attīstības veicināšanu, nevis tikai koncentrēšanos uz izaugsmes ierobežojumiem resursu trūkuma, izsīkuma un paredzamā iedzīvotāju skaita pieauguma dēļ.

Biobāzētā ekonomika var tikt uzskatīta kā daļa no bioekonomikas, un tā ir saistīta ar bioloģisko resursu pārvēršanu produktos un materiālos. To sauc arī par biobāzēto ražošanu. Dažos biobāzētās ekonomikas skaidrojumos uzsvars ir likts uz inovatīviem bioproduktiem, piemēram, biopolimēriem un bioplastmasu, savukārt citos skaidrojumos uz tradicionāliem bioproduktiem, piemēram, tekstilizstrādājumiem, koksnes izstrādājumiem, celulozi un arī papīru.

Aprites ekonomiku, kuras popularitāte pieaug un kas bieži vien papildina izpratni par bioekonomikas iespējām, var raksturot kā ekonomiku, kurā izmantotie produkti un materiāli uzrāda augstu pārstrādes un samazināšanas pakāpi pretēji lineārajam ekonomikas modelim. Svarīga aprites ekonomikas sastāvdaļa ir arī neatjaunīgo enerģijas avotu aizstāšana ar ilgtspējīgi ražotu biomasu. Attēlā 1.2. ir vizuāli parādīta apskatīto terminu jēdzieniskā satura sasaiste un mijiedarbība.

ZAĻĀ EKONOMIKA

- Uzlabo cilvēku labklājību un sociālo taisnīgumu
- Samazina vides riskus un ekoloģisko ietekmi



Avots: autores veidots pēc Kardung et al., 2021.

1.2. attēls. **Sasaiste starp bioekonomiku, aprites ekonomiku un zaļo ekonomiku.**

Vērtējot sinerģiju starp 1.4. tabulā un 1.2. attēlā apkopotajiem terminiem un to jēdzienisko saturu, jāsecina, ka ļoti nozīmīga ir pieaugošā sinerģija starp bioekonomikas un aprites ekonomikas koncepcijām. Vairākas Eiropas nozaru asociācijas, piemēram, Eiropas Papīra rūpniecības nozaru konfederācija un Eiropas Bioindustriju asociācija, izmanto un atbalsta “aprites bioekonomikas” koncepciju un veicina abu jomu lielāku integrāciju, nevis paralēlu attīstīšanu. Arī Eiropas Komisija 2018. gadā ir ieviesusi terminu “aprites bioekonomika”, lai saistītu bioekonomikas un aprites ekonomikas jomas un uzsvērtu aprites pieejas izmantošanu bioekonomikā, kā arī, lai parādītu pārklāšanās ierobežojumus.

1.3. Bioekonomikas sektoru klasifikācija

Bioekonomika, nenoliedzami ir 21. gadsimta dzinējspēks un pārmaiņu virzītāja. Tāpēc īpaši svarīgi ir spēt novērtēt tās apjomu, attīstības tempu, galvenos dalībniekus. Eiropas Komisijas plašā bioekonomikas definīcija ieskicē bioekonomikā ietilpstošos un to veidojošos sektorus, un no-saka, ka bioekonomika ietver visas saimnieciskās darbības, kas saistītas ar biomasas ražošanu un ražošanu. Viena no izplatītākajām bioeko-nomikas klasifikācijā izmantotajām pieejām Eiropas Savienībā (ES) un tās dalībvalstīs ir NACE 2 klasifikācija (Saimniecisko darbību statistiskā klasifikācija Eiropas Kopienā), pēc kuras tiek identificēti bioekonomikai piederīgie tautsaimniecības sektori.

Bioekonomikas sektoru identificēšanai un klasifikācijai tiek izmantoti šādi saimnieciskās darbības veidi:

1. uz dabas resursiem balstītās darbības, kurās tieši izmanto bioresursus (lauksaimniecība, mežsaimniecība, zivsaimniecība) un kas nodrošina biomasu kā izejvielu citām nozarēm;
2. tradicionālās darbības biomasas, kas iegūta no 1. veida saimnieciskās darbības (pārtika, barība, tabaka, dzērieni, koksne un koka izstrādājumi, tekstilizstrādājumi, apģērbi, āda, papīrs un celuloze, mēbeles), tālākai pārstrādei;
3. jaunas darbības, lai turpmāk apstrādātu biomasu un/vai bio-

masas atliekas no 1. veida saimnieciskās darbības vai izmantotu apārstrādes atlikumus, kas rodas no 2. veida saimnieciskās darbības (biorafinēšanas rūpnīcas, biodegviela, bioloģiskās ķīmikālijas, bioloģiskās plastmasas, biogāze).

Pirmā veida saimnieciskās darbības var pilnībā attiecināt uz bioekonomiku, un arī daļa no otrā veida saimnieciskajām darbībām (pārtikas, tabakas, dzērienu, koksnes un koka izstrādājumu, papīra un celulozes ražošana) ir attiecināmas uz bioekonomiku. Pārējo saimniecisko darbību iekļaušana bioekonomikā ir atkarīga no biomasas izmantošanas īpatsvara.

Pēc NACE 2 klasifikācijas kā bioekonomikai piederīgas var atlasīt 16 nozares, kuras iedalāmas 3 grupās pēc biomasas ražošanas vai izmantošanas veida (1.3. attēls).

Biomasa ražojošie sektori: pēc NACE 2 klasifikācijas A sekcija, kas ietver biomasu ražojošos sektorus, ir – augkopība un lopkopība, medības un ar to saistītie pakalpojumi (A01); mežsaimniecība un mežizstrāde (A02); zvejniecība un akvakultūra (A03).

Biomasa pārstrādājošie sektori: pēc NACE klasifikācijas C sekcija ietver biomasu pārstrādājošos sektorus, kuri izmanto biomasu citu produktu ražošanai. Ņemot vērā, ka dažiem sektoriem biomasu ir ekskluzīva izejviela, savukārt citos sektoros biomasu var izmantot kā alternatīvu izejvielu, C sekcijā izdalāmas divas sektoru grupas:

- sektori, kuros kā izejvielu izmanto tikai biomasu, ir – pārtikas ražošana (C10); dzērienu ražošana (C11); tabakas ražošana (C12); ādas un saistīto izstrādājumu ražošana (C15); koksnes un koka izstrādājumu ražošana un korķis, izņemot mēbeles (C16); papīra un papīra izstrādājumu ražošana (C17);
- sektori, kas var izmantot biomasu kā izejvielu, ir – tekstilizstrādājumu ražošana (C13); apģērbu ražošana (C14); ķīmisko vielu un ķīmisko produktu ražošana (C20); farmaceitisko pamatproduktu un farmaceitisko preparātu ražošana (C21); gumijas un plastmasas izstrādājumi (C22); un mēbeļu ražošana (C31).

Elektroenerģijas ražošana no bioresursiem: pēc NACE klasifikācijas D sekcija ietver elektroenerģijas ražošanu (D3511), kurā tiek izdalīta un aprēķināta elektroenerģijas ražošana no bioresursiem.

Lai gan 1.3. attēlā apkopotais bioekonomikas sektoru ietvars ir dominējošais Eiropas Savienībā, tomēr tas nav statisks un var mainīties. Piemēram, M. Kardungs ar līdzautoriņiem paplašina izpratni par bioekonomikas sektoriem un ietver sektorus, kas nodarbojas ar ūdens, kanalizācijas, atkritumu apsaimniekošanas un sanācijas darbībām (NACE E36, E37, E37), vairumtirdzniecības darbībām (NACE G46), būvniecības un inženiertehniskajām darbībām (NACE F41, F42), botāniskie dārzi, zoodārzi un dabas rezervāti (NACE R9104), biotehnoloģiju izpēte un eksperimentālā attīstīšana (NACE M7211), nakstmitņņu pakalpojumi (NACE I55).

BIOEKONOMIKAS SEKTORU IETVARS

Biomasa ražotāju sektori

A sekcija (NACE)

A01 Augkopība un lopkopība, medniecība un saistītas palīgdarbības
A02 Mežsaimniecība un mežizstrāde
A03 zivsaimniecība

Biomasa pārstrādājoši sektori

C sekcija (NACE)

C10 Pārtikas produktu ražošana
C11 Dzērienu ražošana
C12 Tabakas izstrādājumu ražošana
C15 Ādas un ādas izstrādājumu ražošana
C16 Koksnes, koka un korķa izstrādājumu ražošana, izņemot mēbeles, salmu un pīto izstrādājumu ražošana
C17 Papīra un papīra izstrādājumu ražošana




Elektrības ražošana

D sekcija (NACE)

D3511 Elektrības ražošana

C13 Tekstilizstrādājumu ražošana
C14 Apģērbu ražošana
C20 Ķīmisko vielu un ķīmisko produktu ražošana
C21 Farmaceutisko pamatvielu un farmaceutisko preparātu ražošana
C22 Gumijas un plastmasas izstrādājumu ražošana
C31 Mēbeļu ražošana

Apzīmējumi:

-  Biomasa ražojoši sektori
-  Biomasa pārstrādājoši sektori
-  Sektori, kas var pārstrādāt biomasu

Avots: Muška et al., 2023.

1.3. attēls. Bioekonomiku veidojošie sektori pēc NACE klasifikācijas.

Amerikas Savienotajās Valstīs no bioekonomikas ietvara ir izslēgtas daudzas nozares – dzērieni un tabaka; āda un izstrādājumi; koksnes ražošana; papīra izstrādājumi; mēbeļu ražošana; apģērbs; veselības aprūpe; narkotiku preces (vairumtirgotāji); lauksaimniecības piederumi (vairumtirdzniecība); būvniecība; ūdens apstrāde un piegāde; dabas tūrisms, medības, makšķerēšana. Šādi izpaužas no Eiropas Savienības atšķirīgā ASV izpratne par bioekonomiku veidojošajām nozarēm. Amerikas Savienotajās Valstīs bioekonomikas pamatnozares ir biotehnoloģijas un inovācijas, biomedicīna un veselība, kā arī aizsardzība un nacionālā drošība (piemēram, aizsardzība pret bioloģiskajiem draudiem).

Bioekonomiku veidojošo nozaru piemēri

Pārtikas sistēmas ieņem lielāko nišu bioekonomikā. Šīm sistēmām, kas ietver ilgtspējīgu lauksaimniecību, ilgtspējīgu zvejniecību, mežsaimniecību un akvakultūru, kā arī pārtikas un barības ražošanu, tiek pievienoti bioprodukti un bioenerģija. Bioloģiskie produkti ietver bioplastmasu, bioloģiski noārdāmus apģērbus un citus produktus, kas saistīti ar ekodizainu. Bioenerģija tāpat kā biomasas, viens no atjaunīgajiem enerģijas veidiem, uzlabo energoapgādes drošību, samazina energoatkarību un rada jaunas izaugsmes un nodarbinātības iespējas.

Izmantotā literatūra un avoti

1. Barañano L., Garbisu N., Alkorta I., Araujo A., Garbisu C. (2021) Contextualization of the Bioeconomy Concept through Its Links with Related Concepts and the Challenges Facing Humanity. *Sustainability*, 13, 7746. <https://doi.org/10.3390/su13147746>
2. Carus M., Dammer L. (2018). The Circular Bioeconomy-Concepts, Opportunities, and Limitations. *Ind. Biotechnol.* 2018, 14, 83–91. <https://doi.org/10.1089/ind.2018.29121.mca>
3. D'Amato D., Droste N., Allen B., Kettunen M., Lähntinen K., Korhonen J., Leskinen P., Matthies B. D., Toppinen A. (2017) Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
4. Dubois O., Gomez San Juan M. (2016). How sustainability is addressed in official bioeconomy strategies at international, national and regional levels: an overview. Pieejams tiešsaistē: <http://www.fao.org/3/a-i5998e.pdf>
5. El-Chichakli B., Von Braun J., Lang C., Barben D., Philp J. (2016) Five cornerstones of a global bioeconomy. *Nature*, 535, 221–223. <https://doi.org/10.1038/535221a>

6. European Bioeconomy Alliance (2016) Bioeconomy – a motor for the circular economy. Pieejams tiešsaistē: <https://epure.org/media/1328/euba-position-paper-on-circular-economy-final.pdf>
7. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2018). A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment: updated bioeconomy strategy, Publications Office, 2018. Pieejams tiešsaistē: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/792130>
8. European Commission (2018). A clean planet for all – A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. Depth Anal. Support Comm. Commun. Com 2018, 773, 114. Pieejams tiešsaistē: https://climatecooperation.cn/wp-content/uploads/2019/06/com_2018_733_analysis_in_support_en_0.pdf
9. European Commission (2012). Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. 2012. Brussels, 13.2.2012 COM(2012) 60 final. Pieejams tiešsaistē: https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf
10. European Communities (2008) NACE Rev. 2 Statistical classification of economic activities in the European Community, 2008, 363 p. ISBN 978-92-79-04741-1.
11. Frisvold G. B., Moss S. M., Hodgson A., Maxon M. E. (2021). Understanding the U.S. bioeconomy: A new definition and landscape. *Sustainability*, 13, 1627. <https://doi.org/10.3390/su13041627>
12. Issa I., Delbrück S., Hamm, U. (2019). Bioeconomy from experts' perspectives – Results of a global expert survey. *PLoS ONE* 2019, 14, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215917>
13. Kardung M., Cingiz K., Costenoble O., Delahaye R., Heijman W., Lovrić M., van Leeuwen M., M'Barek R., van Meijl H., Piotrowski S., Ronzon T., Sauer J., Verhoog D., Verkerk P.J., Vrachlioti M., Wesseler J.H.H. & Xinqi Zhu B. (2021). Development of the Circular Bioeconomy: Drivers and Indicators. *Sustainability* 13, 413, 2021. Doi: 10.3390/su13010413.
14. McCormick K., Kautto N. (2013). The bioeconomy in Europe: an overview. *Sustainability*, 5, 2589–2608. <https://doi.org/10.3390/su5062589>
15. Muška A., Popluga D., Pilvere I. (2023). Assessment of the concentration and structure of the bioeconomy: regional approach. *Emerging Science Journal*, Volume 7, Issue 1, pp. 60–76. DOI: 10.28991/ESJ-2023-07-01-05
16. OECD (2009). The Bioeconomy to 2030. Designing a Policy Agenda. Main Findings and Policy Conclusions. 2009. OECD International Futures Project. Pieejams tiešsaistē: www.oecd.org/futures
17. Ronzon T., Piotrowski S., M'barek R., Carus M. & Tamošiūnas S. (2020) Jobs and wealth in the EU bioeconomy / JRC - Bioeconomics. European Commission, Joint Research Centre (JRC), 2020. [Dataset] PIDAvailable: <http://data.europa.eu/89h/7d7d5481-2d02-4b36-8e79-697b04fa4278>.
18. Scarlat N., Dallemand J.-F., Monforti-Ferrario F., Nita V. (2015). The role of bio-

mass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development*, Volume 15, p. 3–34, ISSN 2211-4645, <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>

19. Stegmann P., Londo M., Junginger M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling: X*, Volume 6, ISSN 2590-289X, <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>

2.

BIOEKONOMIKAS KONCEPTA ATTĪSTĪBA

Autors: Kaspars Naglis-Liepa

2.1. Sabiedrības ceļš uz bioekonomiku

Resursu efektīva izmantošana ir ekonomiskās analīzes pamatjautājums. Kā efektīvi sadalīt resursus, lai cilvēce (valsts, pilsēta, kopiena, ģimene) spētu pastāvēt un attīstīties? Sociālo sistēmu centrā ir cilvēks, respektīvi, cilvēks rada savu (sev piemērotāko) dzīves modeli un cenšas tam pielāgot esošo vidi, lai nodrošinātu vēlamos apstākļus. Vide un attīstības mērķi nosaka resursu definīciju, jo būtiska to pazīme ir ierobežotais raksturs. Respektīvi, jo nepiemērotākus apstākļus cilvēks ir spiests izvēlēties, dažādu iemeslu dēļ (ienaidnieki, klimata pārmaiņas, pārāpdzīvotība), jo nozīmīgāki kļūst resursi, kas palīdz pielāgot dzīvošanai iepriekš nepiemērotos apstākļus. Līdzībās runājot, tas ir kā bērna pieaugšana ģimenē, kad bērniībā šķietami nekā netrūkst, vajag tikai palūgt (vai izdīkt) vecākiem, bet vēlāk, pieaugot un apzinoties savu personību un vajadzību apmierināšanas ierobežotās iespējas, resursu nozīme izpaužas arvien vairāk.

Pēc analogijas ar grieķu mitoloģijas tēliem divu sistēmu – cilvēces un dabas – attīstību var uzlūkot kā dievu valdnieka Zeva (arī sakārtotās un diezgan cilvēcīgās pasaules valdnieks) un zemes mātes jeb zemes dieves Gajas (dabiskā un pirmsākumu pasaule) attiecības. Leģendā Zevs tiek paglābts no Urāna (debesis personificējošs dievs) iznīcinošā spēka, pateicoties Gajai, un tas no civilizācijas pirmsākumiem reprezentē dabiskos apstākļus un spēkus, respektīvi, to, ka nekas uz šīs zemes nav iespējams bez dabas sākotnes. No otras puses, ir svarīga cilvēka griba un vēlme

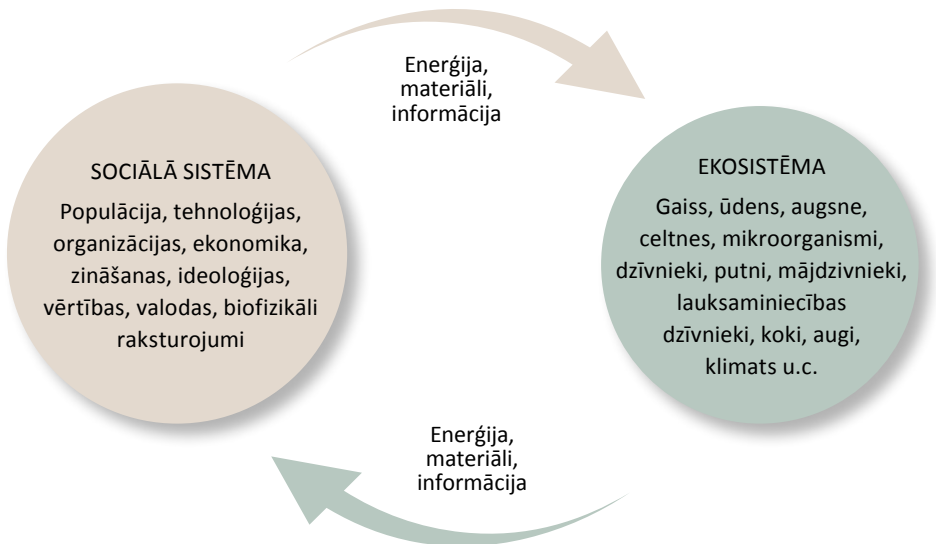
„pieaugt”, fokusēties uz vajadzībām un radīt iespējas to apmierināšanai, ko nosacīti var saukt par saimniecisko darbību. Būtībā bioekonomika ir stāsts par divu sistēmu mijiedarbību. Sociālā sistēma, kā subjektīvi radoša, patērējoša un cilvēces attīstību nodrošinoša, un otra – dabas jeb ekosistēma, kā objektīvi evolucionējoša un eksistenci nodrošinoša.

Sistēma ir koncepts, ideja

- Raksturīga noteikta kārtība
- Veidojas, akceptējot noteiktu vienošanos
- Raksturīgas attiecības starp sastāvdaļām
- Veido vienotu veselumu

Sociālā sistēma – raksturīga virkne pastāvošu indivīdu, grupu un institūtu mijiedarbību, kas veido saskaņotu veselumu (*Merriam-Webster*).

Ekosistēma – organismu kopienu komplekss un tā pastāvēšana vidē, veidojot ekoloģisku vienību.



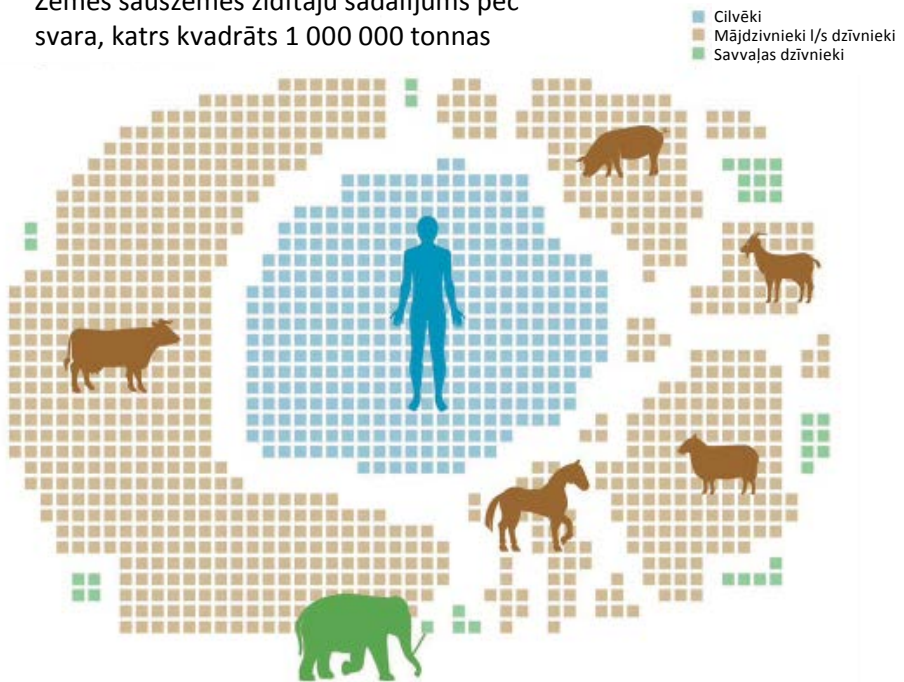
Avots: autora veidots.

2.1. attēls. Sociālās un ekosistēmas mijiedarbība.

Starp šīm divām sistēmām notiek nepārtraukta enerģijas, materiālo resursu un informācijas apmaiņa, kā arī nemitīgs pielāgošanās process. Cilvēki pielāgojas ekosistēmas pārmaiņām, bieži pašiem esot šo pārmaiņu cēloņiem, un ekosistēma pielāgojas cilvēces radītajām izmaiņām.

Cilvēks ir viena suga no 8,7 miljoniem sugu, bet ir acīmredzami, ka 200 000 gadu laikā tā ir kļuvusi par dominējošo sugu, kas būtiski ietekmē ekosistēmu. No vācēju un mednieku ciltīm, kas pilnīgi atkarīgas no ekosistēmas iespējām, esam kļuvuši par sugu, kas pakļāvusi citas sugas.

Zemes sauszemes zīdītāju sadalījums pēc svara, katrs kvadrāts 1 000 000 tonnas



Avots: Vaclav Smill, 2003 un Bar-On et al., 2018.

2.2. attēls. Zemes zīdītāju sadalījums pēc masas.


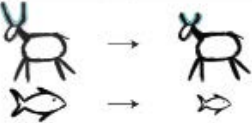


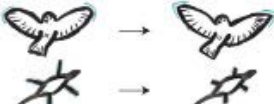


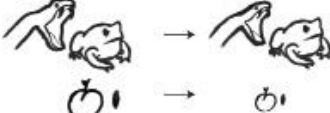


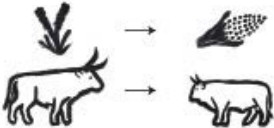



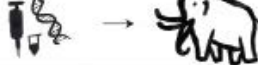
Kā akcentē M. Maslins, cilvēku kopējais svars veido 30 %, mājdzīvnieki un lauksaimniecības dzīvnieki no kopējā zīdītāju kopsvara ir 67 %, un tikai 3 % no tā ir savvaļas dzīvnieki. Vienlaikus būtisks ir jautājums, kādas cilvēka īpašības ļāva sasniegt šādu populācijas izplatību. Vai tā ir spēja pārvietoties vertikāli? Bet ar to neatšķiramies no, piemēram, šimpanzēm. Vai spēja patērēt ļoti daudzveidīgu barību? Ar to neatšķiramies no cūkām. Vai par atšķirību liecina bieži pieminētais smadzeņu masas indekss (smadzeņu ķermeņa attiecība)? Nebūt neesam ar lielākajām smadzenēm, jo mazajiem putniem ir relatīvi lielākas smadzenes, un pelēm tās ir līdzīgas kā cilvēkiem. Iespējams, ka cilvēka pārkumu nodrošina spēja abstrakti domāt, stāstīt stāstus un sadarboties, kā to norāda J. Harari. Spēja uzbūvēt abstrakto ideju Olimpa kalnu, atgriežoties pie grieķu mītiem, radīja priekšnoteikumus, lai cilvēks pats uzceltu sevi sociālās sistēmas virsotnē.

Dabai nav mīļļu, bet cilvēkam ir svarīga faktiski tikai viena suga – pats cilvēks. Abstraktā doma par Dieva piešķirtām tiesībām dot vārdu citām sugām un valdīt pār citām sugām ekonomiski nozīmē, ka visa pārējā ekosistēma vajadzības gadījumā var tik uzskatīta par resursiem galvenās sugas attīstībai. Patiesi, vai kāds ikdienā ir izcēlis govju tiesības izaugt pilnvērtīgā ģimenē, vai cūku fermas neatgādina koncentrācijas (lai arī dažreiz labiekārtotas) nāves nometnes, un ja – jā, tad šos cilvēkus mēs ieskaitītu “zaļo, neapzinīgo romantiķu” skaitā.

Spēja nostādīt cilvēka tiesības virs visu citu sugu tiesībām pastāvēt un attīstīties ir vēl viens aspekts, kas radīja cilvēkam priekšrocības domināncei pasaulē. Vienlaikus cilvēks tiecas dominēt ne vien pār citām sugām, bet arī dominēt savas sugas vai teritoriālās struktūras robežās. Vēsturiski ilgu laiku ekonomiskā attīstība saistāma ar spēju apgūt un noturēt jaunas teritorijas, kas bagātas ar potenciāliem resursiem, un apsaimniekot šos iegūtos resursus. Sers Viljams Petī (*sir William Petty*) Ekonomiskos rakstos (1662. gads) rezumē – „zeme un darbs ir ienākumu māte un tēvs”. Būtībā iekarot teritoriju (mūsdienās joprojām ekonomiskā nozīmē, t. sk. ar lētā darbaspēka izmantošanu) un lietot tās resursus, ieskaitot cilvēku darbu, ir bagātības veidošanas formula. Abstrakto domāšanu kā nepieciešamo instrumentu jaunu ideju un tehnoloģiju radīšanai, vēsturiski raugoties,

bija iespējams attīstīt tikai lielākoties izglītotajai cilvēku daļai. Turklāt līdz ar ierobežotājām iespējām īstenot atklājumus, jo resursu pārvaldības tiesības piederēja dažiem augstdzimušajiem, arī labumu guva tikai daļa sabiedrības, un pat tad, kad izgudrojumi tika ieviesti dzīvē.

Jāuzsver, ka ilgu laiku ideju pasaule jeb cilvēka radītā pasaule ir ļoti mistiska. Plaši zināms fakts, ka viens no mūsdienīgās fizikas pirmsācējiem Rodžers Bēkons vienlaikus „dabas principu” izpratnei pievēršas arī teoloģiskiem un alķīmijas pētījumiem. Šis laiks iezīmējas ar ekonomisko un fizisko teritoriālo ekspansiju, pasaules teritorijas apgūšanu. Sociālās un ekosistēmas mijiedarbību vērtējot, līdz pat 19. gadsimtam sociālās sistēmas ietekme uz ekosistēmu joprojām ir neliela salīdzinājumā ar mūsdienām. A. Krosbi (*A. W. Crosby*) grāmatā “Ekoloģiskais imperiālisms” raksta, ka eiropiešu kolonizācijas pamatā ir spēja izmantot augus, dzīvniekus un netieši pat patogēnus, lai ietekmētu kolonizētās teritorijas. Vienlaikus šai sistēmu mijiedarbībā ir arī otra puse – ne vien dabas elementi ietekmē cilvēku, bet arī cilvēks būtiski ietekmē dabu. A. Salivans ar kolēģiem izveidojuši modeli, kurā parāda, ka kopš mednieku vācēju perioda cilvēce ietekmē sugu evolūcijas morfoloģiju, un sugas īpatņi bieži kļūst mazāki, mainās to krāsa, ķermeņa raksturojošās pazīmes, paātrinās sugu nobriešana, šim procesam kļūstot straujākam industriālajā periodā.

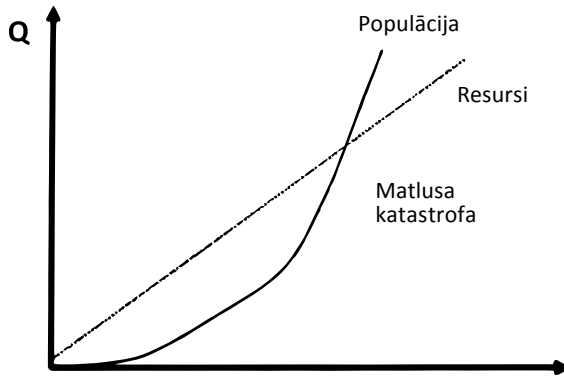
	Cilvēku uzvedības ietekme	Dzīvniekumorfoloģiskas evolūcijas piemēri
Medību ietekme		  Lieluma un izskata pārmaiņas
Ainavas pārmaiņas		  Spārnu un ekstremitāšu lieluma un formas izmaiņas
Pārvietošanās un izžušana		  Ierobežotas iespējas no toksiskiem plēsējiem Mazāki augļi un sēklas
Pieradināšana		  Lielāks sēklu izmērs Samazināts ragu un ķermeņa izmērs
Ģenētiska pārveidošana		  Palielināts augšanas ātrums Izmīršanas risku mazināšana?

Avots: Salivan et al., 2017.

2.3. atēls. Cilvēku uzvedības ietekme uz citu sugu morfoloģiskām izmaiņām.

Cilvēces ekspansija noved pie nepieciešamām izmaiņām sociālajā sistēmā, pieaugot cilvēku skaitam, un apdzīvotājām vietām rodas lielāka platforma atšķirīgākām idejām un to īstenošanas iespējām. Humānisma idejas izplatās ne vien Eiropā, bet arī, krietni straujāk, jaunajā zemē – Amerikā. Pieaug nesaderība starp elementiem, kuri mūsdienās tiek uzlūkoti kā ilgtspējīgas attīstības elementi. Pastāvošā sociālā sistēma nevar nodrošināt sabiedrības ekonomiskās vajadzības un nespēj nodrošināt relatīvi efektīvu resursu sadali. Šajā laikā Tomass Maltuss (*Thomas Robert Malthus*) ir ārkārtīgi kritiski noskaņots pret cilvēka iedabu – cilvēkus

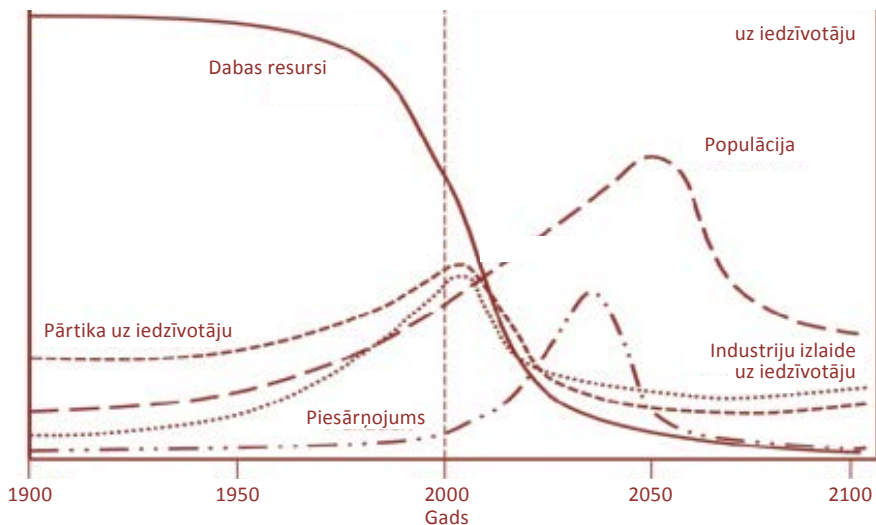
galvenokārt interesē ēšana un vairošanās, kas nozīmē, ka agri vai vēlū cilvēce saskarsies ar resursu trūkumu, un tas nozīmē procesu, ko sauc par Maltusa katastrofu jeb dzīves līmeņa krišanos.



Avots: autora veidots.

2.4. attēls. Maltusa katastrofas attēlojums.

Pastāv populācijas augšanas ierobežojumi, kurus Maltuss iedala pozitīvajos ierobežojumos (*positive checks*), tādi kā bads, trūkums, karš, slimības, un preventīvajos ierobežojumos (*preventive checks*) – morālā atturība, laulību un dzimstības kontrole. Šīs ļoti triviālās Maltusa idejas ir izklāstītas klasiskajā darbā „An Essay on the Principle of Population”. Maltusam nekad nav trūcis sekotāju, tādi ir arī pašlaik. Vienlaikus vienmēr ir bijuši kritiķi, kas, atzīstot dabas sistēmas robežas, akcentē cilvēka radīto ideju un tehnoloģiju teju bezgalīgumu. Zināmākais no maltusiānistu darbiem ir Romas kluba ziņojums “Augsmes robežas” (*“Limit to growth”, 1972*), kurā ar sistēmdinamikas pieeju parādīts, ka izaugsme nevar būt bezgalīga, gluži tāpat kā cilvēku skaits.



Avots: Medow, 1972.

2.5. attēls. Sākotnējās izaugsmes ierobežojumu modeļa prognozes: pieaugoša iedzīvotāju skaita attiecība pret resursiem un piesārņojumu, laika posms no 1900. līdz 2100. gadam.

Jāuzsver, ka ziņojums tiek gan slavināts, gan nopelns, gan pārrēķināts, bet aktualitāti tas, pateicoties samērā precīzajām trajektorijām, joprojām nav zaudējis.

Augsmes robežas būtiskākās atziņas

- Izaugsmes fiziskās robežas, ievērojot esošo politiku, tiktu pārsniegtas, visticamāk, vienas paaudzes laikā.
- Šo ierobežojumu sasniegšanas visticamākais iznākums būtu to pārsniegšana, kam sekotu sistēmu lejupslīde.
- Atklājumi tomēr ierosināja dzīvotspējīgu alternatīvu šiem rezultātiem – tādu, kurā iedzīvotāju skaita pieaugumu un materiālu ražošanu varētu līdzsvarot ar planētas ierobežojumiem.
- Reāli būtu nepieciešami 50 līdz 100 gadi vai pat vairāk, lai šis alternatīvais rezultāts kļūtu par realitāti.
- Visbeidzot, komanda atklāja, ka katru gadu, kad darbība tiek atlikta, lai sasniegtu alternatīvo rezultātu, samazinās pieejamo iespēju skaits, lai izvairītos no pārsniegšanas un sabrukuma.

Kari un revolūcijas 18. gadsimtā noris gan Amerikā, gan Francijā. Šajā laikā Džeims Vats rada savu tvaika dzinēju, un, tēlaini izsakoties, tagad līdz ar dabas resursu (īpaši darba) efektīvāku izmantotošanu „Maltusa katastrofa” būtu atceļama. Šī „pasaulē gala pārceļšana” ir veiksmīga joprojām, ko saista ar tehnoloģisko progresu un inovāciju kopumā. Līdztekus ideju revolūcijām sociālajās sistēmās sākas ideju revolūcijas arī ekonomikā, process no 1. industriālās revolūcijas līdz 4. industriālajai revolūcijai (“Industrija 4.0”) pašlaik, un skatiens ir pievērstis jau 5. industriālajai revolūcijai.

Būtībā var uzskatīt, ka darbs stabili iegūst vēl vienu iedabu, kas atšķiras no dabiskā mehāniskā darba un spekulatīvi izmanīgās augļošanas, un ir – amatnieciski radošā darba iedaba kā attīstības pamatvirzītājs. Šos secinājumus gan formulēs pēc vairākiem gadsimtiem Jozefs Šumpēters (*Josef Schumpeter*), bet industrializācijas process ir “atbrīvots”. Ekonomikas klasiķi Ādams Smits (*Adam Smith*), Deivids Rikardo (*David Ricardo*) iestājas par tirdzniecības un rūpniecības liberalizāciju, ko pazīst ar terminu *laissez-faire* (ļaujiet viņam darīt), jo savstarpējā ieinteresētība radīs labāko abpusēji izdevīgo tirgus līdzsvara risinājumu, kā „neredzamā rokas” vadītu. Vienlaikus D. Rikardo atzīst, ka dabā pastāv noteikta kārtība, kura nav maināma. Iejaukšanās dabiskajā kārtībā, tai skaitā ekonomikā, ir dabiskās kārtības izjaukšana, un tas nav produktīvi. Respektīvi, cilvēce vēl nav gatava sevi pretnostatīt dabas sistēmai, bet gan jūtas kā daļa no tās, lai arī aktīva un pat reakcionāra.

Vienlaikus turpinās jautājumi, kāda ir Dieva noteiktā kārtība un kāda ir dabiskā kārtība. Mūsdienās populārākā atbilde, vismaz Rietumu pasaulē, skanētu – evolūcija. Pašsaprotamā atbilde!? Lai vai kā, tas ir populārākais dzīvības attīstības uztveres modelis, kas savu ceļu cilvēku prātos sāka līdz ar 1859. gadā iznākušo Čārlza Roberta Darvina (*Charles Robert Darwin*) grāmatu „Sugu izcelšanās”. Jāuzsver, ka gadu iepriekš Darvins saņēma sava kolēģa Alfrēda Rasela Vollesa (*Alfred Russel Wallace*) vēstuli ar gluži līdzīgas teorijas par dabisko izlasi izklāstu, balstoties uz pētījumiem Dienvidamerikā un Āzijā. Tā divi ģēniji vienlaikus nonāca pie līdzīgiem secinājumiem, ka dabiskā izlase rada dzīves apstākļiem vislabāk piemērojušos jaunus sugu tipus, ar izmainītām ķermeņa daļām,

no kājām līdz acīm, un tas lielā mērā nosaka arī sugu daudzveidību.

Jautājums par dabas „saprātīgumu” vai noteikto kārtību tomēr nebija gluži atbildēts, un, iespējams, tāds arī nekad nebūs. Savu ieguldījumu izpratnē deva Hermanis Reinheimers (*Hermann Reinheimer*) 1915. gada izdevumā „Simbioģenēze. Progresīvās evolūcijas universālie likumi”, kurā lieto terminu “bioekonomika”, attiecinot to uz „dabas tautsaimniecību” un īpaši akcentējot sadarbības nozīmi darba dalīšanā. Reinheimera izpratne par bioekonomiku ir nevis daļa no sociālās sistēmas, kā tas ir mūsdienās, bet gan daļa no ekosistēmas. Pamatideja: evolūcija pastāv tāpēc, ka pastāv konkurence starp sugām un arī pašā sugā, kas liek indivīdiem izvēlēties maksimāli efektīvas sugas turpināšanas stratēģijas. Būtībā evolūcija ir principu kopums, kas nosaka sugu iespējas pastāvēt un attīstīties. Šos universālos bioekonomikas principus formulēja P. A. Kronings (*Peter A. Croning*) kā dabas organizēšanas principus. Dažāda veida sinerģiskie sadarbības funkcionālie efekti ir bijuši nepieciešami visos bioloģiskās organizācijas līmeņos. Tā ir vienojoša kompleksitātes teorija. Mazliet provokatīva, bet viegli pamatojama, ir doma, ka šie principi ir attiecināmi ne vien uz dabas sistēmu, bet arī uz sociālo sistēmu. Viegli atzīt, ka tautsaimniecībai ārkārtīgi svarīga ir biznesa vide, un resursu (enerģija plašākajā mērā) trūkums ir ekonomikas problemātikas pamatā utt. Starpdisciplināra pieeja ir ļoti vilinoša, jo ir soli tuvāk „pilnīgai” izpratnei par dabisko kārtību jeb teorijai par visu. Vienlaikus tā ir arī diezgan bīstama – ne vien attiecībā uz maldīgu izpratni, bet var būt par iemeslu cilvēces tragēdijai. Darvins uzsvēra, ka pastāv dažādas fizioloģiskas un mentālas atšķirības starp cilvēku rasēm, tā ir zinātniska hipotēze, kas saprotama, lai arī vēlāk izrādījās nepamatota un kļūdaina, evolūcijas teorijas kontekstā. Dž. A. de Gobino (*Joseph Arthur de Gobineau*) un S. Mortons (*Samuel Morton*) šo ideju vēlāk „attīsta” un nonāk pie secinājumiem, ka rasu sajaukšanās novedīs pie cilvēces bojāejas.

Zinātniskās idejas neapdomīgi pārnesot uz sociālo zinātņu lauku, tiek radītas „zinātniski pamatotas” pseidozinātnes, piemēram, eigēnika jeb eigenētika (grieķu: *ευγενες* no *eu* – ‘labi’ un *gennaō* – ‘dzimt’), no kuras „zinātniskuma” barojas segregācijas piekritēji un nacisti. Tāpēc saprotama ārkārtīgi lielā piesardzība dabas zinātņu ideju interpretēšanā

Dabas tautsaimniecības universālie bioekonomikas principi

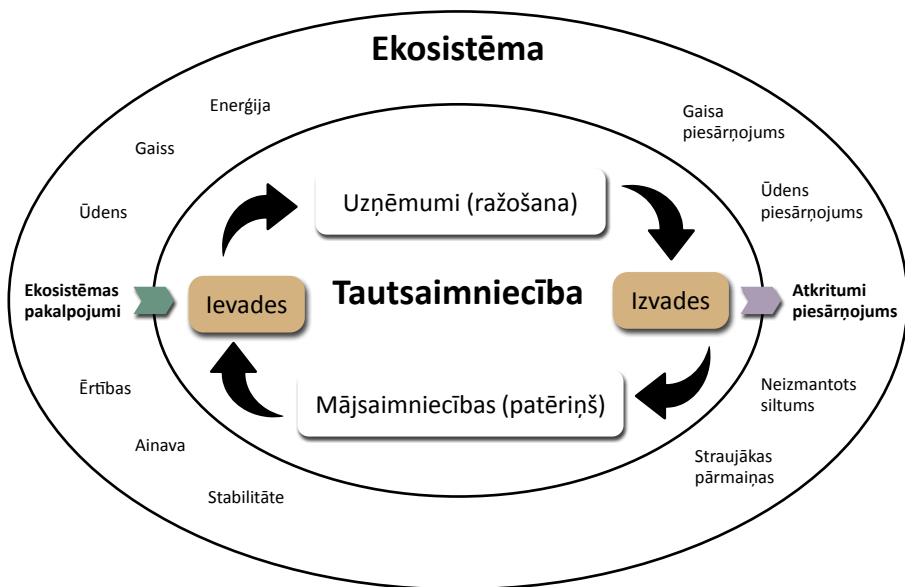
- Izdzīvošanas problēmas vienmēr ir atkarīgas no konteksta. Problēmu parametru pamatā ir organisma un vides attiecības.
- Energijas un atbilstošas informācijas iegūšana, kā pie tās nonākt un kā to izmantot, ir divi nozīmīgi rekvizīti, lai organismi varētu izdzīvot un vairoties.
- Laiks un enerģija vienmēr ir limitēti, tāpēc tie jāizlieto nosacīti efektīvi.
- Sugas izmanto atšķirīgas stratēģijas un taktikas savas dzīvības nodrošināšanai. Dažas darbojas vienas, dažas izmanto simbiotisku sadarbību (mutuālu vai parazitisku). Dažas sugas ir seksuālas un dažas – aseksuālas, dažām organisms ir ierocis, citas izvēlas materiālus, lai radītu ieročus utt.
- Ekoloģiskā kompetence ir ekosistēmas kopēja iezīme, tomēr tā līdzsvarojas ar savstarpējo atkarību, sadarbošanos, simbiozi un darba dalīšanu. Vēl vairāk kompetences – nav dabas ekonomikas fundamentāls organizēšanas princips, kā bieži tiek pieņemts. Svarīgākais kritērijs ir dzīvei nepieciešamo labumu iegūšana un vairošanās – “adaptācija” – konkurence un sadarbība ir subsidiāri fenomeni. Tie veido “izdzīvošanas stratēģiju”.

sociālajās zinātnēs. No otras puses, cilvēces attīstības arvien straujāka paātrināšanās prasa arvien integrētāku skatījumu. Jāspēj pasauli uzlūkot kopsakarībās, kā vienotu dinamisku sistēmu.

Pagājušais gadsimts iezīmējas ar straujāko līdz tam redzēto attīstību. Process, kuru J. Šumpēters nosauc par inovāciju, rada arvien vairāk produktu arvien lielākam cilvēku skaitam. Neskatoties uz abiem pasaules kariem, nekad agrāk cilvēce vēl nav nodrošinājusi tik labvēlīgus apstākļus dzīvei. Ekonomikas panākumi aktualizē jau piemirstās Maltusa prognozes par resursu ierobežotību. Cilvēki sāk ietekmēt planētas Zeme ekosistēmas procesus tik lielā mērā, ka ģeoloģijā rodas jauns termins – antropocēns, jauns ģeoloģisks laikmets. Antropocēns – iedomāts ģeoloģiskais laikmets, kuram raksturīga nozīmīga cilvēces radītā ietekme uz ģeoloģiju un ekosistēmu, tai skaitā aptropogēnajām klimata pārmaiņām. Termins ģeoloģijas zinātniskajā nomenklatūrā iekļauts tikai 2022. gadā, bet par šo fenomenu daudz tiek runāts jau iepriekš. Vienlaikus nav vieno-

tas izpratnes par šī cilvēka laikmeta (antropocēna) sākotni. Kā iepriekš tika minēts, būtiskas pārmaiņas sākas ar industriālo periodu, kas varētu būt arī atskaites periods (1780. gads). Šajā gadā gan nenotiek radikālas pārmaiņas, bet akselerējas iepriekš sākušies procesi, un, iespējams, par atskaites periodu var uzskatīt 12 000 gadu senu vēsturi, līdz ar lauksaimniecības sākotni. Būtībā viegli izsekot, ka jautājums ir par divu (sociālās un ekosistēmas) sistēmu mijiedarbību un sociālās sistēmas ietekmi uz ekosistēmu. Šķiet, ka šajā strīdā uzvar viedoklis to uztvert nevis kā laikmetu, bet gan notikumu. Varētu izvirzīt hipotēzi: ja cilvēks ar savu darbību var būtiski negatīvi ietekmēt ekosistēmu, radot masveidīgu sugu izmiršanu, klimata pārmaiņu paātrināšanos, ģeoloģisko dabas bagātību izsīkšanu, ekosistēmas parametru izmaiņas (gaisa sastāvs, ūdens skābums, globālo okeānu temperatūra utt.), tad var arī šos procesus apturēt un nosacīti vadīt jeb pārvaldīt bioekonomiku.

Dominējošajai kapitālisma idejai bija jārodas spēcīgai opozīcijai, kas, protams, radās, un mazliet mulsinoši, ka par vienu no vis-spilgtākajiem opozicionāriem kļuva J. Šumpētera skolnieks, N. Džordžesku-Roegens (*Nicholas Georgescu-Roegen*). Pievērsies samērā klasiskiem ekonomikas pētījumiem, Džordžesku-Roegens savā pasaules izpratnē sastopas ar fizikā zināmo otro termodinamikas likumu, kuru formulē arī kā entropijas palielināšanas likumu: dabā procesi noris tā, ka entropija vai nu saglabājas (atgriezenisks process), vai arī palielinās (neatgriezenisks process). Tā kā dabā pilnīgi atgriezeniski procesi nepastāv, tad reālie procesi vienmēr saistīti ar entropijas palielināšanos. Atkal jāstopas ar dabas zinātņu ideju iekļaušanu sociālajās zinātnēs, un N. Džordžesku-Roegens postulē – „Ekonomikas process nav mehānisks, bet gan entropisks. Ekonomiskie procesi ir dabas resursu (zemā entropija) transformācija bezvērtīgos atkritumos (augsta entropija). Tā ir tikai procesa fiziskā puse. Ekonomikas procesa īstie produkti ir nemateriāla straume, dzīvesprieks, kura sakarība ar vielas – enerģijas entropiju joprojām ir tīta mistērijā”.



Avots: autora veidots.

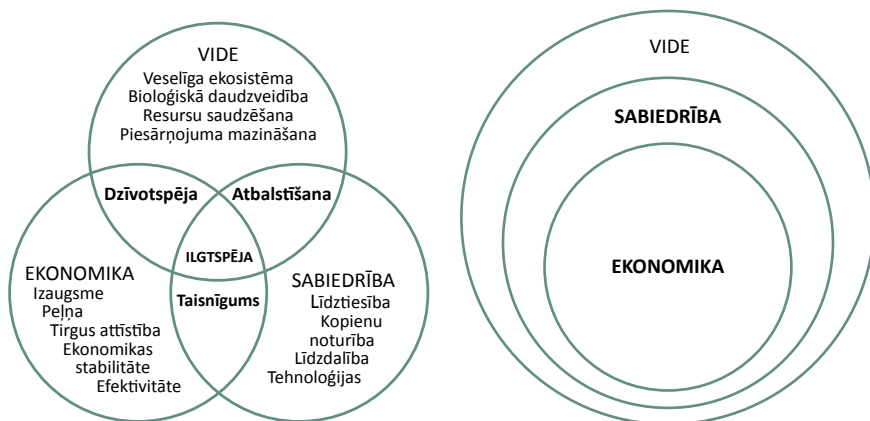
2.6. attēls. Vides un tautsaimniecības mijiedarbība.

Džordžesu-Roegena kritika balstās idejā, ka cilvēce dabisko zemo entropiju pārvērš augstā, intensīvi un bieži neapzināti patērējot resursus un transformējot tos atkritumos. Šādu ekonomikas izpratni viņš nosauca par jauna veida dialektiskās ekonomikas domu jeb bioekonomiku. Džordžesu-Roegena bioekonomika nav „dabas ekonomika” bet gan „dabiska ekonomika” – ekonomika, kas ņem vērā dabiskus (termodinamiskus) ierobežojumus un nostājas opozīcijā ekonomisko terminu izmantošanai „visos dzīves” gadījumos, piemēram, attiecībā uz patēriņa teorijas derīguma interpretāciju. Džordžesu-Roegens izstrādā minimālo bioekonomikas programmu, kas jāizpilda, lai neiestātos katastrofa.

Minimālā bioekonomikas programma

1. Pilnīgi aizliegt ieroču ražošanu, novirzot ražošanu konstruktīvākiem mērķiem.
2. Neatliekamā palīdzība mazattīstītajām valstīm.
3. Pakāpeniska populācijas samazināšana līdz līmenim – populācija var iztikt tikai ar bioloģisko lauksaimniecību.
4. Strikta regulēšana un izvairīšanās, ja nepieciešams, no izšķērdīgas enerģijas lietošanas.
5. Nepieķeršanās “ekstravagantām ierīcēm”.
6. “Atbrīvojies no modes”.
7. Veidot vairākkārt izmantojamas un remontējamas preces.
8. Izārstēties no darbaholisma, sabalansējot darbu un atpūtu.

Jāatzīst, ka šī programma ir provokatīva un ārkārtīgi grūti realizējama, ņemot vērā pastāvošos politikas izaicinājumus un tās īstenošanas darba kārtību. Šie uzskati lielā mērā raksturojami kā spēcīgās ilgtspējas uzskati: ekonomika ir daļa no sociālās sistēmas, kas savukārt ir daļa no dabas sistēmas. Uz šādu ilgtspēju balstās ekoloģijas ekonomika.



Spēcīgās un vājās ilgtspējas būtiskākās atšķirības

	Vājā ilgtspēja	Spēcīgā ilgtspēja
Būtība	Dabas kapitāls un citi kapitāla veidi (ražotie utt.) ir lieliski aizstājami.	Dabas kapitāla aizstājamība ar citiem kapitāla veidiem ir ļoti ierobežota.
Sekas	Dažas cilvēka darbības var radīt neatgriezeniskas sekas.	Tehnoloģiskās inovācijas un naudas kompensācija par vides degradāciju. Ilgtspējības jautājums.
Uzdevums	Kopējā kapitāla vērtība ir vismaz jā saglabā vai ideālā gadījumā jā palielina nākamajai paaudzei.	Neaizvieto jomo kritiskā dabas kapitāla "krājumu" saglabāšana nākamās paaudzes labā.
Koncepts	Dabas kapitāls kritiski svarīgs.	Optimāla trūkstošo resursu sadale.

Avots: Pelenc, 2015.

2.7. attēls. Spēcīgās un vājās ilgtspējas salīdzinājums.

Lielākā daļa sabiedrības atzīst, ka ir nepieciešami pasākumi, kas mazinātu ekonomikas videi un sociālajai dimensijai nodarīto kaitējumu, tomēr „minimālā” programma daudzu acīs pārsniedz „maksimāli iespējamo” programmu. Tāpēc rodas jauns konsenss par ilgtspēju: ceļā uz to ir vienādi nozīmīgas trīs aktuālas dimensijas – vide, sociālā dimensija un ekonomika. Šāds Bruntlandes ziņojumā (Brundtland Report, 1987) minētais *vājās ilgtspējas* redzējums raksturīgs citai ekonomikas skolai – vides un resursu ekonomikai. Līdztekus kļūst skaidrs, ka tautsaimniecībām ir jāattīstās, to nosaka cilvēku vēlme dzīvot arvien labāk, bet vai tautsaimniecībām vienmēr ir jāaug, respektīvi, vai labklājība iespējama bez izaugsmes. H. Dalijs (*Herman Daly*) dod definējumu un pamatojumu stabilai ekonomikai jeb *steady state economy* – tautsaimniecībai ar stabilu patēriņu, stabiliem ievades un izvades datiem.

H. Dalija atziņas ilgtspējai (4 punkti)

1. Nepieciešams maksimizēt resursu izmantošanas efektivitāti, izvērtējot atjaunīgo resursu izmantošanu ilgtspējīgu ieguvumu izpratnē.
2. Jākontrolē resursu izmantošanas apjomi, ierobežojot bezlimita resursu izmantošanu.
3. Tehniskajam progresam jānodrošina ilgtspējīgas attīstības efektivitātes pieaugums straujāk nekā izmantošanas pieaugums.
4. Minerālresursu izmantošana jāaizvieto ar atjaunīgiem resursiem

Globālajā ekonomikā lielākā daļa ekonomiku spiesta cīnīties par izaugsmi, kas lielā mērā saistīta ar valstu fiskālo politiku. Vienlaikus H. Dalija pieeja ilgtspējas nodrošināšanai ir pieņemamāka un tiek īstenota dzīvē. Šajos 4 punktos jāņem vērā stāvokļa ekonomikas princips, ka ekonomika var būt bez izaugsmes, vienlaikus nodrošinot vienmērīgu labklājību un iedzīvotāju skaitu. Abas šīs plūsmas (kapitāla un populācijas) ir ierobežotas atbilstoši dabas resursiem, tos nepārsniedzot. Ja šie objektīvie dabas resursu noteiktie ierobežojumi ir pārsniegti, tad nepieciešams samazināt ekonomikas lielumu jeb veicināt neaugsmi (*degrowth*), līdz tiek sasniegta ilgtspējīga robeža. Primārām nozarēm šo H. Dalija 4 punktu ieviešanai ir būtiska loma.

Bioekonomika bieži tiek skatīta šaurākā nozīmē kā primārās nozares un ar tām saistīto inovāciju process. Šāds skatījums uz bioekonomiku ir daļa no ES politikas. Lauksaimniecība vienmēr Eiropā ir bijusi nozīmīga saimniekošanas nozare un arī būtiska kultūras sastāvdaļa. Vienlaikus ar katru nākamo industrializācijas vai *inovāciju ciklu* lauksaimniecības un mežsaimniecības loma ekonomikā mazinās. Šis fakts nenorāda uz lauksaimniecības un mežsaimniecības nespēju saražot produkciju, bet gan uz saražotās produkcijas pieauguma robežām. Informācijas tehnoloģiju veiktspēja pieaugusi vairakkārt 20. gadsimta laikā, bet zemes ražotspēja tā pieaugt nevar objektīvu apstākļu dēļ. Respektīvi, pievienotā vērtība inovāciju nozarēs vairakkārt pārsniedz pievienotās vērtības kāpumu

lauksaimniecībā. Ekonomikā lauksaimniecību mēdz saukt par *krītošā ienākuma (diminishing return)* nozari; robežproduktu būtiski palielināt nevar, tāpēc izaugsme saistāma ar platību ekspansiju. Tas nozīmē, ka mazām saimniecībām kļūst bagātām ir grūti, ja vien tās neuzpērk kaimiņu zemes. Tas ir viens no būtiskākajiem Eiropas lauksaimniecības tirgus protekcionisma iemesliem, kas vienlaikus rada zaudējumus gan pasaules ražotājiem, gan Eiropas iedzīvotājiem.

Lai panāktu gudru un zaļu izaugsmi, nepieciešams primāro resursu ieguvī, tai skaitā lauksaimniecību, savienot ar inovatīvām nozarēm, piemēram, informācijas tehnoloģijām vai materiālzinātnēm, rezultātā rodas produkts ar augstāku pievienoto vērtību. Tas lauksaimniecībai palīdz izkļūt no krītošā ienesīguma slazdiem, jo vairs nekonkurē pārtikas tirgū, kur pēc senas un visiem zināmas D. Rikardo starptautiskās tirdzniecības teorijas mazāk attīstītajām valstīm ir salīdzinošās priekšrocības un tās spēj saražot lauksaimniecības produktus lētāk. Būtībā tas nozīmē, ka Eiropas lauksaimnieki vairs neražos tikai pārtiku, bet gan augsti kvalitatīvu pārtiku, enerģiju, naftas produktu aizvietotājus, no degvielas līdz plastmasai, vienlaikus neradot papildu kaitējumu videi. Tas ir milzīgs izaicinājums ne vien zinātnei un lauksaimniecībai, bet arī visai Eiropas kultūrai.

Skaidrs, ka gan zinātnieki, gan politiķi liek cerības uz bioekonomiku kā nākotnes attīstības virzienu, vienlaikus spēcīga un daudzveidīga ir dažādu iesaistīto pušu diskusija par attīstības virzieniem un progresa sasniegšanas tempiem. Izvirzīto jautājumu loks: no pakāpeniskas dominējošo resursu pārejas un pieprasījuma veicināšanas ekonomikas izaugsmes saglabāšanai un stabilitātei līdz radikālai cilvēka uzvedības maiņas uzspiešanai, lai novērstu neatgriezeniskas klimata izmaiņas. Praktisks risinājums vēl nav skaidrs, jo ir atkarīgs no daudzu iesaistīto pušu viedokļu un argumentu saskaņošanas, bet pārliecinoši var apgalvot, ka bioekonomika ir nākamais cilvēces attīstības posms, kas ietver arī būtisku vērtību pārvērtēšanu.

Izsekojot bioekonomikas rašanos kā rezultātu sociālās un ekoloģiskās sistēmas mijiedarbībai, jāuzsver arī cilvēka funkcionālā skatījuma maiņa no *homo economicus* uz *homo bioeconomicus*. Spēja redzēt plašākas konsekvences cilvēka saimnieciskajai darbībai liek pārvērtēt skatījumu

no racionāla, savtīga un uz savu vajadzību orientēta uz plašāku, kas tiecas ne vien patērēt pašlaik, bet arī saglabāt nākamajām paaudzēm. Tāpat ne vien censties patērēt arvien vairāk, bet patērēt apzināti, ņemot vērā šī patēriņa ietekmi uz vidi, citu cilvēku dzīves kvalitāti, tādām vērtībām kā tradicionālā kultūra, ainava, dzīvesveids.

2.2. *Homo bioeconomicus*

Mūsdienu Rietumu sabiedrībā pārtika un citas patēriņa preces nav tikai bioloģiskas eksistences pamatnosacījums, tas ietver sarežģītu vērtējumu kopu, kas ir subjektīva, bet vienlaikus blīvi apdzīvotā sabiedrībā ietekmē sociālo uzvedību. Neoklasiskās ekonomikas kontekstā runa ir par subjektīvu derīguma vērtējumu un attiecīgu rīcību tirgū, kas savukārt ietekmē piedāvājuma pusi. Vienlaikus bieži runa nav tikai par rīcību tirgū, bet par plašākas sociālās grupas aktivitātēm. Saskaņā ar vērtību pārliecības normu teoriju (*Value belief norm theory*) altruistiska, tradicionāla atvērtība pārmaiņām rada jaunu ekoloģisko paradigmu, kas ietekmē apzinātību, radot izmaiņas personas normās, sabiedriskajā un privātajā jomā. Šīs teorijas gaismā patērētājam, piemēram, pārtika reprezentē noteiktas vērtības un piederību noteiktai grupai. Lai gan, protams, prosociālas uzvedības modeļi ir kompleksi, un tos var būtiski ietekmēt arī kontekstuāli apstākļi.

Dažreiz nav iespējams definēt vienu visbūtiskāko vērtību, kas nosaka uzvedības modeli. Tā, piemēram, vēlme patērēt mazāk gaļas produktu var tik saistīta gan ar rūpēm par vidi, gan rūpēm par personīgo veselību. Jāatzīst, ka biežāk dominē nosacīti egoistiskas rūpes par veselību (cilvēks, kas rūpējas par savu veselību, uzlabo sabiedrības kopējos veselības rādītājus). Patērētāju prosociāla uzvedība, piedaloties brīvprātīgajā darbā, līdzdarbojoties, ziedojot vai izvēloties produktus ar kādu sociālo labumu, kļūst arvien populārāka. Vienlaikus tas var radīt prosociālo un konvencionālo produktu pircēju pretnostatīšanu. Pētījumu rezultāti, kas apliecina, ka bioloģiskās pārtikas lietotāji ir vairāk prosociāli motivēti, nav viennozīmīgi. Tā pētījumā konstatēts, ka bioloģiskās pārtikas lietotāji ir mazāk gatavi iesaistīties nepazīstamu trūkumcietēju atbalstīšanā, kā arī morālos vērtējumos viņi ir būtiski bargāki. Tas var būt saistāms ar to, ka

Prosociāla uzvedība – rīcība, kas ir motivēta ar altruistiskiem motīviem, tādiem kā palīdzēt, saglabāt, mierināt kādu citu.

Prosociālas vērtības – tādas vērtības kā dabas saglabāšana, rūpes par klimatu, rūpes par nacionālajām tradīcijām utt.

atsevišķos gadījumos specifiska produktu izvēle, kā, piemēram, bioloģiskā pārtika, balstās cilvēku vēlmē iekļauties kādā grupā (kaut vai būt luksusa vai modes preču lietotājam), bez vides vai citiem prosociāliem motīviem. Vai arī patērētāja uzvedību nosaka tikai rūpes par dabu, bet cilvēks ir kaitējuma dabai cēlonis, tātad pelnījis kritisku attieksmi. Lai vai kā, skaidrs, ka vācu filozofa Ludviga Feuerbaha (*Ludwig Feuerbach*) slavenais teiciens no esejas “Par garīgumu un materiālismu” (*“Concerning Spiritualism and Materialism”*) (1863) “Tu esi tas, ko tu ēd!” iegūst plašāku skatījumu. Ne vien pārtika ietekmē mūsu garastāvokli, bet pārtiku izvēlamies atbilstoši garastāvoklim un dzīves redzējumam.

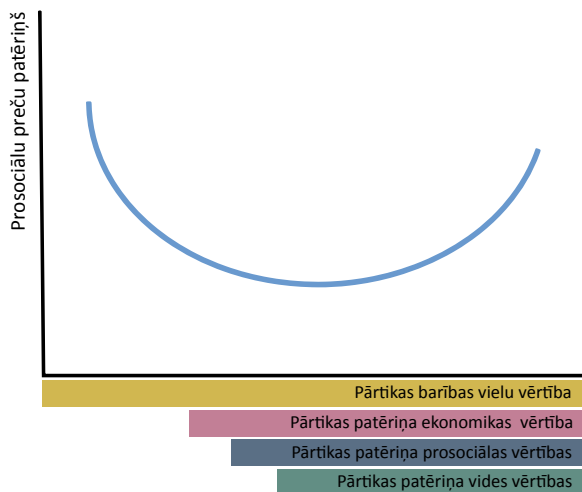
Ekonomikas teorijā ir nostiprinājies uzskats par mazvērtīgām precēm, kas tiek definētas kā preces, kuru patēriņš samazinās, palielinoties pircēja ienākumiem. Būtībā runa ir par precēm, ar kurām relatīvi viegli (lēti) var nodrošināt izdzīvošanai būtisku vajadzību apmierināšanu. Šajā gadījumā preces derīgums ir relatīvi augsts, tāpat kā elasticitāte attiecībā pret ienākumiem. Pieaugot ienākumiem, pircējs gatavs ātri mainīt iepriekšējos pirkšanas paradumus par labu precēm ar augstāku derīgumu. Tradicionāli tiek uzskatīts, ka pārtika kopumā ir ar neelastīgu pieprasījumu, kas izskaidrojams ar tās nozīmīgumu mājsaimniecības patēriņā, vienlaikus ārkārtīgi liels piedāvājums pārtikas tirgū spiež patērētāju izdarīt izvēli par labu kādai konkrētai precei. Būtisks ir jautājums par patērētāja izvēles kritērijiem, kādi kritēriji – ekonomiskie, sociālie un vides kritēriji – atradīs vietu patērētāja izvēlēto preču derīguma novērtējumā.

Mazvērtīgām precēm ir raksturīgi, ka tās ir relatīvi vienkāršas, bieži vietējās izcelsmes preces, kas nepieciešamas, lai apmierinātu tā sauktās pamatvajadzības – attiecībā uz pārtiku dod barības vielas organisma dzīvības nodrošināšanai. Šādu vietējās izcelsmes preču raksturs ir pamatojams ar relatīvi zemu cenu, kas nodrošina pret augstu konkurenci. No

otras puses, arī pats preču raksturs var būt par iemeslu tam, ka parasti nepārstrādāta pārtika ir vietējās izcelsmes. Var diezgan ticami pieņemt, ka:

- a) vietējās izcelsmes preces ir svaigākas, jo īsāks ir transportēšanas ceļš;
- b) produktu sastāvdaļas ir raksturīgas vietējai, klienta akceptētai virtuvei;
- c) ir augstāka pārliecība par produktu izcelsmi, to ražošanas un ieguves tehnoloģijām;
- d) ir emocionāla sasaiste ar nacionālo produktu, kā “savējo” iepretī “no ārpuses” nākošajam.

Var redzēt zināmu pretrunu: lai gan mazvērtīgas preces ir ar neelastīgu pieprasījumu, tās tomēr var saturēt noteiktu vērtējumu, kas palielina preču derīgumu, līdz ar to palielinot to elasticitāti, un tas var nozīmēt, ka vietējās izcelsmes produktiem ir augstāka cena nekā no ārvalstīm importētajiem. Vismaz Latvijā augstu novērtējam vietējos produktus, kuriem bieži arī cena ir augstāka. Var izvirzīt hipotēzi, ka, sabiedrībai attīstoties, tā vairāk patērēs prosociālu vērtību produktus, vienlaikus saglabājot interesi par salīdzinoši vienkāršiem, nepārstrādātiem un zināmas izcelsmes produktiem.



Avots: Naglis-Liepa u. c. 2022

2.8. attēls. Prosociāls patēriņš un vērtības.

Palielinot pārtikas produktu kvalitāti, kas ietver arī pārstrādes veidus, neizbēgami pieaug cena, un tas ir būtisks nosacījums importētas produkcijas konkurētspējai. Tā būtiski palielina konkurenci, piedāvājot daudzveidīgus produktus ar relatīvi augstu kvalitāti, turklāt piedāvājot samērā daudzas papildu vērtības, piemēram, tādās kā klimata pārmaiņu mazināšana, godīgās tirdzniecības shēmas, ilgtspējas sertifikāti. Šajā segmenta daļā bieži vietējās izcelsmes produkti zaudē savu nozīmi, samazinās to elasticiāte, un patērētāji samērā viegli izvēlas produktus, nepiešķirot būtisku nozīmi produkta izcelsmei. Vienlaikus šī ir nozīmīgākā pārtikas tirgus daļa, kas nodrošina vairākumu no ikdienas pārtikas produktu groza. Svarīga ir vietējo produktu “izdzīvošana nākotnē” un patērētāju lēmumi, kas iespaido viņu izvēli par labu vietējai produkcijai. Šajā kontekstā var runāt arī par dažādiem ekspektāciju modeļiem un iespējām pēc produkta izmantošanas salīdzināt viņu cerības ar faktisko piedāvājumu. Ja tas ir pat labāks par cerēto vai cerētais, tad klients atgriezīsies un produktu iegādāsies atkal, bet, ja cerētais nepiepildās, tad pircējs meklēs alternatīvu produktu.

2.3. Uzvedību ietekmējošie faktori

Vērtību aktuālitate mainās dažādu faktoru ietekmē. Iepriekš jau tika minēts par ienākumu elasticitātes ietekmi uz derīguma novērtēšanu. Neoklasiskā ekonomika vienlaikus nespēj atbildēt uz lielu daļu ekonomikas subjektu rīcību, ko nosaka šķietami “neloģiski” lēmumi. Viens no izskaidrojumiem būtu apzināties, ka patērētājs nav loģisku lēmumu pieņemšanas mašīna. Pamatojums tam ir apziņa, ka cilvēka rīcību nosaka evolucionāri faktori. Cilvēks ir bioloģiska būtne, kas primāri vērtē iespējas nodot savu ģenētisko informāciju tālāk, pateicoties bērniem. Viena no vispopulārākajām idejām par šīs funkcijas dominanci cilvēka uzvedībā ir Ričarda Daukina (*Richard Dawkin*) ideja par “savtīgo gēnu” (*Selfish Gene*) – cilvēka rīcības motīvu nosaka konkurence, dabiskā atlase un atbilstošāko, izdzīvošanai būtisko, gēnu replicēšanās sekotājos. No vienas puses, šāds skatījums saskan ar klasiskajiem ekonomikas pamatapostulātiem par ekonomisko cilvēku, *Homo economicus*. No otras puses, racionāli pamatota uzvedība ir rūpēties par bērniem vairāk nekā

par savu personīgo eksistenci. Šī šķietami altruistiskā uzvedība būtībā balstās racionālā uzvedībā un atbilst derīguma maksimizācijas mērķim.

Loģiski būtu pieņemt, ka cilvēki ar bērniem atšķirīgi novērtē derīgumu, vērtējot plašāk. Bērni kā lēmumu ietekmētāji nebūt nav vienādi iedarbīgi ne uz vecākiem, ne attiecībā uz pirkšanas lomu. Interesanti, ka bērnu vecumam ir nozīme, piemēram, kādā pētījumā parādās statistiski nozīmīgas atšķirības bioloģiskās zivs patēriņā tieši ģimenēm ar bērniem līdz piecu gadu vecumam. Var pieņemt, ka vecāki īpaši rūpējas par saviem bērniem, cenšoties nodrošināt viņiem maksimāli labāko atkarībā no izpratnes un iespējām. Vienlaikus bērni ir ne tikai pasīvs patēriņa lēmumu ietekmējošais faktors, bet viņi samērā agri paši sāk patērēt dažādus informācijas kanālus, kas ietekmē viņu lomu pirkšanas procesā. Bērni var būtiski ietekmēt vecāku izvēli. Vienlaikus jāņem vērā ne vien bērna esamība, bet arī citi faktori, tādi kā vecāku demogrāfijas raksturojums (ģimenes tips, mātes nodarbinātības statuss), socioekonomiskais statuss, ģimenes komunikācijas īpatnības, bērnu demogrāfija (bērnu vecums, bērnu skaits, dzimums), produkta veids.

Ierobežotā racionalitāte izskaidro preču pirkšanu kā kognitīvi emocionālu procesu, kas nenodrošina racionālu preču izvēli. Tātad, lai gūtu maksimālo labumu no pārtikas patēriņa, nepieciešama apzināta esošās situācijas analīze un iepriekšdefinēto vērtību apzināta īstenošana, kas būtībā ir sava veida derīguma maksimizācijas funkcija. No vienas puses, būtiski samazināt D. Kanemana terminoloģijā 1. sistēmas (automātiskās, ātrās, bez apzinātas kontroles) darbību, veicinot 2. sistēmas darbību, kas ir saistīta ar lielāku kognitīvo piepūli, koncentrēšanos. No otras puses, apzināta pirkšana ir tikai instruments, kas nesatur vērtēšanas vai lēmuma pieņemšanas atribūtus. Pirms tās līdzīgi kā iepriekš apskatītajā vērtību pārliecības normu teorijā (*Value belief norm theory*) ir nepieciešams izvēlēties vērtības, vai tās būtu hedoniskas, vai altruistiskas. Iespējams izmantot ne vien atsevišķas vērtības, bet arī veselas vērtību sistēmas, kā reliģijas vai sekulāras filozofiskas sistēmas.

Pieaug kustība par labu apzinātam patēriņam (*Conscious consumption*), kas paredz palielināt apzinātību pirkšanas lēmumu procesā, ņemot

Apzināts patēriņš – apzināts pirkšanas lēmuma process, novērtējot un ņemot vērā plašāku produkta patēriņa ētisko vai ekoloģisko ietekmi.

vērā patērētāja veselības, vides un sociālos vērtību aspektus. Būtisks nosacījums apzinātai lēmumu pieņemšanai ir atbilstošas informācijas pieejamība. Paralēli citiem ar pārtiku saistītiem aspektiem mūsdienās aizvien aktuālākas kļūst arī zināšanas par veselīgu, ētisku un resursu ietilpīgu pārtikas patēriņu.

Saistībā ar pārtiku būtiskākie informācijas nesēji ir markējumi. ES nosaka informācijas saturu un apjomu, kas jānorāda uz preču iepakojuma. Lielākā daļa pārtikas ražotāju gan neaprobežojas ar šo informāciju, apzinoties, ka tas ir būtisks komunikācijas līdzeklis ar patērētāju. Sociālo mediju komunikācija ar sabiedrību ir šodienas norma, blogeri un dažādu emuāru veidotāji ik dienas publicē ziņas par produktiem, to izcelsmi, ražošanas procesu, par to, kas ir un kas nav drošs. Sabiedrība šo informāciju patērē, ne vienmēr kritiski izvērtējot viedokļus, faktus un atšķirot patiesu informāciju no izdomājumiem. Atsevišķos gadījumos patērētāji gan izvēlas nezināt informāciju, kas netieši norāda uz iekārotās pārtikas lietošanas negatīvajiem efektiem (kaloriju skaits saldumiem, kancerogēnās vielas u. c.). Tomēr nenoliedzami informācijas pieejamība ietekmē pircēju iespējas uzlabot savu labklājību, lai gan atsevišķos gadījumos patērētājam pietrūkst vēlmes, iespēju, laika, lai iegūto informāciju, piemēram, par specifisku ķīmisku pārtikas piedevu ietekmi, analizētu.

Izmantotā literatūra un avoti

1. Bar-On Y., Milo R., Phillips R. (2018) The biomass distribution on Earth. *Proceedings of National Academy of Science*, 115 (25). DOI: 10.1073/pnas.1711842115
2. Daly H. E. (1993) *Steady-State Economics: A New Paradigm*. Vol. 24, No. 4, *Papers from the Commonwealth Center for Literary and Cultural Change*, pp. 811–816.
3. Dawkins R. (1976). *The Selfish Gene*. Oxford University Press, New York, pp. 496.
4. Crosby A. W. W. (2004) *Ecological Imperialism the Biological Expansion of Europe, 900–1900*. 2nd Edition. Cambridge University Press, pp. 403.
5. Eskine K. J. (2013) Wholesome Foods and Wholesome Morals? Organic Foods Reduce Prosocial Behavior and Harshen Moral Judgments. *Social Psychological and*

Personality Science, 4 (2). Doi: 10.1177/1948550612447114.

6. Georgescu-Roegen N. (1986) The entropy law and the economic process in retrospect. *Eastern Economic Journal*, 12 (1), pp. 3–25. JSTOR: 40357380.
7. Harari N. J. (2018) Sapiens. Cilvēces isā vēsture. Zoltnera izdevniecība. 319 lpp.
8. Kānemans D. (2012) Domā ātri, domā lēnām. Jumava. 550 lpp.
9. Maslin M. (2021) How to Save Our Planet. The Facts. Published: Penguin Life, pp.256.
10. Meadows D. H., Randers J., Meadows D. L. (1972) The Limits to Growth. The Future of Nature: Documents of Global Change, edited by Libby Robin, Sverker Sörlin and Paul Warde, New Haven: Yale University Press, reprinted 2013, pp. 101–116. <https://doi.org/10.12987/9780300188479-012>
11. Naglis-Liepa K., Paula L., Janmere L., Kaufmane, D., Proskina L. (2022) Local Food Development Perspectives in Latvia: A Value-Oriented View. *Sustainability*, 14, 2589. <https://doi.org/10.3390/su14052589>
12. Pelenc J., Deduerware T. (2015) Weak Sustainability versus Strong Sustainability. <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.3265.2009>
13. Peter A. (2003) Croning Nature's Magic: Synergy in Evolution and the Fate of Humankind. Cambridge University press. pp 468.
14. Smil V. (2003) Agricultural revolution: Asia, Africa, and the Americas. In: Oxford Encyclopedia of Economic History, Joel Mokyr, ed., Oxford University Press, New York, vol. 1, pp. 46–49.
15. Stern P.C., Dietz T., Abel T.D., Guagnano G., Kalof L. (1999) A Value-Belief-Norm Theory of Support for Social Movements: The Case of Environmentalism. Huxley College on the Peninsulas Publications. https://cedar.wvu.edu/hcop_facpubs/1
16. Sullivan A., Perry G. (2017) Human behaviour as a long-term ecological driver of non-human evolution, *Nature Ecology & Evolution*. Doi: 10.1038/s41559-016-0065.
17. Sullivan A., Bird D., Perry G. (2017) Human behaviour as a long-term ecological driver of non-human evolution. *Nat Ecol Evol* 1, 0065. <https://doi.org/10.1038/s41559-016-0065>
18. Tversky A., Kahneman D. (1991) Loss Aversion in Riskless Choice: Reference-Dependent Model. *The Quarterly Journal of Economics*, 106. 4 pp. 1039–1061. <https://doi.org/10.2307/2937956>

3.

RESURSU TAKSONOMIJA UN IZMANTOŠANA BIOEKONOMIKĀ

Autors: Arnis Lēnerts

Globāli nenovēršamā paradigmas maiņa resursu izmantošanā ir novedusi pie situācijas, ka katrai valstij ir jāapzinās, kādi ir tās teritorijā pieejamie resursu veidi un kā tos visefektīvāk izmantot. Sociāli ekonomiskās atšķirības starp dažādām valstīm ir pastāvējušas gan senā pagātnē, gan turpina pastāvēt mūsdienās. Tomēr ir nepieciešams katras valsts ekonomikas attīstību nodrošināt, izvērtējot tās rīcībā esošos pieejamos resursus, un atrast ekonomiski pamatotu un iedzīvotāju dzīves kvalitāti paaugstinošu šo resursu izmantošanas veidu. Ekonomisko attīstību Latvijā veicinās tautsaimniecības modeļa pārorientācija no fosilajiem uz atjaunīgajiem resursiem, jo Latvijas valsts salīdzinošās priekšrocības ir izmantot tās teritorijā pieejamos dabas atjaunīgos resursus bioekonomikas sektoru prioritārajai ekonomiskajai izaugsmei. Veiksmīgai bioekonomikas sektoru attīstībai ir nepieciešams skaidri apzināt un uzskaitīt šiem sektoriem pieejamos un izmantojamus resursus.

Resursu izmantošana bioekonomikā ir saistīta ar dabas atjaunīgo bioloģisko resursu (augšnes, augu, dzīvnieku, mikroorganismu, tādu kā mikroalģes) un bioloģisko procesu (biotehnoloģiju, bioķīmijas, bioinženierijas) izmantošanu, lai ražotu preces un pakalpojumus dažādās ekonomikas nozarēs, vienlaikus risinot ar klimata pārmaiņām, nodrošinātību ar pārtiku, enerģētisko neatkarību un vides aizsardzību saistītās problēmas.

Ir dažādi veidi, kā klasificēt un iedalīt bioekonomikas sektoros izmantotos resursus un pielietotos bioloģiskos procesus. Biežāk izmantotā pieeja valsts teritorijā pieejamo resursu apzināšanai un klasificēšanai ir –

izmantojot resursu taksonomiju. Resursu taksonomija ir sistēma, kas klasificē un sagrupē resursus pēc to izcelsmes, veida, kvalitatīvajiem rādītājiem (piemēra, eļļa un cietes saturs vai mehāniskā izturība), ilgtspējas (ražošanas procesa ietekme uz dabas vidi) un pielietotā bioloģiskā pārstrādes procesa.

Izmantojot šādu taksonomijas pieeju, bioloģiskie resursi un bioloģiskie procesi tiek sagrupēti 4 kategorijās.

➤ **Biomasa**

Biomasa ir bioloģiski pārveidojams materiāls (bioresurs) lauksaimniecības, mežsaimniecības, zivsaimniecības un ar tām saistīto nozaru produktos, atkritumos un atliekās (tostarp augu un dzīvnieku izcelsmes materiāls), kā arī bioloģiski pārveidojama frakcija rūpniecības un sadzīves atkritumos (Kalniņš, 2005). Biomasa ir bioloģiskie materiāli (bioresursi), kurus var izmantot kā izejvielu bioekonomikas pārstrādes sektors. Biomasa ir: augi, dzīvnieki, aļģes, mikroorganismi, dzīvnieku atkritumi, bioloģiskie atkritumi, lauksaimniecības un mežsaimniecības atliekas. Biomases veidi apkopoti 3.1. attēlā.



Avots: autora konstrukcija, izmantojot www.vectormine.com

3.1. attēls. **Biomases veidi.**

➤ **Biomasa pārstādes tehnoloģijas**

Biomasa pārstādes tehnoloģijas ir fizikāli, ķīmiski, bioloģiski vai termoķīmiski procesi, kas var pārvērst biomasu starpproduktos vai galaproduktos. Biomasa pārstādē izmanto fermentāciju, hidrolīzi, gazifikāciju, pirolīzi, ekstrakciju un biokatalīzi.

➤ **Starpprodukti**

Starpprodukti ir biomasa produkti, vielas, ko iegūst, pārveidojot biomasu, un kuras var tālāk pārstādāt galaproduktos. Šādi starpprodukti ir cukuri, cietes, eļļas, tauki, olbaltumvielas, lignīns, celuloze, hemiceluloze, biogāze, sintēzes gāze, bioeļļa un bioogle.

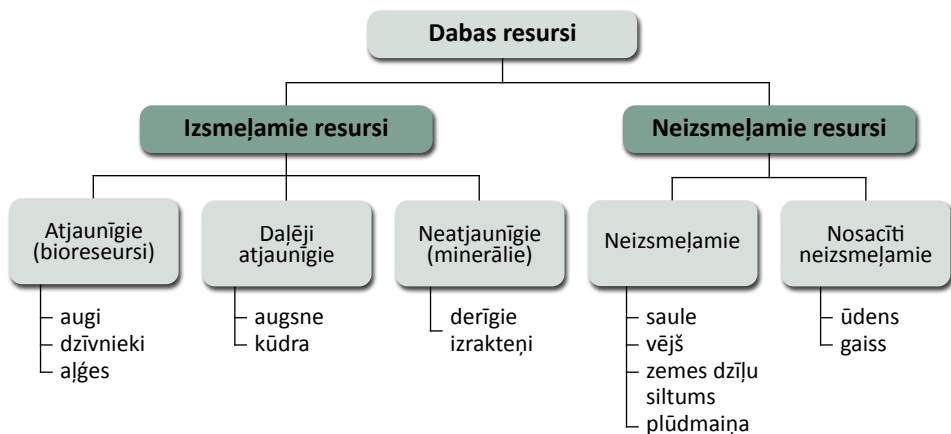
➤ **Galaprodukti**

Galaprodukti ir preces un pakalpojumi, kas iegūti no starpproduktiem un ko var izmantot galapatēriņa mērķiem. Galaprodukti ir pārtika, lopbarība, biodeģviela, bioplastmasa, biokompozīti, biopolimēri, bioķīmiskās vielas, biofarmaceutiskie produkti un citi bioloģiskās izcelsmes produkti. Tos grupē atbilstoši saimnieciskās darbības nozarei, kura galaproduktus ražo, izmantojot NACE 2 kodu klasifikāciju (NACE klasifikators).

3.1. Biomasa

Biomasa ieguvē izšķiroša nozīme ir dabas resursiem. Latvijas valsts teritorijas novietojums ir atbilstošs biomasa ražošanai, jo ir visi priekšnoteikumi fotosintēzes procesu labvēlīgai norisei, kas ir pamats biomasa atjaunošanās un pieauguma procesam. Būtībā var apgalvot, ka biomasa veidošanās process tieši un arī netieši nodrošina dzīvības iespējamību uz planētas Zeme. Fotosintēzes procesa laikā veidojoties biomasai, tiek absorbēts atmosfērā esošais oglekļa dioksīds (CO_2), un mikroorganismi, izmantojot ūdeni augu zaļajās lapās, veic ķīmisko sintēzi; absorbētā saules enerģija tiek pārveidota ķīmiskajā enerģijā, noglabājot atmosfērā esošo oglekli (C) auga biomasā un vienlaikus atmosfērā izdalot skābekli (O_2). Dzīvības nodrošināšanas tiešais produkts ir skābeklis, bet netiešais – uzkrātā enerģija biomasas veidā. Praktiskajos pētījumos (Radmer, Kok, 1977) ir konstatēts, ka fotosintēzes procesa

efektivitāte atsevišķiem augiem var sasniegt 12 %, kas norāda uz līdz šim neizmantotajām iespējām. Fotosintēzes procesa norisei kritiski svarīga ir pieeja izmantojamam dabas resursam – zeme. Zemei ir jānodrošina augiem labvēlīgi augšanas apstākļi. Kopējā dabas resursu klasifikācija pēc to veida (izsmeļamie, neizsmeļamie resursi) atspoguļota 3.2. attēlā.



Avots: autora konstrukcija.

3.2. attēls. Dabas resursu klasifikācija.

Zemes kā dabas resursa iedalījums ir atkarīgs no zemes izmantošanas veida. Zemes klasifikāciju pēc izmantošanas veida saista ar primāro nozari, kura izmanto zemes resursus primāro produktu ražošanai. Galvenās primāros produktus (biorekursus) ražojošās nozares Latvijā, kuras izmanto zemi kā dabas resursu, ir mežsaimniecība un lauksaimniecība. Savukārt zivsaimniecība produktu ražošanai izmanto Latvijas teritorijā pieejamos ezeru, upju un dīķu ūdens resursus, kā arī atklātos jūras ūdens resursus. Kā atsevišķa zivsaimniecības apakšnozare ir akvakultūra, kur produkciju iegūst slēgtos ūdens baseinos.

Zemes izmantošanas klasifikācija ir noteikta saskaņā ar Latvijā pieņemtajiem normatīvajiem aktiem. Apkopojot Valsts zemes dienesta (VZD) datus un grupējot tos pēc zemes izmantošanas veida, ir konstatējamas būtiskas kvantitatīvo rādītāju izmaiņas dažādās zemes

izmantošanas grupās. Uzskatāmības labad, lai raksturotu kvantitatīvo rādītāju izmaiņu dinamisko raksturu, dati ir apkopoti, sākot no 1935. gada, un atspoguļoti 3.1. tabulā.

3.1. tabula

Zemes izmantošana Latvijā 1935.–2022. gadā, tūkst. ha

Gads	Zemes platība, tūkst. ha	Meža zeme		Lauksaimniecības zeme		Pārējā zeme tūkst. ha
		tūkst. ha	% no platības	tūkst. ha	% no platības	
1935	6579,0	1742,0	26,5	3679,0	55,9	1158,0
1950	6457,3	1964,1	30,4	3352,3	51,9	1140,9
1970	6458,9	2561,7	39,7	2907,8	45,0	989,4
1990	6458,9	2803,2	43,4	2567,0	39,7	1088,7
2010	6458,9	2955,0	45,8	2430,0	37,6	1074,0
2015	6448,6	3347,4	51,8	2350,8	36,4	760,7
2022	6448,7	3439,2	53,3	2271,7	35,2	737,8
Bāzes izmaiņas, %	-1,9	+92,2	+25,3	-36,1	- 19,5	-47,8

Avots: autora konstrukcija pēc VZD un CSP, 2023.

Datu analīze parāda meža zemes platību palielināšanās tendenci un prognozēto mežsaimniecības nozares saražotās biomasas pieaugumu. To nodrošina, no vienas puses, – lauksaimniecības nozarē pastāvošās problēmas (zemes īpašumtiesību maiņa, saimniecību sadrumstalotība, nelabvēlīgā tirgus situācija), no otras puses, – meža nozares straujā attīstība. Būtiska loma ir tam, ka pieaug pieprasījums pēc mežsaimniecības bioresursiem, kurus izmanto enerģijas ražošanai Latvijā un pasaulē, kā arī klimata izmaiņu mazināšanas politikai. Lauksaimniecības zemes platības analizētajā laika periodā turpina samazināties, un pēc statistikas datiem 2022. gadā tikai 1970,4 tūkst. ha tiek izmantoti lauksaimniecības produkcijas ražošanai. Nepilni 14 % no pieejamā zemju resursa lauksaimniecībā netiek izmantoti, jo ir aizauguši vai nekopti. Konkurenci šāda situācija neveicina, jo tā varētu būt pamats neefektīvas zemes izmantošanas problēmai Latvijā. Zemes politikas attīstības scenāriji paredz, ka tuvākajās desmitgadēs augs pieprasījums pēc lauksaimniecībā

izmantojamās zemes, un to nosaka pieaugošais pieprasījums pēc pārtikas produktiem (Zemes politikas..., 2008).

Precīzai mežsaimniecības primārajā nozarē ražoto produktu uzskaitēi saskaņā ar Latvijā spēkā esošajiem normatīvajiem aktiem tiek veikts ikgadējs statistisko datu apkopojums par meža zemēs augošo koku sugu platību izmaiņām (3.2. tabula). Tiek apkopota informācija par iegūtās koksnes biomasas kvantitatīvajiem, kvalitatīvajiem un ilgtspējas rādītājiem, kā arī citiem mežsaimniecību raksturojošiem rādītājiem.

3.2. tabula

Meža platība pēc valdošajām koku sugām Latvijā 2010.–2022. gadā, tūkst. ha

Gads	Koku sugas platība, tūkst. ha								
	Priede	Egle	Bērzs	Meln- alksnis	Balt- alksnis	Apse	Ozols	Osis	Cita koku suga
2010	895,9	556,5	888,2	162,6	316,0	248,4	21,3	25,3	64,2
2011	888,4	564,9	882,8	165,3	311,0	255,5	20,9	23,2	64,7
2012	883,3	562,2	891,9	170,4	310,4	251,1	20,0	22,4	64,6
2013	874,7	570,3	893,0	175,3	309,0	257,5	20,6	20,4	63,0
2014	869,8	571,6	895,7	180,5	313,1	257,0	20,2	17,6	63,4
2015	865,3	577,1	893,1	182,9	315,0	262,1	20,6	18,5	63,6
2016	863,5	581,9	885,0	184,6	319,8	267,6	19,9	17,7	65,9
2017	860,3	592,8	887,8	187,3	329,9	266,1	21,1	16,8	63,6
2018	857,0	597,3	887,6	191,6	328,8	267,5	21,8	16,8	62,1
2019	850,5	605,7	888,4	193,1	330,4	266,4	22,8	15,3	60,7
2020	844,3	617,4	886,4	197,0	332,5	262,9	23,1	13,2	64,4
2021	841,4	623,3	889,5	202,1	325,5	257,8	24,5	11,3	64,4
2022	838,2	628,7	881,3	205,9	323,3	262,8	22,8	9,6	65,6
Izmaiņas, %	-6,44	+12,97	-0,78	+26,63	+2,31	+5,80	+7,04	-62,06	+2,18

Avots: autora konstrukcija pēc CSP, 2023.

Sekojošā meža biomasas tirgus pieprasījuma izmaiņām, Latvijā ir novērojamas koku sugu platības struktūras izmaiņas. Analizētajā laika periodā lielāko pieaugumu veido melnalkšņa stādījumi (+26,63 %), kas saistīts ar šīs koku sugas īsāku ražošanas ciklu. Savukārt lielākais samazinājums novērojams oša platībām (-62,06 %). Ņemot vērā koksnes biomasas ieguves garo ciklu (atsevišķos gadījumos vairāk nekā 100 gadi), ir sarežģīti prognozēt nākotnes mežsaimniecības biomasas pieprasījumu. Izvēloties zemes izmantošanu konkrētu sugu audzēšanai, jāņem vērā koksnes biomasā uzkrātā kvalitatīvā vērtība ar iespējamo nākotnes pielietojumu. Galvenie biomasas kvalitatīvos kritērijus raksturojošie rādītāji bioķīmisko starpproduktu ieguvei apkopoti 3.3. tabulā.

3.3. tabula

Biomasas resursu kvalitatīvie klasifikācijas kritēriji

Biomasas veids	Primārā nozare	Biomasas ķīmiskais sastāvs (ķīmiskā formula)
Augi	Mežsaimniecība	Cukuri (glikoze, $C_6H_{12}O_6$)
Dzīvnieki	Lauksaimniecība	Ciete ($C_6H_{10}O_5$) $_n$
Mikroorganismi	Zivsaimniecība	Celuloze ($C_6H_{10}O_5$) $_n$
	Akvakultūra	Hemicelulozes (ksiloze, $C_5H_{10}O_5$)
	Aļģes un mikroorganismi	Lignīns (kumarilspirts, $C_9H_{10}O_2$; koniferilspirts, $C_{10}H_{12}O_3$; sinapilspirts, $C_{11}H_{14}O_4$)
	Bioatkritumi	Eļļas (triglicerīdi, oleīnskābe, $C_{18}H_{34}O_2$)
		Olbaltumvielas (aminoskābes, alanīns, $C_3H_7NO_2$)

Avots: autora konstrukcija pēc Zorb, Lewandowski, 2018.

Biomasas ieguvei lauksaimniecībā grupē atkarībā no augu biomasas ražošanas cikla garuma. Statistiski tiek izdalīti ilggadīgie stādījumi, kas ietver daudzgadīgos augus, pļavas un ganības, kā arī aramzeme, kurā augu sēklas biomasas ieguvei tiek iestrādātas katru gadu no jauna. Ilggadīgie stādījumi un aramzemē sētie laukaugi ir lauksaimnieciskās izcelsmes augu biomasas avoti, savukārt pļavas un ganības galvenokārt izmanto kā lopbarības bāzi dzīvnieku biomasas ieguvei.

Lauksaimniecības zemes resursu izmantošanas kvantitatīvo rādītāju izmaiņas Latvijā no 1990. gada līdz 2022. gadam pēc izmantošanas veida apkopotas 3.4. tabulā.

**Lauksaimniecības zemes izmantošanas veidi Latvijā
1990.–2022. gadā, tūkst. ha**

Gads	LIZ tūkst. ha	Izmantota LIZ		Aramzeme		Ilggadīgie stādījumi		Pļavas, ganības		Neizmantota LIZ	
		tūkst. ha	%	tūkst. ha	%	tūkst. ha	%	tūkst. ha	%	tūkst. ha	%
1990	2567,0	2534,0	98,7	1656,0	65,4	35,9	1,4	847,7	33,5	33	1,3
1995	2501,3	1832,1	73,2	1002,3	54,7	19,3	1,1	800,5	43,6	669,2	26,8
2000	2484,9	1587,2	63,9	969,9	61,1	11,5	0,5	605,7	38,2	897,7	36,1
2005	2474,4	1733,7	70,0	1091,8	62,9	12,8	0,7	628,9	36,2	740,7	30,0
2010	2430,0	1815,5	74,7	1173,4	64,6	6,8	0,4	625,2	34,4	614,5	25,3
2015	2350,8	1884,8	80,2	1229,8	65,2	6,7	0,3	648,3	34,4	466,0	19,8
2022	2271,7	1970,4	86,7	1356,7	68,9	10,3	0,5	603,4	30,6	301,3	13,3
Bāzes izmaiņas, %	-1.5	-22.2	-	-18	-	-71.3	-	-28.8	-	+913	-

Avots: autora konstrukcija pēc CSP, 2023.

Kopējā rādītāju dinamikas rindu analīze norāda uz lauksaimniecības zemes izmantošanas samazināšanos, jo visos ar izmantošanu saistītajos rādītājos ir negatīvs bāzes pieaugums. Tomēr, veicot izmantotās LIZ rādītāju ķēdes pieauguma tempa analīzi, ir novērojams, ka no 2005. gada palielinās lauksaimniecībā izmantotā zemes platība. Ir novērojams pieaugums aramzemes, pļavu un ganību izmantošanas grupā, bet turpina samazināties lauksaimniecības zemju platība ilggadīgo stādījumu izmantošanai. Šo izmaiņu rezultātā ir novērojama neizmantotās lauksaimniecības zemes platību samazināšanās, tomēr joprojām 2022. gadā 301 tūkst. ha LIZ netika izmantoti. LIZ izmantošanas kvantitatīvo rādītāju uzlabošanos ir veicinājuši objektīvi faktori:

- kopš 2010. gada 13. jūlija ir spēkā LR MK noteikumi Nr. 635 „Kārtība, kādā apseko un nosaka neapstrādātās lauksaimniecībā izmantojamās zemes platību, un sniedz informāciju par to” (Kārtība, kādā..., 2010).

Tie nosaka, ka Lauku atbalsta dienestam (LAD) ir jāapseko un jāuzskaita

lauksaimniecībā izmantojamās zemes izmantošana. LAD veiktās apsekošanas rezultātā pašvaldības var piemērot augstāku nekustamā īpašuma nodokļa likmi par neapstrādāto lauksaimniecības zemi tās īpašniekam.

- No 2015. gada 10. marta LR MK noteikumos Nr. 126 „Tiešo maksājumu piešķiršanas kārtība lauksaimniekiem” ir veiktas izmaiņas atbalsta piešķiršanā par platībām lauksaimniecības zemju īpašniekiem no Eiropas Lauksaimniecības garantiju fonda (ELGF). Ir noteikti ierobežojumi vienotā platību maksājuma (VPM) saņemšanai par lauksaimniecībā izmantoto zemi, ja netiek izpildīti ar ražošanu saistītie nosacījumi par zemes izmantošanu (Tiešo maksājumu..., 2015).

Lauksaimniecībā iegūtās biomasas kvantitatīvos, kvalitatīvos un ilgtspējas rādītājus raksturo aramzemē sēto laukaugu veids. Statistiski apkopotā informācija par galvenajiem aramzemē sētajiem laukaugu veidiem ietverta 3.5. tabulā.

3.5. tabula

Galveno laukaugu platības Latvijā 1990.–2022. gadā, tūkst. ha

Gads	Izmantota LIZ		Sējumu kopplatība		Graudaugi		Rapši		Kartupeļi		Dārzeni		Lini
	tūkst. ha	Δ kāde	tūkst. ha	%	tūkst. ha	%	tūkst. ha	%	tūkst. ha	%	tūkst. ha	%	
1990	2534,0	0	1627,0	64,2	675,4	26,7	1,9	0	80,3	3,2	10,8	11,9	
1995	1832,1	-27.7	930,2	50,8	408,4	22,3	1,1	0,1	75,3	4,1	17,5	1,4	
2000	1587,2	-13.4	881,1	55,5	420,0	26,5	6,9	0,4	51,3	3,2	9,7	1,9	
2005	1733,7	+9.2	999,6	57,7	468,9	26,5	71,4	4,1	45,1	2,6	12,9	2,4	
2010	1815,5	+4.7	1102,7	60,7	541,5	29,8	110,6	6,1	30,1	1,7	8,1	1,1	
2015	1884,8	+3.8	1168,8	62,0	672,4	35,7	89,0	4,7	24,8	1,3	8,1	0,2	
2022	1970,4	+4,5	1302,4	66,1	780,1	39,6	160,3	8,1	14,9	0,8	6,5	0,2	
Bāzes izmaiņas, %	-22.2	-	-19.9	-	+15,5	-	+8336	-	-81.4	-	-40	-98	

Avots: autora konstrukcija pēc CSP, 2023.

Laika periodā no 1990. gada līdz 2022. gadam LIZ izmantošanā ir vērojamas strukturālas izmaiņas: 1) 2022. gadā graudaugi aizņēma 39,6 % no kopējās izmantotās lauksaimniecības zemes platības. Lai gan graudaugu platības 2022. gadā ir sasniegušas 1990. gada līmeni, to īpatsvars kopējā sējumu struktūrā ir pieaudzis par 15 %; 2) būtiska strukturāla izmaiņa ir rapša sējumu platību pieaugums. Rapša un linu sējumi statistikas datos tiek uzskaitīti kā tehniskās kultūras, jo saražotā produkcija netiek izmantota pārtikā.

Visās galvenajās augkopības kultūraugu grupās analizētajā laika periodā ir novērojama ražības paaugstināšanās. Lielākais ražības pieaugums novērojams graudkopībā, kas ir pamats kopražas jeb kopējās biomasas palielinājumam. Graudaugu kopražā Latvijā 2022. gadā, salīdzinot ar 1990. gadu, ir pieaugusi par 102 %, un pieaugums ir panākts ar ražības paaugstināšanu. Graudaugi 1990. un 2022. gadā audzēti līdzīgās platībās, bet ražības pieaugums bija 75 %.

Analīzē tika izmantoti CSP apkopotie vidējie kultūraugu ražības un kopražas rādītāji, un iegūtie rezultāti apkopoti 3.6. tabulā.

**Galveno augkopības kultūraugu rādītāju izmaiņas Latvijā
1990.–2022. gadā**

Kultūraugi/gads platība	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2022	Δ bāzes izmaiņas,%
Graudaugi: tūkst. ha	675,4	408,4	420,0	468,9	541,5	672,4	780,1	+15
-kopraža, tūkst. t.	1599	689	924	1314	1435	3022	3 243,7	+102
-Δ ķēde, %	0	-57	+34	+42	+9	+110	+7	-
-ražība, t/ha-1	2,37	1,69	2,20	2,80	2,65	4,49	4,16	+75
-Δ ķēde, %	0	-28	+30	+27	-5	+69	-7	-
Rapši: tūkst. ha	1,9	1,1	6,9	71,4	110,6	89,0	160,3	+8336
-kopraža, tūkst. t.	3,8	0,9	10	145,7	226,3	292,7	354,9	+9239
-Δ ķēde, %	0	-76	+1011	+1357	+55	+29	+21	-
-ražība, t/ha-1	1,95	0,81	1,46	2,04	2,05	3,29	2,21	+13
-Δ ķēde, %	0	-58	+80	+39	+0.5	+60	-33	-
Kartupeļi: tūkst. ha	80,3	75,3	51,3	45,1	30,1	24,8	14,9	-81
-kopraža, tūkst. t.	1016	864	747	658	484	497	246,7	-76
-Δ ķēde, %	0	-15	-13	-12	-26	+2	-50	-
-ražība, t/ha-1	12,7	11,5	14,6	14,6	16,1	20,1	16,6	+31
-Δ ķēde, %	0	-9	+26	0	+10	+24	-17	-
Dārzeni: tūkst. ha	10,8	17,5	9,7	12,9	8,1	8,1	6,5	-40
-kopraža, tūkst. t.	169	224	106	172	151	195	102,4	+15
-Δ ķēde, %	0	+32	-52	+62	-12	+29	-47	-
-ražība, t/ha-1	14,2	12,2	10,0	12,3	17,2	22,5	15,7	+11
-Δ ķēde, %	0	-15	-18	+23	+39	+30	-30	-
Kukurūza: tūkst. ha	44,8	0,6	1,2	2,9	7,1	25,5	22,5	-50
-kopraža, tūkst. t.	967,3	13	24,1	58	209	730,2	672,6	-30
-Δ ķēde, %	0	-98	+85	+140	+260	+249	-8	-
-ražība, t/ha-1	21,6	21,9	19,7	19,9	19,6	28,6	29,9	+38
-Δ ķēde, %	0	+1	-10	+1	-1	+45	+5	-

Avots: autora konstrukcija pēc CSP, 2023.

Ar ES Kopējās lauksaimniecības politikas (KLP) atbalsta pasākumiem, kuru mērķis bija realizēt Eiropa 2020 iniciatīvu „Resursu ziņā efektīva Eiropa”, ir veicināts rapšu audzēšanas pieaugums. Rapšu sējumu platības kopējā struktūrā aizņem 5–6 %, un tas ir otrs visvairāk sētais

augkopības kultūraugs. Arī kukurūzas sējumu platība un kopražā pieaug, tomēr vēsturiski lielākie 1990. gada ražošanas apjomi vēl nav sasniegti. Kvantitatīvo rādītāju pieaugums norāda uz augkopības kultūraugu ražošanas intensifikāciju.

Dzīvnieku izcelsmes biomasas kvantitatīvie un kvalitatīvie rādītāji statistikā tiek uzskaitīti, par pamatu ņemot dzīvnieku sugu (nosaka saimniecības specializāciju un ir kvantitatīvie rādītāji) un šķirni (nosaka biomasas kvalitatīvos rādītājus).

Lopkopības sektora galveno ražošanas rādītāju izmaiņas analizētajā periodā apkopotas 3.7. tabulā.

3.7. tabula

Galveno lopkopības rādītāju izmaiņas Latvijā 1990.–2022. gadā

Gads Specializācija	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2022	Δ bāzes izmaiņas,%
Piena lopkopība: -dzīvnieku skaits, tūkst.	535	292	204	185	164	162	127,8	-69
-Δ ķēde %	0	-45	-30	-9	-11	-1	-21	-
saražots piens, tūkst. t.	1893,2	947,7	825,0	810,3	834,5	978,1	973,8	-48
-Δ ķēde %	0	-50	-13	-2	+3	+17	-1	-
-izslaukums, kg gov-1	3437	3074	3898	4364	4998	5905	7 492	+71
-Δ ķēde %	0	-10	+26	+12	+14	+18	+27	-
Cūkkopība: -dzīvnieku skaits, tūkst.	1401	553	393	428	390	334	307,9	-76
-Δ ķēde %	0	-60	-28	+9	-9	-14	-8	-
-cūkgaļa, kautsvars, tūkst. t.	138,2	62,6	31,5	38,5	37,2	35,9	38,7	-74
-Δ ķēde %	0	-54	-50	+22	-3	-3	+8	-
Liellopi galai: -dzīvnieku skaits, tūkst.	904	245	163	202	215	257	725,5	-71
-Δ ķēde %	0	-72	-33	+24	+6	+19	+182	-
-gaļa, kautsvars, tūkst. t.	125,1	48	22,3	20,4	18,4	18,8	15,9	-84
-Δ ķēde %	0	-61	-53	-8	-9	+2	-15	-
Putnkopība: -olas, milj.	818,9	421,0	437,1	545,7	714,9	698,2	872,2	-15
-Δ ķēde %	0	-49	+4	+26	+31	-3	+25	-
-gaļa, tūkst. t.	40,3	10,8	7,2	17,2	23,5	29,7	38,4	-26
-Δ ķēde %	0	-73	-33	+138	+36	+26		-

Avots: autora konstrukcija pēc CSP, 2023.

Galvenajos lopkopības specializācijas virzienos analizētajā laika posmā ir notikušas ievērojamas izmaiņas saražotās produkcijas rādītājos. Ražošanas rādītāju laika rindu ķēdes un bāzes izmaiņu rezultāti rāda, ka Latvijā piena lopkopībā pēc būtiska ražošanas krituma līdz 2000. gadam (-56 % izslauktais piens) ir iestājies izaugsmes posms. Piena nozares izaugsmi ir nodrošinājis ievērojams produktivitātes pieaugums, jo izslaukums no vienas govīs gadā analizētajā laika periodā ir pieaudzis par 71 %.

Būtiski mazāku biomasas apjomu Latvijā iegūst, izmantojot ūdens resursus. Baltijas jūras reģiona valstis ir būtiski samazinājušas nozvejas apjomus jūras akvatorijā. Tas saistīts ar zivju populāciju strauju samazināšanos. Risinot vides piesārņojuma problēmas Baltijas jūrā un samazinot nozveju, zivsaimniecības nozares attīstība pakāpeniski tiek veicināta, izmantojot iekšzemes ūdens resursus. Informācija par kopējo zivsaimniecības saražoto biomasas apjomu, kas iegūts ārējos un iekšējos ūdeņos, kā arī akvakultūrā, ir apkopota 3.8. tabulā.

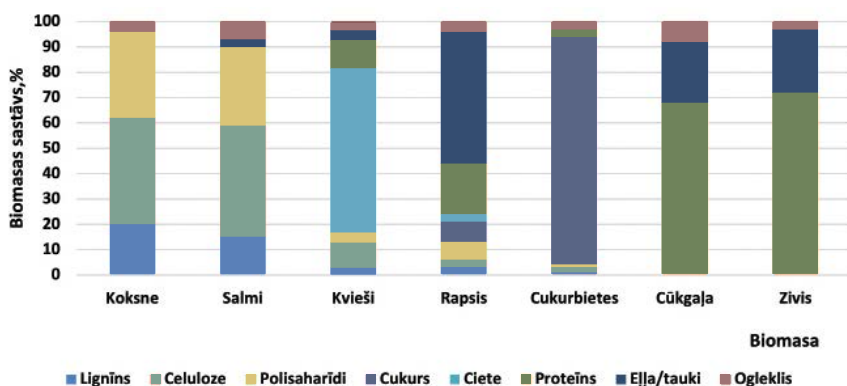
3.8. tabula

Zivju nozveja un pārējo jūras produktu ieguve pa nozvejas rajoniem Latvijā 2010.–2022. gadā, (tūkst. tonnu)

Gads	Zivju un pārējo jūras produktu ieguve, tūkst. tonnu			
	Iekšējos ūdeņos	Atlantijā	Baltijas jūrā un Rīgas jūras līcī	Akvakultūrā
2010	0,90	164,5	74,0	0,55
2011	0,90	155,0	63,2	0,55
2012	0,90	89,5	57,6	0,57
2013	1,00	115,8	61,0	0,64
2014	1,00	119,4	59,9	0,69
2015	1,10	81,2	62,5	0,74
2016	1,00	113,2	60,4	0,73
2017	1,10	117,9	67,4	0,81
2018	1,20	135,2	70,4	0,83
2019	0,90	110,6	69,7	0,63
2020	1,00	103,3	60,8	0,73
2021	1,10	98,0	58,8	0,90
2022	1,10	102,2	61,1	0,87
Bāzes izmaiņas, %	+22,22	-37,87	-17,43	+58,38

Avots: autora konstrukcija pēc CSP, 2023.

Bioresursu efektīvu izmantošanu un aprites ekonomikas principu ieviešanu bioekonomikas primārajos mežsaimniecības, lauksaimniecības un zivsaimniecības sektoros nodrošinās piemērotas biomasas ražošana. Zinātnē balstīta biomasas veida ražošana palīdzēs samazināt resursu patēriņu un dabas vides piesārņojumu, palielinās resursu produktivitāti un atkārtotu izmantošanu, kā arī veicinās ilgtspējīgu izaugsmi un konkurētspēju. Zinātniski praktisko pētījumu rezultāti par dažādas izcelsmes biomasas satura ķīmisko sastāvu sausnā, procentos, apkopoti 3.3. attēlā. Ķīmisko sastāvu izmanto biomasas resursu grupēšanai, lai ražotu starpproduktus vai galaproduktus ar līdzīgu sastāvu.



Avots: autora konstrukcija pēc Zorb, Lewandowski, 2018.

3.3. attēls. Dažādu biomasas veidu ķīmiskā sastāva komponenti, % no sausnas.

Pieņemot lēmumu par biomasas ražošana un tālāku izmantošanu, ļoti būtiski ir saprast, ka prioritāri tā jāizmanto pārtikas nodrošinājuma vajadzībām. Lai nesaskartos ar ētiskas dabas problēmām, bioekonomikas pārstrādes sektoros vispirms tiek izmantoti lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības blakusprodukti jeb atkritumi. No šāda skatupunkta raugoties, biomasu var iedalīt pārtikas un nepārtikas izcelsmes biomasā.

ES ir pieņēmusi vairākas stratēģijas un tiesību aktus, lai veicinātu resursu efektīvu izmantošanu un aprites ekonomiku bioekonomikas kontekstā. Piemēram, ES ir noteikusi mērķus atkritumu novēršanai, atkārtotai izmantošanai, pārstrādei un apglabāšanai dažādām atkritumu plūsmām (Resursu efektīva izmantošana un aprites ekonomika).

Bioekonomikas primāro sektoru attīstībai būtiskas ir bioresursu sekundārās pārstrādes nozaru iespējas saražoto biomasu pārstrādāt produktos, atbilstoši tirgus pieprasījumam. Nākamajā nodaļā aplūkotas iespējas, kā biomasu var pārstrādāt jaunos pārtikas un nepārtikas produktos.

3.2. Biomasas pārstrādes tehnoloģijas

Atskatoties vēsturē, var pieņemt, ka biotehnoloģijas ir viens no senākajiem zinātnes novirzieniem cilvēces attīstības gaitā. Kā zināms, lai nodrošinātos ar pārtiku, un, lai tā būtu pieejama visu gadu, nepieciešams to iegūt un uzglabāt. Tas nozīmē, ka jau pirms 10 000 gadiem cilvēki sāka atlasīt noderīgos, ražīgākos augus un meklēt veidus, kā tos pārstrādāt ilgstošai uzglabāšanai. Var secināt, ka ir nodalāmi 2 posmi biomasas pārstrādē, kur tiek pielietotas biotehnoloģijas, kas cauri gadsimtiem nav mainījušās, bet ir saglabājušās un attīstījušās. Vispirms tiek attīstīti, selekcionēti augi un dzīvnieki, tad uzlabotas audzēšanas tehnoloģijas un nākamajā posmā meklētas iespējas, kā šos augus pārstrādāt nepieciešamajos produktos, lai tos patērētu un izmantotu vajadzīgajā laikā.

Biotehnoloģija ir augu un dzīvnieku ģenētisko īpašību un audzēšanas tehnoloģiju uzlabošana ar mērķi izmainīt biomasas kvantitatīvos un kvalitatīvos rādītājus, kas nodrošina tās izmantošanu galaproduktos vai pārstrādājamos starpproduktos. Ņemot par pamatu šādu biotehnoloģijas termina definīciju, biotehnoloģiju nozares var grupēt.

Biotehnoloģiju grupēšanā atbilstoši to izcelsmei (primārajai nozarei), izmantotajai pārstrādes tehnoloģijai un saražotajiem galaproduktiem tiek izmantots krāsu princips. Visas biotehnoloģijas tiek iedalītas 8 krāsu

tehnoloģiju grupās.

Biomasa pārstrādes tehnoloģiju grupu dalījums apkopots un raksturots 3.9. tabulā.

3.9. tabula

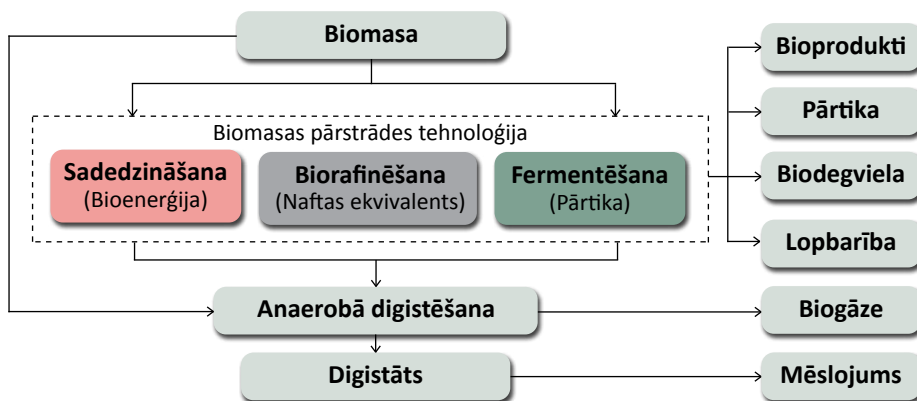
Biotehnoloģiju krāsu grupu iedalījums un raksturojums

Apzīmējums	Nosaukums	Raksturojums
	Zaļā biotehnoloģija	Lauksaimniecībā un mežsaimniecībā izmantoto augu ģenētisko īpašību uzlabošana, izmantojot ģēnu inženieriju. Audzēšanas tehnoloģiju uzlabošana, izstrādājot augu aizsardzības līdzekļus (pesticīdi, herbicīdi, insekticīdi) un augšanas regulēšanas līdzekļus (fungicīdi).
	Zilā biotehnoloģija	Ūdens un akvakultūru izmantoto augu un dzīvo organismu ģenētisko īpašību uzlabošana, izmantojot ģēnu inženieriju. Audzēšanas tehnoloģiju uzlabošana, izstrādājot augu un dzīvo organismu aizsardzības līdzekļus un augšanas regulēšanas līdzekļus.
	Sarkanā biotehnoloģija	Izmanto biomasas pārstrādi medicīnas un veterinārmedicīnas preču un medikamentu ražošanai (vakcīnas, antibiotikas, uztura bagātinātāji, molekulārā diagnostika u. c.). Pielieto ģēnu inženierijas tehnoloģijas organismu ģenētiskajai modifikācijai.
	Baltā biotehnoloģija	Biomasa pārstrādē izmantoto tehnoloģiju uzlabošana mērķim nodrošināt produktu ražošanu ar mazāku enerģijas patēriņu un piesārņojuma veidošanos dabas vidē.
	Dzeltenā biotehnoloģija	Fermentācijas tehnoloģiju izmantošana pārtikas produktu ražošanā, piemēram, siera alus un vīna ražošanā.
	Pelēkā	Mikroorganismu izmantošana ar mērķi uzlabot un saglabāt dabas vides ekosistēmu, novēršot piesārņojumu, piemēram, notekūdeņos esošo smago metālu atdalīšana.
	Zelta biotehnoloģija	Informācijas komunikāciju tehnoloģiju (ITK) izmantošana datu analizē un tehnoloģisko procesu uzraudzībā, vadībā, ražojot un pārstrādājot biomasu.

Avots: autora konstrukcija pēc Barcelos et al., 2018.

Civilizācijas attīstības sākotnējā posmā biomasu galvenokārt izmantoja pārtikas un siltuma enerģijas ieguvei. Tika izmantotas salīdzinoši vienkāršas tehnoloģijas, un tās pielietojot, biomasu tika pakļauta **bioķīmiskai** (fermentēšana) **vai termoķīmiskai** (sadedzināšana) pārveidei. Meklējot alternatīvas fosilo resursu aizvietošanai ar bioresursiem, zinātniski praktisko pētījumu rezultātā tika izstrādāta biorafinēšanas tehnoloģija. **Biorafinēšana** ir process, kas integrē dažādus biomasas pārstrādes veidus, izmantojot savietojamus tehnoloģiskos risinājumus, kuri nodrošina secīgu bioķīmisko starpproduktu, biodegvielas un bioenerģijas ražošanu, kurā tiek izmantota biomasu. Būtībā biorafinēšanas koncepcija ir analoga naftas rafinēšanas tehnoloģijai, un galvenā atšķirība ir tā, ka pārstrādes procesā tiek izmantota atjaunīga izejviela – biomasu.

Biomasas pārstrādes tehnoloģija, plūsma un ražoto produktu grupas apkopotas 3.4. attēlā.



Avots: autora konstrukcija.

3.4. attēls. Biomasas pārstrādes tehnoloģija, plūsma un ražoto produktu grupas.

Biorafinēšana (biopārstrāde) pēc tehnoloģiskā procesa tiek iedalīta:

- vienas fāzes biopārstrāde – šajā procesā izmanto sausās ize-

jvielas (graudu) malšanu, lai ražotu etanolu vai augu eļļu un papildus iegūtu dažus blakusproduktus (lopbarība u. c.) Šāda tipa bioresursu pārstrādes tehnoloģija neatbilst biorafinēšanas definīcijai, jo tehnoloģiski nav iespējama pilna spektra bioproduktu ražošana.

- divu fāzu biopārstrāde – šajā procesā izmanto dažādu graudaugu „slapjās” malšanas tehnoloģijas, un pārstrādes procesā var izmantot izejvielu atkarībā no galaprodukta pieprasījuma. Ar šo tehnoloģiju var ražot cieti, augu fruktozes sīrupu, metanolu, kukurūzas eļļu un kukurūzas lipekļa lopbarību un miltus.
- trīs fāzu biopārstrāde – šajā procesā izmanto jebkura tipa biomasu, kura iegūta no lauksaimniecības, mežsaimniecības vai zivsaimniecības. Pārstrādes procesā var iegūt dažādus degvielu, ķīmiskās rūpniecības un polimēru produktus (Biopol, 2009).

Komerčiāli veiksmīgākās izstrādātās biomasas biorafinēšanas tehnoloģijas ir saistītas ar biomasas pārveidi/konversiju degvielās.

Pārveides/konversiju metodes ir:

- pirmās paaudzes degvielas – biodegvielas, kas iegūtas no kultivētām lauksaimniecības kultūrām. Kā piemēru var minēt bioetanolu, ko pārsvarā ražo fermentācijas procesā no augiem ar augstu cukura vai cietes saturu (graudaugi, cukurniedres, cukurbietes), un biodīzeli, ko iegūst no augu eļļām (vai no lietotām pārtikas eļļām, arī no dzīvnieku taukiem) taukskābju pāresterificēšanas procesā.
- otrās paaudzes degvielas - no koksnes un organiskajiem atkritumiem iegūstamās biodegvielas, kuru ražošanas process parasti saistīts ar biomasas pārvēršanu šķidrā degvielā. Kā piemērus var minēt BTL (*biomass-to-liquid*), GTL (*gas-to-liquid*) un CTL (*coal-to-liquid*) degvielas, Fišera-Tropša (*Fischer-Tropsch*) biodīzeļdegvielu, lignocelulozes bioetanolu, biodimetilēteri.

Latvija 2022. gadā ir uzsākusi iestāšanās procedūru **Starptautiskajā enerģētikas aģentūrā** (SEA; IEA, *International Energy Agency*).

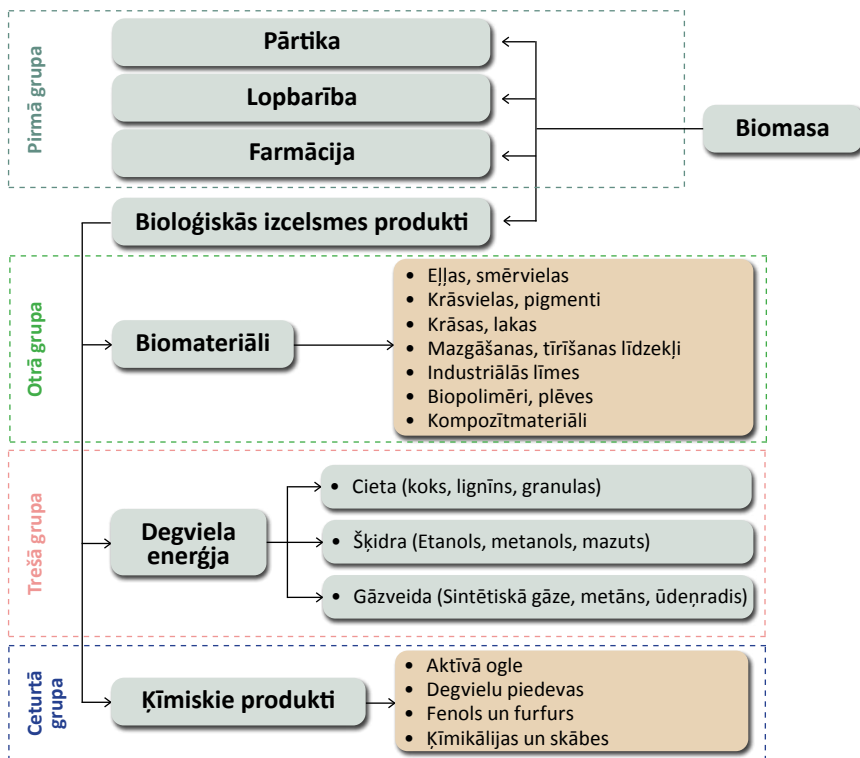
Savietojamības nodrošināšanai ir vēlams ieviest vienotu **biotehnoloģiju klasifikācijas sistēmu**. Atkarībā no izmantotā biomasas veida, pielietotās tehnoloģijas un iegūtā galaprodukta IEA piedāvā savu biomasas pārstrādes klasifikāciju. Klasifikācijas sistēmas pamatā ir:

- izmantotā tehnoloģija;
- ražotie galaprodukti;
- izmantotā biomasas;
- biomasas pārveides/konversācijas process.

Saskaņā ar IEA piedāvāto klasifikāciju izmantotā biomasas pārstrādes tehnoloģija tiek saukta par **pārstrādes platformu** (Jong et al., 2022), un klasifikācija izriet no izmantotās biomasas kvalitatīvajiem rādītājiem (3.3. tabula) un iegūstamā produkta. Galvenās biotehnoloģiju platformas ir:

- biogāzes ieguve anaerobajā fermentācijā;
- sintēzes gāzes ieguve gāzifikācijas procesā;
- ūdeņraža ieguve elektrolīzes fermentācijas vai tvaika reformācijas procesā;
- glikozes, fruktozes vai galaktozes ieguve fermentācijas procesā;
- lignīna ieguve no celulozi saturošas biomasas;
- pirolīzes eļļas ieguve;
- augu un aļģu eļļas ieguve;
- siltuma un elektroenerģijas ieguve.

Biomasas pārstrādes platformā iegūtos **produktus** iedala 4 grupās (3.5. attēls). Pirmajā grupā tiek iedalīti produkti, kurus izmanto pārtikā, lopbarībā un farmācijā. Otro grupā veido dažāda veida biomateriāli. Trešās grupas produkti tiek izmantoti enerģijas pārnesei, parasti tā ir transporta degviela, elektroenerģija un siltumenerģija. Ceturtajā grupā ietilpst ķīmisko vielu produkti.



Avots: autora veidots pēc Kamm, Kamm, 2004.

3.5. attēls. Bioproductu klasifikācija.

Biotehnoloģiju platformā **izmantoto biomasu** klasificē pēc tās izcelsmes veida. Galvenie biomasas avoti ir lauksaimniecība, mežsaimniecība, zivsaimniecība, kā arī pārstrādes rūpniecības un mājsaimniecību radītie bioloģiskās izcelsmes atkritumi.

Atkarībā no biomasas kvalitatīvajiem rādītājiem un izmantotās biotehnoloģiju platformas **pārstrādes procesa rezultāts** ir iegūtie produkti. Praksē izmantotās dažādās tehnoloģijas atkarībā no biomasas pārveides procesa iedalāmas 4 lielās grupās:

- **bioķīmiskā pārveide** ietver fermentāciju, anaerobo fermentāciju un kompostēšanu, kur pārstrādes procesā tiek izmantoti mik-

roorganismi un enzīmi;

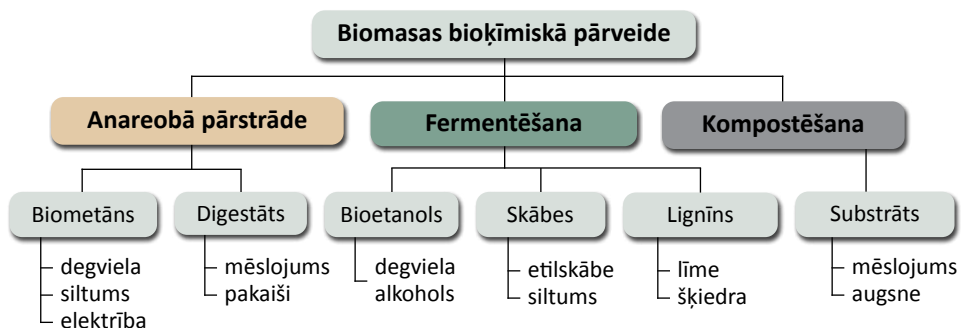
- **termoķīmiskā pārveide** ietver sadedzināšanu, gazifikāciju, pirolīzi vai hidrotermisko pārveidi, kur procesa laikā uz biomasu iedarbojas paaugstināts spiediens un temperatūra;
- **mehāniskā pārveide** ietver ekstrakciju, šķiedru atdalīšanu, presēšanu, mehānisko frakcionēšanu, destilāciju un osmozi, kas procesa laikā nemaina biomasas ķīmisko sastāvu, bet sadala biomasas komponentus atsevišķas noteiktās izejvielās;
- **ķīmiskā pārveide** ietver hidrolīzi, pāresterifikāciju, hidroģenēzi un oksidāciju, kuras laikā biomasā notiek ķīmiskas izmaiņas.

3.3. Biomasas pārveides tehnoloģiju produkti

Biomasas pārstrādes rezultāts ir iegūti starpprodukti vai galaprodukti, izmantojot biomasas **bioķīmisko, termoķīmisko, mehānisko vai ķīmisko pārveidi**.

- **Biomasas bioķīmiskās pārveides tehnoloģiju produkti** (3.6. attēls).

Biomasas bioķīmiskās pārveides tehnoloģija ir bioloģisks process, kurā bezskābekļa vidē mikroorganismi, enzīmi vai baktērijas bioloģiski noārdāmu biomasu sadala gāzveida vai šķidrā degvielā.



Avots: autora veidots pēc Chen, Wang, 2016.

3.6. attēls. Biomasas bioķīmiskās pārveides tehnoloģiju klasifikācija.

Fermentēšana ir tehnoloģija, kurā bezskābekļa vidē izmanto mikroorganismus, lai to iedarbes procesā zemā temperatūrā pārvērstu bioloģiski noārdāmu biomasu. Šīm pārveides tehnoloģijām vispiemērotākā ir lauksaimnieciskās izcelsmes bioloģiski noārdāma biomasu un dažāda veida bioloģiskie atkritumi. Atkarībā no noārdāmās biomasas kvalitatīvajiem (cukurs, ciete, celuloze) rādītājiem bioķīmiskās pārveides tehnoloģijas var būt veidotas uz cukura, cietes vai celulozes platformas.

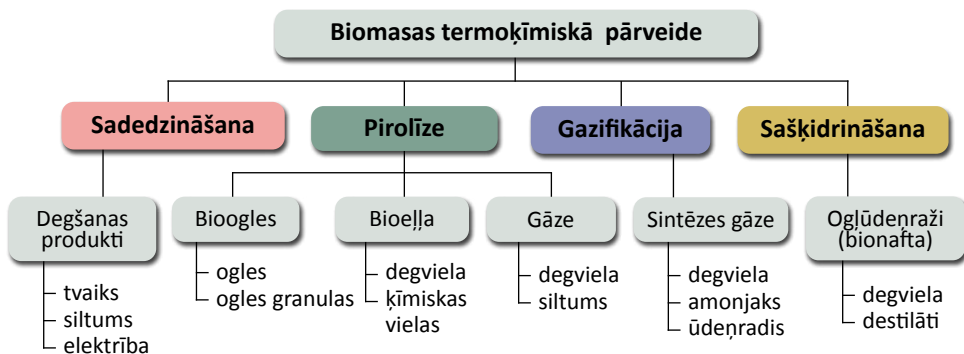
Anaerobā pārveide ir tehnoloģija, kurā bezskābekļa vidē izmanto baktērijas, lai to iedarbes procesā pārvērstu bioloģiski noārdāmu biomasu. Pārveides rezultātā veidojas biogāze (metāns) un digestāts (mēslojums). Biometāns tiek uzkrāts noslēgtās tvertnēs biometāna gāzes veidā. To izmanto kā kurināmo siltuma ražošanai vai degvielu transporta darbināšanai. Koģenerācijas procesā tiek ražota elektroenerģija un siltums. Šīm pārveides tehnoloģijām vispiemērotākā ir lauksaimnieciskās izcelsmes bioloģiski noārdāma biomasu un dažāda veida bioloģiskie atkritumi (kūtsmēsli), kuru saturā ir pietiekami ogļhidrātu, proteīnu un tauku kvalitatīvie rādītāji.

Kompostēšanas tehnoloģija ir biomasas pārveides bioloģisks process – mikroorganismu darbības rezultāts, mikroorganismu sekmīgai darbībai ir vajadzīgs ogleklis, slāpekļis, skābeklis, ūdens (mitrums) un barības vielas. Anaerobo mikroorganismu darbības dēļ rodas metāns un ogļskābā gāze. Šīm pārveides tehnoloģijām ir piemērota visa veida lauksaimnieciskās izcelsmes bioloģiski noārdāma biomasu, kā arī dažāda veida bioloģiskie atkritumi (Chen, Wang, 2016).

- **Biomasas termokīmiskās pārveides tehnoloģiju produkti.**

Biomasas termokīmiskās pārveides procesa laikā paaugstinātas temperatūras un spiediena ietekmē biomasas struktūru veidojošās ķīmiskās saites tiek sarautas, lai atbrīvotu enerģiju, kura fotosintēzes procesā tika uzkrāta biomasā (Jha et al., 2022). Vienkāršākais biomasas termokīmiskās izveides process ir sadedzināšana, kuras laikā enerģija tiek atbrīvota tiešā veidā. Sarežģītāki termokīmiskās pārveides procesi ir pirolīze, gazifikācija un sašķidrināšana, kuru pielietojšanas rezultātā no biomasas tiek iegūti tālāk izmantojami starpprodukti un galaprodukti.

Biomases termoķīmiskās pārveides tehnoloģijas un iegūtie produkti apkopoti 3.7. attēlā.



Avots: autora veidots pēc Jha et al., 2022.

3.7. attēls. Biomases termoķīmiskās pārveides tehnoloģiju klasifikācija.

Biomases **sadedzināšanas tehnoloģisko** procesu nodrošina dažādas konstrukcijas sadedzināšanas krāšņu, tvaika turbīnu vai ģeneratoru izmantošana, lai biomasā esošo ķīmisko enerģiju pārvērstu siltumenerģijā, mehāniskajā enerģijā vai elektroenerģijā. Sadedzināšanas tehnoloģiskā procesa laikā rodas degšanas gāzes, kuru temperatūra var sasniegt 1 000 °C. **Sadedzināšanai var izmantot jebkuru biomasas veidu, kuras mitruma saturs nepārsniedz 50 %.**

Pirolīze ir biomasas pārveides tehnoloģiskais process, kura laikā biomasā tiek karsēta bez gaisa pievadīšanas 500 °C temperatūrā. Pirolīzes procesā no biomasas var iegūt cietu vielu, piemēram, bio ogli, **šķidru vielu**, piemēram, bioeļļu, vai arī gāzveida vielu – sintēzes gāzi. Ļoti plašu pielietojumu dažādās tautsaimniecības nozarēs ir ieguvis pirolīzes starpprodukts – bioeļļa. Bioeļļu var izmantot kā izejvielu dažādu ķīmisko vielu ražošanai, tajā skaitā arī pārtikas rūpniecībā. Ļoti plašs pielietojums bioeļļai ir dažāda veida degvielu ražošanā, un tās enerģija tiek izmantota siltuma un elektrības ieguvei.

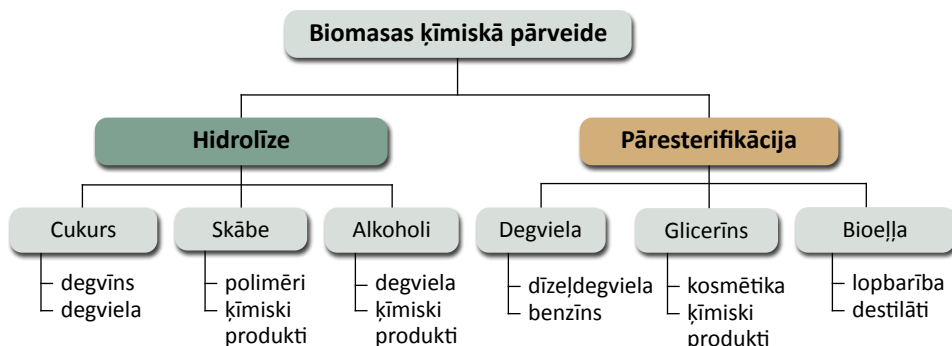
Gazifikācija ir biomasas pārveides tehnoloģiskais process, kura laikā notiek cietās biomasas pārveidošana gāzveida produktos, izmantojot

daļēju biomasas oksidāciju, no 700 līdz 1 500 °C temperatūrā. Galvenais gazifikācijas tehnoloģiskā procesa produkts ir sintēzes gāze, kuru izmanto kā degvielu.

Sašķīdināšana ir biomasas pārveides tehnoloģiskais process, kura laikā ūdens vidē, salīdzinoši zemā – no 500 līdz 700 °C – temperatūrā pie augsta – no 100 līdz 200 bāru – spiediena, un nātrija karbonāta katalizatora klātbūtnē cietā biomasu no cieta agregātstāvokļa tiek pārvērsta šķidrā agregātstāvoklī. Sašķīdinātā biomasu ir naftas ekvivalents, un šis starpprodukts ir izmantojams līdzīgi kā fosilā nafta.

- **Biomasas ķīmiskās pārveides tehnoloģiju produkti.**

Biomasas ķīmiskā pārveide ir plašs jēdziens, kas ietver jebkuru procesu, kurā ar plašu ķīmisko reakciju klāstu tiek mainīts biomasas molekulārais saturs, pārvēršot biomasu ķīmiskos produktos. Birafinēšana arī ir viena no biomasas ķīmiskās pārveides tehnoloģijām, kas ietver biomasas pārvēršanu šķidra agregātstāvokļa produktos, piemēram, biodīzeļdegvielā, bioetanolā vai ķīmiskajos produktos (Chen, Wang, 2016). Praksē plašu pielietojumu ir ieguvusi biomasas ķīmiskās pārveides tehnoloģija – hidrolīze un pāresterifikācija. Pārveides tehnoloģiju produkti apkopoti 3.8. attēlā.



Avots: autora veidots pēc Jha et al., 2022.

3.8. attēls. **Biomasas ķīmiskās pārveides tehnoloģiju klasifikācija.**

Hidrolīze ir ķīmiskās pārveides tehnoloģija, kas izmanto ūdeni, lai pārvērstu biomasu ķīmiskajos produktos. Hidrolīzes procesā ūdens molekulas sadalās, veidojot hidronija jonus (H^+), kas reaģē ar biomasas molekulām, veidojot vienkāršākus savienojumus. Tālāk uzskaitīti hidrolīzes procesā iegūtie produkti.

- Cukurs: hidrolīze var tikt izmantota, lai pārvērstu cietes un celulozi cukuros.

Cukurs var tikt izmantots tālākai pārstrādei, lai iegūtu etanolu, bioetanolu, vai citus ķīmiskus produktus.

- Skābe: hidrolīze var tikt izmantota, lai pārvērstu celulozi un lignīnu skābēs.

Skābes var tikt izmantotas tālākai pārstrādei, lai iegūtu biopolimērus.

- Alkohols: hidrolīze var tikt izmantota, lai pārvērstu celulozi un lignīnu alkoholā.

Alkohols var tikt izmantots **tālākai pārstrādei, lai iegūtu bioetanolu vai citus ķīmiskus produktus.**

Esterifikācijas tehnoloģija ir biomasas pārveides ķīmisks process, kura laikā reaģenti alkohols un skābe veido esteru kā reakcijas produktu. Process notiek paaugstinātā temperatūrā koncentrētās sērskābes klātbūtnē. Biomasas **pāresterifikācijas** tehnoloģija ir ķīmiska pārveides tehnoloģija, kas izmanto taukskābju esteru un spirtu reakciju, lai iegūtu biodīzeļdegvielu. Šajā procesā taukskābju esteru molekulas tiek aizstātas ar spirtu molekulām, veidojot jaunus esterus.

Tālāk uzskaitīti **pāresterifikācijas** procesā iegūtie produkti.

- Biodīzeļdegviela

Produkts ir šķidrums, kas var aizstāt dīzeļdegvielu.

- Glicerīns

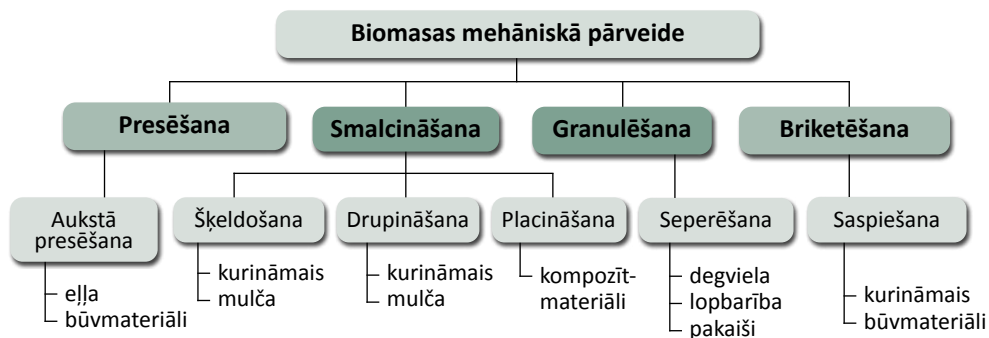
Produkts ir šķidrums, ko var izmantot kā ķīmisku vielu vai kosmētikas produktu sastāvdaļu.

- Atlikuma eļļa

Produkts ir eļļa, kas paliek pāresterifikācijas procesa beigās. Atlikuma eļļu var izmantot kā lopbarību vai citu produktu ražošanai.

- **Biomases mehāniskās pārveides tehnoloģiju produkti.**

Biomases mehāniskās pārveides tehnoloģiskā procesa laikā tiek mainīta biomasas forma, saglabājot tās ķīmiskās īpašības. Izplatītākie biomasas mehāniskās pārveides tehnoloģiskie procesi un iegūtie pārveides produkti apkopoti 3.9. attēlā.



Avots: autora veidots pēc Jha et al., 2022.

3.9. attēls. **Biomases mehāniskās pārveides tehnoloģiju klasifikācija.**

Presēšana ir biomasas mehāniskās pārveides tehnoloģija, kuras pielietojšanas laikā biomasu tiek pakļauta mehāniskai saspiešanai, lai iegūtu augu eļļu vai noteiktas formas būvmateriālus.

Smalcināšana ir biomasas mehāniskās pārveides tehnoloģija, kuras pielietojšanas laikā biomasu tiek pakļauta mehāniskajai sadalīšanai noteiktas formas un izmēra biomasas daļās. Izplatītākā tehnoloģija ir koksnes biomasas **šķeldošana** kurināmā ieguvei, kuru izmanto siltuma, tvaika un elektroenerģijas ražošanai.

Granulēšana ir biomasas mehāniskās pārveides tehnoloģija, kuras pielietojšanas laikā sasmalcinātā biomasu tiek pakļauta mehāniskai saspiešanai granulatorā vai separatorā. Granulētu koksnes biomasu izmanto automatizētās, mazas jaudas siltuma ražošanas iekārtās.

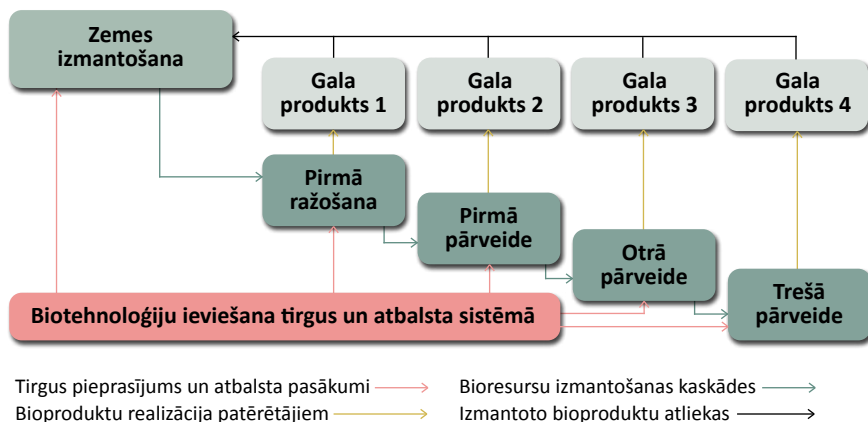
Separēšana ir tehnoloģiskais process, kura laikā mehāniski saspiežot mitru biomasu, no tās tiek atdalīta šķidrā frakcija. Šādu pārveides

tehnoloģiju visbiežāk izmanto digestāta sadalīšanai cietajā un šķidrājā frakcijā. Izžāvēta cietā digestāta frakcija tiek izmantota lopkopībā dzīvnieku novietnēs kā pakaiši.

Briketēšana ir biomasas mehāniskās pārveides tehnoloģija, kuras pielietošanas laikā sasmalcinātā biomasā tiek pakļauta mehāniskai saspiešanai. Tehnoloģiskās pārveides procesa noteiktas formas kurināmais produkts – kokskaidu briketes vai arī celtniecības produkts – būvniecības bloki.

3.4. Biotehnoloģijas lauksaimniecībā

Biotehnoloģiju izmantošana lauksaimniecībā ir sadalāma divos secīgos posmos. **Pirmais posms** ir zemes izmantošana lauksaimniecības primārajā ražošanā biomasas ieguvei. Lauksaimniecības primārajā ražošanā izmanto **zaļās biotehnoloģijas**. Savukārt **otrajā posmā** notiek saražotās biomasas pārveide starpproduktos vai galaproduktos, izmantojot tehnoloģiskos procesus, kuru iespējamie veidi ir aprakstīti iepriekšējā nodaļā. Biomasas pārveides posmā tiek izmantotas **baltās, sarkanās, pelēkās, dzeltenās un zelta biotehnoloģijas**. Biomasas ieguvei primārās ražošanas posmā un sekojošo pārveidi starpproduktos vai galaproduktos ilustrē 3.10. attēls. Būtisks nosacījums biomasas pārveides tehnoloģiju ieviešanai reālā uzņēmējdarbības vidē ir tirgus pieprasījums pēc pārveides produktiem, kā arī atbalsta sistēma produktu ražošanas tehnoloģiju ieviešanai.



Avots: autora veidots.

3.10. attēls. Biomasas pārveides posmi un produkti.

Biotehnoloģijas lauksaimniecības primārajā sektorā ietver tradicionālās audzēšanas metodes un gēnu inženieriju, ar kuru palīdzību maina dzīvos organismus vai to daļas, lai ražotu un pārveidotu produktus, uzlabotu augus vai dzīvniekus, kā arī izstrādātu mikroorganismus īpašiem lauksaimniecības mērķiem. Biotehnoloģiju izmantošana lauksaimniecībā nodrošina palielinātu bioloģisko resursu ražošanas apjomu, kā arī veicina ilgtspējīgu un konkurētspējīgu ekonomiku.

Biotehnoloģijas lauksaimniecības primārajā posmā ietvert šādus izpētes un izstrādes virzienus:

- augu ģenētiskā modificēšana (ĢMO);

Ar ĢMO palīdzību var ieviest jaunas īpašības augiem. Kā galvenās ir: izturība pret pesticīdiem, slimībām un kaitēkļiem; uzlabota uzturvērtība; izturība pret sausumu un mitrumu; fotosintēzes procesa efektivitātes uzlabošana.

- augu aizsardzības un audzēšanas tehnoloģisko līdzekļu izstrāde;

Izstrādes virziens saistīts ar audzēšanas tehnoloģiju uzlabošanu, izstrādājot augu aizsardzības līdzekļus (pesticīdi, herbicīdi, insekticīdi) un augšanas regulēšanas līdzekļus (fungicīdi).

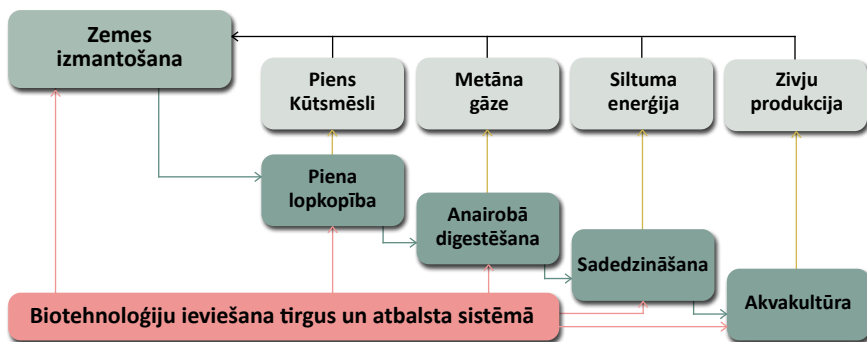
- dzīvnieku ģenētiskā modificēšana (ĢMO);

Izstrādes virziens saistīts ar jaunu īpašību izveidošanu dzīvniekiem, lai paaugstinātu produktivitāti, izturību pret slimībām, kā arī uzlabotu gaļas, piena, olu un citu lopkopības produktu kvalitāti.

- dzīvnieku aizsardzības un audzēšanas tehnoloģisko līdzekļu izstrāde;

Izstrādes virziens saistīts ar jaunu vakcīnu radīšanu mājlopiem, kā arī augu un dzīvnieku šūnu audzēšanu.

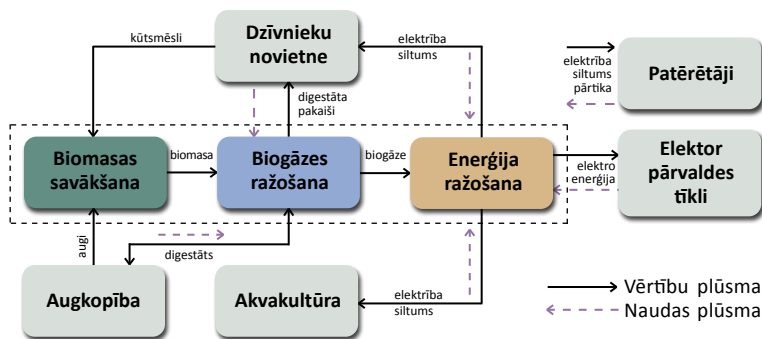
Latvija ir viena no pirmajām ES valstīm, kas pieņēmusi savu nacionālo – Latvijas Bioekonomikas stratēģiju 2030. gadam (LIBRA). Tās mērķis ir palielināt bioresursu izmantošanas efektivitāti un pievienoto vērtību, veicinot inovācijas, sadarbību un zināšanu apmaiņu starp lauksaimniecības, mežsaimniecības, zivsaimniecības, pārtikas pārstrādes, kokapstrādes, ķīmiskās pārstrādes un enerģētikas nozarēm. Bioekonomikas attīstība Latvijai sniedz iespējas radīt jaunas darbvietas laukos, diversificēt lauku saimniecisko darbību, samazināt atkarību no fosilajiem resursiem un siltumnīcefekta gāzu emisijām, kā arī saglabāt bioloģisko daudzveidību un dabas resursus (Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030). Bioekonomikas attīstību un biotehnoloģiju ieviešanas progresu lauksaimniecībā **otrajā, pārstrādes, posmā** uzskatāmi ilustrē plašu atzinību lauksaimniecības nozares pārstāvju vidū ieguvusi biogāzes ražošana. Piena lopkopības lauksaimniecības uzņēmuma biomasas ražošanu un tās secīgos pārveides posmus tirgū pieprasītos produktos atspoguļo 3.11. attēls.



Avots: autora veidots.

3.11. attēls. Biomases pārveides posmi, tehnoloģijas un produkti piena lopkopībā.

Izmantojot atbilstošu biomasas pārveides tehnoloģiju, ir iespējams organizēt ekonomiski pamatotu biomasas izmantošanas plūsmu. Svarīgi pārveides procesam izvēlēties biotehnoloģiju tirgus orientēta/pieprasīta produkta ražošanai un precīzi identificēt tirgus orientētu pieprasījumu, kas nodrošinās naudas plūsmu biomasas pārveidotāja/produkta ražotāja virzienā. Produktu vērtības un pieprasījuma veidoto naudas plūsmu četru posmu biomasas pārveidē lauksaimniecības uzņēmumā atspoguļo 3.12. attēls.



Avots: autora veidots.

3.12. attēls. Biomases pārveides radīto vērtību un naudas plūsma piena lopkopības uzņēmumā.

3.5. Biotehnoloģijas mežsaimniecībā, zivsaimniecībā

Bioekonomikas un biotehnoloģiju attīstība mežsaimniecībā un zivsaimniecībā ir saistīta ar bioloģisko resursu ilgtspējīgu un efektīvu izmantošanu, lai ražotu augstas pievienotās vērtības produktus un pakalpojumus, kā arī veicinātu klimatam draudzīgu ekonomiku.

Mežsaimniecībā biotehnoloģijas ietver šādas jomas:

- meža sēkļu un stādu selekcija;
- meža veselības uzlabošana;
- meža ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana;
- kokmateriālu pārstrāde ķīmiskajos, farmaceitiskajos, tekstilrūpniecības un būvniecības produktos.

Zivsaimniecībā biotehnoloģijas ietvert šādas jomas:

- zivju un jūras organismu selekcija, aizsardzība un veselība;
- akvakultūras uzlabošana;
- zivju pārstrāde pārtikas un barības produktos;
- biopolimēru un bioaktīvo vielu ieguve no zivju atkritumiem.

Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030. gadam paredz veicināt bioekonomikas un biotehnoloģiju attīstību mežsaimniecībā un zivsaimniecībā, izmantojot inovatīvus risinājumus, sadarbību starp nozarēm un zinātni, kvalitatīvu izglītību un apmācību, kā arī, atbalstot uzņēmējdarbību un eksportu. Bioekonomikas un biotehnoloģiju attīstība mežsaimniecībā un zivsaimniecībā sniedz iespējas palielināt darba ražīgumu, pievienoto vērtību un konkurētspēju šajos sektoros, kā arī samazināt SEG emisijas, piesārņojumu un resursu patēriņu (Ivanovs, 2023; RTU zinātnieks..., 2021).

3.5. Alternatīvo ražošanas nozaru attīstība laukos

Bioekonomikas izaugsme, veicinot alternatīvo ražošanas nozaru attīstību laukos, ir saistīta ar bioresursu izmantošanu, lai ražotu pārtiku, barību, enerģiju, preces un pakalpojumus, kas ir ilgtspējīgi un konkurētspējīgi, kā arī samazina SEG emisijas un piesārņojumu.

Alternatīvās ražošanas nozares laukos ietvert šādas jomas:

- biotehnoloģijas veselības sektorā;
- biomasas pārstrāde ķīmiskajos, farmaceitiskajos, tekstilrūpniecības un būvniecības produktos;
- biopolimēru un bioaktīvo vielu ieguve no zivju atkritumiem;
- biodeģvielas un bioenerģijas ražošana.

Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030. gadam paredz veicināt bioekonomikas un alternatīvo ražošanas nozaru attīstību laukos, izmantojot inovatīvus risinājumus, sadarbību starp nozarēm un zinātni, kvalitatīvu izglītību un apmācību, kā arī, atbalstot uzņēmējdarbību un eksportu. Bioekonomikas un alternatīvo ražošanas nozaru attīstība laukos sniedz iespējas palielināt darbavietas, pievienoto vērtību un ekonomisko izaugsmi šajos reģionos, kā arī saglabāt dabas kapitālu un bioloģisko daudzveidību (Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030).

Izmantotā literatūra un avoti

1. All the colors of biotechnology. Steemit. Pieejams: steemit.com/steemstem/@jep-per/all-the-colors-of-biotechnology
2. Barcelos M. C. S., Lupki F. B., Campolina G. A., Nelson D. L., Molina G. (2018) The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green, and blue areas. *FEMS Microbiology Letters*, 365. doi: 10.1093/femsle/fny239.
3. Biotechnology Definition. Javapoint. Pieejams: <https://www.javatpoint.com/biotechnology-definition>
4. Chen H., Wang L. (2016) Technologies for Biochemical Conversion of Biomass. Hardback ISBN: 9780128024171. Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128024171/technologies-for-biochemical-conversion-of-biomass>
5. Ivanovs K. (2023) Ūdens bioloģisko resursu pārstrāde. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga: RTU Izdevniecība. Pieejams: https://ebooks.rtu.lv/wp-content/uploads/sites/32/2023/08/9789934229503-PDK_Kaspars-Ivanovs_LV.pdf
6. Jha S., Okolie J. A., Nanda S., Dalai A. K. (2022) A Review of Biomass Resources and Thermochemical Conversion Technologies. *Chemical Engineering & Technology*. Pieejams: <https://doi.org/10.1002/ceat.202100503>
7. Jong E., Stichnothe H., Bell G. And Jorgensen H. (2020) Bio-Based Chemicals. IEA Bioenergy. Pieejams: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/02/Bio-based-chemicals-a-2020-update-final-200213.pdf>

8. Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030. Pieejams: https://www.lbtu.lv/sites/default/files/2018-07/Bioeconomy_Strategy_Latvia_LV.pdf
9. NACE: Saimniecisko darbību statistiskā klasifikācija Eiropas Kopienā, 2. redakcija. Centrālā statistikas pārvalde. Pieejams: <https://www.csp.gov.lv/lv/klasifikacija/nace-2-red/nace-saimniecisko-darbibu-statistiska-klasifikacija-eiropas-kopiena-2-redakcija>
10. Radmer R. J., Kok B. (1977) Light conversion efficiency in photosynthesis. In: Trebst A, Avron M (eds) Photosynthesis I: photosynthetic electron transport and photophosphorylation. Springer, Berlin, pp. 125–135.
11. Resursu efektīva izmantošana un aprites ekonomika. Eiropas Parlaments. Pieejams: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/fiches_techniques/2017/N54608/doc_lv.pdf
12. RTU zinātnieks: izmodelēt bioekonomikas attīstību (2021) *Bioekonomika Zaļā kursa ēnā. BioDeal*. Pieejams: <https://www.rtu.lv/lv/universitate/masu-medijiem/zinas/atvert/rtu-zinatnieks-izmodelet-bioekonomikas-attistibu>
13. Rustidge M. (2021) Red biotechnology: Medicine and human health. Pieejams: <https://www.azolifesciences.com/article/The-Colors-of-Biotechnology3b-What-do-they-mean.aspx>

4.

EKOSISTĒMU PAKALPOJUMI

Autore: Līga Feldmane

4.1. Ekosistēmu pakalpojumu jēdziens un tā vēsturiskā izcelsme

Ilgspējīgas bioekonomikas kontekstā ir vērtīgi aplūkot dažādas pieejas, kas ļauj novērtēt apkārtējās vides pievilcību, vērtību un daudzveidīgos labumus, ko tā sniedz cilvēcei, kā arī analizēt iespējas vides saglabāšanai turpmākajām paaudzēm, un viena no tām ir ekosistēmu pakalpojumu pieeja.

Pakalpojumi ir cilvēka izdzīvošanas pamatā, jo ikvienam laika, zināšanu un cita veida resursi ir ierobežoti, līdz ar to cilvēkam pašam nav iespēju radīt un nodrošināt sevi ar visām nepieciešamajām precēm un pakalpojumiem savu pamatvajadzību nodrošināšanai. Bet kādus pakalpojumus mēs vēlētos saņemt? Visbiežākā atbilde būtu – lētus un kvalitatīvus, kas tirgus ekonomikā ir grūti sasniedzams mērķis. Turpretī saskaņā ar ekosistēmu pakalpojumu pieeju kvalitatīvus un visbiežāk bezmaksas pakalpojumus mums nepārtraukti nodrošina ekosistēmas.

Ekosistēma – mijiedarbībā esošu dzīvās un nedzīvās dabas elementu kopums, kura galvenā funkcija ir nodrošināt enerģijas plūsmu starp dzīvās dabas elementiem, kā arī vielu riņķojumu starp dzīvās un nedzīvās dabas elementiem.

Bez ekosistēmām nebūtu iespējama cilvēku eksistence, un vienlaikus tās sniedz arī nozīmīgu ietekmi cilvēku labklājības nodrošināšanā. Ekosistēmas atšķiras pēc to lieluma; vismazākās ekosistēmas ir mikroekosistēmas (piemēram, celms, kurā sadzīvo kukaiņi un aug dažādi augi), tām seko mezoekosistēmas (piemēram, pļavas, meži, upes) un

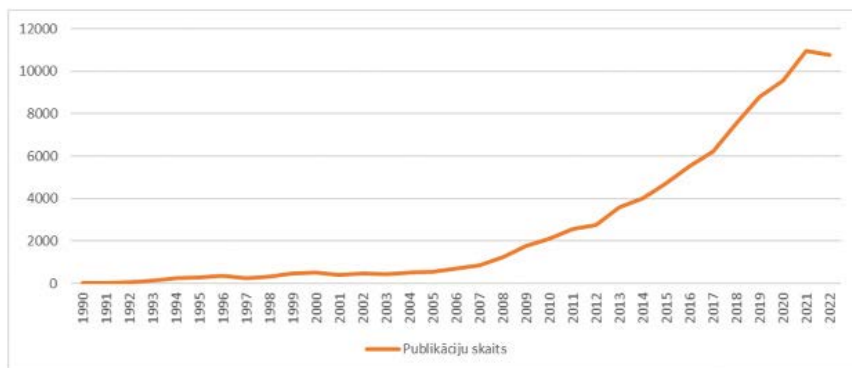
makroekosistēmas (piemēram, okeāns). Savukārt vislielākā ekosistēma ir planēta Zeme, ko dēvē par biosfēru. Vienlaikus ekosistēmu pakalpojumu pieeja palīdz sabiedrībai skaidrot to, ka ekosistēmu pakalpojumu piedāvājums var samazināties vai pakalpojumi kļūt nekvalitatīvāki, ja ekosistēmas tiek degradētas.

Lai ļautu sabiedrībai saprotamā veidā izprast vides ilgtspējas jautājumus un oponentu sabiedrības vēlmei pēc nepārtrauktas izaugsmes, ekosistēmu pakalpojumu terminu 20. gs. 80. gados ieviesa vides ekonomisti. Tie salīdzināja dabu ar ierobežotu kapitālu, kas var nodrošināt limitētu ekosistēmu pakalpojumu apjomu. Šo terminu 90. gadu beigās sāka izmantot arī dabas aizstāvji un biologi, jo saskatīja tajā iespēju, kā cilvēkiem skaidrot dabas un cilvēku ciešo saikni, tādējādi popularizējot sabiedrībā ideju par nepieciešamību pēc dabas aizsardzības.

Lai arī sākotnēji ekosistēmu pakalpojumu formulējums tika radīts kā metafora, tas ieguva popularitāti zinātnieku vidū un kļuva par vienu no centrālajiem terminiem, kas tika izmantots, lai novērtētu pārmaiņas ekosistēmās. Vēl lielāku popularitāti termins ieguva, pateicoties ANO Tūkstošgades ekosistēmu novērtējumam (*Millenium Ecosystem Assessment*) 2000. gadu sākumā. Tas ir būtisks empīrisko pētījumu apkopojums, kas ļāvis novērtēt vides stāvokli un esošos ekosistēmu pakalpojumus, kā arī to ciešo saikni ar cilvēku labklājību. Saskaņā ar to, 60 % no analizētajiem ekosistēmu pakalpojumiem ir degradēti cilvēku saimnieciskās darbības rezultātā, kas tādējādi negatīvi ietekmē cilvēku labklājību. Piemēram, tā rezultātā rodas dažādas slimības, pēkšņas ūdens kvalitātes izmaiņas, “mirušo zonu” veidošanās piekrastes ūdeņos un veicina klimata pārmaiņas.

Pateicoties Tūkstošgades ekosistēmu novērtējumam, pēdējos 20 gadus ekosistēmu pakalpojumu pieeja ir kļuvusi par vienu no centrālajām pieejām gan vides pētniecībā, gan arī vides politikā un pārvaldībā. Par šīs tēmas nozīmīgumu liecina arī 2012. gadā izveidotā Bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu starpvaldību padome (*IPBES, Intergovernmental Panel for Biodiversity and Ecosystem Services*), kurai kā dalībvalsts kopš 2012. gada ir pievienojusies arī Latvija. Padomes mērķis ir veidot labāku politiku bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un ilgtspējīgai izmantošanai, cilvēku ilgtermiņa labklājībai un ilgtspējīgai

attīstībai. Neskatoties uz ekosistēmu pakalpojumu pieejas popularitāti, pēdējos gados tā nereti tomēr tiek kritizēta kā pārāk vienkārša, lai varētu skaidrot komplekso cilvēku un vides mijiedarbību. Līdz ar to ir bijuši mēģinājumi ekosistēmu pakalpojumu terminu aizstāt ar citiem līdzvērtīgiem formulējumiem, piemēram, dabas devums cilvēkiem (*nature's contributions to people*). Tomēr ekosistēmu pakalpojumu termins aizvien plaši tiek lietots gan politikas plānošanas dokumentos, gan arī zinātnieku vidū, par ko liecina zinātnisko publikāciju skaits, kurās tas minēts.



Avots: autora veidots pēc Web of Science datiem.

4.1. attēls. Zinātnisko publikāciju, kurās minēts termins “ekosistēmu pakalpojumi”, skaita tendence datu bāzē *Web of Science*.

ANO Tūkstošgades ekosistēmu novērtējumā **ekosistēmu pakalpojumi** ir skaidroti kā visi materiālie un nemateriālie labumi, ko cilvēki gūst no ekosistēmas. Eiropas Savienības Ekosistēmu novērtējumā (*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment*) tiek uzsvērts, ka ekosistēmu pakalpojumi ir pamats ne tikai cilvēka labklājībai, bet arī ekonomiskajiem procesiem. *IPBES* (2018) norādījusi, ka izmaiņas ekosistēmu pakalpojumos, ko ietekmē zemes degradācija, rada īpaši negatīvu efektu uz mazāk aizsargātām iedzīvotāju grupām, piemēram, sievietēm, iedzīvotājiem ar zemākiem ienākumiem. Turklāt iedzīvotāju grupas ar zemākiem ienākumiem ir tās, kas ir būtiski atkarīgas no ekosistēmu pakalpojumiem. Piemēram, nabadzīgākā sabiedrības daļa biežāk ir atkarīga no koksnes kā kurināmā materiāla, un negatīvu

apstākļu, piemēram, sausuma, klimata pārmaiņu, dēļ šī ekosistēmas pakalpojuma pieejamība var tikt apgrūtināta.

Nereti tiek uzskatīts, ka kvalitatīva ekosistēma, kas var sniegt labumu cilvēkiem un apkārtējai videi, ir ekosistēma ar lielu bioloģisko daudzveidību. Tomēr saikne starp bioloģisko daudzveidību un ekosistēmu pakalpojumu piedāvājumu nav viennozīmīga, un var būt atkarīga no konkrētā ekosistēmu pakalpojuma. Lai gan bieži ekosistēma, kuru veido liels dzīvo organismu īpatsvars, var sniegt daudzveidīgākus ekosistēmu pakalpojumus, tomēr atsevišķos gadījumos lielāka bioloģiskā daudzveidība var negatīvi ietekmēt ekosistēmas pakalpojumu sniegšanu, piemēram, dzeramā ūdens pieejamību.

Ekosistēmu pakalpojumu jēdzieniskā satura noskaidrošana ļāvusi vieglāk sabiedrībai atklāt vides ekonomisko nozīmi, bet tam vēl lielāka loma ir sabiedrības izpratnes veidošanā par cilvēku saikni ar apkārtējo vidi. Piemēram, ekosistēmu pakalpojumu izpratne ļauj sabiedrībai izprast vides nozīmi, izglītojoties pārtikas iegūšanas procesā. Tāpat ekosistēmu pakalpojumu jēdziena izpratne ļauj sabiedrībai labāk apzināties to, kurš ir ieguvējs, bet kurš zaudētājs situācijās, kad dabas resursi tiek degradēti vai uzlaboti.

4.2. Ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija

Ekosistēmu pakalpojumus pēc to funkcijām var klasificēt vairākās grupās. Tūkstošgades ekosistēmu pakalpojumu novērtējumā ekosistēmu pakalpojumi tiek iedalīti četrās lielās grupās:

- apgādes jeb provīzijas pakalpojumi;
- regulācijas pakalpojumi;
- atbalsta pakalpojumi;
- kultūras jeb nemateriālie pakalpojumi.

Apgādes jeb **provīzijas pakalpojumi** ir materiālie labumi, ko cilvēki iegūst no ekosistēmām, un kas nodrošina to eksistenci. Piemēri: pārtika, dzeramais ūdens, koksne kā kurināmais un celtniecības materiāls, ģenētiskais materiāls dažādu dzīvnieku un augu pavairošanai, dažādas dabiskās tekstilšķiedras un ārstniecības augi. No ekosistēmu

pakalpojumu pieejas perspektīvas visas ekosistēmas nodrošina apstākļus pārtikas audzēšanai, vākšanai, medīšanai vai ražas novākšanai. Cilvēka līdzdalība šajā procesā ir sava darba pievienošana jau gatavam ekosistēmas izveidotam produktam, lai palielinātu izaudzētā produkta apjomu un kvalitāti. Cilvēka dzīve nebūtu iespējama arī bez saldūdens, kura plūsmas, uzglabāšanas un attīrīšanas nodrošināšanā būtiska loma ir ekosistēmām. Arī ārstniecības augi ir ekosistēmas pakalpojums, kas, pateicoties dažādām to sastāvā esošajām **ēteriskām eļļām**, aizsargā pašus augus no nevēlamiem kaitēkļiem un slimībām, un tāpat kalpo kā palīgīdzeklis cilvēkam veselības uzlabošanai, t. sk. izmantojot to sastāvdaļas medicīnas preparātu ražošanā.

Apgādes pakalpojumiem raksturīgs tas, ka tos ir vienkārši novērtēt monetārā izteiksmē jeb naudā, jo tie ir produkti, ko ikdienā var iegādāties tirgū vai veikalā, un tādēļ ir zināma to aptuvenā tirgus cena. Vienlaikus tirgus cena ne vienmēr atspoguļo ekosistēmu pakalpojumu patieso vērtību. Daudzos lauku reģionos mājsaimniecības ir tieši atkarīgas no apgādes pakalpojumiem savas iztikas nodrošināšanai, līdz ar to ekosistēmas pakalpojuma patiesā vērtība ir augstāka nekā tā, par kādu produktu vai precī var iegādāties tirgū.

Regulācijas pakalpojumi ir pakalpojumi, ko cilvēki gūst kā labumu no ekosistēmu funkciju regulēšanas, samazinot vides spiedienu vai dabas apdraudējuma ietekmi, kas līdz ar to veicina sabiedrības drošību. Šādu pakalpojumu piemēri ir gaisa kvalitātes uzturēšana, klimata regulācija, erozijas kontrole, dažādu slimību regulācija, piesārņojuma mazināšana, atkritumu sadalīšanās dabā un ūdens attīrīšana. Apstādījumi un koki pilsētās nodrošina gan augstāku gaisa kvalitāti, gan regulē gaisa temperatūru. Tā kā šie ekosistēmu pakalpojumi ir ikdienā nemanāmi, tie parasti šķiet pašsaprotami. Vienlaikus regulācijas pakalpojumiem ir būtiska loma cilvēku labklājības un veselības nodrošināšanā, jo, samazinoties ekosistēmas spējai sniegt kvalitatīvu regulācijas pakalpojumu, to vistiešākā negatīvā veidā izjutīs arī cilvēks. Turklāt, ja šie pakalpojumi tiek iznīcināti vai bojāti, tas rada būtiskus zaudējumus, un to atjaunošana ir sarežģīta.

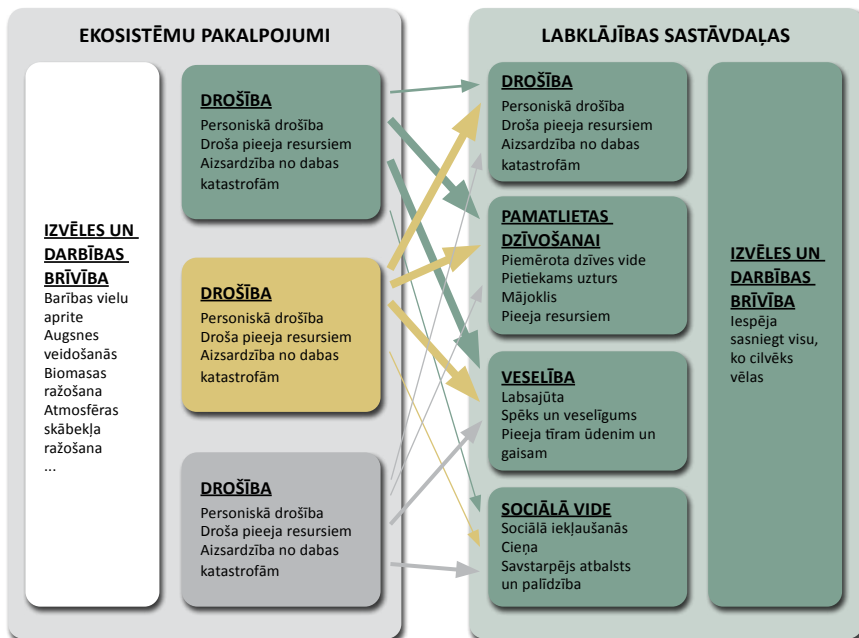
Atbalsta pakalpojumi ir ekosistēmu funkcionēšanai nepieciešamie

priekšnosacījumi, kas nodrošina citu ekosistēmu pakalpojumu sniegšanu, piemēram, augsnes veidošanās, fotosintēze un barības vielu aprīte, kas ir nepieciešama pārtikas ražošanai, un skābekļa ražošana.

Kultūras jeb nemateriālie pakalpojumi ir nemateriālie ieguvumi, ko cilvēki gūst no ekosistēmām, un tie ir saistīti ar garīgo bagātināšanos, kognitīvo attīstību, mentālo veselību, iedvesmošanos, kultūras identitātes veidošanos, estētiskā baudījuma gūšanu un atpūtu dabā. Piemēram, mākslinieki gūst iedvesmu mākslas darbiem, vērojot skaistu ainavu. Tāpat zaļajām zonām – mežiem, dabas parkiem – ir nozīmīga loma cilvēka fiziskās un garīgās veselības saglabāšanā. Apkārtējā vidē esošās lietas var sniegt individam identitātes apziņu un piederības sajūtu konkrētajai vietai, tās vēsturei un kultūrai. Konkrētam reģionam raksturīgie dzīvnieki, augi vai dabas ainavas bieži tiek izmantotas ne tikai ģerboņos un karogos, bet arī kā pielūgsmes objekti dažādās reliģijās (piemēram, svētās govīs Indijā, bruņurupuči kā totēma dzīvnieki budismā).

Līdzīga pieeja ekosistēmu pakalpojumu klasificēšanā tiek izmantota Eiropas Savienībā, kur tiek lietota Kopējā starptautiskā ekosistēmu pakalpojumu klasifikācijas sistēma *CICES (The Common International Classification of Ecosystem Services)*. Tajā tiek izdalītas trīs ekosistēmu pakalpojumu grupas – apgādes, regulēšanas un uzturēšanas, kā arī kultūras pakalpojumi. Tomēr *CICES* ekosistēmu klasifikācija ir balstīta uz gala pakalpojumiem, ko cilvēki gūst no ekosistēmām, tādēļ tā neietver atbalsta pakalpojumu grupu, kas galvenokārt ir esošās ekosistēmas procesi un kuru rezultātā tiek radīti citi ekosistēmu pakalpojumi.

Kā minēts iepriekš, ekosistēmu sniegtie pakalpojumi nodrošina ne tikai cilvēku eksistenci, bet ir arī būtiski to labklājības veicinātāji. Saskaņā ar ANO Tūkstošgades ekosistēmu novērtējumu ikviens no ekosistēmu pakalpojumu grupām ietekmē cilvēka labklājību veidojošās jomas (4.2. attēls).



Līnijas biežums norāda uz saiknes ciešumu - jo platāka līnija, jo saikne ir ciešāka

Avots: pēc ANO Tūkstošgades ekosistēmu novērtējuma, 2005.

4.2. attēls. Ekosistēmu pakalpojumu saikne ar cilvēka labklājību.

Apgādes pakalpojumiem ir nozīmīga loma cilvēku primāro vajadzību apmierināšanai, jo tie nodrošina cilvēku ar tādām pamatvajadzībām kā uzturs un mājoklis. Vienlaikus apgādes pakalpojumi var sniegt arī būtisku ieguldījumu cilvēka veselības saglabāšanā, piemēram, nodrošinot ar veselīgu dzeramo ūdeni un sniedzot drošības sajūtu attiecībā uz ikdienā nepieciešamo resursu pieejamību. Regulācijas pakalpojumiem ir būtiska ietekme uz cilvēka veselību un drošību, ko var veicināt patīkami klimatiskie apstākļi un droša apkārtējā vide bez klimata katastrofām. Savukārt nemateriāliem jeb kultūras pakalpojumiem ir ne tikai būtiska loma veselības uzturēšanā, ko veicina, piemēram, atpūta dabā, bet tie arī būtiski ietekmē sociālo vidi, kurā uzturamies.

4.3. Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana

Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana aizsākās ap 1987. gadu, kad tika veikti pirmie ekosistēmu novērtēšanas mēģinājumi. Mūsdienās ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana tiek plaši izmantota dažādās valstīs, lai izprastu un novērtētu to ekosistēmu vērtību, un tādējādi saglabātu ekosistēmas. Viens no aptverošākiem mēģinājumiem novērtēt ekosistēmu pakalpojumus tika veikts 1997. gadā (Costanza et al., 2014), kad visas pasaules ekosistēmas sniegtie pakalpojumi (17 ekosistēmu pakalpojumi 16 biomas) tika novērtēti ekonomiskajā vērtībā ~33 triljoni ASV dolāru gadā. Pēc ANO Tūkstošgades ekosistēmu novērtējuma viens no nozīmīgākajiem ekosistēmu novērtējumiem bija *TEEB* projekts “The Economics of Ecosystem and Biodiversity”, kas koncentrējās uz ekosistēmu slēpto vērtību novērtēšanu, bioloģiskās daudzveidības samazināšanās un ekosistēmas degradācijas izmaksu noteikšanu, izmantojot ekspertus ekoloģijas, ekonomikas un attīstības jomās.

Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana ir noderīgs rīks gadījumos, kad nepieciešams pieņemt lēmumu sabiedrības labklājības uzlabošanai. Tāpat ekosistēmas pakalpojumu vērtības noskaidrošana ir noderīga to efektīvai pārvaldībai, kas dažos gadījumos var ietvert ekonomiskus stimulus. Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana palīdz:

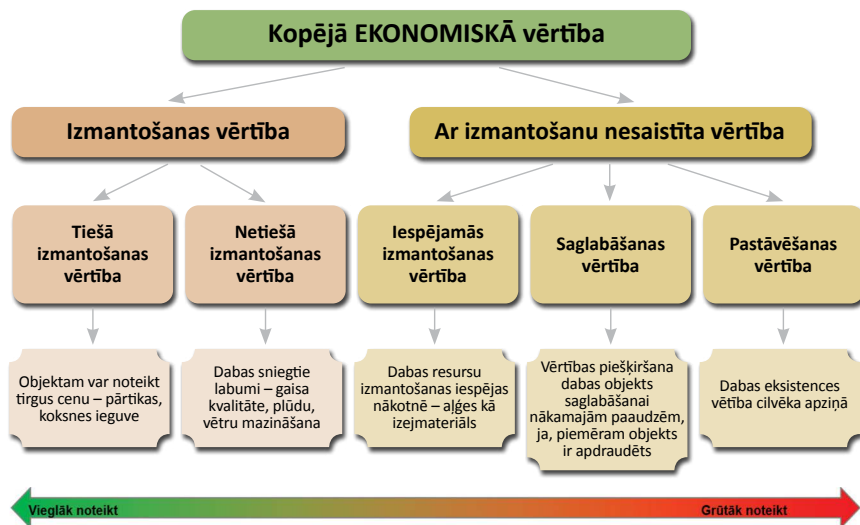
- paredzēt turpmākos teritorijas attīstības scenārijus;
- aprēķināt līdzekļus, kas ieguldīti dabas saglabāšanā;
- apzināt dabas ekonomisko vērtību un kopējo devumu sabiedrībai;
- veidot izpratni par ekosistēmu pakalpojumiem un to saistību ar sociālo un ekonomisko labklājību;
- noteikt un salīdzināt dažādu investīciju ekonomisko efektivitāti ekosistēmā;
- izvērtēt dažādus ekosistēmas pārvaldības veidus, piemēram, zemes lietojumu;
- aprēķināt izmaksas videi nodarītā kaitējuma gadījumā;
- argumentētāk diskutēt ar dažādām sabiedrības grupām par dabas nozīmi;
- izvēlēties ekonomiski izdevīgāko un ilgtspējīgāko teritorijas attīstības variantu.

Tā kā ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana ir kompleks process, kurā tiek iesaistīti dažādu jomu speciālisti, ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai var izmantot biofizikālās, sociālās un ekonomiskās novērtēšanas metodes. **Biofizikālā novērtējuma** rezultātā tiek raksturotas ekosistēmas funkcijas saistībā ar ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Tiek izmantoti pētījuma un monitoringa dati, modelēšana vai ekspertu vērtējumi. Biofizikālais novērtējums ietver arī tādu metodi kā ekosistēmu pakalpojumu kartēšanu.

Sociālais novērtējums paredz ekosistēmu novērtēšanā noskaidrot sabiedrības viedokli par konkrēto ekosistēmu un tās pakalpojumiem. Sociālais novērtējums ietver dažādas socioloģisko pētījumu metodes, piemēram, intervijas, aptaujas vai fokusgrupu diskusijas.

Ekonomiskās metodes savukārt ļauj novērtēt ekosistēmu pakalpojumu vērtību naudas izteiksmē, izmantojot dažādas ekonomiskās novērtēšanas metodes. Lai gan ekonomiskā novērtēšana tiek izteikta naudā, tā ir uzskatāma par relatīvu novērtēšanu, jo tas drīzāk sniedz iespēju salīdzināt dažādu ekosistēmu pakalpojumu vērtību, nosakot, kas no tiem ir ar augstāku vērtību, nevis nosakot precīzu pakalpojuma cenu.

Visus labumus, ko cilvēki saņem no ekosistēmām, var iedalīt izmantošanas vērtībā un ar izmantošanu nesaistītā vērtībā (4.3. attēls). Izmantošanas vērtība sastāv no tiešās izmantošanas vērtības un netiešās izmantošanas vērtības. Tiešā izmantošanas vērtība ir preces un pakalpojumi, ko sabiedrība var tieši patērēt un kam ir pieejami ekvivalenti tirgū (piemēram, kokmateriāli, ārstniecības augi). Netiešā izmantošanas vērtība ir preces un pakalpojumi, kas nav pieejami kopējā tirgū, bet tie var veicināt citus ekosistēmu procesus (piemēram, apputeksnēšana).



Avots: autora veidots pēc Selivanov, Hlaváčková, 2021.

4.3. attēls. Ekosistēmu kopējā ekonomiskā vērtība (*Total economic value*).

Iespējamās izmantošanas vērtība ir ieguvums, kas tiek lēsts saistībā ar potenciālo resursa izmantošanu nākotnē, ja tas pašlaik netiek izmantots. Saglabāšanas vērtību var definēt kā vērtību, ko piešķir, lai resursu vai ekosistēmas sniegtos labumus nodrošinātu un saglabātu pienācīgā kvalitātē nākamajām paaudzēm, savukārt pastāvēšanas vērtība ir gandarījums no apziņas, ka kāds objekts vai resurss pastāv. Jāņem vērā, ka ekosistēmai izmantošanas vērtību ir vieglāk aprēķināt, ja šīm vērtībām ir līdzvērtīgi vai pielīdzināmi produkti un pakalpojumi tirgū, turpretim ar izmantošanu nesaistītās vērtības noteikšana ir sarežģītāka, un tā ir subjektīvāka.

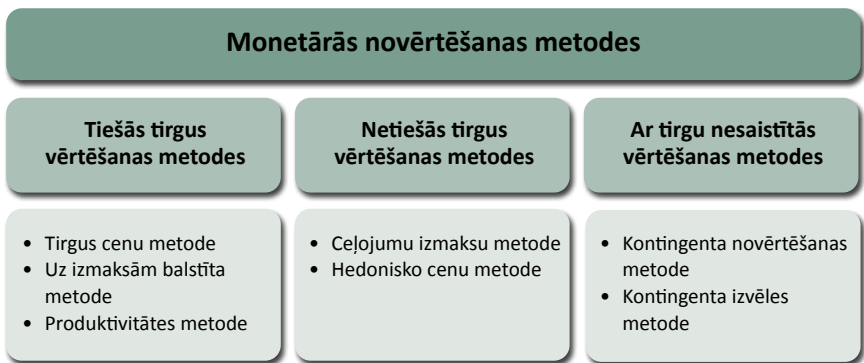
Ekosistēmu ekonomiskās novērtēšanas metodes

Ekosistēmu ekonomisko novērtēšanu var veikt, izmantojot kādu no metodēm, kuras tiek iedalītas trīs grupās.

- **Tiešās tirgus vērtēšanas metodes** (*direct market valuation methods*) – metodes izmanto faktiski tirgū pastāvošos datus –

preču un pakalpojumu cenas – kā bāzi, lai noteiktu ekosistēmu pakalpojumu vērtību, un tās pakļaujas tādiem tirgus mehānismiem kā pieprasījums un piedāvājums. Pie tiešajām tirgus vērtēšanas metodēm pieskaitāma tirgus cenu metode, uz izmaksām balstīta metode un produktivitātes metode.

- **Netiešās tirgus vērtēšanas metodes** (*indirect market valuation methods*) – tiek izmantotas, lai noteiktu ekosistēmu pakalpojumu vērtību, izmantojot patērētāju uzvedību vai darbības noteiktos tirgos. Šīs metodes izmanto datus, kas iegūti no reāliem tirgiem, kuros ir veikti faktiski darījumi. Netiešās tirgus novērtēšanas metodes ir ceļojumu izmaksu metode un hedonisko cenu metode.
- Ārpustirgus vērtēšanas metodes (*non-market valuation methods*) tiek dēvētas arī par ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanu, kuras pamatā ir personiskās izvēles un preferences. Šo pieeju var izmantot, ja nav pieejami dati par tirgus cenām un nav iespējams piemērot citas metodes. Preferenču pieeja izmanto hipotētiskās izvēles, ko norādīja atsevišķi respondenti, lai novērtētu lietderības izmaiņas, kas saistītas ar attiecīgo ekosistēmas pakalpojumu vai pakalpojuma kvalitātes vai kvantitātes pieaugumu. Ārpustirgus vērtēšanas metodes ietver kontingenta novērtēšanas metodi un kontingenta izvēles metodi.



Avots: autora veidots pēc Selivanov, Hlaváčková, 2021.

4.4. attēls. Monetārās novērtēšanas metodes.

Tiešās tirgus vērtēšanas metodes

Tirgus cenu metode (*Market price-based approach*). Nosakot ekosistēmas pakalpojuma vērtību, šajā pieejā tiek izmantota monetārā vērtība, kas tiek maksāta kopējā komerciālajā tirgū par līdzvērtīgām precēm vai pakalpojumiem. Standarta pieeja kopējā tirgū tirgoto resursu vērtības noteikšanai ir patērētāju un ražotāju pārpalikuma aplēse, izmantojot tirgus cenas un tirdzniecības apjoma datus. Kopējais tīrais ekonomiskais labums jeb ekonomiskais pārpalikums ir patērētāju pārpalikuma un ražotāju pārpalikuma summa. Piemēram, kokmateriālu ražošanas kā ekosistēmu pakalpojuma vērtību var noteikt, salīdzinot to ar šo kokmateriālu cenu tirgū.

Šo metodi var izmantot, lai novērtētu preces vai pakalpojuma kvantitātes vai kvalitātes izmaiņas. Tajā tiek izmantotas standarta ekonomiskās metodes, lai novērtētu tirgoto preču ekonomiskos ieguvumus, pamatojoties uz daudzumu, ko cilvēki pērk par dažādām cenām, un daudzumu, kas tiek piegādāts par dažādām cenām.

Metodes priekšrocības:

- dati par preču un pakalpojumu tirgus cenām, tirdzniecības apjomu un izmaksām ir salīdzinoši viegli pieejami un iegūstami;
- tiek pielietotas standarta vispārpieņemtās ekonomiskās metodes;
- tiek izmantoti novērojuma dati par faktiskajām patērētāju vēlmēm un rīcību.

Metodes trūkumi:

- dati pieejami ierobežotam preču un pakalpojumu skaitam;
- tirgus cenas var neatspoguļot patieso preču un pakalpojumu vērtību;
- cenu sezonālitate un pieprasījuma/piedāvājuma izmaiņas tirgū.

Uz izmaksām balstīta metode (*Cost-based valuation method*). Šī metode paredz, ka ekosistēmu pakalpojuma vērtību var noteikt kā ekvivalentu izmaksām, no kurām var izvairīties pateicoties tam, ka pastāv attiecīgais

ekosistēmu pakalpojums. Uz izmaksām balstītās metodes nenodrošina precīzu monetārās vērtības mērījumu, kas balstīts cilvēku vēlmē maksāt par produktu vai pakalpojumu, bet tās palīdz noteikt, kādas izmaksas varētu tikt novērstas, ja ekosistēmu pakalpojums būtu bojāts, nespētu turpināt sniegt pakalpojumu kvalitatīvi vai tiktu aizstāts ar mākslīgi veidotu sistēmu. Piemēram, piekrastes mitrāju vētras aizsardzības pakalpojumu novērtēšanu var veikt, aprēķinot aizsargsienu būvniecības izmaksas. Tāpat meža vai mitrāja erozijas aizsardzības pakalpojumu var novērtēt monetārā izteiksmē, novērtējot izmaksas, kas varētu rasties erozijas nogulumu likvidēšanai pieguļošajās teritorijās.

Šī metode vispiemērotākā ir gadījumos, kad pasākumi ekosistēmas pakalpojumu bojājumu novēršanai jau ir veikti vai tie tiks veikti, jo tādējādi vieglāk ir aprēķināt paredzamo izmaksu apmēru.

Pastāv vairākas šīs metodes piemērošanas pieejas.

- Aizstāšanas izmaksu metode – aprēķina ekosistēmas pakalpojuma vērtību kā izmaksas, kas saistītas ar tā aizstāšanu. Piemēram, ja mežaudze būs jānozāgē būvdarbu dēļ, mežaudzes vērtība būs līdzvērtīga jaunas mežaudzes ierīkošanas izmaksām.
- Kaitējuma izmaksu novēršanas metode (pazīstama arī kā preventīvo izdevumu metode) – nosaka ekosistēmas pakalpojuma vērtību kā izmaksas, kas saistītas ar potenciāli iespējamu kaitējumu, kurš ticis novērsts attiecīgā ekosistēmas pakalpojuma pastāvēšanas rezultātā. Piemēram, mežam, kas sniedz nozīmīgu ieguldījumu plūdu novēršanā, var tikt noteikta vērtība tādā apmērā, kādas izmaksas veidotos no hipotētiskiem plūdiem, ja mežs tiktu nozāgēts.
- Izmaksu samazināšanas metode – pieņem, ka ekosistēmas pakalpojuma izmaksas ir vienādas ar izdevumiem, kas radušies ekosistēmas pakalpojuma degradācijas seku izraisītās negatīvās ietekmes dēļ. Piemēram, ūdens attīrīšanas izmaksas no piesārņota rezervuāra, kas nodrošina dzeramo ūdeni. Būtiskākā atšķirība starp šo un iepriekšējo metodi ir tā, ka kaitējuma izmaksu novēršanas metodes gadījumā bojājumi ir hipotētiski.

Metodes priekšrocības:

- ar metodes palīdzību var noteikt aptuvenu ekonomisko vērtību, ņemot vērā datu ierobežojumus un saistīto preču līdzības vai aizstājamības pakāpi;
- ir vieglāk noteikt ekosistēmas pakalpojuma radīšanas izmaksas nekā ieguvumus, ko no tās saņemam, īpaši gadījumos, kad preces un pakalpojumi netiek tirgoti;
- tā ir mazāk datu un resursu ietilpīga.

Metodes trūkumi:

- izmaksas ne vienmēr ir precīzs mērs tam, kādu labumu no attiecīgā pakalpojuma mēs iegūstam;
- nepieciešama informācija par aizvietojamības pakāpi starp tirgus precī un dabas resursu. Tikai dažiem vides resursiem ir tieši vai netieši aizstājēji tirgū;
- ekosistēmu pakalpojumu degradācijas rezultātā aizvietojamās preces vai pakalpojumi ir tikai daļa no visa ekosistēmas sniegto pakalpojumu klāsta. Tādējādi ieguvumi no darbības, lai aizsargātu vai atjaunotu ekoloģisko resursu, var tikt nepietiekami novērtēti.

Produktivitātes metode (*Production function*). Metodi izmanto, lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumu ekonomisko vērtību, kas veicina citu preču ražošanu vai pakalpojumu sniegšanu. To izmanto gadījumos, kad ekosistēmas pakalpojumi tiek izmantoti kopā ar citiem izejmateriāliem, lai ražotu precī, kā rezultātā var tikt gūti papildu ienākumi. Piemēram, ekosistēmas sniegto pakalpojumu ūdens attīrīšanā var novērtēt, ņemot vērā ieņēmumu pieaugumu no kvalitatīvāka dzeramā ūdens pārdošanas, augstākas lauksaimnieciskās produkcijas ražas vai samazinātām izmaksām, nodrošinot tīru dzeramo ūdeni. Tāpat apkaimē pieejama estētiska rekreācijas vieta (piemēram, pastaigu takas, dabiska ūdens-tilpe) var radīt pozitīvu ietekmi tūristu piesaistē, kas rezultātā rada nepieciešamību veidot jaunas darbavietas un kopumā palielina ieguvumu vietējā ekonomikā.

Lai izmantotu produktivitātes metodi, ir jāapkopo dati par to, kā izmaiņas dabas resursa kvantitatē vai kvalitātē ietekmē galapreces ražošanas izmaksas, galapreces piedāvājumu un pieprasījumu, kā arī piedāvājums un pieprasījums pēc citiem ražošanas faktoriem. Šo informāciju izmanto, lai saistītu resursa daudzuma vai kvalitātes izmaiņu ietekmi ar izmaiņām patērētāju pārpalikumā un ražotāju pārpalikumā un tādējādi novērtētu ekonomiskos ieguvumus.

Metodes priekšrocības:

- metode ir salīdzinoši vienkārša;
- parasti metodei izmantojamie dati ir viegli pieejami, līdz ar to tās izmantošana ir salīdzinoši lēta.

Metodes trūkumi:

- metode aprobežojas ar to resursu novērtēšanu, kurus var izmantot kā izejmateriālus tirgoto preču ražošanā;
- novērtējot ekosistēmu, ne visi pakalpojumi būs saistīti ar tirgoto preču ražošanu, līdz ar to ekosistēmas vērtība var tikt novērtēta zemāk par tās patieso vērtību;
- nepieciešama skaidra resursu un ekonomisko produkciju modelēšana, jāpārlicinās, vai, ietekmējot vienu mainīgo, tiek ietekmēts otrs.

Netiešās tirgus novērtēšanas metodes

Hedonisko cenu metode (*Hedonic pricing method*). Hedonisko cenu noteikšanas metodi izmanto, lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumu ekonomisko vērtību, kas tieši ietekmē preces vai objekta tirgus cenas. Metode ir balstīta uz pieņēmumu, ka iedzīvotāji galvenokārt vērtē preces/objekta īpašības vai sniegtos labumus, nevis pašu preci/objektu. Līdz ar to preces/objekta tirgus cena atspoguļo tā īpašību kopuma vērtību, tai skaitā apkārtējās vides pievilcību, kuru patērētājs uzskata par svarīgu, iegādājoties preci/objektu.

Šo metodi visbiežāk izmanto, lai noteiktu nekustamā īpašuma cenu svārstības, jo ar tās palīdzību statistiski var modelēt, kā dažādi ekosistēmas

pakalpojuma rādītāji ietekmē īpašuma tirgus cenu. Izmantojot šo metodi, tiek vērtēta gan apkārtējās vides kvalitāte (t. i., gaisa un ūdens piesārņojums, trokšņa līmenis), gan vides ērtības (t. i., dabas teritoriju tuvums īpašumam, estētiski skaista ainava). Tādi rādītāji kā apkārtējās vides labiekārtojums, ūdens tuvums, aizsardzība pret plūdiem īpašuma vērtību palielina, savukārt tuvumā esošs piesārņojums to samazina.

Metodes priekšrocības:

- metode ir salīdzinoši precīzi lietojama, jo tās pamatā ir faktiskās tirgus cenas un salīdzinoši viegli izmērāmi dati;
- tā ņem vērā gan iekšējos, gan ārējos faktorus, lai noteiktu pētāmo īpašumu cenu, un līdz ar to tās pielietojums ir visaptverošs veids, kā noteikt jebkura īpašuma cenu;
- elastība attiecībā uz to, ka jebkuras ārējā vides faktora izmaiņas var ātri pievienot analīzei un noteikt to ietekmi uz īpašuma cenu;
- ja metodei nepieciešamie dati ir pieejami, tās piemērošana ir relatīvi lēta.

Metodes trūkumi:

- tās izmantošana var būt ierobežota gadījumos, kad tirgus ir izkropļots, kad informācija par vides apstākļiem ir ierobežota un pieejamie dati nav pilnvērtīgi;
- metodes pielietošanas izmaksas būtiski pieaug, ja dati nav pieejami, tos ir nepieciešams ievākt un apstrādāt ar statistiskām metodēm, kas prasa zināšanas šajā jomā;
- metodes pielietošanā ir iespējama liela subjektivitāte, jo cilvēki ārējos vides faktorus interpretē atbilstoši savai uztverei, un tāpēc pastāv varbūtība, ka viens ārējās vides faktors var novest gan pie viena indivīda uztvertās vērtības krituma, gan izraisīt citas personas uztvertās vērtības pieaugumu;
- ne visus ekosistēmu pakalpojumu sniegtos labumus var novērtēt, izmantojot šo metodi.

Metodes piemērošanas piemērs. Lai noteiktu nekustamā tirgus īpašuma cenu, sākotnēji tiek apkopoti dati par apkārtnē esošo nekustamo

īpašumu pārdošanas cenām noteiktā laika periodā. Papildus tiek iegūta informācija par to atrašanās vietu, nekustamo īpašumu raksturlielumi (piemēram, platība, stāvu skaits), apkārtnes raksturojums (t. sk. pakalpojumu pieejamība) un vides rādītāji, kas ietekmē īpašuma cenu. Ja apkārtnē atrodas zaļā zona, publiskie ūdeņi vai kāds vides piesārņojuma avots, no iegūtajiem datiem var veikt statistiskas sakarības noteikšanu starp īpašumu cenām un to attālumu līdz pievilcīgajai/piesārņotajai vides zonai. Tādējādi pētnieks var novērtēt pievilcīgās vides zonas saglabāšanas vērtību, aplūkojot, kā mainās vidējā nekustamā īpašuma vērtība, mainoties tuvumā esošās pievilcīgās vides apjomam.

Ceļojumu izmaksu metode (*Travel cost method*). Ceļojumu izmaksu metode visbiežāk tiek izmantota rekreācijas ekosistēmu pakalpojumu ekonomiskās vērtības noteikšanai, lai aplēstu cilvēku gatavību maksāt par atpūtu dabā. Tā ļauj novērtēt mājsaimniecību izmaksas un patērēto laiku, lai apmeklētu kādu vides objektu vai teritoriju. Metodi var izmantot, lai novērtētu ekonomiskos ieguvumus vai izmaksas, kas var veidoties no izmaiņām rekreācijas vietas piekļuves izmaksās, esošās rekreācijas vietas likvidēšanas vai jaunas izveidošanas, kā arī vides kvalitātes izmaiņām rekreācijas vietā.

Ceļojumu izmaksu metodes galvenais princips balstīts uz to, ka laika un ceļa izmaksas, kas cilvēkiem rodas, apmeklējot rekreācijas vietu, atbilst šīs vietas piekļuves cenai. Tādējādi cilvēku vēlmi maksāt, lai apmeklētu atpūtas vietu, var novērtēt, pamatojoties uz viņu veikto braucienu skaitu un ceļa izmaksām.

Pastāv vairāki ceļojumu izmaksu metodes varianti:

- **vienkāršā zonālā ceļojuma izmaksu metode**, kuras lietošanā galvenokārt tiek izmantoti dažādi sekundārie dati, kas sākotnēji iegūti citiem mērķiem (piemēram, tūrisma aģentūru dati), tikai atsevišķus neliela apjoma datus iegūstot no pētāmās teritorijas apmeklētājiem Metode ir vienkāršāka un relatīvi lētākā no ceļojumu izmaksu metodēm. Ar to tiek apkopota informācija par objekta apmeklējumu skaitu, ņemot vērā attālumu, kādu mērojuši objekta apmeklētāji, un tiek izdalītas zonas.

Tā kā ceļa un laika izmaksas palielināsies līdz ar attālumu, šī informācija ļauj aprēķināt apmeklējumu skaitu pie dažādām izmaksām. Šī informācija tiek izmantota, lai izveidotu objekta pieprasījuma funkciju un novērtētu patērētāja pārpalikumu vai ekonomisko ieguvumu no objekta rekreācijas pakalpojumiem.

- **Individuālo ceļojumu izmaksu metode**, kas balstās uz detalizētāku datu iegūšanu, veicot teritorijas apmeklētāju aptauju. Tā ir līdzīga vienkāršai zonālai ceļojumu metodei, taču statistiskajā analīzē tiek izmantoti atsevišķu apmeklētāju aptaujas dati, nevis katras zonas dati. Šī metode prasa resursu ietilpīgāku datu vākšanu un nedaudz sarežģītāku analīzi, taču tā sniegs precīzākus rezultātus, jo aptauju rezultātā tiek iegūti apmeklētājus raksturojoši papildu dati.
- **Izlases veida lietderības metode**, kurā datu iegūšanai tiek pielietota gan teritorijas apmeklētāju aptauju, gan citi dati un statistiskās analīzes metodes. Šī metode ir sarežģītākā un dārgākā no ceļojumu izmaksu metodēm. Vienlaikus tā ir piemērotākā pieeja, ko izmantot, lai novērtētu ieguvumu ne tikai no teritorijas vai objekta kopumā, bet arī no tās specifiskām īpašībām vai kvalitātes izmaiņām tajā. Šī metode ir arī vispiemērotākā, ja objektam ir daudz citu alternatīvu objektu.

Metodes priekšrocības:

- tiek ņemtas vērā ne tikai rekreācijas vietu pakalpojumu izmaksas (piem., maksa par telts vietas izmantošanu kempingā), bet arī izmaksas, kas rodas, ceļojot uz šo vietu, un negūtos ienākumus;
- metode ir salīdzinoši neapstrīdama, jo tā ir veidota pēc standarta empīriskajām ekonomiskās vērtības mērīšanas metodēm, līdz ar to tās rezultātus ir samērā viegli interpretēt un izskaidrot;
- tā balstās uz informāciju par cilvēku faktisko uzvedību, nevis uz hipotētiskiem scenārijiem, kā cilvēki rīkotos noteiktās situācijās;
- tā ir plaši izmantota, līdz ar to ir veikti būtiski pētījumi metodes pilnveidošanai.

Metodes trūkumi:

- ietilpīga datu apkopošana, ierobežojoši pieņēmumi par patērētāju uzvedību, sensitīvas statistikas metodes;
- vienkāršākie modeļi pieņem, ka indivīdi dodas ceļojumā ar vienu mērķi, lai apmeklētu noteiktu rekreācijas vietu. Ja ceļojumam ir vairāk nekā viens mērķis, rekreācijas vietas vērtība var tikt pārvērtēta, jo var rasties grūtības sadalīt ceļa izdevumus starp dažādiem mērķiem;
- metode sniedz informāciju par rekreācijas vietas pašreizējiem apstākļiem, bet ne par ieguvumiem vai zaudējumiem no paredzamajām izmaiņām.

Ārpustirgus novērtēšanas metodes (*Non-market valuation methods*)

Kontingenta novērtēšanas metode (*Contingent valuation method*).

Kontingenta novērtēšanas metode tiek izmantota gadījumos, kad nav datu par ekosistēmas pakalpojuma vērtību tirgū. Metodi var izmantot, lai novērtētu gan izmantošanas, gan ar izmantošanu nesaistītās vērtības. Metode balstās uz aptauju vai interviju veikšanu, kuru laikā tiek noskaidrota cilvēku gatavība maksāt noteiktu summu, lai saglabātu vai atjaunotu konkrētu ekosistēmas pakalpojumu. Dažkārt tiek lūgts sniegt viedokli arī par kompensācijas summu, ko tie būtu gatavi pieņemt, lai atteiktos no konkrētiem ekosistēmu pakalpojumiem.

Kontingenta novērtēšanas metodei ir četras variācijas:

- vēlme maksāt (*Willingness to pay*) – ar šo metodi novērtē ekosistēmu pakalpojuma vērtību, tieši jautājot cilvēkiem, cik daudz tie būtu gatavi maksāt par ekosistēmas uzlabojumiem un tās sniegtajiem pakalpojumiem;
- gatavība pieņemt (*Willingness to accept*) – šīs metodes izmantošanā cilvēkiem tiek jautāts, cik daudz naudas viņi ir gatavi pieņemt kā kompensāciju par zaudējumiem ekosistēmas un tās sniegto pakalpojumu degradācijas rezultātā;

- vēlme pārdot (*Willingness to sell*) – metode paredz noskaidrot, par cik cilvēki būtu gatavi pārdot ekosistēmas pakalpojumu, vai cik kāda cita iesaistītā puse būtu gatava maksāt par attiecīgo ekosistēmas pakalpojumu;
- izsecinātā vērtēšanas metode (*Inferred valuation method*) – lai iegūtu objektīvāku vērtējumu, metode paredz cilvēkiem prognozēt, kādu vērtību ekosistēmas pakalpojumam piešķirs citas personas, nevis izteikt aptaujātā personisko vērtējumu par attiecīgo ekosistēmas pakalpojumu.

Metodes priekšrocības:

- vienīgā metode, ar kuru var izmērīt ekosistēmas pakalpojuma iespējamo izmantošanas vērtību un pastāvēšanas vērtību, un kas sniedz patiesu kopējo ekonomisko vērtību;
- metodes elastība, kas ļauj to piemērot ekonomiskās vērtības noteikšanai gandrīz jebkuram ekosistēmu pakalpojumam;
- plašs metodes pielietojums, kas veicinājis tās metodoloģijas pilnveidošanu.

Metodes trūkumi:

- lai gan metode ir plaši pielietota, pastāv viedokļu atšķirības pētnieku vidū, vai metode pietiekami labi atspoguļo cilvēku vēlmi maksāt par ekosistēmu pakalpojumiem;
- aptaujātajiem ne vienmēr ir viegli noteikt ekosistēmu pakalpojumu vērtību monetārā izteiksmē, kas līdz ar to var radīt neatbilstības noteiktajā vērtībā;
- metodes izmantošana var būt laikietilpīga un salīdzinoši dārga.

Kontingenta izvēles metode (*Contingent Choice Method*). Līdzīgi kā kontingenta novērtēšanas metode arī kontingenta izvēles metode var tikt izmantota, lai noteiktu ekonomisko vērtību gandrīz jebkurai ekosistēmai un tās sniegtajam pakalpojumam. Atšķirīgais ir tas, ka kontingenta izvēles metode neparedz aptaujātajiem lūgt nosaukt savu monetāro vērtību par attiecīgo ekosistēmas pakalpojumu, bet tā tiek izsecināta no hipotētiskām izvēlēm vai alternatīvām, ko cilvēki veic. Piemēram, aptaujātajiem tiek lūgts izvēlēties vienu no piedāvātajiem ekosistēmu pakalpojumiem vai to

rādītājiem, vai tiek lūgts saražēt dažādu ekosistēmu pakalpojumu pēc to svarīguma. Pēc datu iegūšanas tiek izmantotas statistikas metodes, lai noteiktu saistību starp pazīmēm un indivīda vēlmēm. Ņemot vērā to, ka metode balstās uz kompromisiem un iedzīvotāju izvēlēm starp dažādiem ekosistēmu pakalpojumiem, to var veiksmīgi izmantot politikas lēmumu pieņemšanā kā instrumentu, kur dažādi potenciālie darbības scenāriji var radīt ietekmi uz vides resursiem un ekosistēmu pakalpojumiem.

Metodes priekšrocības:

- šī metode ļauj respondentiem domāt par kompromisiem, kas var būt vienkāršāk nekā tieši nosaukt ekosistēmas pakalpojuma vērtību;
- atšķirībā no kontingenta novērtēšanas metodes šī metode samazina iespēju aptaujas rezultātā iegūt nereālistiskas vērtības;
- metodes rezultātā tiek iegūta relatīva ekosistēmas pakalpojuma vērtība, kas potenciāli izmantojama lēmumu pieņemšanā attiecībā uz rīcības alternatīvām un to ietekmi uz vidi.

Metodes trūkumi:

- aptaujātajiem var būt sarežģīti novērtēt dažādas alternatīvas, ja tās viņiem nav pazīstamas;
- nodrošinot ierobežota atbilžu skaita iespēju, respondenti var izdarīt izvēli, ko brīvprātīgi neizdarītu, kas līdz ar to var dot neobjektīvus iegūtos rezultātus;
- pētnieku vidū pastāv atšķirīgi viedokļi par metodes uzticamību un piemērotību ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanā.

Papildu lasāmviela

- **ANO Tūkstošgades ekosistēmas novērtējums** (*UN Millenium Ecosystem Assessment*) – ANO laika periodā no 2001. līdz 2005. gadam sagatavots ekosistēmu novērtējums, kurā piedalījās vairāk nekā 1360 zinātnieki no dažādām pasaules valstīm un kura mērķis bija novērtēt pasaules ekosistēmu izmaiņu ietekmi uz cilvēku labklājību. Kā arī noteikt turpmāko rīcību, lai uzlabotu ekosistēmu saglabāšanu nākamajām paaudzēm, nodrošinātu ekosistēmu ilgtspējīgu izmantošanu, tādējādi sniedzot atgriezenisko labumu arī cilvēcei. Novērtējuma rezultāti deva zinātnisko novērtējumu par pasaules ekosistēmu stāvokli un tendencēm, to sniegtajiem pakalpojumiem, kontroli un iespējas atjau-

not, saglabāt vai uzlabot ekosistēmu ilgtspējīgu izmantošanu.

Pieejams: <https://www.millenniumassessment.org/en/Global.html>

- **Bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu starpvaldību padome –**

Pieejams: <https://www.ipbes.net/>

- LIFE + programmas “Vides politika un pārvaldība” **projekts “Ekosistēmu un to sniegtu pakalpojumu novērtējuma pieejas pielietojums dabas daudzveidības aizsardzībā un pārvaldībā”** – projekts, kas tika īstenots periodā no 2014. līdz 2020. gadam, un kura laikā tika veikta ekosistēmu pakalpojumu noteikšana, kartēšana un novērtēšana Engures un Saulkrastu piekrastes teritorijās.

Pieejams: <https://ekosistemas.daba.gov.lv/public/lat/>

- **Eiropas Savienības ekosistēmu novērtējums** (*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment*) ir Eiropas Komisijas Kopīgā pētniecības centra sagatavots ziņojums par ekosistēmu stāvokli Eiropas Savienībā, aptverot tās sauszemes un jūras teritoriju. Ziņojuma mērķis ir sniegt uz pierādījumiem balstītu zinātnisku atbalstu Eiropas politikas veidošanas procesam, kā arī veicināt Eiropas Savienības dalībvalstu izpratni par ekosistēmu pakalpojumu pieeju.

Pieejams: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC120383>

- **Kopējā starptautiskā ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija CICES** (*The Common International Classification of Ecosystem Services*) – starptautiska hierarhiska sistēma, ko pieņēmusi Eiropas Savienība un kas izstrādāta, lai ļautu izmērīt, uzskaitīt un novērtēt ekosistēmu sniegtos pakalpojumus.

Pieejams: <https://cices.eu/>

- **Starptautisks pētījums “The Economics of Ecosystems and Biodiversity”** par bioloģiskās daudzveidības samazināšanos un ekosistēmu degradāciju un to ekonomisko vērtību (**TEEB**), kas tika sagatavots 2010. gadā ANO Vides programmā.

Pieejams: <https://teebweb.org/publications/teeb-for/synthesis/>

- **Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas metožu piemēri.** Sniegta detalizēta dažādu ekosistēmas monetāro novērtēšanas metožu apraksts ar praktiskiem piemēriem.

Pieejams: <https://www.ecosystemvaluation.org/>

Izmantotā literatūra un avoti

1. Bherwani H., Nair M., Kapley A., Kumar R. (2020) Valuation of Ecosystem Services and Environmental Damages: An Imperative Tool for Decision Making and Sustainability. *European Journal of Sustainable Development Research*, 4(4), em0133. <https://doi.org/10.29333/ejosdr/8321>
2. Costanza R., de Groot R., Sutton P., van der Ploeg S., Anderson S. J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R. K. (2014) Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Changes*, 26. 152–158 p.
3. Diaz S., Pascual U., Stenseke M., Martin-Lopez B., Watson R.T., Molnar Z., Hill R., Chan K.M.A., Baste I., Brauman K.A., Polasky S., Church A., Lonsdale M., Larigauderie A., Leadley P.W., Van Oudenhoven A.P.E., Van der Plaet F., Schroter M., Lavorel S., Aumeeruddy-Thomas Y., Bukvareva E., Davies K., Demissew S., Erpul G., Failler P., Guerra C.A., Hewitt C.L., Keune H., Lindley S., Shirayama Y. (2018) Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359, 270–272.
4. FAO (2020) Biodiversity for food and agriculture and ecosystem services. Thematic Study for The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. Rome [tiešsaiste] Pieejams: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb0649en>
5. Haines-Young R., Potschin M.B. (2018) Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure Pieejams: www.cices.eu
6. King D.M., Mazzotta M. (2000) Ecosystem Valuation. [tiešsaiste] Pieejams: <https://ecosystemvaluation.org/>
7. Maes J., Teller A., Erhard M., Condé S., Vallecillo S., Barredo J.I., Paracchini M.L., Malak D.A., Trombetti M., Vigiak O., Zulian G., Addamo A.M., Grizzetti B., Somma F., Hagyo A., Vogt P., Polce C., Jones A., Marin A.I., Ivits E., Mauri A., Rega C., Czúcz B., Ceccherini G., Pisoni E., Ceglár A., De Palma P., Cerrani I., Meroni M., Caudullo G., Lugato E., Vogt J.V., Spinoni J., Cammalleri C., Bastrup-Birk A., San Miguel J., San Román S., Kristensen P., Christiansen T., Zal N., de Roo A., Cardoso A.C, Pistocchi A., Del Barrio Alvarellos I., Tsiamis K., Gervasini E., Deriu I., La Notte A., Viñas R.A., Vizzarri M., Camia A., Robert N., Kakoulaki G., Bendito E.G., Panagos P., Ballabio C., Scarpa S., Montanarella L., Orgiazzi A., Ugalde O.F., Santos-Martín F. (2020) Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment. Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/757183, JRC120383. Pieejams: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC120383>
8. Newton A. C. (2021) Ecosystem Collapse and Recovery. Cambridge University Press. 478 lpp.
9. Nikodemus O., Brūmelis G. (red. un sast.) (2015) Dabas aizsardzība. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 288 lpp.
10. Norgaard R. B. (2010) Ecosystem services: From eye-opening metaphor to complexity blinder. *Ecological Economics*, 69, 1219–1227 p.

11. Patterson M. (2023) The state-of-the-art and prospects: economic valuation of ecosystem services in environmental impact assessment. *Impact Connector*. Issue 15, p.10–21.
12. Selivanov E., Hlaváčková P. (2021) Methods for monetary valuation of ecosystem services: A scoping review. *Journal of Forest Science*, 67: 499–511.
13. Seth M., Rudman, Kreitzman M., Chan K.M.A, Schluter D. (2017) Ecosystem Services: Rapid Evolution and the Provision of Ecosystem Services. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 32, No. 6, 403–415 p.
14. TEEB (2010) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB. Pieejams: <https://teebweb.org/publications/teeb-for/synthesis/>
15. The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2023) [tiešsaiste] Pieejams: <https://www.ipbes.net/about>
16. The Millennium Ecosystem Assessment Series (2005) Ecosystems and human well-being : current state and trends : findings of the Condition and Trends Working Group /edited by Rashid Hassan, Robert Scholes, Neville Ash. Pieejams: <https://www.millenniumassessment.org/en/>
17. Wittmer H., Gundimeda H. (ed.) (2012) The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Local and Regional Policy and Management. Routledge. 384 p.

5.

EIROPAS SAVIENĪBAS UN LATVIJAS BIOEKONOMIKAS PROFILS

Autores: Sandija Zēverte-Rivža, Vineta Tetere, Dina Popluga, Aina Muška

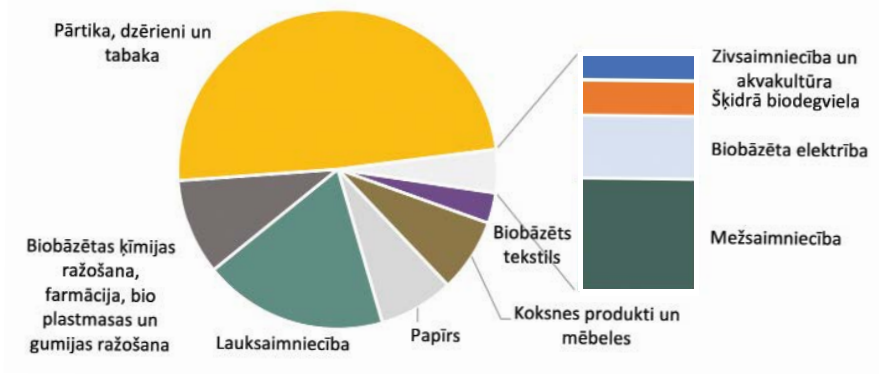
Eiropas Savienības Padome ir secinājusi, ka ilgtspējīgai aprites bioekonomikai ir izšķiroša nozīme, lai līdz 2050. gadam panāktu klimatneitrālu Eiropu, garantētu pārtikas un uztura nodrošinājumu, ilgtspējīgu biomasas ražošanu un izmantošanu, samazinot *pārtikas atkritumu daudzumu*, atjaunojot un uzlabojot ekosistēmu darbību un bioloģisko daudzveidību. Arī Latvijā bioekonomika tiek uzskatīta par valsts tautsaimniecības attīstības pamatu. Latvijas Republikas Zemkopības ministrija (ZM) norāda, ka bioekonomikas sektori stiprina Latvijas teritorijas dzīvotspēju, un tiem piemīt liels izaugsmes potenciāls labi apmaksātu darbavietu radīšanā. Bioekonomika ir tautsaimniecības daļa, kur ražošanas procesā ilgtspējīgā un pārdomātā veidā tiek izmantoti atjaunīgie dabas resursi, lai ražotu pārtiku un barību, industriālos produktus un enerģiju.

5.1. Bioekonomiku raksturojošie rādītāji

Latvijas Bioekonomikas stratēģijā tiek noteikti vairāki indikatori, kurus analizējot, var novērtēt Latvijas bioekonomikas nozaru profilu. Līdzīgi rādītāji šīs jomas analīzei tiek lietoti arī ES Bioekonomikas stratēģijā un pārējo ES dalībvalstu stratēģijās. Pamatrādītāji ir apgrozījums bioekonomikas nozarēs, pievienotā vērtība un nodarbināto skaits. Detalizētāk analizējot, var tikt izvērtētas bioresursu plūsmas ES un dalībvalstu robežās. Tās var apskatīt atsevišķās bioekonomikas nozarēs, kā arī analizēt plūsmas starp nozarēm. Turklāt var analizēt arī ārējo tirdzniecību bioekonomikas nozarēs un galvenās bioekonomikas produktu importētājvalstis, kā arī

galvenos eksporta tirgus Latvijā saražotajiem produktiem.

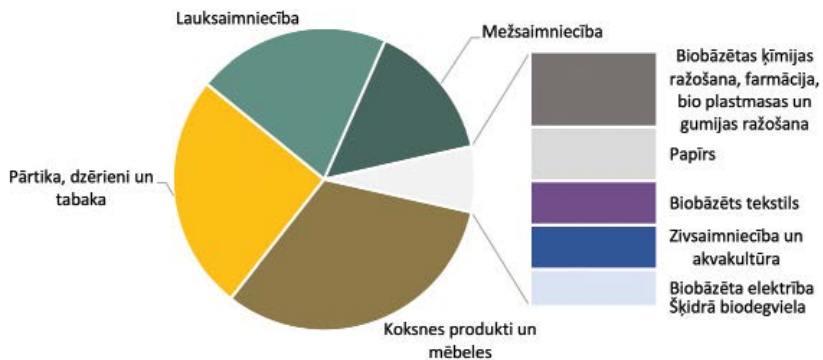
Kopumā apgrozījums bioekonomikā ES 2020. gadā bija 2,3 trilj. EUR, bet Latvijā – 8,4 mljrd. EUR. Salīdzinot ES bioekonomiku raksturojošos rādītājus ar Latviju, nozaru struktūras analīze parāda, ka ES kopumā lielākā bioekonomikas nozare ir pārtikas, dzērienu un tabakas ražošana ar 1,14 trilj. EUR apgrozījumu, tai seko lauksaimniecība un bioloģiskas izcelsmes ķīmijas rūpniecība, farmācija, kā arī plastikas un gumijas ražošana.



Avots: autoru veidots, izmantojot datus no DataM, 2023.

5.1. attēls. **Agrozījums bioekonomikas nozarēs ES 2020. gadā, mljrd. EUR.**

Latvijā dominējošā ir mežsaimniecība, kokapstrāde un koksnes produktu ražošana ar kopējo apgrozījumu 5,4 mljrd. EUR 2020. gadā. Šīm nozarēm seko pārtikas, dzērienu un tabakas ražošana, kā arī lauksaimniecība.

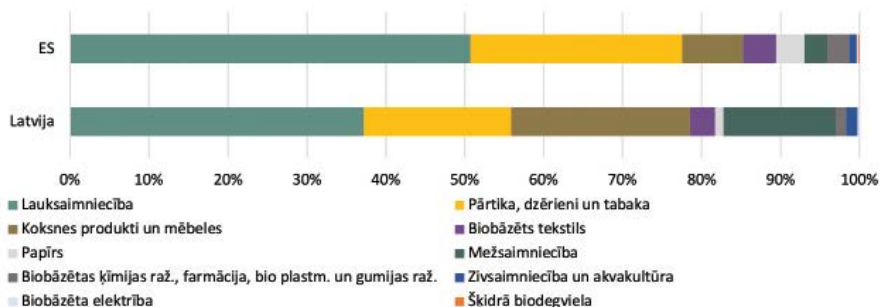


Avots: autoru veidots, izmantojot datus no DataM, 2023.

5.2. attēls. **Apdrozījums bioekonomikas nozarēs Latvijā 2020. gadā, mljrd. EUR.**

Šādas atšķirības starp ES vidējo nozaru sadalījumu un dalībvalstīs dominējošajām nozarēm saistītas gan ar dažādo dabas resursu sadalījumu starp ES dalībvalstīm, piemēram, Latvijā un Somijā tie ir meža resursi un attiecīgi dominē ar mežu izmantošanu saistītās jomas. Nozaru sadalījumu ietekmē arī reģiona specializācija un pieprasījums.

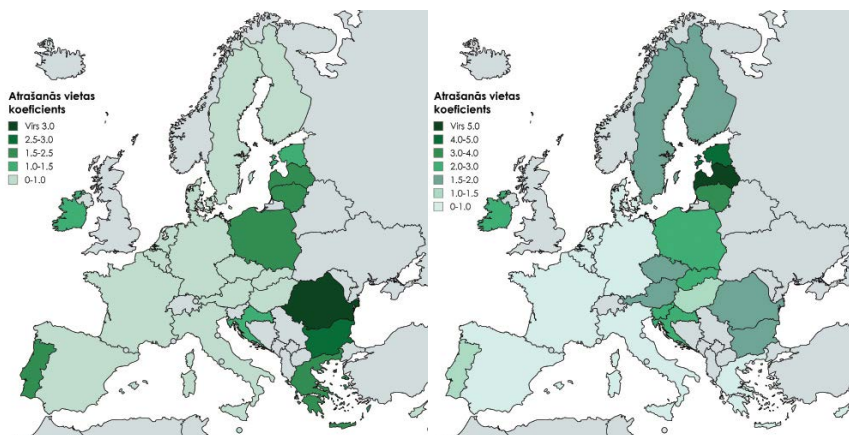
Kopumā ES bioekonomikas nozarēs 2020. gadā bija nodarbināti 17,16 miljoni ES iedzīvotāju, bet Latvijā – 124,58 tūkst. iedzīvotāju jeb 6,5 % no visiem Latvijas iedzīvotājiem, jeb 11 % no visiem darbaspējīgajiem iedzīvotājiem Latvijā, kas attiecīgi ir 3,8 % no visiem iedzīvotājiem ES un 8,7 % no darbaspējīgajiem iedzīvotājiem ES. Analizējot datus par nodarbināto skaitu bioekonomikas nozarēs ES un Latvijā, var novērot, ka tas ir caurmērā proporcionāls apdrozījumam šajās nozarēs, un, lai gan ES un Latvijā nodarbināto skaits ir lielākais lauksaimniecībā, šī nozare pēc apdrozījuma nav lielākā ne ES, ne Latvijā. Lauksaimniecībā Latvijā nodarbināti 46,3 tūkst. jeb 37,2 % no visiem bioekonomikā nodarbinātajiem. Nākamā nodarbināto skaita ziņā ir pārtikas, dzērienu un tabakas ražošanas nozare, kurā Latvijā nodarbināti 23,3 tūkst., jeb 18,7 % no visiem bioekonomikā nodarbinātajiem.



Avots: autoru veidots, izmantojot datus no DataM, 2023.

5.3. attēls. Nodarbinātie bioekonomikas nozarēs ES un Latvijā 2020. gadā, % no kopējā nodarbināto skaita bioekonomikā.

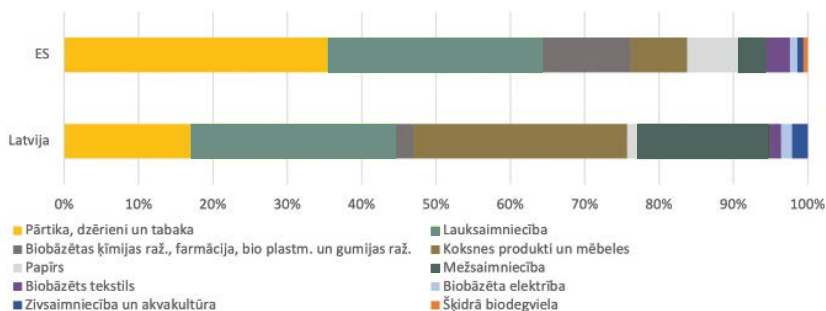
Vēl viens rādītājs, kas atspoguļo nodarbinātības intensitāti kādā no bioekonomikas nozarēm, salīdzinot ar pārējo ES, ir atrašanās vietas koeficients (*Location quotient (LQ)*). Šis ir analītiskās statistikas rādītājs, kas mēra reģiona specializāciju attiecībā pret lielāku ģeogrāfisko vienību, un šajā gadījumā tas parāda nodarbinātības daļu dalībvalsts kopējā bioekonomikā vai atsevišķās tās nozarēs pret nodarbinātības daļu ES bioekonomikā. Kā redzams 5.4. attēlā, 2020. gadā augstākais atrašanās vietas koeficienta rādītājs ES bija Rumānijā un Bulgārijā, kas skaidrojams ar lielo nodarbināto skaitu lauksaimniecībā šajās valstīs. Savukārt Latvijā dominējošajā mežsaimniecībā un kokapstrādē atrašanās vietas koeficients ir 5,91, toties mežsaimniecībā vien tas ir pat 8,91, kas ir daudz lielāks nekā atrašanās vietas koeficients šajās nozarēs citās valstīs. Kā jau iepriekš minēts, tas var norādīt gan uz konkrētās valsts specializāciju atsevišķās nozarēs, izmantojot vietējos resursus, kas Latvijas gadījumā būtu meži, lai gan, piemēram, Rumānijas situācijā varētu norādīt arī uz darbaspēka ietilpīgām saimniekošanas metodēm nozarē un nepieciešamību pārstrukturēt nozari, lai to intensificētu.



Avots: autoru veidots, izmantojot datus no DataM, 2023.

5.4. attēls. Atrašanās vietas koeficients bioekonomikas nozarēs ES 2020. gadā (pa kreisi) un mežsaimniecības un kokapstrādes nozarēs (pa labi).

Vēl viens rādītājs, kas analizējams saistībā ar bioekonomikas nozaru profilu, ir pievienotā vērtībā – ES tā visaugstākā ir tādās bioekonomikas nozarēs kā pārtikas, dzērienu un tabakas ražošana, savukārt Latvijā – koksnes produktu un mēbeļu ražošana. Gan ES, gan Latvijā otra lielākā nozare ar augstāko pievienoto vērtību ir lauksaimniecība, trešajā vietā ES ir biobāzētas ķīmijas ražošana, farmācija, bioplastmasas un gumijas ražošana, savukārt Latvijā – mežsaimniecība, un tikai ceturtajā vietā ir ES dominējošā pārtikas, dzērienu un tabakas ražošana.



Avots: autoru veidots, izmantojot datus no DataM, 2023

5.5. attēls. Pievienotā vērtība bioekonomikas nozarēs ES un Latvijā 2020. gadā, % no kopējās pievienotās vērtības bioekonomikā.

Attiecībā uz importu un eksportu – 2022. gadā Latvijā bija negatīva ārējās tirdzniecības bilance, proti, eksporta apjoms (21 mljrd. EUR) bija mazāks nekā importa apjoms (26,5 mljrd. EUR). No kopējā eksporta apjoma preces, kas attiecināmas uz bioekonomikas nozarēm, veidoja 7,8 mljrd. EUR jeb 36,91 % no kopējā eksporta. Salīdzinot ar 2021. gadu, kopējā eksporta vērtība visām precēm un arī bioekonomikas nozaru ražotajām ir palielinājusies, tomēr bioekonomikas produktu īpatsvars kopējā eksportā ir nedaudz samazinājies no 39,44 % 2021. gadā uz 36,91 % 2022. gadā. Būtiskākās eksporta partnervalstis 2022. gadā Latvijas bioekonomikas nozaru ražoto produktu eksportam bija Lietuva, Igaunija un Krievija – pārtikas produktu un dzērienu eksportam; Apvienotā Karaliste, Zviedrija, Vācija un Igaunija – koksnes un koksnes izstrādājumu eksportam, kā arī Nigērija un Spānija – augu valsts (graudu) eksportam un Lietuva – dzīvnieku un lopkopības produkcijas eksportam.

Analizējot importa dinamiku, novērojams, ka kopumā nedaudz samazinājies produkcijas īpatsvars, kas attiecināms uz bioekonomikas nozarēm – no caurmērā 12–14 % iepriekšējos gados līdz 11 % 2022. gadā. Samazinājums vērojams kā monetārā vērtībā, tā importētās produkcijas svarā. Galvenās importēto bioekonomikas produktu grupas ir apģērbi (kopā trikotāžas un netrikotāžas – 480 milj. EUR); papīrs un kartons (412 milj. EUR), kā arī piens un piena produkti (270 milj. EUR).

Arējās tirdzniecības datu analīzi apgrūtina biomasas atdalīšana nozarēs, kuras izmanto gan bio, gan citas izcelsmes produktus, piemēram, farmācija. Tādēļ tā šobrīd nav iekļauta importa un eksporta analīzē, lai gan daļa no tajā izmantotajām izejvielām ir attiecināma uz bioekonomiku.

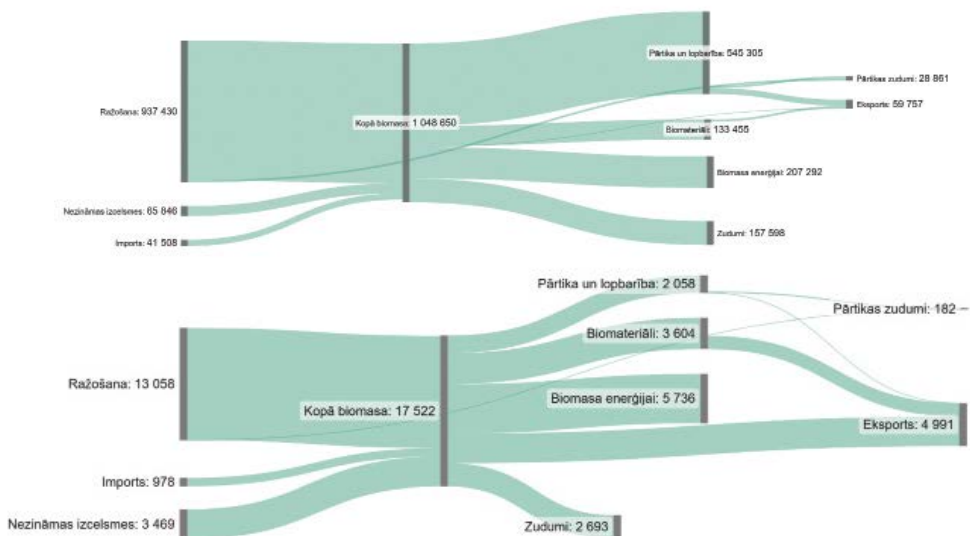
Pieaugot izpratnei par ilgtspējīgas bioekonomikas nozīmi Eiropā, pieaug nepieciešamība palielināt statistikas pieejamību un kvalitāti, tomēr joprojām ES līmenī šajā jomā trūkst vairāku būtisku aspektu, tostarp i) visaptverošu datubāzu un statistikas par bioekonomikas nozarēm; ii) pārskatāma metodika bioekonomikas datu vākšanai; iii) integrēti vērtību ķēdes dati un rādītāji, kas ilustrē dažādu bioekonomikas preču plūsmas.

Lai risinātu šīs problēmas, “Apvārsnis 2020” projektā “Biomonitor”

tika izstrādāta materiālu plūsmas uzraudzības (*Material Flow Monitor, MFM*) metodika. Šī metodika apraksta fiziskās materiālu plūsmas (tostarp biomasu) tautsaimniecībā, izmantojot piedāvājuma un izlietojuma tabulas un datus no BioSAM datubāzes par konkrētām precēm un sektoriem. Dati šajā datubāzē tiek atjaunoti ik pēc pieciem gadiem. BioSAM ir datubāze, kas vispilnīgāk ataino bioekonomikas nozares un sniedz detalizētu informāciju par to saistību ar pārējām nozarēm. BioSAM datubāzē ir visaugstākais preču un nozaru sadalījuma līmenis, kas ļauj izmērīt bioekonomikas nozīmi Latvijā un citās Eiropas valstīs. Lai gan biobāzētas izcelsmes izejmateriālu un produktu apjoms pieaug, joprojām ir grūti noteikt un uzraudzīt bioekonomikas attīstību. Tas ir tāpēc, ka biobāzētas izcelsmes izejmateriālus un produktus arvien vairāk izmanto, lai aizstātu, piemēram, naftas ķīmijas produktus, bet statistikas klasifikācijā tie netiek atsevišķi izdalīti. Viena no iespējām ir biomasas koeficientu izmantošana, lai noteiktu biobāzētas izcelsmes daļu katrai produktu kategorijai, kas ir labākā pieejamā metode biobāzētas izcelsmes produktu īpatsvara noteikšanai, taču šādi koeficienti nav pietiekami precīzi, lai ticami atspoguļotu nelielas izmaiņas.

Lai vizualizētu biomasas plūsmu ES, Eiropas Komisijas (EK) Kopīgais pētniecības centrs (*Joint Research Center*) ir izstrādājis biomasas plūsmas diagrammas, kas atspoguļo biomasas plūsmas ES un tās dalībvalstīs. Šajā gadījumā biomasas plūsmas tiek attēlotas kā tonnas sausās masas, nepārrēķinot monetārās vienībās, piemēram eiro.

Analizējot bioresursu plūsmu, var secināt, ka Latvijā, salīdzinot ar ES, ir lielāks biomasas eksporta īpatsvars (tas gan pārsvarā ir uz citām ES valstīm): vairāk biomasas tiek izmantots enerģijas ražošanai (lielākoties kurināmā veidā), savukārt mazāks īpatsvars no kopējās biomasas – pārtikas un lopbarības ražošanai.



Avots: autoru veidots, izmantojot datus no DataM, 2023.

5.6. attēls. **Biomasa plūsma ES (augšējais attēls) un Latvijā (apakšējais attēls) 2020. gadā, 1000 t sausnas neto.**

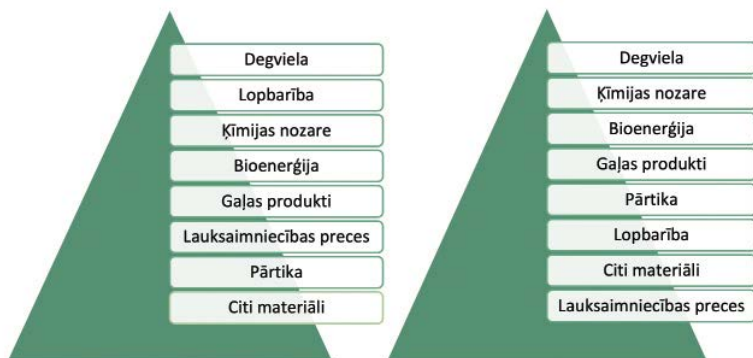
Nīderlandes statistikas pārvalde ir izstrādājusi materiālu plūsmas uzraudzības metodiku (*MFM*), kas apraksta Nīderlandes ekonomikas fiziskās materiālu plūsmas, mērot to miljonos kilogramu. Fiziskajās plūsmās ietilpst arī detalizēts preču imports un eksports. *MFM* rodas no nacionālajos kontos publicētās monetārā piedāvājuma un izlietojuma uzskaites statistikas, ko pārvērš fiziskajās materiālu plūsmās. Ar šīm materiālu plūsmām sasniegtā detalizācijas pakāpe ļauj novērtēt bioekonomikas apmēru fiziskā izteiksmē visā Nīderlandes ekonomikā, tādējādi neietverot monetārās svārstības un palielinot iegūto datu precizitāti. Kā arī tas ļauj izdalīt dažādu materiālu plūsmas, piemēram, bio un citas izcelsmes materiālu plūsmas dažādās nozarēs. Šobrīd šī metodika tiek izmantota tikai Nīderlandē.

Latvijas Bioekonomikas stratēģijā definētā bioekonomikas struktūra ir viens no veidiem, kā analizēt Latvijas bioekonomiku. Tā tiek izteikta monetārās vērtībās, un cenu svārstīgums var radīt šo vērtību neobjektīvu novērtējumu. Tāpēc ieteicams izmantot fiziskus apjomus, kas sniegtu

perspektīvu uz objektīvu bioekonomikas nozaru novērtējumu.

MFM metodikas pielietošana Latvijas bioekonomikai ļauj izvērtēt biomateriālu plūsmu devumu bioekonomikā, nodalot bio un citas izcelsmes materiālu plūsmas nozarēs.

Ir tādas nozares, kas nav iekļautas Latvijas Bioekonomikas stratēģijā, savukārt tās ir iekļautas BioSAM datu bāzē. Šī datu bāze kopā ar *MFM* metodiku ļauj salīdzināt kopējās un atšķirīgās iezīmes bioekonomikas analīzes pieejās. Lai apvienotu monetāro un nemonetāro analīzes pieeju, *Bos et al.* (2014) ir izveidojis vērtību piramīdu, lai atspoguļotu biomasas izmantošanas monetāro vērtību. Katra prece tiek iedalīta kategorijā neatkarīgi no tā, kurā nozarē precī lieto. Izmantojot *Bos et al.* metodiku un datus no BioSAM tabulām, ir iespējams Latvijas biomasas plūsmu attēlot vērtību piramīdā gan monetārā izteiksmē, gan apjoma mērvienībās.



Avots: autoru veidots.

5.7. attēls. **Biomassas monetārās vērtības (pa kreisi) piramīda un biomasas apjoma vērtības (pa labi) piramīda.**

Salīdzinot abas piramīdas, var secināt, ka preču apjoma īpatsvars bioekonomikā atšķiras no monetārās vērtības. Lauksaimniecības preču biomasas īpatsvars ir trīs reizes lielāks svara izteiksmē nekā tās monetārā vērtība. Vienlaikus pārtikas pārstrādes apjoms ir tikai 2,6 % no visas biomasas, lai gan tā monetārā vērtība ir 29 % no visas biomasas vērtības.

5.2. Bioekonomikas uzņēmumu koncentrācija un struktūra Latvijas reģionos

Latvijā kopējais bioekonomikas sniegums ir daudzsološs un liecina, ka bioekonomikas nozarēm ir nozīmīga loma valsts ekonomikā. Taču, lai turpmākā izaugsme bioekonomikā būtu noturīga, nepieciešams apzināt, vai izaugsme un bioekonomikas kapacitāte uzņēmumu skaita ziņā ir sabalansēta visā valstī.

Bioekonomikas snieguma un tendenču, sociālā un ekonomiskā nozīmīguma raksturošanai izmanto dažādus rādītājus – nodarbināto personu skaits, apgrozījums, pievienotā vērtība, darba ražīgums (pēc apgrozījuma uz vienu nodarbināto), eksports, realizācija vietējā tirgū, devums IKP, investīcijas. Šajā apakšnodaļā bioekonomikas snieguma vērtēšanai, akcentējot bioekonomikas uzņēmumu koncentrāciju un struktūru konkrētā teritoriālā vienībā, izmantots rādītājs “tirgus sektora ekonomiski aktīvo uzņēmumu skaits” – rādītājs, kuru lieto uzņēmējdarbības aktivitāšu raksturošanai. Lai identificētu bioekonomikas uzņēmumu koncentrāciju un struktūru, šajā apakšnodaļā tiek ievērota Eiropas Savienībā un dalībvalstīs izplatītākā bioekonomikas izpratne (aprakstīta 1.3. apakšnodaļā “Bioekonomikas sektoru klasifikācija”) – bioekonomika ietver visas saimnieciskās darbības, kas saistītas ar biomasas ražošanu un pārstrādi.

Lai attēlotu bioekonomikas dažādību Latvijas novados, rezultātu atspoguļošanai izmantoti divi diferencēšanas kritēriji:

- bioekonomikas lokācijas koeficients (LQ);
- bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu (sektori A01, A02 un A03) skaita īpatsvars bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā.

Bioekonomikas lokācijas koeficients

Lokācijas koeficients (*location quotient*) ir plaši izmantots rādītājs, lai novērtētu rūpniecības koncentrāciju noteiktā apgabalā, un tas ir ļoti svarīgs, lai noteiktu apgabala īpašās stiprās un vājās puses. Pētījumā tika izmantoti atrašanās vietas koeficienti, lai noteiktu bioekonomikas uzņēmumu koncentrāciju un struktūru konkrētā pašvaldībā. Tas palīdz parādīt, kas konkrēto pašvaldību padara “unikālu” salīdzinājumā ar citām pašvaldībām un valsts vidējo rādītāju.

Bioekonomikas lokācijas koeficients (LQ) aprēķināts, izmantojot šādu formulu:

$$LQ_{i,l} = \frac{\frac{EB_{nov\ i,l}}{ET_{nov\ i,l}}}{\frac{EB_{LV}}{ET_{LV}}}, \quad (1.)$$

kur

$EB_{nov\ i,l}$ – tirgus sektora ekonomiski aktīvo bioekonomikas uzņēmumu skaits Latvijas *i*-tajā reģionā, *i*-tajā gadā;

$ET_{nov\ i,l}$ – tirgus sektora ekonomiski aktīvo uzņēmumu kopējais skaits Latvijas *i*-tajā reģionā, *i*-tajā gadā;

EB_{LV} – tirgus sektora ekonomiski aktīvo bioekonomikas uzņēmumu skaits Latvijā un *i*-tajā gadā;

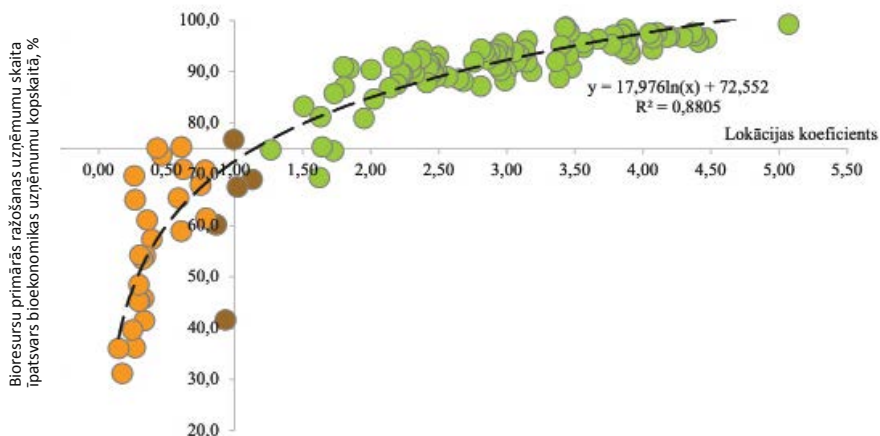
ET_{LV} – kopējais tirgus sektora ekonomiski aktīvo uzņēmumu skaits Latvijā un *i*-tajā gadā.

Lai novērtētu koncentrācijas pakāpi, tiek izmantoti šādi *LQ* vērtību intervālu skaidrojumi:

- *LQ* vērtība > 1 nozīmē augstāku analizētā raksturlieluma koncentrāciju nekā vidēji Latvijā;
- *LQ* vērtība < 1 nozīmē potenciālu analizējamā raksturlieluma deficītu;
- *LQ* vērtība = 1 (± 0,15) nozīmē, ka analizētā mainīgā lieluma sadalījums ir līdzīgs kā šī mainīgā sadalījums atsaucēs apgabalā.

Papildu informācija par bioekonomikas lokācijas koeficienta aprēķināšanas metodiku pieejama Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes zinātnieku sagatavotajā publikācijā (Muska et al., 2023):





Avots: Muška et al, 2023.

5.8. attēls. Latvijas administratīvo teritoriju izvietojuma izkļiedes diagramma starp bioekonomika lokācijas koeficientu un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvaru bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā (%) 2019. gadā, Latvijā.

Saskaņā ar šiem diviem kritērijiem tika identificētas trīs galvenās grupas A, B un C (5.1. tabula):

- A grupa: augstāka bioekonomikas koncentrācija nekā vidēji Latvijā un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvars ir virs 75 % bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā;
- B grupa: bioekonomikas koncentrācija ir tāda pati kā vidēji Latvijā un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvars ir zem 75% bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā.
- C grupa: potenciāls bioekonomikas deficīts un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvars ir zem 75 % bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā.

Pašvaldību grupas ar dažādiem bioekonomikas koncentrācijas līmeņiem Latvijā, 2019. gadā

Pašvaldību grupa	Pašvaldības		Lokācijas koeficients (LQ)			TOP bioekonomikas nozares (NACE)
	Skaits (n)	Īpatsvars (%)	Min.	Max.	Vid.	
A grupa: pašvaldības ar augstāku bioekonomikas koncentrāciju nekā vidēji valstī	89	75	1.15	5.07	2.98	Augkopība un lopkopība, medniecība un saistītas palīgdarbības (A01) Mežsaimniecība un mežizstrāde (A02)
B grupa: pašvaldības ar tādu pašu bioekonomikas koncentrāciju kā vidēji valstī	5	4	0.87	1.13	0.99	Pārtikas produktu ražošana (C10) Koksnes, koka un korka izstrādājumu ražošana, izņemot mēbeles, salmu un pito izstrādājumu ražošana (C16)
C grupa: pašvaldības ar potenciālu bioekonomikas deficītu	25	21	0.15	0.79	0.42	Pārtikas produktu ražošana (C10) Koksnes, koka un korka izstrādājumu ražošana, izņemot mēbeles, salmu un pito izstrādājumu ražošana (C16)

Avots: Muška et al, 2023.

A grupa: augstāka bioekonomikas koncentrācija nekā vidēji Latvijā un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvars virs 75 % bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā

A grupā ietilpst lielākā daļa Latvijas novadu (89 novadi jeb 81 %). Šajā grupā ietilpstošajos novados bioekonomikas koncentrācijas rādītājs svārstās no 1,15 līdz par 5, un lielākā daļa tirgus sektora ekonomiski aktīvo uzņēmumu darbojas bioresursu primārās ražošanas nozarēs (galvenokārt sektoros A01, A02). Līdz ar to bioresursu primārās ražošanas sektori ir dominējošās nozares šajos novados. Novados, kur LQ ir lielāks par 3, uzņēmumu, kas darbojas bioresursu primārās ražošanas sektoros, skaita īpatsvars pārsniedz pusi no visu uzņēmumu kopskaita. Deviņos novados (Vārkavas, Rugāju, Riebiņu, Baltinavas, Jēkabpils, Priekules, Durbes, Aknīstes, Dagdas) sektora A uzņēmumu skaita īpatsvars pārsniedz pat 70 %.

Detalizētāk pētot datus par novadiem (kopskaitā 32), kuros bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvars ir zem 40 %, tika secināts, ka TOP 5 nozares pēc tirgus sektora ekonomiski aktīvo uzņēmumu skaita (atbilstoši NACE 2 red. klasifikācijai) ir:

1. lauksaimniecība, mežsaimniecība un zivsaimniecība (A sektori);
2. vairumtirdzniecība un mazumtirdzniecība, automobiļu un motociklu remonts (G sektori);
3. apstrādes rūpniecība (C sektori);
4. profesionālie, zinātniskie un tehniskie pakalpojumi (M sektori);
5. operācijas ar nekustamo īpašumu (L sektori).

Tā kā daļa no apstrādes rūpniecības sektoriem attiecas uz bioekonomikas sektoriem, tad pētījumā apstrādes rūpniecībā ietilpstošie sektori tika klasificēti 2 grupās:

1. bioresursu pārstrādes sektori (tas ir, sektors C10, C11, C12, C15, C16 un C17, kā arī sektoru C13, C14, C20, C21, C22, C31 biobāzētā daļa);
2. pārējie C sektori (tas ir, sektoru C13, C14, C20, C21, C22, C31 un C3511 nebiobāzētā daļa un pārējie C sektori – C18, C19, C23-C30, C32, C33).

Analizējot apstrādes rūpniecības struktūru, tika konstatēts, ka:

- bioresursu pārstrādes sektori (galvenokārt C10 un C16 sektori) pēc skaita dominē (īpatsvars pārsniedz pusi no C sektoru uzņēmumu kopskaita) lielākajā daļā (24 no 32) analizēto novadu;
- Bauskas, Brocēnu, Burtnieku, Iecavas, Kocēnu, Lubānas, Saldu un Strenču novados dominē (īpatsvars pārsniedz pusi no C sektoru uzņēmumu kopskaita) pārējie C sektori.

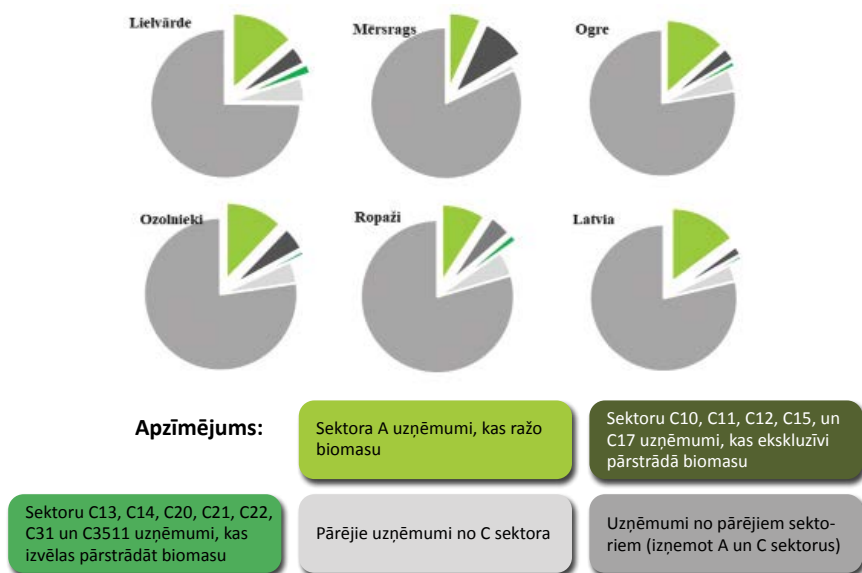
B grupa: bioekonomikas koncentrācija ir tāda pati kā vidēji valstī un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvars ir zem 75 % bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā

Šajā grupā ietilpst 5 novadi: Mērsraga, Lielvārdes, Ozolnieku, Ropažu un Ogres novads.

B grupas novados TOP 5 nozares ir:

1. vairumtirdzniecība un mazumtirdzniecība, automobiļu un motociklu remonts (G sektori);
2. apstrādes rūpniecība (C sektori);

3. profesionālie, zinātniskie un tehniskie pakalpojumi (M sektori);
4. būvniecība (F sektori);
5. un tad – lauksaimniecība, mežsaimniecība un zivsaimniecība (A sektori).



Avots: Muška et al, 2023.

5.9. attēls. Sektoru sadalījums (NACE 2. red. klasifikācija) pēc tirgus sektora ekonomiski aktīvo uzņēmumu skaita B grupā ietilpstošajās pašvaldībās 2019. gadā, %.

Sektoru A daļa svārstās no 7 % (Mērsraga novadā) līdz 14 % (Lielvārdes novadā), savukārt apstrādes rūpniecībā ietilpstošo sektoru daļa – no 9 % (Ogres novadā) līdz 11 % (pārējos pētāmajos novados).

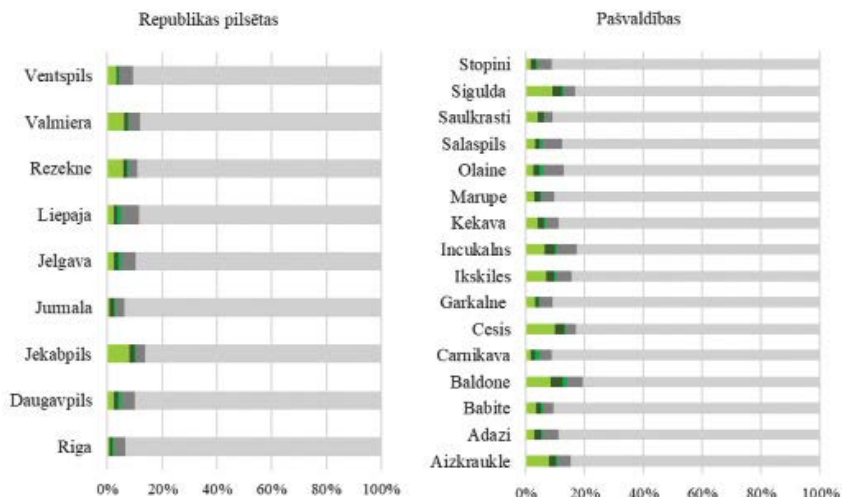
Analizējot datus par apstrādes rūpniecības sektoriem, tika konstatēts, ka:

- Mērsraga novadā dominē bioresursu pārstrādes sektori (galvenokārt sektori C10 un C16), to īpatsvars pārsniedz 88 % no C sektoru uzņēmumu kopskaita;
- Lielvārdes, Ozolnieku un Ropažu novados bioresursu pārstrādes sektori (galvenokārt sektori C10 un C16) ir nelielā pārsvarā

- (īpatsvars 55 %) pār pārējiem C sektoriem (īpatsvars ap 45 %);
- savukārt Ogres novadā pārējie C sektori (54 %) ir nelielā pārsvarā pār bioresursu pārstrādes sektoriem (galvenokārt sektori C10 un C16) (46 %).

C grupa: potenciāls bioekonomikas deficīts un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvars ir zem 75 % bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā

Šajā grupā ietilpst 16 Latvijas novadi un visas (deviņas) republikas pilsētas. Lielākā daļa šajā grupā ietilpstošo teritoriju ir valsts galvaspilsētai pieguļošie novadi.



Apzīmējums:

Sektora A uzņēmumi, kas ražo biomasu

Sektoru C10, C11, C12, C15, un C17 uzņēmumi, kas ekskluzīvi pārstrādā biomasu

Sektoru C13, C14, C20, C21, C22, C31 un C3511 uzņēmumi, kas izvēlas pārstrādāt biomasu

Pārējie uzņēmumi no C sektora

Uzņēmumi no pārējiem sektoriem (izņemot A un C sektorus)

Avots: Muška et al, 2023.

5.10. attēls. Sektoru (atbilstoši NACE 2 red. klasifikācijai) struktūra pēc tirgus sektora ekonomiski aktīvo uzņēmumu skaita C grupā ietilpstošajās administratīvajās teritorijās 2019. gadā, %.

Tirgus sektora ekonomiski aktīvo uzņēmumu, kas darbojas bioekonomikā, skaita īpatsvars visu uzņēmumu kopskaitā svārstās no 2,6 % valsts galvaspilsētā Rīgā līdz 14,0 % Baldones novadā.

Šai grupai ir raksturīgs lielāks (virs valsts vidējiem rādītājiem) bioresursu pārstrādes sektoros darbojošos uzņēmumu skaita īpatsvars, salīdzinot ar A un B grupām. Bioekonomikas sektori nav dominējošie sektori šajās administratīvajās teritorijās.

C grupā ietilpstošajās republikas pilsētās TOP 5 nozares ir:

1. vairumtirdzniecība un mazumtirdzniecība, automobiļu un motociklu remonts (G sektori);
2. operācijas ar nekustamo īpašumu (L sektori);
3. profesionālie, zinātniskie un tehniskie pakalpojumi (M sektori);
4. būvniecība (F sektori)
5. TOP 5 noslēdz apstrādes rūpniecība (C sektori).

Savukārt C grupā ietilpstošajos novados TOP 5 nozares ir:

1. vairumtirdzniecība un mazumtirdzniecība, automobiļu un motociklu remonts (G sektori);
2. būvniecība (F sektori);
3. profesionālie, zinātniskie un tehniskie pakalpojumi (M sektori);
4. apstrādes rūpniecība (C sektori)
5. operācijas ar nekustamo īpašumu (L sektori).

Analizējot uzņēmumu skaita datus apstrādes rūpniecības sektoru šķērsgriezumā, tika konstatēts, ka:

- Baldones novadā bioresursu pārstrādes sektori (galvenokārt sektori C10 un C16) un pārējie C sektori attīstīti vienādās daļās (50/50);
- Cēsu un Siguldas novados bioresursu pārstrādes sektori (galvenokārt sektori C10 un C16) nedaudz dominē pār pārējiem C sektoriem;
- Jēkabpilī, Saulkrastu un Babītes novadā pārējie C sektori ir nelielā pārsvarā pār bioresursu pārstrādes sektoriem (galvenokārt sektori C10 un C16);

- pārējos novados un pilsētās dominē pārējie C sektori.

Arī Latvijas Darba devēju konfederācija (LDDK) savā pētījumā ir secinājusi, ka visvairāk uzņēmumu Latvijā darbojas augkopības un lopkopības, medniecības jomās, mazumtirdzniecībā, individuālo pakalpojumu sniegšanā, nekustamo īpašumu jomā, kā arī vairumtirdzniecībā. Citas jomas pārstāvošo uzņēmumu skaits nepārsniedz 5 % katrā. Lai gan minētās nozares gandrīz visos reģionos ir vienlīdz bieži pārstāvētas, dažas atšķirības novērojamas arī reģionālā griezumā. Rīgas reģionā daudz mazāku kā citos reģionos īpatsvaru uzņēmumu kopskaitā veido augkopības, lopkopības un medniecības jomas pārstāvji, bet lielāku nekā citur – vairumtirgotāji. Mežsaimniecības un mežizstrādes uzņēmumu īpatsvars lielāks nekā citos reģionos ir Vidzemē, Kurzemē un Latgalē. Zemgale tradicionāli tiek uzskatīta par lauksaimniecības un arī rūpniecības reģionu.

Pētot uzņēmēju konkurētspēju Latvijas pašvaldībās, LDDK ir secinājusi, ka starp Latvijas reģioniem pastāv atšķirības un ka lielākā daļa no reģionālajām atšķirībām var tikt attiecināta uz ģeogrāfiskā izvietojuma faktoru – attālums no galvaspilsētas, tuvums jūrai, tuvums ceļu krustpunktiem, dabas resursu pieejamība u. tml. Arī šīs nodaļas autore uzskata, ka dabas resursu pieejamība ir izšķirošais faktors bioekonomikas, it īpaši bioresursu primārās ražošanas (galvenokārt lauksaimniecības un mežsaimniecības), sektoru attīstībai visā valsts teritorijā. To apstiprina arī autoru veiktā korelācijas analīze, kas parādīja, ka starp bioekonomikas lokācijas koeficientu (*location quotient*) un bioresursu primārās ražošanas uzņēmumu skaita īpatsvaru bioekonomikas uzņēmumu kopskaitā pastāv cieša nelineāra sakarība ($r = 0,9383$).

Latvijas Darba devēju konfederācija analizēja Latvijas pilsētu un novadu izstrādātās ilgtspējīgas attīstības stratēģijas un to ieviešanas plānus, lai apkopotu informāciju, kā attiecībā uz uzņēmējdarbību un ekonomisko attīstību vēlas specializēties Latvijas pašvaldības. Secinājums: samērā daudzas pašvaldības savu teritoriju specializāciju saista ar dabas kapitālu – 27 % primāri uz dabu skatās kā uz resursiem, bet 6 % – kā uz kaut ko aizsargājamu un saglabājamu. Nodaļas autore pieņem, ka Latvijā pašvaldību līmenī ir nepietiekama izpratne par vietvaru lomu uzņēmējdarbības veicināšanā un attīstībā savā teritorijā. Bieži vien

Latvijas pilsētu un novadu izstrādātās ilgtspējīgas attīstības stratēģijās un to ieviešanas plānos vietvaru izvirzītie mērķi attiecībā uz uzņēmējdarbību un ekonomisko attīstību aprobežojas ar jau esošo aktivitāšu turpmāko attīstību, nav ambiciozi, tāpēc ir nepieciešami stimuli un instrumenti vietvaru izglītošanai šajā jomā.

Dokumentā "Reģionālās politikas pamatnostādnes 2021.–2027. gadam" Latvijas Republikas Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija (VARAM) ir norādījusi, ka pašvaldību plānošanas kapacitāte ir viens no būtiskiem izaicinājumiem un investīciju vajadzībām pēc 2020. gada. Uz attīstības plānošanas kapacitātes celšanas nepieciešamību norādījusi arī Latvijas Republikas Valsts kontrole (VK), kura savā revīzijā ir konstatējusi, ka 47 pašvaldībās nav teritorijas attīstības plānošanas speciālista, kam tie būtu pamata pienākumi. Tāpat pašvaldību teritorijas attīstības dokumentu izstrādē atsevišķos gadījumos tiek izmantots ārpakalpojums, kas ne vienmēr nodrošina pilnvērtīgu saikni ar iedzīvotājiem attīstības plānošanas jautājumos. Līdz ar to būtu jāpilnveido prakse izstrādāt teritorijas attīstības plānošanas dokumentus ieinteresēto pušu līdzdarbībā. Saskaņā ar VARAM rīcībā esošajiem datiem 30 pašvaldībās nav speciālista, kas specifiski būtu atbildīgs tieši par uzņēmējdarbības jautājumiem, lai arī tā ir viena no pašvaldības funkcijām. Tāpat vairākiem uzņēmējdarbības speciālistiem tie nav vienīgie pienākumi (50 pašvaldībās tas ir pamatuzdevums attiecīgajam speciālistam).

Lai celtu plānošanas reģionu un pašvaldību speciālistu kapacitāti, VARAM sadarbībā ar nozaru ministrijām, kā arī citām iesaistītājām pusēm (augstākās izglītības iestādēm reģionos, pilsoniskās sabiedrības grupām u. c.) plāno nodrošināt plānošanas reģionu un pašvaldību metodisko vadību teritorijas attīstības plānošanas dokumentu izstrādei, kā arī organizēt dažāda formāta kapacitātes celšanas pasākumus (speciālistu piesaiste, semināri, konferences, vasaras skolas – nometnes, pieredzes apmaiņas vizītes u. c.).

Kopumā secināms, ka Latvijas administratīvajās teritorijās dominē uzņēmumi, kas darbojas tradicionālajos bioekonomikas sektoros, kuri ir orientēti uz bioresursu primāro ražošanu (galvenokārt lauksaimniecībā un mežsaimniecībā). Lai gan Latvija atrodas Baltijas jūras krastā (Latvijas piekrastes daļas kopējais garums ir 497 km), uzņēmumu skaits, kas no-

darbojas ar zivsaimniecību un akvakultūru, ir neliels.

Starp bioresursu pārstrādes sektoriem Latvijas novados dominē pārtikas produktu ražošana (sektors C10) un koksnes, koka un korķa ražošana (sektors C16). Šie abi bioekonomikas sektori 2019. gadā, nodarbinot vairāk nekā 40 tūkstošus personu (attiecīgi 17 % un 16 %), radīja 3,8 mljrd. EUR apgrozījumu (47 % no bioekonomikas kopējā apgrozījuma) un 0,95 mljrd. EUR lielu pievienoto vērtību.

Biomasa izejvielu pārstrādes nozaru (biobāzētas ķīmikālijas, biobāzētie farmaceitiskie izstrādājumi, plastmasa un gumija, tekstilizstrādājumi un elektrība) devums nodarbinātībā, apgrozījumā un pievienotajā vērtībā Latvijā ir neliels.

Nozares pēc tajās izmantotajām tehnoloģijām tiek iedalītas vairākās grupās. Viens no plašāk lietotajiem iedalījumiem ir augsto (pieder bioresursu pārstrādes sektors C21), vidēji augsto (pieder bioresursu pārstrādes sektors C20), vidēji zemo (pieder bioresursu pārstrādes sektors C22) un zemo tehnoloģiju (pieder bioresursu pārstrādes sektori C10–C17 un C31) nozares. Balstoties uz šo iedalījumu, var secināt, ka Latvijā bioresursu pārstrādes sektoros dominē **zemo tehnoloģiju sektori**, tas ir, pārtikas produktu ražošana / *the manufacture of food products* (sektors C10) un koksnes, koka un korķa ražošana / *wood and products of wood and cork* (sektors C16), tāpēc ir nepieciešami stimuli un instrumenti gan vietvarām, gan uzņēmējiem, lai tiktu veicināta pāreja no zemo tehnoloģiju sektoriem uz vidēji augsto tehnoloģiju (C20) un augsto tehnoloģiju (C21) sektoriem, tas nodrošinās ilgtspējīgāku bioekonomikas attīstību un valsts izaugsmi.

Latvijas “Nacionālās industriālās politikas pamatnostādnes 2021.–2027. gadam” ir uzsvērts, ka bioekonomikā ir nepieciešams stimulēt tieši plašāku inovāciju izmantošanu, mērķējot uz augstākas pievienotās vērtības produktu masveidīgāku radīšanu straujākai produktivitātes kāpināšanai un eksporta, kurš balstās uz inovācijām un produktivitāti, veicināšanai. Turklāt, ņemot vērā klimata pārmaiņu radītos izaicinājumus, ir būtiski jau šobrīd mērķtiecīgi attīstīt pētniecības (cilvēkkapitāla) kompetenci un inovācijas kapacitāti mežsaimniecības un lauksaimniecības pielāgošanai klimata pārmaiņām. Ņemot vērā jomas būtisko ietekmi uz

eksporta rādītājiem, kā arī vispārēju ietekmi uz ilgtspējīgas domāšanas attīstību sabiedrībā, efektīva zināšanu izplatīšana, uzkrāšana, transformācija un nodošana nākotnes paaudzēm ir ārkārtīgi būtiska.

Izmantotā literatūra un avoti

1. Baer C., Brown T. (2006) Location Quotients: A Tool for Comparing Regional Industry Compositions. INcontext, Vol. 7, No. 3. https://www.incontext.indiana.edu/2006/march/pdfs/1_LQ.pdf
2. Billing S. B., Johnson E. B. (2012) The location quotient as an estimator of industrial concentration. Regional Science and Urban Economics, Volume 42, Issue 4, pp. 642– 647. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2012.03.003>
3. Biomass flows (2023) Data-Modelling platform of resource economics, European Commission. Pieejams: https://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/mashup/BIOMASS_FLOWS/index.html
4. Bos H.L., van den Oever M.J.A., Meesters, K.P.H. (2014) Kwantificering van volumes en prijzen van bio-based en fossiele producten in Nederland: de waardepiramide en cascadering in de biobased economy (No. 1493). Wageningen UR-Food & Bio-based Research. Pieejams: <https://edepot.wur.nl/331277>
5. Causapé M., Ferrari A., Castro Malet E., Caivano J., El Meligi A., Philippidis G. (2021) BioSAMs EU Member States – 2015. European Commission, Joint Research Centre (JRC), 20221, [Dataset]. Pieejams: <http://data.europa.eu/89h/41b05f72-0c65-4a4c-bffc-27c71d01d159>.
6. Central Statistical Bureau (CSB) (2019) CSB Database: Key entrepreneurship indicators of enterprises by region 2008–2019 (Table UFR050). ([s.a.]) Pieejams: https://data.stat.gov.lv/pxweb/en/OSP_PUB/START__ENT__UF__UFR/UFR050/
7. European Commission (2018) A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy; Publications Office, doi:10.2777/792130.
8. European Commission, J. R. C, Kuosmanen T., Kuosmanen N., El-Meligi A., Ronzon T., Gurria P., Iost S., M'barek R. (2020) How Big Is the Bioeconomy? Reflections from an Economic Perspective; Publications Office.
9. Lasarte-López J., Ronzon T., M'barek R., Carus M., Tamošiūnas S. (2023) Jobs and wealth in the EU bioeconomy / JRC – Bioeconomics. European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset]. Pieejams: <http://data.europa.eu/89h/7d7d5481-2d02-4b36-8e79-697b04fa4278>
10. Latvijas ārējā tirdzniecība (2023) Centrālā statistikas pārvalde. Pieejams: <https://eksports.csb.gov.lv/lv/years/countries/export/2023>
11. Latvijas Darba devēju konfederācija (2015) Uzņēmējdarbība reģionos Latvijā: aktivitātes, sadarbība, konkurētspēja. ISBN 978-9934-14-444-8: 116 lpp. Pieejams: <https://iddk.lv/wp-content/uploads/2020/09/Uz%C5%86%C4%93m%C4%93jdarb>

[%C4%ABba-re%C4%A3ionos-Latvij%C4%81-Aktivit%C4%81te-sadarb%C4%ABba-konkur%C4%93tsp%C4%93ja.pdf](#)

12. Lizinska W., Kisiel R. (2019) Concentration of Non-Agricultural Economic Activity in Poland. International Conference “Economic Science for Rural Development”, doi: 10.22616/ESRD.2019.015.
13. Mainar-Causapé A. J., Philippidis G., Sanjuán-López A. I. (2021) Constructing an Open Access Economy-Wide Database for Bioeconomy Impact Assessment in the European Union Member States. *Economic Systems Research*, 33, 133–156, doi:10.1080/09535314.2020.1785848.
14. Muska A., Popluga D., Pilvere I. (2023) Assessment of the Concentration and Structure of the Bioeconomy: The Regional Approach. *Emerging Science Journal*, Vol. 7, No. 1, p. 60 –77. Doi: 10.28991/ESJ-2023-07-01-05
15. Philippidis G., Mainar A. (2021) BioSAMs 2015. Estimation and Basic Considerations. ISBN 978-92-76-37268-4. Pieejams: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC124810/technical_report_29042021.pdf
16. Ronzon T., Piotrowski S., M’barek R., Carus M., Tamošiūnas S. (2020) Jobs and wealth in the EU bioeconomy / JRC – Bioeconomics. European Commission, Joint Research Centre (JRC). [Dataset] PID: <http://data.europa.eu/89h/7d7d5481-2d02-4b36-8e79-697b04fa4278>
17. Svarīgākās preces Latvijas eksportā (2023) Centrālā statistikas pārvalde. Pieejams: <https://stat.gov.lv/lv/statistikas-temas/tirdznieciba-pakalpojumi/areja-tirdznieciba/tabulas/atd120-svarigakas-preces?themeCode=AT>
18. Svarīgākās preces Latvijas importā (2023) Centrālā statistikas pārvalde. Pieejams: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START__TIR__AT__ATD/ATD130/
19. Tunn V.S.C. (2021) Adding Bio-Based Products and Materials to Statistical Classifications Process, Responsibilities, Timeline; Statistics Netherlands.

6.

INOVĀCIJA BIOEKONOMIKĀ

Autors: Kaspars Naglis-Liepa, Dina Popluga

Zināšanas ir būtiskākais ražošanas faktors mūsdienās, pat vēl vairāk – zināšanas ir pārmaiņu būtiskākais faktors, gan to pārmaiņu, kas rada negribētus blakusefektus (eksternalitātes), gan to, kas spējīgas tos risināt, radot potenciālu veidot ilgtspējīgāku un efektīvāku ekonomiku. Ekonomikas pamatā 19. gadsimtā bija arvien daudzveidīgāki un lētāki dabas resursi, 20. gadsimtā – investīcijas un produktu dažādošana un globalizācija, bet mūsdienās izšķiroša loma ir tieši datiem, informācijai un zināšanām, kas nosaka inovāciju un ekonomikas izaugsmi.

Inovācijai bioekonomikā ir daudz būtiskāka loma nekā ekonomikai kopumā, lai arī tā nosaka ekonomikas potenciāla pieaugumu, ekonomikas cikla pārstartēšanu un dzīves kvalitātes pieaugumu. Bioekonomikas sektori nodrošina lielāko daļu izejmateriālu un gandrīz visu pārtiku. Saskaņā ar Pasaules resursu institūta aprēķiniem pārtikas ražošana kopš 1960. gada ir trīskāršojusies, kas neizbēgami ietekmējis dzeramā ūdens patēriņu, ekosistēmas pakalpojumu pieejamību, kā arī veicinājis klimata pārmaiņas. Vienlaikus pasaulē cilvēku skaits turpina pieaugt, ir prognozēts, ka 2050. gadā cilvēces ekosistēmas pakalpojumus patērēs 9,8 miljardi cilvēku, kas prasīs par 70 % vairāk pārtikas nekā pašlaik. Tam nepieciešamas izmaiņas un jauni risinājumi visā pārtikas ķēdē, sākot ar ilgtspējīgāku lauksaimniecību, efektīvāku pārstrādi, godīgāku sadali un apzinātāku patēriņu.

Mums patīk jaunas tehnoloģijas, kas nes slavu cilvēka radošajām spējām un vienlaikus atdarina evolūcijas spēku, neņemot vērā daudzpusējos

blakusefektus, kas tiek radīti šajā procesā. G. Heringtons uzdod jautājumu “Kāpēc mums ir jāizmanto mūsu inovatoru spējas, lai izgudrotu apputeksnētājus, kas aizstātu bites, ja mums ir potenciāls attīstīt lauksaimniecības prakses, kam nav insekticīdu lietošanas blakusefektu?”. Savā pētījumā G. Heringtons parāda, ka cilvēci var glābt kombinācija, kura ietver ārkārtēji augstu tehnoloģisko attīstību un to strauju ieviešanu un pārmaiņas sabiedrības vērtībās un prioritātēs (Herrington, 2021). Par pārmaiņām sabiedrības vērtībās un sociālās un ekoloģiskās sistēmas mijiedarbību vairāk rakstīts 2. nodaļā, šī nodaļa veltīta inovācijas attīstībai bioekonomikā. Šajā nodaļā tiek analizēts inovācijas koncepts un tā nozīme bioekonomikā, inovācijas ekosistēmas loma un inovāciju sistēmas virzošie spēki un darbība.

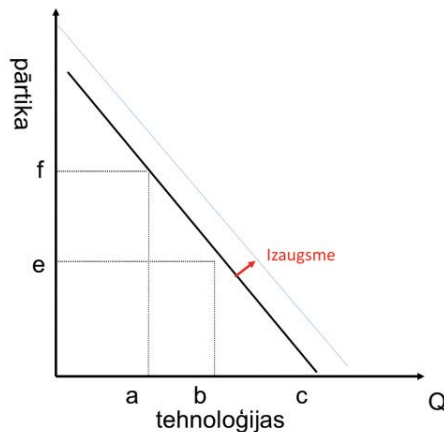
6.1. Inovācijas un zināšanu loma bioekonomikā

Inovācijas jēdziens un koncepts aizvien vairāk nostiprinās uzņēmējdarbības praksē. Kā atzinis P. Drakers (*P. Drucker, 1954*), “Uzņēmējdarbībai ir tikai divas pamatfunkcijas – mārketingu un inovācija. Mārketingu un inovācija rada rezultātu, pārējais ir izmaksas”. Mūsdienās tik populārais sauklis biznesa vidē “inovē vai mirsti” attiecas ne vien uz katru atsevišķu uzņēmumu, bet arī uz ekonomiku kopumā. Ja nespēsīm rast risinājumus, kas mazinās cilvēces iesaisti uz ekosistēmu, veicinās resursu izmantošanas efektivitāti un sociāli atbildīgu patēriņu, nebūs iespējams izvairīties no iepriekšējās nodaļās pieminētās Maltusa katastrofas, runa ir par totālu cilvēces pagrimumu resursu trūkuma un sociālās spriedzes ietekmē. No otras puses, joprojām valda tehnoloģiskais optimisms, līdz šim ir izdevies “pārlikt beigu datumu” arvien tālāk. Lai cik pārsteidzoši nebūtu, tas atbilst pamatpostulātiem dominējošajā kapitālistiskās ekonomikas skatījumā. J. Šumpēters pirms gandrīz 100 gadiem uzsvēra: “Radošās destrukcijas process ir nozīmīga kapitālisma īpatnība. Tas ir iemesls, kāpēc kapitālisms pastāv, un iemesls, kāpēc tas ir nozīmīgs.” (J. Schumpeter, 1942).

Radošā destrukcija būtībā ir dabisks tirgus ekonomikas process, kurā mazāk efektīvas tehnoloģijas, produktus un uzņēmumus nomaina efektīvāki. Respektīvi, inovācija ir būtiska ekonomikas funkcija, kas no-

saka izaugsmi un ļauj pārvarēt kapitāla pieauguma un koncentrēšanās, pateicoties krītošajai atdevei, radītās stagnācijas vai krīzes. Esošo klimata pārmaiņu un resursu izsīkuma kontekstā bioekonomikas nozarēm ir ne vien iespēja, bet pat uzdevums kļūt par inovācijas virzītājām radošās destrukcijas kontekstā.

Populārākā inovācijas definīcija Latvijā nosaka, ka inovācija ir process, kurā jaunas zinātniskās, tehniskās, sociālās, kultūras un citas jomas idejas, izstrādes un tehnoloģijas tiek īstenotas tirgū pieprasītā un konkurētspējīgā produktā vai pakalpojumā (Zinātnes, tehnoloģijas attīstības un inovāciju pamatnostādnes 2021.–2027. gadam). Visa pamatā ir tirgus konkurences modelis, kas nosaka jaunas tehnoloģijas vai idejas dzīvotspēju, un, ja tā pastāv tirgū un apmierina sabiedrības daļas vajadzības, tā ir inovācija. Vienkāršotā pieeja – tā ir komercializēta ideja jeb nopelnīta nauda. Nosacīti tā ir taisnība uzņēmuma līmenī, bet tautsaimniecībā inovācijas loma ir plašāka un stratēģiski nozīmīgāka un rezultējas straujākā izaugsmē.



Avots: autoru konstrukcija.

6.1. attēls. Vienādo iespēju līkne un izaugsme.

Izaugsme ir ekonomiskā potenciāla pārsniegšana, kad ar esošajiem resursiem iespējams saražot vairāk produktu (6.1. attēls). Ekonomiskā potenciāla pārsniegšana var izklausīties neskaidri, jo kā gan potenciālu

var pārsniegt. Atbilde ir – inovācija, kas pieļauj tehnoloģisko un cilvēkkapitāla attīstību, ko daudzkreiz grūti precīzi prognozēt. No otras puses, bez šiem faktoriem grūti izskaidrot ekonomisko izaugsmi, jo, sasniedzot ekonomisko potenciālu, ekonomikā jāiestājas krīzei, kas nebūtu citādi pārvarama kā vien, palielinot primāri darbaspēka un sekundāri citu resursu pieejamību ekonomikā. Taču daudzviet var novērot ekonomisko izaugsmi situācijā, kad pieejamais darbaspēka apjoms samazinās, tostarp arī Latvijā.

Būtībā zināšanas ir kļuvušas par nozīmīgāko attīstības faktoru, veidojot jaunu ekonomiskās attīstības paradigmu, ko sauc par zināšanās balstītu ekonomiku. Šī koncepta pirmsākumi meklējami gadsimtu mijā, un *OECD* to ir definējusi kā konceptu, kas radīts, lai aprakstītu tendences attīstītajās ekonomikās. Tām jāklūst atkarīgākām no zināšanām, informācijas un augsta prasmju līmeņa, kā arī jāapmierina biznesa un publiskā sektora pieaugošā vajadzība pēc vieglas piekļuves tam visam (*OECD*, 1996). Ekonomiskā attīstība, kas tradicionāli sākas ar resursu izmantošanu un fokusējas uz lētu izejvielu un resursu izmantošanu, ražojot standartizētus masveida produktus, tiek transformēta uz industriālāku: tā orientējas uz investīcijām importētās inovācijās (eksnovācijās), lai ražotu augstvērtīgus diferencētus produktus, kuri noved pie nepieciešamības tehnoloģijas attīstīt un veidot pašmāju zināšanu (zinātnes) bāzi, kļūst par endogēnu izaugsmes faktoru, un tas stimulē investīcijas pētniecībā un attīstībā, lai ne vien ražotu augstvērtīgus komplicētus produktus, bet veidotu pilnīgi jaunas produktu un pakalpojumu grupas, pilnvērtīgi izmantotu resursus (*Dahlman et al.*, 2006). Tas nozīmē, ka bioekonomika nav koncepts par bioloģiskas izcelsmes resursu izmantošanu, jo būtībā tā ir daļa no dabas resursu ekonomikas, bet gan par bioloģisko resursu ilgtspējīgu un viedu izmantošanu, apmierinot sabiedrības vajadzības.

Zināšanām ir izšķiroša loma, lai dabas resursu ekonomiku varētu transformēt bioekonomikā. Vienlaikus, ja grib akcentēt tieši zināšanu lomu bioekonomikas attīstībā, tad var definēt zināšanu ietilpīgo ekonomiku kā tradicionālo nozaru, kuras izmanto dabas resursus, lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības, pārtikas un dzērienu ražošanas attīstīšanu ar pētniecībā balstītu tehnoloģisko un sociālo inovāciju palīdzību mērķim paaugstināt šo nozaru produktivitāti,

efektīvi izmantot resursus un veicināt konkurētspēju reģionālā un starptautiskā mērogā (IZM, 2020). Jāuzsver, ka minētajai zināšanu ietilpīgās bioekonomikas definīcijai ir politisks konteksts, kas saistīts ar Latvijas Viedās specializācijas stratēģijas (RIS 3) īstenošanu, kur zināšanu ietilpīgā bioekonomika ir viena no specializācijas jomām.

Saskaņā ar Pasaules Bankas Institūta atziņām (Chen, Dahlman, 2006) ir četri būtiski priekšnoteikumi zināšanās balstītai ekonomikai, kas vienlīdz svarīgi ir arī bioekonomikas attīstībai:

- **Ekonomiskie stimuli un institucionālais režīms**, kas nodrošina labu ekonomikas politiku, un institūcijas, kuras ļauj efektīvi mobilizēt un sadalīt resursus, stimulēt radošumu un centienus efektīvai esošo zināšanu radīšanai, izplatīšanai un izmantošanai.
- **Izglītoti un kvalificēti darbinieki**, kuri var pastāvīgi uzlabot un efektīvi pielāgot savas prasmes radīt un izmantot zināšanas.
- **Efektīva inovāciju sistēma firmām**, pētniecības centriem, universitātēm, konsultantiem un citām organizācijām, kas var sekot līdzi zināšanu revolūcijai un izmantot arvien pieaugošās globālās zināšanas, asimilēt un pielāgot tās vietējām vajadzībām.
- **Mūsdienīga un atbilstoša informācijas infrastruktūra**, kas var veicināt efektīvu saziņu, informācijas un zināšanu izplatīšanu un apstrādi.

Būtībā priekšnoteikumu izpilde paredz veidot inovāciju sistēmas, kas ietver cilvēkkapitāla attīstības pasākumus, digitalizāciju un infrastruktūras attīstību un atbalsta politiku. Vienlaikus šis tēmas pārklāj fiskālo, reģionālo, izglītības un zinātnes politiku, kas nozīmē, ka bioekonomikas inovācijas attīstībai jāparedz īpašu stratēģisko dokumentu veidošana.

Daļa no ES zināšanu veicināšanas politikas ir Bioekonomikas stratēģija (ES Bioekonomikas stratēģija, 2018), kas paredz trīs prioritātes:

1. stiprināt un paplašināt bioresursu nozares, stimulējot investīcijas un tirgus attīstību;

2. stimulēt vietējās bioekonomikas visā Eiropā;
3. Izprast bioekonomikas attīstības ekoloģiskos ierobežojumus.

Lai gan šim stratēģiskajam dokumentam nav juridisku seku, tas ir kā iniciatīvas dokuments, kura principi ir atraduši vietu citās ES politikās un iedvesmojuši radīt nacionālās bioekonomikas stratēģijas vismaz 12 dalībvalstīs, un vēl vairākās tās ir izstrādes stadijā. Latvija bija viena no pirmajām valstīm, kas ar lielu LBTU iesaisti izstrādāja savu Bioekonomikas stratēģiju (Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030), kura paredz trīs stratēģiskos mērķus:

1. nodrošināt, lai arī 2030. gadā bioekonomikas tradicionālajās nozarēs nodarbinātība saglabātos 2015. gada līmenī, t. i., 128 tūkst. cilvēku;
2. palielināt eksportēto preču vērtību no 4,25 miljardiem EUR 2016. gadā līdz vismaz 9 miljardiem EUR 2030. gadā;
3. pievienotās vērtības tradicionālajās bioekonomikas nozarēs ir jāpalielina no 2,33 miljardiem EUR 2016. gadā līdz 3,8 miljardiem EUR 2030. gadā.

Stratēģijā arī uzsvērts, ka tradicionālo bioekonomikas nozaru pētniecības izcilība un efektīva zināšanu pārnese ir priekšnoteikums bioekonomikas attīstības stratēģisko mērķu sasniegšanai. Rezumējot jāsecina, ka bioekonomikas inovācijas attīstīšanai ir tas pats konceptuālais pamats, kas inovācijai kopumā. Tas ir: nodrošināt sabiedrības pieaugošās vajadzības pēc precēm un pakalpojumiem, izmantojot jaunas tehnoloģijas un idejas, kas savukārt veicina tirgus attīstību un ekonomiskā cikla atjaunošanu atbilstoši mainīgajiem sabiedrības attīstības izaicinājumiem. Mērķtiecīga bioekonomikas inovācijas attīstība un atbilstošas ekosistēmas veidošana ir viens no ekonomikas transformācijas uz ilgtspējīgu ekonomiku uzdevumiem.

6.2. Bioekonomikas inovācijas attīstība un tās ekosistēmas veidošana

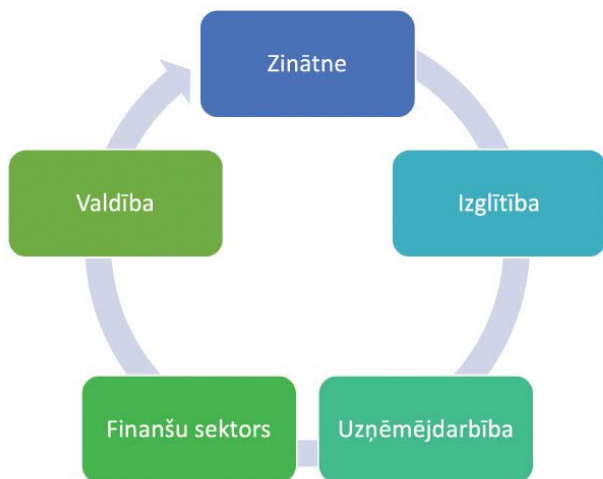
Bioekonomikas inovācijas attīstība nevar tikt uzlūkota tikai kā tehnoloģiska attīstība bioekonomikas nozarēs, tā ir paradigmu maiņa ekonomikā. Hēns (Haen et al., 2012) norāda, ka transformācija no naftas ķīmijas

uz biobalstītu ķīmiju ir paradigmu maiņa visā ķīmiskajā industrijā, kas prasa likt spēcīgu uzsvāru uz starpdisciplināriem pētījumiem un izglītību. Šādu redzējumu var attiecināt uz visiem bioekonomikas sektoriem. Bioekonomiku raksturo trīs būtiskas īpašības: kreativitāte/radošums, kas nodrošina oriģinālus risinājumus pastāvošām kompleksām problēmām; inovācija, kā spēja šīs idejas īstenot, spēja pielāgoties nepārtrauktām tehnoloģiskām izmaiņām tautsaimniecības infrastruktūrā; un tas nav iespējams bez inovācijas sistēmas izveides, kura nodrošina inovācijas procesa nepārtrauktību un dzīvotspēju. Šāda sistēma sastāv no komponentiem, attiecībām un atribūtiem. Komponenti ir jebkuras sistēmas darbības daļas, attiecības ir saites starp komponentiem un atribūti ir komponentu un attiecību īpašības, kas raksturo sistēmu. Tas nozīmē, ja gribam izprast un vadīt kompleksas sistēmas, piemēram, tautsaimniecību vai inovāciju sistēmu, tad būtiski ir ne vien tās komponenti, bet spēja tos kvalitatīvi attīstīt un veidot mijiedarbību starp tiem. Tas nodrošinās vēlamu rezultātu: tautsaimniecībā IKP, inovācijas gadījumā eksporta potenciāla un pievienotās vērtības pieaugumu.

Kreativitāte, nozīmīgas idejas un jauni tehnoloģiskie risinājumi tautsaimniecībā ir tieši atkarīgi no spēcīga zinātnes sektora. Zinātnes progress ir nodrošinājis milzīgu jaunu zinātnisko atziņu apjomu. Katru gadu tiek publicēti ap 5 miljoniem jaunu zinātnisko publikāciju, turklāt pēdējo piecu gadu laikā (no 2018. gada) to skaits pieaudzis par 22 % (Curcic, 2023). Tas ir milzīgs apjoms jaunas un sabiedrībai nozīmīgas informācijas visās cilvēcei svarīgās jomās, t. sk. politikā un ekonomikā. Vienlaikus zinātniskās idejas vien negarantē sabiedrības attīstību un tehnoloģisko progresu tautsaimniecībā. Pagājušā gadsimta deviņdesmitajos gados uzmanība tika pievērsta fenomenam, kuru nosauca par Eiropas paradoksu. Proti, Eiropas zinātniskā telpa jau izsenis raksturojama ar lielu skaitu starptautiski nozīmīgu publikāciju un konferenču, bet vienlaikus relatīvi zemu patentu skaitu un ierobežotu augsto tehnoloģiju tirdzniecību (Rodriguez-Navarro et al., 2018). Politikas veidotāju fokuss uz zinātnes sektoru vēl nenozīmē inovācijas lineāru modeli, kuru veido zinātne un uzņēmējdarbība. Svarīga ir arī saišu stiprināšana starp šiem sektoriem.

Lai zinātnes izstrādes kļūtu par ražošanas faktoru, nepieciešams, ka

zinātne fokusētos ne vien uz fundamentāliem, bet arī lietišķiem un komercializējamiem atklājumiem. Nacionālai inovāciju sistēmai ir daudz atšķirīgu definīciju, piemēram, dažas no tām: “.. institūtu tīkls publiskajā un privātajā sektorā, kuru darbība un mijiedarbība ierosina, ievie, pārveido un izplata jaunas tehnoloģijas” (Freeman, 1987); “ .. elementi un attiecības, kas mijiedarbojas jaunu, ekonomiski noderīgu zināšanu radīšanā, izplatīšanā un izmantošanā ... Un, vai nu atrodas nacionālā valstī vai arī sakņojas tajā.” (Lundvall, 1992); “... institūciju kopums, kuru mijiedarbība nosaka nacionālo uzņēmumu inovatīvo sniegumu ” (Nelsons, 1993). Kopīgais visās definīcijās ir institūtu (elementu) kopums, kas nodrošina ekonomiski nozīmīgu zināšanu izplatīšanu un izmantošanu.



Avots: autoru veidots.

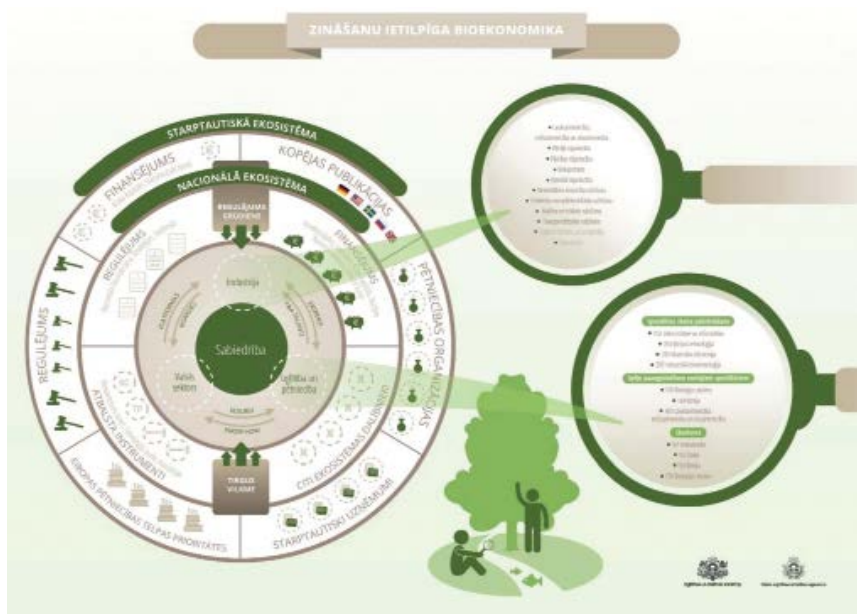
6.2. attēls. Nacionālā inovāciju sistēma.

Gan mikro, gan makro līmenī būtiski ir ekonomiski panākumi, ko var uzskaitīt kā papildu pievienoto vērtību, kas rada relatīvas priekšrocības tautsaimniecības attīstībai. Vienlaikus šie divi būtiskākie elementi nav iedomājami bez izglītības sektora, kas nodrošina zinātnisko ideju radīšanu un izmantošanu; finansiālā sektora pakalpojumiem, kuri atbalsta paaugstināta riska uzņēmumus, jo inovācija ir komplicēts process ar daudzām nenoteiktībām, kuras grūti paredzēt; un valsti, kas spēj

integrēt elementus vienotā darboties spējīgā sistēmā. Tehnoloģiskās pārmaiņas ir būtiski ietekmējušas spēju radīt datus un mainīties ar datiem, kas neizbēgami iespaido arī zināšanu apriti tautsaimniecībā. Pašlaik nav iespējams runāt par lineāru inovāciju sistēmu, kurā zinātniskās institūcijās tapušās zināšanas tālāk tiek komercializētas uzņēmējdarbības sektorā. Inovācijas avoti mūsdienās var būt daudzveidīgi, tāpēc var runāt par interaktīvu inovāciju modeli.

Interaktīvajam inovācijas modelim ir nepieciešamas reālas attiecības ar nozari, lai noteiktu vajadzības. Lineārais modelis prasa komunikācijas un mārketinga darbu pēc pētījuma veikšanas. Šī procesa neefektivitātes dēļ lineārie modeļi ir aizstāti ar spirālveida vai trīskāršās spirāles modeļiem un atvērtajiem inovāciju modeļiem, kuros koordinācija starp sistēmas dalībniekiem (pētnieki, uzņēmumi, valdība, koordinatori) kļūst izšķiroša. Bioekonomikas kontekstā iezīmējas vajadzība pēc dažādām koordinācijas padomēm un sadarbības grupām, kas veicinātu sadarbību starp bioresursu ražotājiem primārajā sektorā, pārstrādātājiem, tirgotājiem un valdību. Nevar izbēgt no ļoti spēcīga politiskā konteksta globālo izaicinājumu dēļ, kas nozīmē, ka būtiska loma ir nevalstiskajām organizācijām, lobijiem un politikas veidotājiem, un tieši pēdējiem ir būtiskā loma nacionālas inovācijas sistēmas funkcionēšanā.

Inovācijas ekosistēma ir dinamiska sistēma, ko veido dalībnieki, apmainoties ar zināšanām, kas iespējams, pateicoties formālām saitēm. Būtībā tā ir līdzīga ekosistēmai, kuras pamatā ir enerģijas plūsma pretēji inovācijas sistēmai, kas apmainās ar zināšanām. Tāpēc, izmantojot dabas zinātņu taksonomiju, mēdz runāt par inovāciju ekosistēmu. Ir nepieciešams apvienot tehnoloģijas ar sarežģītu sistēmu izpratni un pielikt lielas pūles, lai integrētu sociālos un cilvēciskos aspektus. Tādā veidā transdisciplināra pētniecība integrē ilgtspējības zinātņi, klimata izpēti, ekoloģiju, bioloģiju, lauksaimniecību, mežsaimniecību, ekonomiku, socioloģiju, politikas zinātnes, psiholoģiju, cilvēku veselību un epidemioloģiju, kā arī daudzas citas zinātņu jomas ir ļoti nepieciešamas.



Avots: Latvijas Republikas Izglītības un zinātnes ministrija, 2015.

6.3. attēls. Zināšanu ietilpīga bioekonomika un to veidošanos atbalstošā ekosistēma.

Zināšanu ietilpīga bioekonomika ir tradicionālo nozaru, kuras izmanto dabas resursus, lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības, pārtikas un dzērienu ražošanas attīstīšana ar pētniecībā balstītu tehnoloģisko un sociālo inovāciju palīdzību mērķim paaugstināt šo nozaru produktivitāti, resursu efektīvu izmantošanu un veicināt konkurētspēju reģionālā un starptautiskā mērogā. Inovācijas bioekonomikā ietver ne vien jaunu produktu un pakalpojumu izpēti un izveidošanu, bet arī risinājumu rašanu efektīvākai resursu izmantošanai un apstrādes procesu optimizēšanai un kvalitātes uzlabošanai, kā arī netehnoloģiskās inovācijas augstākas pievienotās vērtības produktu un pakalpojumu radīšanai. Bioekonomikas koncepts paredz pakāpenisku fosilo resursu aizstāšanu ar bioloģiskas izcelsmes un atjaunīgiem resursiem, kā arī arvien plašāku aprites ekonomikas principu ieviešanu. Latvijā ir izstrādāta Viedās specializācijas jomas “Zināšanu ietilpīga bioekonomika” stratēģija

2022. – 2027. gadam, kas, ņemot vērā LIBRA (Latvijas Bioekonomikas stratēģijas) mērķus, definējusi misiju panākt bioekonomikas sektora ilgtspējīgu, uz zināšanām un inovācijām vērstu izaugsmi, kura sekmēs tautsaimniecības attīstību, sociālās jomas stiprināšanu un klimata un vides mērķu sasniegšanu, lai tuvotos Eiropas zaļā kursa izvirzītajiem mērķiem. Stratēģija iezīmē attīstības virzienus: inovācijas bioekonomikas izglītībā, lauksaimniecībā, bioenerģijā, pārtikā, meža nozarē, ūdens resursu apsaimniekošanā, materiālos no atjaunīgiem resursiem, kā arī akcentē finansējuma nozīmi ekosistēmas ieguldījumiem eksportspējas palielināšanai un ieguldījumiem pētniecībā un attīstībā.

6.3. Bioekonomikas inovācijas veidi

Lai gan bioekonomika strauji aug, tā tiek uzskatīta par nozari agrīnā stadijā, un tai ir vajadzīgas inovācijas, lai vairotu spēku un palielinātu vērtību. Daudzi autori norāda, ka, lai padarītu bioekonomiku konkurētspējīgāku, nepieciešamas lielākas investīcijas pētniecībā, jaunu produktu un pakalpojumu izstrādē vai vairāk politikas stimulu. Lai gan inovācijas bieži tiek minētas bioekonomikas stratēģijās un tiek uzskatītas par vienu no svarīgākajiem bioekonomikas virzītājspēkiem, pašreizējie pētījumi inovāciju jomā vairāk fokusējas uz klasisku pieeju, skaidrojot produktu un procesu inovācijas atšķirību, bet neņem vērā īpatnības, kas ir svarīgas plašākas un straujākas pārejas uz bioekonomika izvēršanai. Tāpat trūkst kodolīga konceptuālā ietvara, kas ļautu atšķirt dažādus inovāciju veidus, īpaši tos jauninājumus, kuri nodrošina pāreju uz jaunu domāšanu, jauniem ekonomiskajiem procesiem, uzvedības veidiem, biznesa modeļiem.

Kopumā bioekonomikas inovācijas mērķi ir mazināt sabiedrības problēmas un veicināt ekoloģiskos ieguvumus. Tā parasti ir radikāla inovācija, kuras galvenās grūtības saistās ar ieiešanu tirgū, jo galvenais šķērslis ir pastāvošā un sabiedrības apziņā iesakņojusies tradicionālā, uz fosilajiem resursiem balstītā ekonomiskā sistēma un domāšanas veids. Tāpat bioekonomikas inovācija ir izmaksu un riska ietilpīga, tāpēc politiskais regulējums prasa tālredzīgu un izsmalcinātu stratēģisku vadību, kas nodrošina ekonomisko sistēmu stratēģisku atjaunošanos.

Šajā apakšnodaļā autori sniedz ieskatu tipiskākajos bioekonomikas inovācijas veidos, kas atrodami praksē un dod ieguldījumu bioekonomikas konkurētspējas veicināšanā (6.1. tabula).

6.1. tabula

Bioekonomikas inovācijas veidi un to raksturojums

Inovācijas veids	Raksturojums	Piemērs
Aizstājējprodukti	Inovācija, kas palīdz aizstāt produktos fosilos resursus ar atjaunīgiem energoresursiem un augu izcelsmes resursiem.	Iepakojuma maisiņš no kokvilnas
Jauni procesi	Inovācija, kas veidojas biobāzētā ražošanas procesā un izraisa pakāpeniskas izmaiņas, uzlabojot iedibināta procesa veikspēju, vai ir graujošas, kā rezultātā rodas jauna vērtību ķēde, jaunas apstrādes iespējas.	Alģu biorafinērijas rūpnīca
Jauni produkti	Inovācija, kas rada jaunus produktus, kuri sastāv no bioloģiski ražotiem materiāliem un ir ar jaunām funkcijām.	Bioloģiski noārdāmi stenti medicīniskām manipulācijām
Jauni uzvedības veidi	Inovācijas, kas prasa jaunu veidu, kā rīkoties, vai tās ir radījis jauns uzvedības veids.	Uzņēmums vēlas optimizēt produkta ekoloģisko pēdu

Avots: autoru veidots pēc Bröring et al., 2020.

Aizstājējprodukti

Viens no visvairāk apspriestajiem bioekonomikas uzdevumiem ir fosilo produktu, piemēram, benzīna, aizstāšana ar atjaunīgajiem un augu izcelsmes resursiem. Šis bioekonomikas inovācijas veids pilda šo uzdevumu, un mūsdienās tas ir viens no populārākajiem un sabiedrībai vieglāk izprotamajiem bioekonomikas inovācijas veidiem. Bioloģiskas izcelsmes aizstājējproduktiem parasti ir plašs pielietojuma spektrs, ko var viegli iekļaut esošajās vērtību ķēdēs. Aizstājējprodukts ir jauns, bet nepiedāvā nekādas jaunas funkcijas, tā ražošanā izmantoti bioresursi. Katram aizstājējproduktam, ko piedāvā bioekonomika, ir atrodams līdzīgs produkts fosilos resursos balstītā ekonomikā (6.2. tabula).

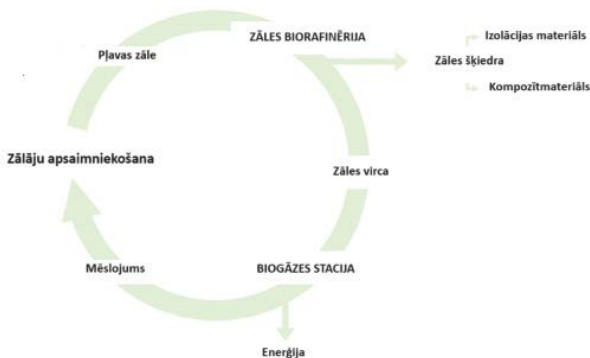
Piemēri bioekonomikas inovācijas veidam – aizstājējprodukts

Produkts no fosilos resursos balstītas ekonomikas	Aizstājējprodukts no bioekonomikas
Polipropilēns (PP), Polietilēns (PE) vai Polistirols (PS)	Polilaktiskā skābe (PLA)
Nafta	Bioetanols no lignocelulozes
Nafta	Bioetanols no mikroalgēm

Avots: autoru veidots

Jauni procesi

Jaunie procesi ietver visus jauninājumus biobāzētajā ražošanā un vērtību ķēdēs, kas, vai nu izraisa pakāpeniskas izmaiņas, uzlabojot noteikta procesa veiktspēju, vai ir ar graujošu raksturu, kā rezultātā rodas jauni vērtību ķēdes savienojumi un jaunas apstrādes iespējas. Ar radikālu procesu jauninājumiem var attīstīties pilnīgi jaunas vērtību ķēdes. Šī inovāciju veida tipiskākais piemērs – jaunas biorafinērijas rūpnīcas.



Avots: autoru veidots pēc Zörb et al., 2017.

6.4. attēls. Zāles biorafinērijas piemērs.

Biorafinērija balstās uz izejvielu izmantošanas kaskadēšanas principu, kas nodrošina bioresursu efektīvu izmantošanu jaunu materiālu iegūšanai. Attēlā 6.4. dots piemērs par zāles biorefinēriju, kur no

zāles tiek iegūti jauni materiāli un produkti – izolācijas materiāls, kompozītmateriāls, enerģija.

Zāles biorafinērija

Pamatojoties uz biorafinērijas koncepciju, 2000. gadā tika dibināts Šveices – Vācijas uzņēmums *Biowert Industrie GmbH*, un 2007. gadā sāka darboties pirmā *Biowert* zāles pārstrādes rūpnīca, kas atrodas Brensbahā, Vācijā.

Galvenie produkti, kas tiek iegūti no ganību zāles, ir zāles šķiedras izolācijas materiāls (*AgriCellBW*), ar zāles šķiedru pastiprināta plastmasa (*AgriPlastBW*) un mēslojums, kas izgatavots no dīgēstāta (*AgriFerBW*).

Rūpnīcas gada caurlaidspēja ir aptuveni 2 000 t sausnas, kas atbilst 8 000 t zāles gadā pie 25–30 % sausnas satura. Integrētā biogāzes stacija saražo vidēji 1,3 milj. m³ biogāzes gadā, kas tiek izmantota kombinētajā siltumenerģijas un elektroenerģijas iekārtā, kura saražo vidēji 5,2 GWh elektrības.

Vairāk informācijas par šo zāles biorafinērijas rūpnīcu var atrast Enerģijas tehnoloģiju tīkla (*IEA Bioenergy*) sagatavotajā materiālā:



Jauni produkti

Šis bioekonomikas inovācijas veids varētu veicināt vēl neesošu produktu attīstību ar vēl neparedzētiem pielietojumiem vai izveidot pilnīgi jaunas vērtību ķēdes. Šie produkti ir ar radikāli jaunu funkcionalitāti vai rada jaunus tehnoloģiskos standartus.

Piemēri šim inovācijas veidam:

- bioloģiski noārdāmi stenti medicīniskām manipulācijām;
- celtniecības materiāls ar zemu emisiju, temperatūras efektivitāti un pretmikrobu īpašībām;
- ar sintētisko bioloģiju radītas jaunas bioloģiskas daļas, kas paredzētas noteiktam mērķim.

Jauni uzvedības veidi

Uzmanība tiek pievērsta bioekonomikas koncepcijai un nodomam, piemēram, izejvielu izmantošanai kaskādes režīmā. Jauns biznesa

organizēšanas veids, kas balstās uz vēlmi mainīties ilgtspējīgas ražošanas virzienā. Vēlme mainīties var notikt vai nu no klientu puses, palielinot pieprasījumu pēc bioloģiskas izcelsmes produktiem, vai no lietotāju puses, attīstot koplietošanas koncepcijas un tamlīdzīgi.

Bieži vien jauni uzvedības veidi attīstās, ieviešot uzņēmumā servitizāciju, kas ir transformācijas process, kurā uzņēmums pāriet no uz produktu orientēta uz pakalpojumu orientētu biznesa modeli un loģiku. Tāpat šis bioekonomikas inovācijas veids var būt jauna tipa sadarbība ar ieinteresētajām pusēm, īpaši ar sekundārajām ieinteresētajām pusēm, piemēram, augstākās izglītības iestādēm vai valsts iestādēm.

Izmantotā literatūra un avoti

1. Bröring S., Laibach N., Wustmans M. (2020) Innovation types in the bioeconomy. *Journal of Cleaner Production*, Volume 266, 121939, ISSN 0959-6526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121939>.
2. Calvo N., Rodeiro D., Soares I. (2013) Are USOs more supported to compete than spin-offs not linked to universities? A dynamic overview and proposal of model of USOs support. *International Journal of Innovation and Learning* 14: 3-4, 271–288. <https://doi.org/10.1504/IJIL.2013.056229>
3. Chen D.H.C., Dahlman C. J. (2006) *The Knowledge Economy, The KAM Methodology And World Bank Operations*, 42 pages. Pieejams: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/695211468153873436/pdf/358670WBI0The11dge1Economy01PUBLIC1.pdf>
4. Curcic D. (2023) Number of Academic Papers Published Per Year. Pieejams: <https://wordrated.com/number-of-academic-papers-published-per-year/#:~:text=It%20is%20estimated%20that%20at,%2C%20reviews%2C%20and%20conference%20proceedings>.
5. Dahlman C.J., Jorma R., Pekka Y.A. (2006) *Finland as a Knowledge Economy: Elements of Success and Lessons Learned*. Washington, DC: World Bank. Pieejams: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7138> License: CC BY 3.0 IGO.
6. ES Bioekonomikas stratēģija (2018) Eiropas Parlaments. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0673>
7. World Resource Institute [s.a.] *Food Security*. Data. Resource watch. Pieejams: <https://resourcewatch.org/dashboards/food>
8. Freeman C. (1987) *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from*

Japan. London: Pinter.

9. Herrington G. (2021) Data check on the world model that fo recast global collapse. Club of Rome. Pieejams: <https://www.clubofrome.org/blog-post/herrington-world-model/>
10. Schumpeter J.A. (1962) *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper & Row.
11. Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/342221-latvijas-bioekonomikas-strategija-2030>
12. Levidow L., Birch K., Papaioannou T. (2012) EU agri-innovation policy: two contending visions of the bio-economy. *Critical Policy Studies*, Vol. 6, Issue 1, pp. 40–65, 10.1080/19460171.2012.659881.
13. Levidow L., Birch K., Papaioannou T. (2013) Divergent paradigms of European agro-food innovation: the knowledge-based bio-economy (KBBE) as an R & D agenda. *Science, Technology & Human Values*, Vol. 38, pp. 94–125, 10.1177/0162243912438143.
14. Loorbach D., Wijsman K. (2013) Business transition management: exploring a new role for business in sustainability transitions. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 45, pp. 20– 28, 10.1016/j.jclepro.2012.11.002.
15. Lundvall B-Å. (ed.) (1992) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.
16. Malahí M., Pantsar M., Costanza R., Kubiszewski I., Potočník J., Stuchtey M., Nasi R., Lovins H., Giovannini E., Fioramonti L., Dixon-Declève S., McGlade J., Pickett K., Wilkinson R., Holmgren J., Trebeck K., Wallis S., Ramage M., Berndes G., Akinifesi F. K., Ragnarsdóttir K. V., Muys B., Safonov G., Nobre A. D., Nobre C., Ibañez D., Wijkman A., Snape J., Bas L. (2020) Investing in Nature as the true engine of our economy: A 10-point Action Plan for a Circular Bioeconomy of Wellbeing. Knowledge to Action 02, European Forest Institute.
17. Nelson R. R. (1993) *National Innovation Systems: a Comparative Study*. New York: Oxford University Press.
18. OECD (1996) *The OECD Jobs Strategy – Technology, Productivity and Job Creation*, Volume 1, Paris. Pieejams: <https://doi.org/10.1787/9789264163416-en>
19. Drucker P. (1954) *The Practice Of Management*. New York: Harper & Row Publishers.
20. Philp J. (2018) The bioeconomy, the challenge of the century for policy makers. *New Biotechnology*, Vol. 40, pp. 11–19, 10.1016/j.nbt.2017.04.004.
21. Popescu I. (2014) Industrial biotechnology in the European Union: identifying the best pathways to boost growth of the bioeconomy. *Industrial Biotechnology*, Vol. 10, pp. 376–378, 10.1089/ind.2014.1537.
22. Rodríguez-Navarro A., Narin F. (2018) European Paradox or Delusion – Are European Science and Economy Outdated?, *Science and Public Policy*, Volume 45, Issue

1, February 2018, Pages 14–23, <https://doi.org/10.1093/scipol/scx021>

23. Viedās specializācijas jomas “Zināšanu ietilpīga bioekonomika” stratēģija 2022.–2027. gadam. Pieejams: <https://www.liaa.gov.lv/lv/media/8844/download?attachment>
24. Izglītības un zinātnes ministrija (2015) Viedās specializācijas jomas – “Zināšanu ietilpīga bioekonomika” ekosistēmas analītisks apraksts Pieejams: https://www.esfondi.lv/uk_ak_2014_2020_assets/02_apak%C5%A1komiteja/01_s%C4%93de/2016_05_26_4_3_1ak_em_411_vk_3422_izm_1114_kl%C4%81tiene/izm_1114/IZM_zinojums_8.piel_precizets_12082016.pdf
25. Zinātnes, tehnoloģijas attīstības un inovāciju pamatnostādnes 2021.–2027. gadam. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/322468-par-zinatnes-tehnologijas-attistibas-un-inovacijas-pamatnostadnem-2021-2027-gadam>

7.

DIGITALIZĀCIJAS LOMA BIOEKONOMIKAS ATTĪSTĪBAS VEICINĀŠANĀ

Autori: Dina Popluga, Sandija Zēverte-Rivža

Šī nodaļa ir balstīta uz piemēriem, kā digitalizācija un biotehnoloģija kopā var sniegt risinājumus galvenajiem bioekonomikas politikas mērķiem, kuri nevarētu tikt sasniegti katrā jomā atsevišķi. Bioekonomikas digitalizācija ietver dažādu tehnoloģiju apvienošanu, lai atrisinātu problēmas, optimizētu ražošanu un efektīvāk izmantotu pieejamos resursus. Digitālās un biobāzētās transformācijas kombinācija var ievērojami mainīt ražošanas procesu, un pat radīt jaunus biznesa modeļus. Lai gan bioekonomikas digitalizācija tiek uzskatīta par nākotnes virzienu, tā patiesībā jau darbojas, un šajā nodaļā ir aplūkoti tās dažādie aspekti un sniegti piemēri.

7.1. Bioekonomikas digitalizācijas pamats un šķēršļi

Bioekonomikas *jēdzieniskais* saturs nav atdalāms no dabas resursu pārvaldības, atjaunīgo resursu izmantošanas veicināšanas, klimata pārmaiņu mazināšanas un pārtikas nodrošināšanas. Pēdējos gados digitalizācija ir kļuvusi par svarīgu bioekonomikas iezīmi. Bioekonomikas kontekstā digitalizācija ietver virkni dažādu darbību, kas parasti ir saistītas ar datu savākšanu, elektronisku apstrādi, datu apmaiņu un datu pārvaldīšanu. Tāpēc gan bioekonomika, gan digitālā ekonomika tiek raksturotas kā divas nākotnes tendences, kas virza un vada tagadnes ekonomikas transformāciju. No bioekonomikas viedokļa jauno tehnoloģiju

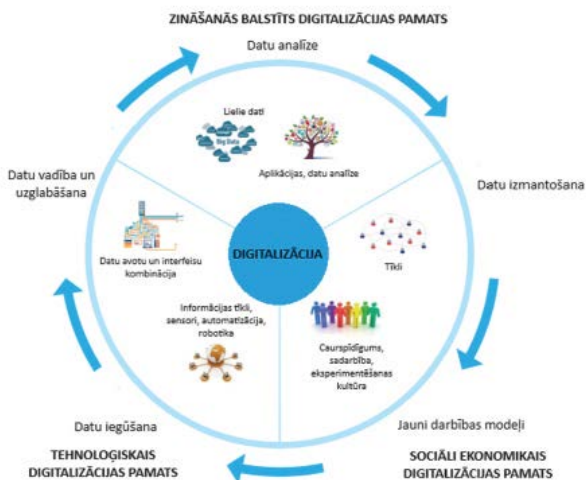
izmantošana sniedz izmērāmus ieguvumus. Piemēram, jaunās tehnoloģijas var palīdzēt darbiniekiem pieņemt uz bioekonomikas principiem balstītus operatīvus lēmumus un uzlabot produktu ekonomisko un vides ilgtspēju, efektīvi izmantojot resursus.

Diskusija par bioekonomikas digitalizāciju nevar būt saistīta tikai ar tehnoloģiskām izmaiņām. Digitalizācija maina informācijas lomu un ir sava veida saimnieciskās darbības efektivitātes veicinātājs. Tas ietver fundamentālas izmaiņas līdz šim ierastās saimnieciskās darbības metodēs, kurās digitālie risinājumi tiek plaši izmantoti indivīdu aktivitātēs, organizāciju un sabiedrības darbībās. Šajā kontekstā labu priekšstatu par digitalizācijas tvērumu sniedz somu zinātnieku izveidotais digitalizācijas rats (7.1. attēls), kurā parādīts, ka tehnoloģiskie sasniegumi veicina jaunu darbības modeļu veidošanos, kuriem, savukārt, nepieciešami jauni tehnoloģiski un organizatoriski risinājumi.

Tehnoloģiskais digitalizācijas pamats ir saistīts ar digitālo tehnoloģiju, automatizācijas, datu apmaiņas un viedo sistēmu integrāciju. *Šie sasniegumi ļauj arī apkopot objektos iegūtus mērījumu datus, kurus iepriekš bija neiespējami tehnoloģiski uzraudzīt. Attiecībā uz datu izmantošanu svarīgi ir attīstīt to vadību un uzglabāšanu, piemēram, veidojot mākoņpakalpojumus, kas nodrošina datu glabāšanu, un dažādu datu avotu kombināciju integrētu izmantošanu. Svarīgi uzsvērt, ka dati paši sev neradīs jaunu pievienoto vērtību. Tikai veicot to analīzi un interpretāciju, dati kļūst par informāciju, kas var rosināt dažādu jaunu darbību attīstīšanu vai esošo optimizēšanu. Šis ir viens no galvenajiem apsvērumiem, kāpēc digitalizācijas gaita ir atkarīga arī no datu analīzes risinājumu attīstības un lietojumprogrammu izstrādes. Turklāt efektīvai datu analīzei ir nepieciešami pietiekami kvalitatīvi un precīzi dati.*

Digitalizācijas sociāli ekonomisko pamatu veido datu izmantošana un veids, kādā tas tiek organizēts. Kā tipiskākos darbības modeļus, kurus ir ierosinājuši digitalizācija, var minēt dažādu tīklu vai sadarbības veidu rašanos, kad lielāka vērība tiek pievērsta procesa pārredzamībai vai eksperimentēšanas kultūras veicināšanai. Lielāks uzsvars uz cilvēku nozīmi digitalizācijas *tālākā attīstībā tiek likts arī*, runājot par “Industriju 5.0” – nākamo posmu *pēc* “Industrija 4.0”. Tajā galvenā iezīme ir

tehnoloģiskie jauninājumi un to izmantošana, bet “Industrija 5.0” tiek uzskatīta par potenciālu posmu, kurā cilvēki un mašīnas sadarbojas ciešāk, uzsverot cilvēku prasmes līdzās tehnoloģiskajiem sasniegumiem.



Avots: pielāgots no VTT, 2017.

7.1. attēls. Digitalizācijas rats un tā darbības galvenie nosacījumi.

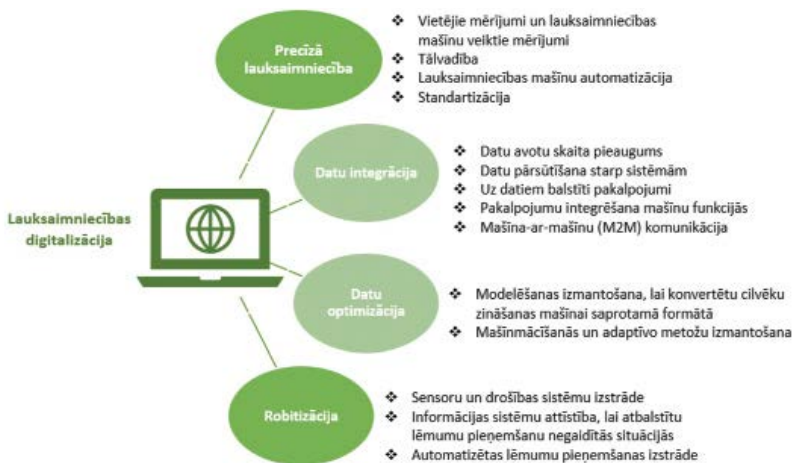
Kā digitalizācija var veicināt bioekonomikas attīstību? Plašākā nozīmē digitalizācija ir saistīta ar progresu, efektivitāti un apstrādes ātrumu. Jauni digitālie rīki informācijas izmantošanai un komunikāciju tehnoloģiju identificēšanai, uzraudzībai, analīzei un reprezentācijai ir plaši pielietojami visos bioekonomikas sektoros. Taču atsevišķi sektori kā, piemēram, bioresursus ražojošie sektori – lauksaimniecība, mežsaimniecība, zivsaimniecība, ar digitālo tehnoloģiju ieviešanu ikdienas procesos padara savu saimniecisko darbību efektīvāku, jo daudzas digitalizācijas priekšrocības ir saistītas ar paaugstinātu efektivitāti, izmantojot precīzu mehanizāciju, automatizāciju un uzlabotu lēmumu pieņemšanu. Paredzams, ka lauksaimniecībai būs nozīmīga loma digitālā progresa veicināšanā, kas koncentrējas uz progresu viedajā vai (sākotnēji) precīzajā lauksaimniecībā.

Kas ir “Industrija 4.0”?

Industrija 4.0 pazīstama arī kā Ceturtā industriālā revolūcija, tā atspoguļo digitālo tehnoloģiju, automatizācijas, datu apmaiņas un viedo sistēmu integrāciju ražošanas un rūpniecības nozarēs. Industrijas 4.0 galvenās iezīmes ir:

- lietu internets (IoT): ierīces un mašīnas ir savstarpēji savienotas, ļaujot tām sazināties un koplietot datus. Lielie dati un analīze: liela datu apjoma vākšana un analīze, lai pieņemtu pārdomātus lēmumus un optimizētu procesus;
- mākslīgais intelekts (AI) un mašīnmācīšanās: algoritmu izmantošana, lai uzlabotu automatizāciju un lēmumu pieņemšanu;
- robotika un automatizācija: robotu un automatizētu sistēmu izmantošana atkārtotiem vai sarežģītiem uzdevumiem;
- kiberfiziskās sistēmas: fizisko iekārtu integrācija ar digitālajām sistēmām, lai optimizētu darbības.

Analizējot digitalizācijas procesa attīstību lauksaimniecībā, jāsecina, ka tam ir izdalāmi vairāki posmi – precīzā lauksaimniecība, datu integrācija, datu optimizācija un robotizācija (7.2. attēls). No minētajiem posmiem **precīzā lauksaimniecība** ir uzskatāma par digitalizācijas procesa pirmo posmu. Precīzajā lauksaimniecībā liela uzmanība tiek pievērsta kultūraugu mēslošanas un aizsardzības līdzekļu precīzai un mērķētai lietošanai, kas pielāgota atbilstoši katra kultūrauga vajadzībām. Šīs vajadzības tiek noteiktas, pamatojoties uz atbilstošu iekārtu veiktajiem mērījumiem, attālās uzrādes datiem un veikto analīžu datiem. Precīzo tehnoloģiju tehniskā attīstība, IoT jeb lietu interneta tehnoloģiju integrācija un sensoru cenu samazināšanās ir veicinājusi šo tehnoloģiju lielāku pieejamību un arvien plašāku izmantošanu lauksaimniecībā. Arvien precīzāka informācija tiek iegūta par dažādām kultūraugu daļām, turklāt dažādās to augšanas stadijās, tāpat informācija par lauksaimniecības dzīvnieku veselības stāvokli saimniecībā. Precīzo tehnoloģiju attīstība nodrošina, piemēram, to, ka ir iespējams savākt precīzus datus un tādējādi paaugstināt kultūraugu augšanas modelēšanas precizitāti un prognozēšanu, kas vēl vairāk atvieglo automatizētu lēmumu pieņemšanu.



Avots: autoru veidots pēc VTT, 2017.

7.2. attēls. Lauksaimniecības digitalizācijas veidi.

Lauksaimniecības digitalizācijas otrais posms ir **datu integrācija**. Dažādu sistēmu integrācija ļauj palielināt precīzās lauksaimniecības automatizācijas pakāpi un nodrošina ražošanas procesa plašāku kontroli. Datu integrācijas process ietver plānošanas, kvalitātes un mērījumu datu pārsūtīšanu starp sistēmām pirms jebkādu fizisko darbību veikšanas, kas nodrošina izsekojamību un apstrādes kontroli.

Trešais posms, kas saistās ar digitalizācijas attīstību, datu un zināšanu apjomu pieaugumu, ir **datu optimizācija**. Datu optimizācija nozīmē atrast labāko alternatīvu, un vienmēr tā tiek izpildīta saistībā ar kādu vēlamu kritēriju; piemēram, ražošanas līniju, kas izmanto mašīnmācīšanos, var "trenēt" identificēt ražošanas kļūdas, balstoties uz datubāzi ar iepriekš ražoto produktu defektiem un *tādējādi izmantojot iepriekš iegūtos un uzkrātos datus kvalitātes kontroles sistēmas veidošanai*. Tas aizstās darbinieku, kam šāda pieredze būtu jāuzkrāj darba procesā, un, mainoties darbiniekiem, pieredze būtu vairākkārt jāuzkrāj no jauna. Lauksaimniecībā tas nozīmē optimizēt visu lauksaimniecības procesu, neaprobežojoties tikai ar efektīvāku tehnikas kontroli vai kāda šauri specifiska procesa optimizāciju.

Šī brīža izpratnē lauksaimniecības digitalizācijas jaunākais jeb ceturtais posms ir **robotizācija**. Atšķirība starp automātu un robotu: auto-bots vienmēr veiks vienu konkrēto uzdevumu, bet robota uzdevumus var variēt. Tehnoloģijas, kas ļauj izmantot robotizētas darbības, jau ir pieejamas un tiek izmantotas lauksaimniecībā. Robotizācijas procesa attīstības kontekstā aktuāls jautājums ir par robotu spējām tikt galā ar kompleksām un neparedzētām situācijām, kur liela nozīme ir datu integrācijai un optimizācijai. Attīstoties šo tehnoloģiju savstarpējai integrācijai, precīzā lauksaimniecība transformējas lauksaimniecībā 4.0 un tālāk lauksaimniecībā 5.0.

Attiecībā uz bioekonomikas digitalizāciju ir svarīgi saprast, ka digitālā revolūcija un pāreja uz bioekonomiku ir pārmaiņu process, kas var radikāli pārveidot esošās ekonomiskās struktūras un attiecības starp ieinteresētajām pusēm. Kā tas ir raksturīgi sistēmiskām izmaiņām, arī bioekonomikas digitalizācija var radīt gan uzvarētājus, gan zaudētājus. Papildus jauniem tehnoloģiskajiem risinājumiem digitalizācija rada jauna veida cerības par bioekonomikas dalībniekiem. No uzņēmumiem bioekonomikas attīstība un digitalizācijas process prasa papildu resursus, lai labāk sagatavotos un izpildītu klientu cerības attiecībā uz ētiku, vidi un ražošanas ietekmi uz labklājību. Jau pašlaik viena no digitalizācijas izpausmēm – palielināts informācijas apjoms un novērošanas tehnoloģiju izplatība ikdienas dzīvē – palielina spiedienu uz uzņēmumiem un prasa nodrošināt caurskatāmus ražošanas procesus. Turklāt pieaugošais informācijas apjoms palielina un turpinās palielināt datu ļaunprātīgas izmantošanas risku un radīs arvien lielākas bažas saistībā ar privātuma aizsardzību un informācijas īpašumtiesībām.

Digitālā transformācija diemžēl nesniedz tikai priekšrocības, bet saistās arī ar dažādu politisko, ekonomisko, sociālo un tehnoloģisko šķēršļu pārvarēšanu. Šie šķēršļi pēc PEST analīzes kritērijiem apkopoti 7.1. tabulā.

Šķēršļi digitālajai transformācijai bioekonomikā pēc PEST kritērijiem

PEST kritērijs	Šķērslis
Politisks	Neskaidrības par datu regulēšanas metodēm, datu aizsardzības problēmas
	Digitalizācijas kā stratēģiskās prioritātes noteikšanas trūkums
	Sadrumstalots atbalsts digitalizācijai
	Nepietiekama valsts īpašumā esošo datu sistēmu integrācija, piemēram, sistēmas, kas apkopo lauksaimniecības datus, meteoroloģiskos datus
	Pārredzamības trūkums attiecībā uz pieprasīto datu izmantošanu
Ekonomisks	Augstas investīciju izmaksas
	Ierobežota radīto datu monetizācija
	Jaunu tehnoloģiju ieviešanas rentabilitāte
Sociāls	Uzņēmēja un darbinieku digitālās prasmes
	Pārējās piegādes ķēdes un tirgus gatavība, ierobežota datu integrācija, klientu nepietiekamas digitālās prasmes
	Vēlme mācīties un mainīt praksi
	Bailes no jauno tehnoloģiju izmantošanas, neskaidrība par kibernetizāciju, drošības draudi un bažas par datu koplietošanu
	Iespējamie negatīvie patērētāju un sabiedrības priekšstati par digitālo rīku izmantošanu salīdzinājumā ar tradicionālo praksi, ierasto veidu
Tehnoloģisks	Zema datu kvalitāte, datu nepilnības
	Sistēmu, tehnoloģiju un datu integrācijas problēmas
	Datu un kibernetizācijas apdraudējumi
	Ierobežota tehnoloģiju pieejamība
	Problēmas ar interneta pieslēguma stabilitāti, ātrumu un uzticamību
	Ierobežota servisa, detaļu un tehniskā atbalsta pieejamība

Avots: autoru apkopojums pēc Fielke et al., 2020; Eastwood et al., 2023; Goller et al., 2021, Zeverte-Rivza et al., 2023.

Analizējot šķēršļus, ar kādiem saskaras lauksaimniecības uzņēmumi digitālo lietojumprogrammu ieviešanā, secināms, ka būtiskākie izaicinājumi saistās ar tehnoloģiskiem jautājumiem: datu kvalitāti, uzticamību, drošību un datu integrāciju ar dažādām sistēmām. Turklāt digitālā transformācija ir saistīta ar augstām investīciju izmaksām jaunās tehnoloģijās, padarot to iespējamu galvenokārt lielos un ienesīgos

lauksaimniecības uzņēmumos. Šajā sakarā arī jāizceļ, ka valsts iestādes bieži atpaliek savu sistēmu digitalizācijā, kā rezultātā esošā digitālā infrastruktūra nav piemērota un kavē jaunu digitālo risinājumu ieviešanu. Digitālo tehnoloģiju plašāku ieviešanu ietekmē arī digitalizāciju jomā kvalificēta personāla trūkums lauku apvidos. Lai risinātu šīs problēmas, svarīga ir sadarbība starp valsts iestādēm, konsultantiem, pētniekiem un uzņēmējiem digitālo prasmju attīstības jomā.

Kopumā secināms, ka, lai bioekonomikas digitalizācijas procesi varētu attīstīties, svarīgi ir apzināties dažādos šķēršļus, kas kavē digitalizācijas procesu īstenošanu, un meklēt risinājumus, kā tos pārvarēt vai samazināt. Tāpat valstiskā līmenī svarīgi ir skaidri noteikt digitālās transformācijas politikas prioritātes, veidojot integrētu digitālo infrastruktūru un ieviešot pārdomātus digitalizācijas atbalsta pasākumus uzņēmumiem.

7.2. Mākslīgā intelekta izmantošanas iespējas bioekonomikas digitalizācijā

Bioekonomikas attīstības kontekstā lielajiem datiem un mākslīgajam intelektam ir potenciāls ilgtspējīgā veidā veicināt biomasas efektīvāku ražošanu lauksaimniecībā, mežsaimniecībā un zivsaimniecībā. Šim nolūkam dati tiek vākti vairākos veidos: ar satelītiem, lidmašīnām un droniem; no sensoriem laukos, gaisā un okeānā; kā arī no sensoriem lauksaimniecības tehnikā, meža apsaimniekošanas tehnikā un zvejas kuģos. Turklāt pastāv arī citi dati, piemēram, meteoroloģiskie dati un dati par tirgus un resursu cenām, kas ir izmantojami bioekonomikas attīstības plānošanai un prognozēšanai. Kad visi šie datu avoti ir integrēti, analizēti ar dažādu modeļu palīdzību un vizualizēti, rodas milzīgas iespējas dažādu risinājumu radīšanai. Šie risinājumi spēj atbalstīt galalietotājus – lauksaimniekus, meža īpašniekus, zvejniekus un citas ieinteresētās puses – viņu lēmumu pieņemšanā un tādējādi palielināt biomasas ražošanu, kā arī samazināt izmaksas un slogu uz vidi.

Viena no jomām, kas dod būtisku ieguldījumu bioekonomikas attīstīšanai, ir precīzās lauksaimniecības attīstība. Tā ir uz datiem balstīta pieeja lauku saimniecību pārvaldībai, kas var uzlabot produktivitāti un ražu, tādējādi palielinot kopējo lauksaimniecības rentabilitāti. Šī pieeja arī palīdz

samazināt vajadzību pēc tādiem izejmateriāliem kā ūdens, sintētiskais mēslojums un pesticīdi, tādējādi samazinot lauksaimniecības ietekmi uz vidi. Sasniegumi digitālajās tehnoloģijās un to plašāka izplatība, piemēram, mobilās ierīces, attālā uzrāde, izmantojot satelītdatus, bezpilota lidaparāti, lietu internets, mākslīgais intelekts un mākoņdatošana, kā arī to pieaugošā pieejamība padara precīzās lauksaimniecības lietojumprogrammas pieejamas ne tikai lielajām, bet arī mazajām saimniecībām dažādos lauksaimniecības ražošanas, pārstrādes, piegādes un/vai realizācijas ķēdes posmos. Lauksaimniecības 4.0 un 5.0 pieeja ir analizēt iegūtos datus, integrējot vairākas sistēmas, piemēram, dzīvnieku aktivitātes dati tiek skatīti kontekstā ar barošanas un izslaukuma datiem, kā rezultātā var tikt koriģēta dzīvnieku barības deva. Vai dārzena audzēšanā lauka sensoru apkopotie dati tiek integrēti ar meteoroloģiskās stacijas datiem un, ja nepieciešams, automātiski uzsākta lauka laistīšana, sistēmām veicot mašīna-mašīna (M2M) komunikāciju. Tas īpaši noderīgi ir pavasaros, kad laistīšanas laikus uzsākšana, tuvojoties salnai, var pasargāt augus to ziedēšanas laikā.

Šos datus papildina ekonomiskie dati par produkcijas realizāciju (apjomu, pieprasījuma sezonālītāti, cenu) un resursu cenām, sniedzot plašas datu analīzes iespējas un uzlabojot gan ražošanas efektivitāti, gan ļaujot precīzāk plānot un prognozēt uzņēmumu un nozaru nākotnes attīstību.

Par ko saimniecība var apkopot un analizēt lielos datus?

Augkopībā par:

- augiem (augšanas progresu, augu krāsu);
- augsni (temperatūru, mitrumu, pH, N u. c. elementu sastāvu, veicot kartēšanu – piemērotību konkrētu kultūraugu audzēšanai, prognozēto ražu, identificēt papildu darbību nepieciešamību);
- kaitēkļu un slimību izplatību;
- meteoroloģiskajiem apstākļiem;
- mēslošanas un augu aizsardzības līdzekļu lietojumu;
- ražību, iegūto ražu.

Lopkopībā par:

- dzīvnieku veselību (temperatūru, aktivitātes līmeni, trokšņu līmeni novietnē);
- barošanu un ūdens patēriņu;

- ražību (izslaukumu, dzīvmasas pieaugumu);
- dzīvnieku slimībām un ārstēšanu (izplatību ganāmpulkā, antibiotiku lietošanu);
- kūtsmēsliem un emisijām;
- ražību, saražoto produkcijas daudzumu.

Biškopībā par: nektāraugu ziedēšanu (augu ziedēšanas kartes biškopībā), bišu pārvietošanos, bišu saimes svaru un temperatūru stropā.

Viens no izaicinājumiem, kas aktualizē precīzo tehnoloģiju lietošanu lauksaimniecībā, ir Eiropas Savienības ambiciozie mērķi programmā “Zaļais kurss” (*Green Deal*), kur ES ir apņēmusies līdz 2050. gadam panākt klimata neitralitāti, kurā īpaša loma ir veltīta lauksaimniecības nozarei. Stratēģija “No lauka līdz galdam” ir daļa no zaļā kursa un tās *mērķis ir pārveidot pašreizējās pārtikas sistēmas, padarīt tās taisnīgas, veselīgas un videi draudzīgas*. Tas ir nepieciešams, jo mūsdienās pārtikas sistēmas veido aptuveni 30 % no siltumnīcefekta gāzu emisijām, patērē lielu daudzumu dabas resursu, izraisa bioloģiskās daudzveidības samazināšanos un negatīvu ietekmi uz veselību, kā arī neļauj nodrošināt taisnīgu ekonomisko atdevi un iztikas līdzekļus visiem iesaistītajiem dalībniekiem, jo īpaši primārajiem ražotājiem pārtikas piegādes ķēdēs. Viens no svarīgiem elementiem pārtikas ķēdes veidošanā, kas noder patērētājiem, ražotājiem, klimatam un videi, ir Eiropas Komisijas apņemšanās veikt papildu pasākumus, lai par 50 % samazinātu sintētisko pesticīdu, t. sk. herbicīdu, kopējo lietošanu un risku. Viens no šīs iniciatīvas iemesliem ir sintētisko pesticīdu plašā izmantošana un to iespējamā sekundārā nelabvēlīgā ietekme uz dzīvajiem organismiem. Tāpēc nepieciešamība pēc videi draudzīgām alternatīvām kaitēkļu apkarošanai ir kļuvusi ārkārtīgi aktuāla, un precīzās lauksaimniecības piedāvātie risinājumi *šķiet* daudzsolīši šo mērķu sasniegšanai.

Kā viens no risinājumiem, kas dod ieguldījumu iepriekš aprakstītās problēmas, t. i., pārāk lielais pesticīdu lietošanas apjoms, mazināšanā, ir roboti nezāļu likvidēšanai. Šie roboti ļauj ievērojami samazināt ķīmisko pesticīdu izmantošanu, atpazīstot un izravējot nezāles mehāniski vai izmantojot lāzera staru. Šis risinājums ne tikai uzlabo lauksaimniecības produktivitāti, bet arī aizsargā cilvēku, dzīvnieku un citu labvēlīgo organismu veselību, ko negatīvi ietekmē herbicīdi. Papildus pozitīvajai ietekmei

mei uz vidi roboti nodrošina automatizētu, laikus un regulāri veiktu nezāļu kontroli saimniecībā un samazina cilvēku darba apjomu lauka darbos.

Mākslīgā intelekta virziens

Nezāļu robota darbības pamatā ir datorredzes un mākslīgā intelekta tehnoloģijas, kas identificē nezāles, un pēc tam robotā iestrādātais lāzers likvidē nezāles, ar lāzera staru apdedzinot nezāļu meristēmu, kas iznīcina nezāles un neļauj tām tālāk izplatīties.

Sistēma izmanto mākslīgo intelektu, piemēram, *Microsoft Custom Vision AI*, kura darbības pamatā ir klasifikācijas uzdevumi. Mākslīgais intelekts ir apmācīts atpazīt nezāļu un kultūraugu attēlus dažādās veģetācijas stadijās un no dažādiem skatu punktiem. Tas ir nepieciešams, lai sistēma varētu automātiski atšķirt abas šīs augu grupas. Borta mikrodators, kas spēj veikt objektu noteikšanu bezsaistē, darbojas kopā ar stereo kameru sistēmu, kura darbojas kā robota acis.

Māklīgā intelekta darbības princips

Nezāļu robota darbības pamatā ir *šādi* soļi – attēla uzņemšana, attēla atpazīšana (pēc iepriekš izstrādāta algoritma datorredze spēj atšķirt nezāli no kultūrauga), nezāles termiska apstrāde ar lāzera staru (skat. 7.3. attēlu).

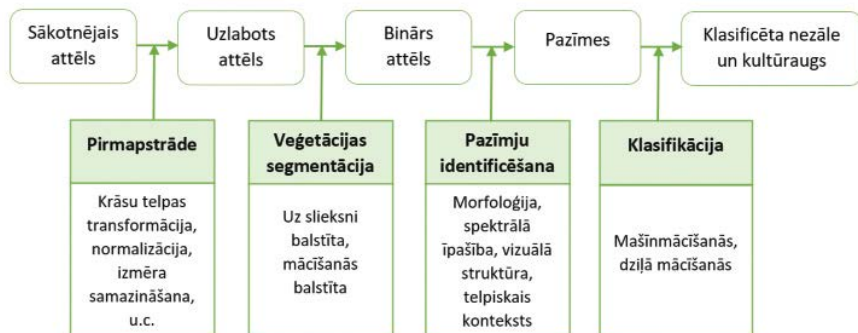


Avots: autoru veidots pēc <https://weedbot.eu/weedbot-technology/>

7.3. attēls. Nezāļu robota galvenie darbības soļi.

Lai datorredze varētu atpazīt nezāles un atšķirt tās no kultūraugiem, svarīga darbība, kas jāveic, ir digitālā attēlu apstrāde, kuras rezultātā

nezāles var segmentēt un identificēt iegūtajos attēlos. Lauka attēlu, kas pēc tam tiek digitāli apstrādāti, uzņemšanai tiek izmantoti gan RGB krāsu, gan infrasarkanu staru attēlveidošanas sensori. Tad iegūtie attēli tiek ievadīti kā ievades dati apstrādes algoritmiem. Pamatā tiek īstenotas četras attēlu apstrādes procedūras nezāļu noteikšanai: 1. pirmapstrāde, 2. segmentēšana, 3. funkcijas ieguve un 4. klasifikācija (7.4. attēls).



Avots: autoru veidots pēc Wang et al., 2019.

7.4. attēls. Uz attēlu apstrādi balstītas nezāļu noteikšanas vispārīga darbplūsma.

Attēlu apstrādi var ietekmēt tādi faktori kā nezāļu blīvums, nezāļu izplatības īpatnības, mainīgi apgaismojuma apstākļi uz lauka, kultūraugu un nezāļu lapu pārklāšanās, dažādas augu augšanas stadijas utt.

Type of data	Image. Annotations.
How data were acquired	The data was acquired by capturing images with a resolution of 720 × 1280 × 3, 1000 × 750 × 3, 640 × 480 × 3, 640 × 360 × 3 and 480 × 384 × 3 pixels in a controlled and unregulated environment using the Canon EOS 800D, and Sony W800 digital cameras and the Intel RealSense D435 camera. Images were manually annotated by using software importing: python os, cv2, sys, xml.etree.ElementTree.
Data format	Raw images:.jpg format, manually annotated images: .xml files
Parameters for data collection	Data was acquired by capturing images in field conditions and in a controlled environment.
Description of data collection	Dataset consists of two directories. Directory <i>images</i>) 1118 food crops and weed images and directory <i>annotations</i> , i.e. their 1118 counterpart annotation XML files, which can be included 7853 annotations of two classes: food crops (six species), 441 annotations and weed (eight species), 7442 annotations.
Data source location	Municipalities: <ul style="list-style-type: none"> • Jelgava (controlled environment) • Ķekava parish (open field) • Rūjiena parish (open field) • Krīmulda parish (open field) • Country: Latvia

Avots: Sudars et al., 2020.

7.5. attēls. Anotētu pārtikas kultūru un nezāļu attēlu datu kopa robotizētai datorredzes kontrolei.

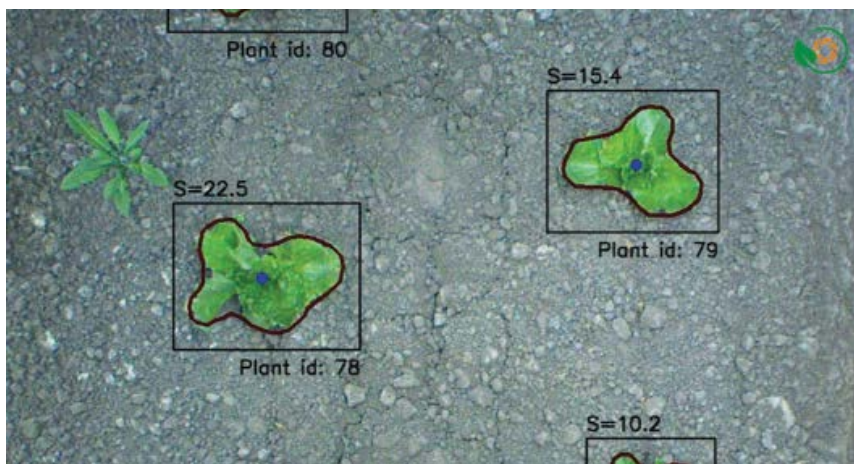
Datu kopa, kas nepieciešama tālākai apstrādei, balstās uz lauka attēliem. Latvijā veiktajā pētījumā, kur tiek veidota attēlu un to anotāciju datubāze mākslīgā intelekta vajadzībām, datu kopa sastāv no 1118 attēliem, kuros identificētas 6 kultūraugu sugas un 8 nezāļu sugas, kopā veiktas 7853 anotācijas. Šajā pētījumā izmantotie datu veidi, datu iegūšanas veids, datu formāts, datu ievākšanas parametri, ievākto datu apraksts, datu ieguves vietas apkopoti 7.5. attēlā.

Pastāv būtiskas atšķirības attēla īpašībās, kuras nosaka dažādu augu forma, krāsa un telpiskais novietojums. Pēc šīm pazīmēm ir iespējams atšķirt nezāles no kultūraugiem (7.5.-7.7. attēls). Izmantotās vizuālās funkcijas, lai atšķirtu nezāles no kultūraugiem, var iedalīt:

- **Bioloģiskā morfoloģija** – strukturāla iezīme, kas atspoguļo

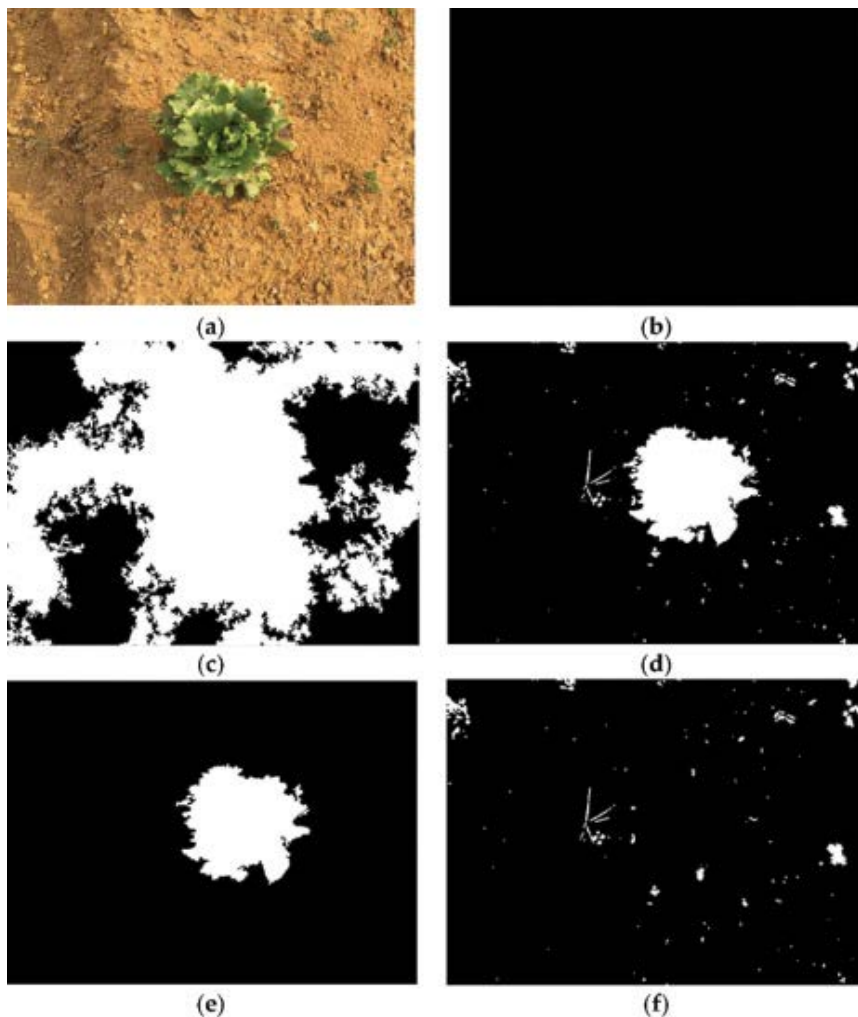
formu auga lapai vai kādai no tās daļām. Dažādiem augiem ir acīmredzamas atšķirības morfoloģijā. Kā funkcijas parametri vai deskriptori šai pazīmju klasei var tikt izmantoti – laukums, perimetrs, garums, diametrs, galvenās/mazās ass garums, ekscentriskums, HU moments, Furjē deskriptors.

- **Spektrālās iezīmes** – spektrālās pazīmes, kas atspoguļo atšķirības krāsā starp augiem un augsni vai kultūraugiem un nezālēm. Kā funkcijas parametri vai deskriptori šai pazīmju klasei var tikt izmantoti - RGB komponenti, HIS komponenti, ExG, NDI, krāsu histogramma, krāsu moments, krāsu entropija.
- **Vizuālās faktūras** – tekstūra atspoguļo vizuālās īpašības viendabīgai parādībai attēlā un tā ir svarīga pazīme, ko izmanto objekta vai interesējošā reģiona identificēšanai. Kā funkcijas parametri vai deskriptori šai pazīmju klasei var tikt izmantoti – LBP, GLCM, Gabora viļņi.
- **Telpiskie konteksti** – mūsdienu lauksaimniecībā lielākā daļa kultūraugu tiek kultivēti rindās un atbilstoši nezāļu izpaltībai tās var iedalīt starprindu nezālēs un iekšējo rindu nezālēs.



Avots: Francis, 2019.

7.6. attēls. Augu noteikšanas sistēma.



Avots: Chang, Lin, 2018.

7.7. attēls. Attēla klasifikācijas rezultāti, izmantojot piedāvāto attēla apstrādes metodi.

Skaidrojums: a) oriģinālais attēls (10:00); b) sākotnējais sliekšnis; c) sliekšņa atjaunināšana (otrās iterācijas); d) galīgā iterācija; e) augam piederošais pikselis ir izcelts baltā krāsā; f) pikselis, kas pieder nezālēm, ir izcelts baltā krāsā.

Nezāļu robotu piemēri

Nezāļu noteikšanas metode kviešu laukā, izmantojot datorredzi

Šajā pētījumā tika pētīta nezāļu noteikšanas metode, kuras pamatā ir novietojums un malas iezīme. Pirmkārt, augu pikseli tiek atdalīti no augsnes fona, izmantojot zaļā auga un augsnes krāsu atšķirību. Otrkārt, saskaņā ar sēšanas kultūraugu izvietojumu rindās šajā rakstā tiek izmantota pikseļu histogrammas metode, lai atlasītu apgriešanas rindu viduslīniju un iestatītu viduslīniju kā sākuma punktu un apgriešanas rindu malu kā beigu punktu, pēc tam aizpilda apgriešanas laukumu un izslēdz apgriešanas pikselus. Nezāļu noteikšana tiek pa-beigta, izmantojot funkciju, ka nezāles mēdz augt mazās asociācijās un izplatīties cieši. Eksperimenti liecina, ka algoritms nodrošina labu nezāļu atpazīšanas ātrumu.

Izmantotais informācijas avots: Wu, X., Xu, W., Song, Y., Cai, M. (2011). A Detection Method of Weed in Wheat Field on Machine Vision, *Procedia Engineering*, Volume 15, pp. 1998–2003, ISSN 1877-7058,

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.373>



Uz dziļām mācībām balstīta precīzā lauksaimniecība, izmantojot nezāļu atpazīšanu cukurbiešu laukos

Šajā pētījumā autori izmantoja U-Net arhitektūru kā dziļu kodētāja un dekodētāja konvolucionālo neironu tīklu (CNN) cukurbiešu, nezāļu un augsnes semantiskai segmentācijai pa pikseliem. Pētījumā tika apmācīta U-Net arhitektūra ar ResNet50 kā kodētāja bloks, izmantojot 1385 RGB attēlus, kas savākti dažādos apstākļos un dažādos augstumos. Tika izmantota kauliņu un fokusa zudumu kombinācija kā pielāgotu lineāro zudumu funkcija, lai pārvarētu nelīdzsvarotus datus un nelielas platības segmentācijas problēmas. Apmācības procesa datu kopas struktūra un pielāgotās zaudēšanas funkcijas izmantošana noveda pie modeļa ar precizitāti un krustojuma punktu (IoU) attiecīgi 0,9606 un 0,8423. Rezultāti parādīja, ka attēla datu kopas izmantošana ar pareizu sadalījumu un pielāgotu zudumu funkciju var uzlabot segmentācijas precizitāti, īpaši mazos reģionos. Tika arī secināts, ka autonomā nezāļu kontroles robotā uz CNN balstītu automātisko nezāļu noteikšanu var integrēt selektīvos herbicīdu lietojumos.

Izmantotais informācijas avots: Nasiri, A., Omid, M., Taheri-Garavand, A., Jafari A. (2022). Deep learning-based precision agriculture through weed recognition in sugar beet fields. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, Volume 35, 100759, ISSN 2210-5379,

<https://doi.org/10.1016/j.suscom.2022.100759>



Izmantotā literatūra un avoti

1. Chang C.-L., Lin K.-M. (2018) Smart agricultural machine with a computer vision-based weeding and variable-rate irrigation scheme. *Robotics*, 7, 38. <https://doi.org/10.3390/robotics7030038>
2. Eastwood C.R., Turner J.A., Romera A.J., Selbie D., Henwood R., Espig M., Wever M.A (2023) Review of multi-scale barriers to transitioning from digital agriculture to a digital bioeconomy. *CABI Rev.*, 1–11.
3. Fielke S., Taylor B., Jakku E. (2020) Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the-art review. *Agricultural Systems*, 180, 102763. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X19310522>
4. Francis S. (2019) FarmWise launches autonomous weeding robot. Pieejams: <https://roboticsandautomationnews.com/2019/01/07/farmwise-launches-autonomous-weeding-robot/20383/>
5. How does the laser weeding work? (2022) Pieejams: <https://weedbot.eu/weedbot-technology/>
6. Ingram J., Maye D. (2020) What are the implications of digitalisation for agricultural knowledge? *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 66. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2020.00066/full>
7. Li Y., Feng Z. G., Show S. (2022) Key technologies of machine vision for weeding robots: A review and benchmark. *Computers and Electronics in Agriculture*, 196(4): 106880, DOI: 10.1016/j.compag.2022.106880.
8. Philip J. (2020) Digitalisation in the bioeconomy: Convergence for the bio-based industries. Pieejams: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/bd16d851-en/index.html?itemid=/content/component/bd16d851-en#>
9. Rennings M., Burgsmüller A. P. F., Bröring S. (2023) Convergence towards a digitalized bioeconomy – Exploring cross-industry merger and acquisition activities between the bioeconomy and the digital economy. *Business Strategy Development*, 6, 53–74. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bsd2.223>
10. Sudars K., Jasko J., Namatevs I., Ozola L., Badaukis N. (2020) Dataset of annotated food crops and weed images for robotic computer vision control. *Data Brief*, 31:105833. doi: 10.1016/j.dib.2020.105833. PMID: 32577458.
11. Tunberg M. (2019) The digitalisation of the bioeconomy will provide opportunities for operators and ICT providers. Pieejams: https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_bioeconomy_digital_transformation_quarterly_oct2019.pdf
12. VTT (2017) Bits and biomass: A roadmap to the digitalisation – empowered bioeconomy. Pieejams: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/visions/2018/V12.pdf>
13. Wang A., Ang W., Seng K. (2019) A review on weed detection using ground-based machine vision and image processing techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 158, 226–240.
14. Zeverte-Rivza S., Girdziute L., Parlińska A., Rivza P., Novikova A., Gudele I. (2023) Digitalisation in Bioeconomy in the Baltic States and Poland. *Sustainability*, 15, 13237. <https://doi.org/10.3390/s>

8.

BIOEKONOMIKAS STRATĒGIJA LATVIJĀ UN TĀS ĪSTENOŠANA

Autori: Irina Pilvere, Aleksejs Nipers, Ilze Upīte

8.1. Bioekonomikas stratēģijas sagatavošanas vēsturiskie aspekti Latvijā un citās valstīs

Mēs dzīvojam pasaulē, kurā ir ierobežoti resursi un saskaramies ar vairākiem globāliem izaicinājumiem, piemēram, klimata pārmaiņām, pandēmijām, bruņotiem iebrukumiem u.c., tāpēc sabiedrībai būs jāatrod jauni veidi, kā ilgtspējīgi ražot un patērēt, lai nodrošinātu mūsdienu cilvēkus un nākamās paaudzes. Aprēķini rāda, ka pasaules iedzīvotāju skaits līdz 2050. gadam sasniegs deviņus miljardus, tāpēc globālā vajadzība pēc jauniem pārtikas un enerģijas ražošanas nodrošināšanas veidiem ir būtiski palielinājusies, jo resursi tuvojas izsīkumam un tiek meklēti risinājumi, lai nodrošinātu cilvēku labklājību. Viens no risinājumiem ir, ka valstu valdības sagatavo un īsteno stratēģijas, lai mērķtiecīgi attīstītu bioekonomikas nozares, ievērojot vides un klimata ilgtspēju, ņemot vērā katras valsts salīdzinošās priekšrocības. Jo stratēģijas izstrāde nozīmē veidu kā uzņēmums, valdība vai cita organizācija rūpīgi plāno darbības noteiktā laika periodā, lai uzlabotu savu pozīciju un sasniegtu to, ko tā vēlas. Atbilstoši L. Gardossi, J. Philp u.c. (2023), pasaule ir sapratusi, ka ilgtspējīgas bioekonomikas veidošana var veicināt ekonomikas izaugsmi vides politikas mērķu īstenošanai. Tāpēc jau vismaz 50 valstis ir ieviesušas tām pielāgotas bioekonomikas stratēģijas vai politikas, lai risinātu bioekonomikas nozaru ilgtspējīgu. Motivācijas ir dažādas un balstītas valstu resursu pieejamībā, specializācijā un ekonomikas attīstības virzienos. Naftas importētājvalstīs ar ievērojamiem biomasas resursiem

vēlas mazināt atkarību no importa un palielināt savu bioloģisko resursu vērtību. Valstis ar nozīmīgu lauku apdzīvotību un augstu nodarbinātību primārajā ražošanā bioekonomikā saskata iespēju lauku attīstībai un sociālo atšķirību mazināšanā. Industriālās valstis ar ierobežotiem bioloģiskiem resursiem un maznozīmīgu primāro ražošanu fokusējas uz bioloģijas industrializācijas iespējām un pievienotās vērtības ražošanu caur biozinātni (I.Pilvere, 2022).

Viena no pirmajām attīstīto valstu stratēģijām bija OECD 2009. gadā apstiprinātā stratēģija "Bioekonomika līdz 2030. gadam: politikas programmas izstrāde". 2012. gadā ASV pieņēma dokumentu "Valsts bioekonomikas plāns" (The White House, 2012). Arī Eiropas Komisija 2012. gada 13. februārī publicēja stratēģiju un rīcības plānu: *Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei: bioekonomika Eiropai*. Tās mērķis – pavērt ceļu inovatīvākai, resursu ziņā efektīvākai un konkurētspējīgākai sabiedrībai, kas saskaņo nodrošinātību ar pārtiku un ilgtspējīgu atjaunojamo resursu izmantošanu rūpnieciskiem mērķiem, vienlaikus nodrošinot vides aizsardzību (European Commission, 2012). Eiropā ar bioekonomiku saprot atjaunojamo bioloģisko resursu ražošanu un to pārveidošanu pārtikā, lopbarībā, biotehnoloģiskajos produktos un bioenerģijā. Bioekonomikas nozares ir lauksaimniecība, mežsaimniecība, zivsaimniecība, pārtika un celuloze un papīra ražošana, kā arī ķīmiskās, biotehnoloģijas un enerģētikas nozares. Savukārt saskaņā ar OECD definīciju bioekonomika attiecas uz tādu saimniecisko darbību kopumu, kas saistīti ar izgudrojumu, bioloģisko produktu un procesu izstrādi, ražošanu un izmantošanu. Šīs ir divas biežāk lietotās bioekonomikas definīcijas, tomēr katra valsts var noteikt savu, valsts ekonomiskajai, politiskajai, vides un sociālajai situācijai un vēsturiskajai attīstībai atbilstošāko definīciju.

Tāpēc arī vairākas ES dalībvalstis sāka veidot bioekonomikas stratēģiju. Latvija nebija izņēmums. ZM Lauksaimniecības ilgtspējīgas attīstības nodaļas vadītāja Kristīne Sirmā nāca klajā ar iniciatīvu, ka Latvijā nepieciešama bioekonomikas stratēģija. Tāpēc 2016. gadā Zemkopības ministrija izveidoja starpministriju darba grupu, kurā bija pārstāvji no Ekonomikas ministrijas, VARAM, Izglītības un zinātnes ministrijas, Labklājības ministrijas un Pārresoru koordinācijas centra un LBTU (iepriekš LLU) zinātniekiem uzdeva izstrādāt šādas stratēģijas pama-

tojumu projektā Nr. 190416/S7 “Latvijas Bioekonomikas stratēģijas sociālekonomiskā pamatojuma izstrāde” (2016). Darbs turpinājās 2017.gadā projektā Nr. 3.2.–10/2017/LLU/24 “Latvijas Bioekonomikas nozaru attīstības scenāriju sociālekonomiskais izvērtējums” (2017). Šādā veidā, sadarbojoties dažādām ministrijām, zinātniekiem, nozaru organizācijām, uzņēmējiem dažādos semināros tika analizēta bioekonomikas nozaru attīstība, iespējas un perspektīvas, kas būtu iekļaujamas jaunveidojumā stratēģijā. LBTU zinātnieki organizēja seminārus un diskusijas ar nozaru nevalstiskajām organizācijām, zinātniskajām institūcijām, uzņēmumiem sadarbībā ar ZM un Ziemeļu Ministru padomes biroju Latvijā, savukārt ZM organizēja sanāksmes izveidotajai starpministriju grupai, lai radītu izpratni par bioekonomiku un tās nozaru nozīmi Latvijas tautsaimniecībā, informētu sabiedrību par Latvijas bioekonomikas stratēģijas izstrādi un izzinātu iespējas paplašinātai biomasas lietošanai ārpus tradicionālajām bioekonomikas nozarēm nākotnē. Tika izanalizētas tajā laikā esošās citu valstu (Vācija, Somija, Zviedrija, Norvēģija, Beļģija, Dānija, Austrija, Īrija, Nīderlande, Portugāle) bio-ekonomikas stratēģijas. Tika izpētīts bioekonomikas iespējamais attīstības potenciāls, jo lauksaimniecībā izmantojamā zemes platība uz vienu iedzīvotāju Latvijā ir 2. vietā ES, meža platības uz vienu iedzīvotāju Latvijā – 4. vietā ES, bet saražotās produkcijas vērtība no zemes vienības ir viena no zemākajām ES, zveja Baltijas jūrā un Rīgas jūras līcī pieaug nedaudz, bet samazinās tāljūrā, bet varam attīstīt akvakultūru un zivju pārstrādi, Latvijā ir saldūdens pieejamība, ir iespējams izmantot jūras resursus, no bioresursu ražošanas viedokļa ir salīdzinoši labvēlīgi klimatiskie apstākļi (I. Pilvere, 2022).

2017. gadā turpinājās “*Latvijas Bioekonomikas stratēģijas 2030*” (LIBRA) izstrāde un 19. decembrī Ministru kabinets apstiprināja informatīvo ziņojumu, kas arī ir stratēģija bioekonomikas nozaru attīstībai līdz 2030. gadam un Latvija bija pirmā no jaunajām ES–13 dalībvalstīm, kas bija izstrādājusi nacionālo Bioekonomikas stratēģiju. Par LIBRA sagatavošanu bija atbildīga Zemkopības ministrija, bet par dokumenta tehnisko sagatavošanu atbildīga bija LBTU.

LIBRA vīzija: Latvijas bioekonomikas nozares ir inovāciju līderes dabas kapitāla vērtības saglabāšanā, palielināšanā un efektīvā un ilgtspējīgā

izmantošanā Baltijas valstīs. LIBRA ir ilgtermiņa stratēģija vienam no Latvijas prioritārajiem ekonomikas attīstības virzieniem “Viedās specializācijas stratēģijā” (RIS3 virziens “Zināšanu ietilpīga bioekonomika”). Šajā stratēģijā ir iezīmēti bioekonomikas attīstības mērķi, virzieni un konceptuālie pasākumi. Bioekonomikas stratēģijas virzieni ir jāņem vērā, nākotnē izstrādājot Latvijas plānošanas dokumentus. **LIBRA mērķi** ir īstenojami līdz 2030. gadam trīs galvenajās jomās:

1. nodarbinātības veicināšana un saglabāšana bioekonomikas nozarēs līdz 128 tūkst. nodarbināto;
2. bioekonomikas produktu pievienotās vērtības palielināšana vismaz līdz 3.8 miljardiem EUR 2030. gadā;
3. bioekonomikas eksporta produkcijas vērtības palielināšana vismaz līdz 9 miljardiem EUR 2030. gadā.

Svarīgi, ka LIBRA bija noteikts arī ceturtais (horizontālai) mērķis – tradicionālo bioekonomikas nozaru pētniecības izcilība un efektīva zināšanu pārnese, lai nodrošinātu bioekonomikas attīstības stratēģisko mērķu sasniegšanu (Zemkopības ministrija, 2017).

Kāpēc LIBRA īstenošanai tika izvēlēts periods līdz 2030. gadam? Tāpēc ka ārējais politiskās plānošanas konteksts bija mainījies un tas paredzēja pāreju uz oglekļa mazietilpīgas ekonomikas attīstību līdz 2050. gadam. Ar LIBRA tika plānota to mērķu sasniegšana, kas bija izvirzīti stratēģijas “Eiropa 2020” pamatiniciatīvās “Inovācijas savienība” un “Resursu ziņā efektīva Eiropa” (Eiropa 2020), kā arī Eiropas Bioekonomikas stratēģijā (2012) un tās Rīcības plānā noteiktajās prioritātēs:

- investīcijas pētniecībā, inovācijās un prasmēs;
- ciešāka saikne starp dažādām rīcībpolitikām un ieinteresēto pušu iesaistīšana;
- tirgu un konkurētspējas pilnveidošana bioekonomikā;
- ilgtspējīgas, efektīvas un “zaļas” ekonomikas stimulēšana.

Bioekonomikas stratēģijas mērķa sasniegšanai tika izvirzīti pieci galvenie savstarpēji saistīti un papildinoši darbības virzieni:

1. Pievilcīga vide uzņēmējdarbībai bioekonomikā (6 apakšpasākumi).
2. Uz rezultātu orientēta efektīva un ilgtspējīga resursu pārvaldība (5 apakšpasākumi).
3. Zināšanas un inovācijas (3 apakšpasākumi).
4. Produkcijas ražošanas veicināšana bioekonomikā (10 apakšpasākumi).
5. Sociāli atbildīga un ilgtspējīga attīstība (4 apakšpasākumi) (Zemkopības ministrija, 2017).

Līdz 2022. gadam Latvija bija vienīgā no 13 jaunajām ES dalībvalstīm, kas pievienojās ES pēc 2004. gada, kurā bija izstrādāta bioekonomikas stratēģija. 2017. gadā šādu stratēģiju mēģināja izstrādāt arī Lietuvā zinātnieki no Aleksandra Stulginskis universitātes (tagad Vitatuta Dižā universitāte), sagatavojot ļoti labu situācijas izpēti un pieaicinot arī LBTU zinātniekus kā padomdevējus bioekonomikas izstrādē, tomēr tālāks darbs stratēģijas izstrādē nenotika (VI. Vitunskienē, V. Aleknevičienē u.c., 2017). Savukārt Igaunijas ministrijas vairākkārtīgi interesējās par pieredzi Latvijā bioekonomikas stratēģijas sagatavošanā un šis process 2023. gadā vainagojās ar panākumiem, jo Reģionālo lietu un lauksaimniecības ministrija kopā ar Klimata ministriju sagatavoja un publicēja "Ceļvedi Igaunijas aprites bioekonomikā", kas nosaka plašas darbības jomas aprites bioekonomikas attīstībai Igaunijā un tās attīstībai nepieciešamās aktivitātes īstermiņā (2023.–2027) un ilgtermiņā (līdz 2035. gadam) (Ministry of Regional..., 2023).

ES Bioekonomikas stratēģija tika izvērtēta 2018. gadā, konstatējot, ka ES 2012. gada bioekonomikas stratēģija un rīcības plāns ir izpildīts visās galvenajās darbībās. ES ir veiksmīgi mobilizējusi pētniecības un inovācijas finansējumu, jo īpaši divkāršojot ES finansējumu, kas paredzēts bioekonomikai saskaņā ar pamatprogrammu "Apvārsnis 2020", salīdzinājumā ar Septīto pamatprogrammu un finansējumu no Eiropas Stratēģiskā investīciju fonda. Tika atzīta Bioekonomikas stratēģijas nozīme sabiedrībā un nepieciešamība pēc turpmākām investīcijām un stabilas normatīvās vides, konstatējot, ka jaunas politikas konteksts

uzsver vajadzību pēc ilgtspējīgas aprites bioekonomikas (European Commission, 2018a).

2018. gada nogalē tika apstiprināta jaunā ES stratēģija – *“Ilgtspējīga bioekonomika Eiropai: saiknes stiprināšana starp ekonomiku, sabiedrību un vidi”*. Tajā ir uzsvērts, cik svarīgi ir attīstīt ilgtspējīgu un aprites bioekonomiku, kuras mērķis ir maksimāli palielināt tās ieguldījumu 2030. gada programmā un tās ilgtspējīgas attīstības mērķos, kā arī Parīzes nolīgumā noteiktajās prasībās. Rīcības plāns, kas ir daļa no atjauninātās 2018. gada bioekonomikas stratēģijas, nosaka trīs galvenās darbības, lai sasniegtu tā mērķi, tostarp 14 apakšpasākumus: 1) nostiprināt un paplašināt bioekonomikas nozares, atbrīvojot investīcijas un tirgu; 2) ieviest nacionālās bioekonomikas stratēģijas visā Eiropā; 3) izprast bioekonomikas ekoloģiskās robežas (European Commission, 2018b).

LBTU zinātnieki aktīvi piedalās starptautiskajos projektos, lai kopā ar citu valstu zinātniekiem stiprinātu bioekonomikas jomas pētniecību un attīstītu inovācijas dažādo bioekonomikas stratēģiju īstenošanai ES dalībvalstīs. Par nozīmīgākajiem projektiem var uzskatīt:

1. Horizon 2020 projekts *“Biobāzetas inovācijas ilgtspējīgām precēm un pakalpojumiem – Eiropas bioekonomikas attīstības atbalstīšana”* (Bio-Monitor) (2018.–2022. gads), lai novērstu informācijas trūkumu bioekonomikas pētījumos, pārstrukturējot esošos datus un modelēšanas sistēmu (<https://biomonitor.eu/project/>);
2. Interreg Baltic jūras reģiona projekts *“Baltijas jūras reģiona bioloģisko vērtību ķēžu potenciāla atraisīšana (BalticBiomass4Value)”* (2019.–2021. gads), lai palielinātu Baltijas jūras valstu publisko un privāto dalībnieku spēju ražot bioenerģiju videi ilgtspējīgākā un ekonomiski izdevīgākā veidā, izmantojot jaunus biomasas avotus (galvenokārt bioloģiskos atkritumus) enerģijas ražošanai, kā arī iespējas izmantot bioenerģijas blakus plūsmas, iegūstot un ražojot augstākas vērtības bioproduktus (<https://balticbiomass4value.eu/>).
3. Horizon 2020, BIOEAST projekts – Centrāleiropas un Austrumeiropas iniciatīva zināšanās balstītai lauksaimniecībai, mežsaimniecībai un akvakultūrai bioekonomikā (2019.–2023. gads) (<https://bioeast.eu/>), kurā mūsu zinātnieki Dr.oec. Aleksejs Nipers un Dr.oec. Aina Muška

sagatavoja “Stratēģisko pētniecības un inovāciju darba kārtību” Centrāleiropas un Austrumeiropas valstīm (<https://bioeast.eu/download/bioeast-summary-a4bl3mm-par/>).

4. LIFE Programas projekts “Barības vielām bagātō organisko augšņu klimata pārmaiņu mazināšanas potenciāla demonstrēšana Baltijas valstīs un Somijā” (LIFE OrgBalt, LIFE18 CCM/LV/001158) (2019.–2024. gads), kura mērķis: 1) pilnveidot SEG uzskaites metodes un darbības datus ar barības vielām bagātām organiskajām augsnēm konvencionālos apsaimniekošanas apstākļos; 2) identificēt un demonstrēt ilgtspējīgus, noturīgus un izmaksu ziņā efektīvus klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumus, kas piemērojami ar barības vielām bagātās organiskās augsnēs; 3) nodrošināt instrumentus un norādījumus klimata pārmaiņu mazināšanas politikas izstrādei, ieviešanai un rezultātu pārbaudei (www.orgbalt.eu).
5. Horizon Europe projekts “Cirkulāru bioloģiskas izcelsmes risinājumu integrācijas veicināšana Eiropas lauku teritorijās (BioRural)” (2022.–2024. gads), kas tiecas izveidot Viseiropas lauku bioekonomikas tīklu, kura ietvaros ieinteresētās puses sadarbosies, popularizējot pašlaik laukos pieejamos maza mēroga bioloģiskas izcelsmes risinājumus, lai palielinātu bioekonomikas īpatsvaru tautsaimniecībā, tādējādi palielinot attālu lauku reģionu vērtību. Šim nolūkam BioRural ir identificējis veiksmes stāstus, kas aptver bioekonomikas nozaru tēmas četrās ģeogrāfiskajās valstu grupās Eiropā, kurās darbojas BioRural konsorcijs (<https://biorural.eu/about-biorural/>).
6. Horizon Europe projekts “BOOST4BIOEAST: BIOEAST makroreģiona bioekonomikas transformācijas veicināšana” (2024.–2026. gads), kas paredz pilnvarot nacionālās ieinteresētās puses Centrāleiropas, Austrumeiropas un Baltijas valstīs nacionālo bioekonomikas rīcības plānu izstrādei un veidot ilgstošas struktūras un dialoga telpas un tīklus nacionālajai un makroreģionālajai sadarbībai (<https://bioeast.eu/contacts-2/>).

Šādas starptautiskas aktivitātes sinerģijā ar nacionālas nozīmes pētījumiem un aktivitātēm stiprina bioekonomikas jomas, veido jaunas zināšanas un pieredzi, nodrošina inovācijas attiecīgo stratēģiju īstenošanai.

8.2. Bioekonomikas stratēģijas īstenošana Latvijā

Kopumā LIBRA īstenošanai noteikto pasākumu īstenošanā tika ieguldīti ievērojami līdzekļi (no valsts finansējuma (subsīdijas), no attiecīgajiem ES fondiem – Eiropas Lauksaimniecības garantiju fonda, Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai, pētniecības finansējums u.c.), tika veikta mērķtiecīga politikas plānošana un izstrādāta virkne nepieciešamo normatīvo dokumentu. Tomēr, lai saprastu kā tiek īstenota stratēģija, periodiski ir nepieciešams veikt novērtējumu un sekot līdzi tās izpildei. Pirmo reizi šāda LIBRA novērtēšana notika LZP apstiprinātajā un īstenotajā tenūras projektā Nr. 0413 “Latvijas bioekonomikas stratēģijas 2030. gadam ieviešanas novērtējums un iespējamie risinājumi definēto mērķu sasniegšanai (LIBRA-LV)” 2020./2021. gadā, ko īstenoja LBTU zinātnieki.

Kopumā tika secināts, ka visu LIBRA ieviešanai nepieciešamo pasākumu īstenošana ir uzsākta un turpinās. Tāpēc 8.1. tabulā atspoguļotā Latvijas Bioekonomikas stratēģijas 2030 pasākumu īstenošana tika novērtēta, ar zaļu krāsu apzīmējot būtiskus ieguldījumus un sasniegto progresu, ar dzeltenu apzīmējot vidējus ieguldījumus un sasniegto progresu, bet ar sarkanu krāsu norādot uz nepietiekamiem ieguldījumiem un progresu pasākumu realizācijā.

8.1. tabula

Latvijas Bioekonomikas stratēģijas 2030 pasākumu novērtējuma kopsavilkums 2021.gadā

	Pasākums	Veiktie ieguldījumi	Sasniegtais progress
1. Pievilcīga uzņēmējdarbības vide			
1.1.	Prognozējama un stabila nodokļu politika bioekonomikas nozarē		
1.2.	Investīcijām labvēlīgas vides veidošana		
1.3.	Administratīvi regulējamo cenu samazinājuma nodrošināšana		
1.4.	Produkcijas realizācijas iespēju paplašināšana mazajiem ražotājiem agropārtikas sektorā		
1.5.	Negodīgas konkurences problēmu risināšana bioekonomikas nozarē		
1.6.	Neatjaunojamo resursu aizstāšana ar ilgtspējīgiem bioresursiem publiskajos iepirkumos		

	Pasākums	Veiktie ieguldījumi	Sasniegtais progress
2. Uz rezultātu orientēta efektīva un ilgtspējīga resursu pārvaldība			
2.1.	Lauksaimniecības un lauku attīstības atbalsta orientēšana uz lielāku pievienoto vērtību un nodarbinātību uz 1 ha		
2.2.	Mežsaimniecība		
2.3.	Uz rezultātu orientēta motivācijas sistēma pašvaldībām		
2.4.	Teritoriju attīstības plānošana, ietverot zemes un dabas resursu ekonomiski izdevīgu (dzīvotspējīgu) izmantošanu		
2.5.	Ietekmes uz bioekonomiku novērtēšana visos valsts stratēģiskajos dokumentos		
3. Zināšanas un inovācijas			
3.1.	Sekmēt tradicionālo bioekonomikas nozaru pētniecības izcilību un efektīvu zināšanu pārnesi		
3.2.	Izcilu izglītības pakalpojumu nodrošināšana bioekonomikas nozaru vajadzībām		
3.3.	Izmantot jaunas pētniecības iespējas, risinot sociālas, vides, klimata pārmaiņu un ekonomikas problēmas		
4. Produkcijas ražošanas veicināšana bioekonomikā			
4.1.	Investīciju veicināšana un piesaiste		
4.2.	Efektivitātes un darba ražīguma kāpināšana visās bioekonomikas nozarēs		
4.3.	Zemes izmantošanas ilgtermiņa politikas izstrāde		
4.4.	Bioekonomikas ietveršana Latvijas zīmolā		
4.5.	Eksporta veicināšanas pasākumi		
4.6.	Riska vadības sistēmas attīstība		
4.7.	Sadarbības veicināšana starp nelieliem ražotājiem		
4.8.	Biomases izmantošana enerģijas ieguvei, pēc iespējas izmantojot kaskadēšanas principu		
4.9.	Lielāka bioresursu izmantošana būvniecībā un citās netradicionālajās bioekonomikas nozarēs		
4.10.	Meža īpašnieku sertifikācijas veicināšana		
5. Sociāli atbildīga un ilgtspējīga attīstība			
5.1.	SEG emisiju samazināšana bioekonomikas nozarēs		
5.2.	Ekosistēmu kultūras jeb nemateriālie pakalpojumi kā sabiedrisko labumu attīstība		
5.3.	Bioekonomikas popularizēšana un sabiedrības iesaistīšana		
5.4.	Bioresursu racionālas izmantošanas principu ieviešana iedzīvotāju paradumos		

Avots: LZP tenūras projekts, 2020./2021.

2024. gadā, kad tika sagatavota šī monogrāfija, var konstatēt, ka joprojām Latvijā nav Zemes izmantošanas ilgtermiņa politikas un joprojām zemes izmantošanas jautājumus regulē tikai Zemes pārvaldības likums (2014). Nedaudz situāciju uzlabo tas, ka VARAM 2020. gadā apstiprināja valsts pētījumu programmu “Ilgtspējīga teritorijas attīstība un racionāla zemes resursu izmantošana (LandLat4Pol)” un 2024. gadā ir pieejami šī pētījuma rezultāti (VARAM, 2024). Jāatzīmē, ka šajā pētījumā piedalījās arī LBTU zinātnieki, tāpēc informācija par šī projekta rezultātiem ir publiski pieejama visiem interesentiem: <https://bioekonomika.lbtu.lv/ll4p/>.

Par galvenajiem LIBRA ieviešanas darbības virzieniem un atsevišķiem īstenotajiem pasākumiem informācija ir apkopota vairākās LBTU pētnieku zinātniskajās publikācijās, tāpēc šeit tiks atspoguļots īss kopsavilkums par būtiskākajiem rezultātiem.

Latvijā tradicionālajām bioekonomikas nozarēm ir nozīmīga loma valsts ekonomikā. Tradicionālās bioekonomikas nozares veido būtisku daļu no preču sektora pievienotās vērtības, no kopējā eksporta un tām ir nozīmīga loma nodarbinātībā lauku apvidos. No 2015. gadā veiktās aptaujas izriet, ka 86% no aptaujātajiem atzinīgi novērtēja bioekonomikas lomu un atzina tās ietekmi uz iedzīvotāju labklājību valstī. Turpmāka izaugsme bioekonomikas sektorā nav iespējama bez pētniecības un inovācijām. Tāpēc LIBRA mērķu sasniegšanā būtiska nozīme ir pētniecības attīstībai, inovācijām un tehnoloģiju pārnesei, kur izšķiroša nozīme ir zinātnisko institūciju spējai risināt uzņēmējiem svarīgas problēmas. 2014. gadā Latvijā tika izveidota Bioekonomikas pētniecības stratēģiskā apvienība, kurā ietilpstošās zinātniskās institūcijas ir galvenās bioekonomikas tradicionālo nozaru uzņēmēju pasūtījumu risinātājas. Tās ir uzkrājušas pieredzi un sasniegušas vērā ņemamu kapacitāti, to zinātnisko darbību raksturo augošs publikāciju un patentu skaits, tai skaitā ievērojams īpatsvars zinātnisko rakstu ir ievietoti *Web of Science* un *Scopus* datu bāzēs (B. Rivža, I. Pilvere u.c., 2018; I. Pilvere, A. Nipers u.c., 2017; I. Pilvere, A. Muska u.c., 2021).

Bioekonomikas stiprās puses Latvijā ir pētniecības infrastruktūra un moderns tehniskais aprīkojums bioekonomikas zināšanu bāzes attīstībai un plašs reģionālais pārklājums, kā arī plašās sākotnējās aktivitātes

un zināšanu bāze bioekonomikas pētījumiem. Vājās puses – nepietiekams un neprognozējams valsts un privātā sektora finansējums pētniecībai un attīstībai, tās atkarība no ārvalstu (galvenokārt ES) finansējuma pieejamības un vāja sadarbība ar citu jomu pētniekiem starpdisciplinārajos pētījumos. Tāpēc ir nepieciešams atbalsts neatkarīgiem lielo uzņēmumu īstenotajiem inovāciju projektiem un inovācijas mazo un vidējo uzņēmumu sektorā aktīvā sinerģijā ar valsts pētniecības prioritātēm un pieejamo finansējumu, jāpalielina valsts un privātā sektora finansējums pētniecībai un attīstībai, lai veicinātu Latvijas bioekonomikas attīstību. Finansējuma pieejamībai vajadzētu būt līdzsvarotai un ilgtermiņā paredzamai, lai samazinātu apdraudējuma ietekmi. Valsts politika, nepietiekams un neprognozējams finansējums pētniecībai kavē attīstību bioekonomikas nozarēs un stabilas izaugsmes iespējas. Nepieciešams sabiedrības atbalsts un dažādi stimuli uzņēmējiem, lai rosinātu uzņēmējdarbības sektoru investēt pētniecībā un attīstībā, tostarp bioekonomikas nozarēs (A. Muška, A. Zvirbule u.c., 2021).

Analizējot pieejamos datus par progresu LIBRA īstenošanā 2022. gadā, varēja konstatēt, ka būtiskākais progress tika sasniegts stratēģiskā mērķa – palielināt bioekonomikas eksporta produkcijas vērtību – izpildē, ko varētu sasniegt jau 2027. gadā, savukārt mērķis palielināt bioekonomikas produktu pievienoto vērtību varētu tikt sasniegts stratēģijas pēdējā – 2030. gadā. Var secināt, ka mērķis – veicināt un saglabāt nodarbinātību bioekonomikas nozarēs līdz 128 tūkst. darbinieku netiks sasniegts, jo var prognozēt, ka bioekonomikā strādājošo skaits samazināsies par 27 tūkst. salīdzinot ar 2015. gadu, kas savukārt ļauj palielināt darba ražīgumu 2030. gadā par 27% salīdzinājumā ar stratēģijā noteikto mērķi. Padziļinātās intervijas ar uzņēmumu vadītājiem un zinātniekiem atklāja, ka bioekonomikas nozarēm tika prognozēts izaugsmes potenciāls, jo Latvijā ir iespējams ražot biomasu lielākos apjomos un izmantot to cilvēku patēriņam nepieciešamo produktu un pakalpojumu ražošanai. Tomēr bioekonomikas nozarēs ir jāveic būtiski finanšu ieguldījumi, lai uzņēmumos ieviestu jaunas tehnoloģijas, produktus un procesus un inovācijas (I. Pilvere, A. Muska u.c., 2021).

LIBRA stratēģiskā mērķa “Uz rezultātu orientēta efektīva un ilgtspējīga resursu pārvaldība” īstenošanas sadaļā “Mežsaimniecība” uzdevumu

izpilde ir bijusi atšķirīga. Nav izpildīti uzdevumi par normatīvā regulējuma izmaiņām, nosakot minimālo nepieciešamo koku skaitu meža atjaunošanā un ieaudzēšanā atkarībā no valdošās koku sugas, kā arī nosakot galvenās cirtes caurmēru pēc valdošās koku sugas skaitliskās vērtības. Labi panākumi ir sasniegti meža atjaunošanā un ieaudzēšanā ar piemērota stādāmā materiāla izmantošanu, jaunaudžu kopšanā, meža autoceļu un meliorācijas sistēmu rekonstruēšanā un būvniecībā, kā arī saimniecisko mežu sniegto ekosistēmu pakalpojumu klāsta un intensitātes, kā arī bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā un atjaunošanā. Vairāku uzdevumu izpildē veiksmīgi ir izmantots Latvijas Lauku attīstības programmas 2014.–2022.gadam atbalsta pasākumu finansējums (I. Upite, A. Pilvere, u.c.2022).

LIBRA stratēģiskā mērķa “Pievilcīga uzņēmējdarbības vide” īstenošanas sadaļa “Prognozējama un stabila nodokļu politika bioekonomikas nozarē” 2017.–2020. gadā ir vērtējama pozitīvi, jo: 1) bioekonomikas dažādu nozaru uzņēmumu nomaksātie nodokļi saskaņā ar Valsts ieņēmumu dienesta datiem veidoja vidēji 20% no kopējiem nodokļu ieņēmumiem, kas liecina par bioekonomikas jomu nozīmīgumu Latvijas tautsaimniecībā un valsts budžeta veidošanā; 2) vismazākais īpatsvars (5%) nodokļu ieņēmumos bioekonomikas nozarēm ir PVN, jo bioresursu primārajā ražošanā un bioresursu izmantošanai pakalpojumu sniegšanai, pateicoties samazinātajai PVN likmei augļu un dārzeņu sektorā, kā arī reversai PVN nodokļu piemērošanai augkopībā un kokmateriālu piegādēs, veidojas PVN pārmaxsa; 3) 2018. gadā veiktās nodokļu reformas rezultātā tika atcelti dažādi UIN atvieglojumi, t.sk. primārajā bioresursu ražošanā, tomēr bioekonomikas dažādu nozaru uzņēmumu samaksātais UIN veidoja 24% no kopējiem šī nodokļa ieņēmumiem Latvijā 2017.–2020. gadā; 4) bioekonomikas dažādu nozaru uzņēmumu samaksātās Valsts sociālās apdrošināšanas obligātās iemaksas Latvijā 2017.–2020. gadā ir bijušas 20% no kopējā apjoma, kas liecina par stabilu nodarbinātības un algu līmeni šajās nozarēs, tomēr tas aktualizē jautājumu par darbaspēka nodokļu kopējā sloga samazinājumu uzņēmumu veiksmīgas darbības nodrošināšanai; 5) ir nepieciešams turpināt izvērtēt un pilnveidot nodokļu sistēmu, it īpaši saistībā ar uzņēmumu iespējām pielāgoties jaunajai ES Zaļā kursa politikai (I. Upite, I. Pilvere u.c., 2022a).

Publiskajos iepirkumos ES dalībvalstis un arī Latvija tērē ievērojamus valsts budžeta līdzekļus – attiecīgi 19% un 17% no IKP. Tāpēc, lai sasniegtu ilgtspējīgas attīstības mērķus, ir svarīgi iekļaut vides prasības publiskajā iepirkumā. To valstis paveic, izstrādājot un nosakot normatīvo regulējumu ZPI, kas ir viens no ES vides, klimata un enerģijas politikas prioritārajiem instrumentiem, un vides nosacījumu iekļaušana iepirkumu specifikācijās kļūst prioritārs uzdevums arī Latvijā. Latvijā no 2017. gada ir izveidota normatīvo aktu sistēma, kas paredz noteiktas preču un pakalpojumu grupas, kurām publiskajā iepirkumā zaļais iepirkums ir piemērojams obligāti un preču un pakalpojumu grupas, kurām ZPI ir piemērojams brīvprātīgi. LIBRA paredz stratēģiskā mērķa “Pievilcīga uzņēmējdarbības vide” īstenošanas sadaļu “Neatjaunojamo resursu aizstāšana ar ilgtspējīgiem bioresursiem publiskajos iepirkumos”. Šīs sadaļas īstenošana 2017.–2020. gadā ir vērtējama pozitīvi, jo: 1) ZPI ir piemērojams obligāti pārtikas piegādēm un ēdināšanas pakalpojumiem, biroja papīra un tīrīšanas līdzekļu iegādēm, savukārt brīvprātīgi – dārzkopības produktiem un pakalpojumiem, elektroenerģijai, mēbelēm, sienu paneļiem, tekstilprecēm un būvdarbiem; 2) analizētajā laika periodā kopumā ZPI gan obligāti, gan brīvprātīgi piemērojamos iepirkumos ir palielinājies no 244 milj. EUR 2017. gadā līdz 671 milj. EUR 2020. gadā un to īpatsvars attiecīgo preču un pakalpojumu kopējā vērtībā palielinājās no 21% līdz 46%; 3) jāatzīmē, ka ZPI iepirkumu apjoms 2020.gadā veidoja 27% no kopējā publisko iepirkumu apjoma un par 3 procentpunktiem atpalika no zaļā iepirkuma veicināšanas plānā 2015.–2017. gadam izvirzītā mērķa (30%) (I. Upite, I. Pilvere u.c. 2022b).

Saskaņā ar Latvijas republikas Pašvaldību likumu, pašvaldībām ir dažādas funkcijas, tomēr kā svarīgu var uzskatīt uzņēmējdarbības attīstības veicināšanu, jo tā nodrošina nodarbinātību un iedzīvotāju labklājību attiecīgajā teritorijā. Izpētot LIBRA stratēģiskā mērķa “Uz rezultātu orientēta efektīva un ilgtspējīga resursu pārvaldība” īstenošanas sadaļu “Uz rezultātu orientēta motivācijas sistēma pašvaldībām”, varēja konstatēt, ka 2020. gadā salīdzinājumā ar 2016. gadu nav notikušas pozitīvas pārmaiņas, jo: 1) bioekonomikas nozarēs uzņēmumu skaits šajā laika periodā ir samazinājies par 5%, kaut arī to neto apgrozījums 2020. gadā veidoja 30%, bet peļņa bija 50% no attiecīgā kopējā rādītāja

Latvijā; 2) Rīgas un Pierīgas reģionos 2020. gadā bija izvietota puse no kopējā uzņēmumu skaita bioekonomikas nozarēs, kas liecina par nevienmērīgu valsts teritorijas attīstību; 3) bija samazinājies jaunizveidoto uzņēmumu skaits par 30%, lai gan tas bija mazāk kā kopumā Latvijā (-32%); 4) lai gan Latvijā pašvaldību rīcībā ir bijis plašs uzņēmējdarbības atbalsta instrumentu klāsts četrās galvenajās kategorijās – pārvalde, infrastruktūra, mārketinga aktivitātes un atbalsts uzņēmējdarbības uzsākšanai, nebija izveidota uzraudzības sistēma un līdz ar to nebija publiski pieejama informācija par pašvaldību darbību uzņēmējdarbības stimulēšanai reģionos (I. Pilvere, I. Upite u.c., 2023a).

Latvijā kopējais finansējums zinātniski pētnieciskajam darbam 2016.–2021. gadā ir palielinājies 2.1. reizi, sasniedzot 232 milj.EUR 2021. gadā, tomēr tas ir trešais zemākais rādītājs ES, jo veidoja tikai 0.71% no IKP. Turklāt valsts finansējums 2021. gadā bija tikai 36% no kopējā, valstī tika nodarbināti 4526 pētnieki un no tiem tikai 16% strādāja valsts sektorā. Latvijā ir noteiktas piecas viedās specializācijas stratēģiskās jomas (RIS3), viena no tām ir Zināšanu ietilpīga bioekonomika, kurā 2018. gadā strādāja 62% no kopējā RIS3 jomās esošo uzņēmumu skaita, tajos bija nodarbināti 45% no RIS3 jomās strādājošo skaita, kas radīja 35% no visās RIS3 jomās radītās kopējās pievienotās vērtības. 2018. gadā Latvijā bioekonomikas jomās tika nodarbināti 1600 zinātnieki jeb 23% no kopējā zinātnieku skaita RIS3 nozarēs. Piesaistītais pētniecības un attīstības finansējums bioekonomikas jomā 2014.–2018. gadā bija tikai 27 milj. EUR jeb 14% no kopējā RIS3 jomu finansējuma, kas liecina par bioekonomikas jomu zinātnieku nepietiekošu spēju piesaistīt finansējumu un zemāku darba ražīgumu. Bioekonomikas jomām ir raksturīgi daudzveidīgi pētījumu virzieni, galvenās zinātniskās institūcijas šajā jomā ir Latvijas universitāte, Rīgas Tehniskā universitāte, LBTU, LBTU zinātniskie institūti – Agrolesursu un ekonomikas institūts un Dārzkopības institūts, Latvijas valsts mežsaimniecības institūts „Silava”, Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskajā institūtā “BIOR”, Latvijas valsts Koksnes ķīmijas institūts un Daugavpils universitāte, kurās tika nodarbināti 89% no kopējā zinātniskā personāla skaita bioekonomikas jomā, šo institūtu zinātnieki ir bijuši autori 98% no Web of Science indeksētām zinātniskām publikācijām 2014.–

2018. gadā. Vidējais publikāciju skaits uz vienu nodarbināto bioekonomikas jomas analizētajās 9 institūcijās bija 0.27, bet 3 zinātniskajās institūcijās tas pārsniedza vidējo līmeni – LBTU – 2.4 reizes, Dārzkopības institūtā – par 22%, BIOR – par 15%. Latvijā bioekonomikas nozarē pieprasījumu nākotnē pēc pētniecības un inovācijām veicinās globālie izaicinājumi – klimata pārmaiņas, pārtikas un enerģētikas drošība (I. Pilvere, I. Upite u.c., 2023b).

Investīcijas ir nozīmīgs uzņēmumu, līdz ar to arī nozaru un valsts kopējās tautsaimniecības attīstības virzītājspēks. Savukārt bioekonomikas nozares tiek uzskatītas par izšķirošām globālai pārveidei uz ilgtspējīgāku ekonomikas sistēmu un klimatneitralitāti Eiropā 2050. gadā. Tāpēc, analizējot LIBRA īstenošanu investīciju jomā, var konstatēt, ka: 1) 2022. gadā tika veikti 1673.4 milj.EUR bruto kapitālieguldījumi bioekonomikas jomas uzņēmumos, kas par 48.6% pārsniedza kapitālieguldījumus 2015. gadā; 2) veikto bruto ieguldījumus apjoms un to pieauguma temps ir bijis nepietiekošs, lai līdz 2030. gadam sasniegtu stratēģijā izvirzīto mērķi – nodrošināt kopējo ieguldījumu apjomu 20 mljrd.EUR bioekonomikas nozarēs, jo sagaidāmā izpilde varētu būt ap 93%; 3) ārvalstu tiešajām investīcijām ir būtiska nozīme nozaru attīstībā, bioekonomikas jomās 2015.–2022. gadā tās ir būtiski palielinājušās – no 3.3 mljrd.EUR līdz 5 mljrd.EUR attiecīgā gada beigās; 4) lielākais palielinājums 2015.-2020. gadā ir bijis apstrādes rūpniecībā – par 78% un lauksaimniecībā, mežsaimniecībā un zivsaimniecībā – par 53%, bet investīcijas ir samazinājušās būvniecības nozarē – par 14%; 5) var konstatēt, ka salīdzinājumā ar pārējām Baltijas valstīm Latvijā ir zemākie ārvalstu tiešo investīciju ieguldījumi, rēķinot no kopējā iekšzemes kopprodukta, tāpēc ir svarīgi turpināt aktivizēt Latvijas valsts pārvaldes institūciju aktivitātes investīciju vides uzlabošanā, valsts un ārvalstu investīciju piesaitē (I. Pilvere, I. Upite u.c., 2024a).

Latvijā ir jāvelta vairāk uzmanības produktivitātes veicināšanai, jo produktivitāte ir izšķiroša ekonomikas izaugsmei un labklājībai. Īstenojot atbilstošus pasākumus un veicinot efektīvu regulējumu, Latvijā varētu tikt samazināta plaisa ar ES vidējo produktivitātes līmeni. Produktivitātes līmenim un tā pieaugumam ir būtiska nozīme arī bioekonomikas nozarēs. Latvijā 2022. gadā zemākā produktivitāte neatkarīgi

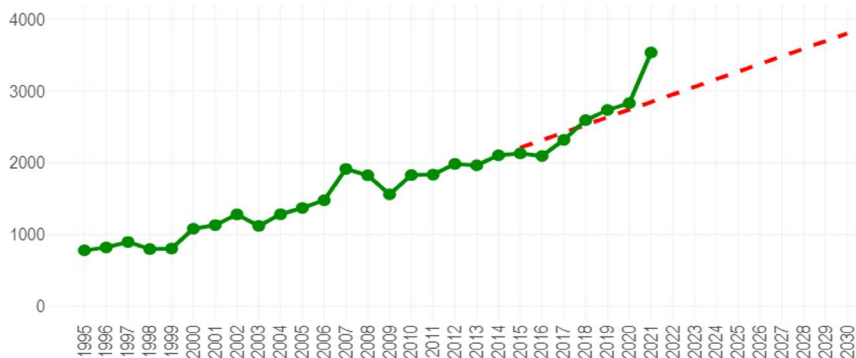
no cenām (faktiskajām vai salīdzināmajām) vai rādītāja, rēķinot uz vienu nodarbināto vai vienu nostrādāto stundu, ir bijusi Izmitināšanas un ēdināšanas pakalpojumu nozarē, Būvniecībā un Lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības nozarēs. Savukārt augstākais produktivitātes līmenis 2022. gadā tika sasniegts Elektrības, gāzes, tvaika un gaisa kondicionēšanas apgādes nozarēs un atsevišķās pārstrādes nozarēs.

Latvijā, rēķinot produktivitāti faktiskajās cenās, augstākais produktivitātes pieauguma temps 2015.-2022.gadā ir bijis Elektrības, gāzes, tvaika un gaisa kondicionēšanas apgādes nozarēs un Lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības nozarēs, bet salīdzināmajās cenās – Lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības nozarēs. Pārstrādes nozarēs būtiski augstāka produktivitāte 2022. gadā ir bijusi Farmaceutisko pamatproduktu un farmaceitisko preparātu ražošanā, bet primārajās nozarēs visaugstākā produktivitāte ir bijusi Zivsaimniecības un akvakultūras nozarē, kurās ir bijis augstākais pieauguma temps 2015.–2022. gadā. Tas nozīmē, ka bioekonomikas nozarēs ir atšķirīgs produktivitātes līmenis un turpmāk jāstrādā, lai to kāpinātu nozarēs, kur tas būtiski atpaliek no vidējā tautsaimniecībā (I. Pilvere, I. Upite u.c., 2024b).

LZP apstiprinātajā tenūras projektā Nr. 0413 “Latvijas bioekonomikas stratēģijas 2030. gadam ieviešanas novērtējums un iespējamie risinājumi definēto mērķu sasniegšanai (LIBRA–LV)” tika izstrādāta arī publiski pieejama interneta tīmekļa vietne <https://bioekonomika.lbtu.lv/LIBRA2030merki/> (Latvijas bioekonomikas stratēģijas mērķi un to izpilde), kurā jebkuram interesentam ir pieejama aktuālākā informācija par LIBRA galveno mērķu izpildi, jo līdzko ir pieejami jaunākie statistiskas radītāji, tā tie parādās minētajā tīmekļa vietnē. 2024. gadā LIBRA mērķu izpilde ir atspoguļota 1.–3. attēlā.

2015. gadā bioekonomikas nozaru pievienotā vērtība bija 2129 milj. EUR, kas tika pieņemta par bāzes vērtību, sagatavojot LIBRA, tad 2021. gadā tā ir palielinājusies līdz 3535 milj. EUR (palielinājums par 66%) un veidoja 93% no 2030. gada mērķa radītāja. Ja pirmajos gados pēc LIBRA izstrādes pievienotā vērtība palielinājās tuvu prognozētajai līknei, bet 2021. gadā

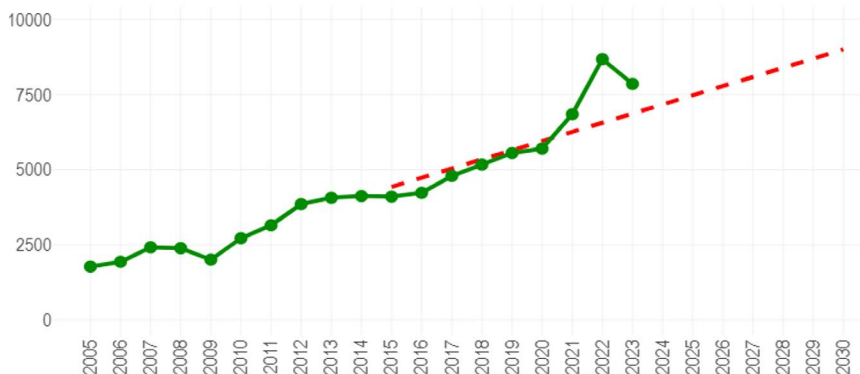
salīdzinājumā ar 2020. gadu palielinājās par 25%, ko ietekmēja augstā inflācija pēc Covid–19 pandēmijas. Var prognozēt, ka 2030. gadā LIBRA noteiktais pievienotās vērtības mērķa rādītājs varētu tikt pārsniegts (8.1.attēls).



Avots: <https://bioekonomika.lbtu.lv/LIBRA2030merki/>

8.1. attēls. Pievienotā vērtība bioekonomikā 1995.–2021. gadā faktiski (zaļā līnija), 2015.–2030. gadā prognoze (sarkanā līnija) Latvijā, milj. EUR.

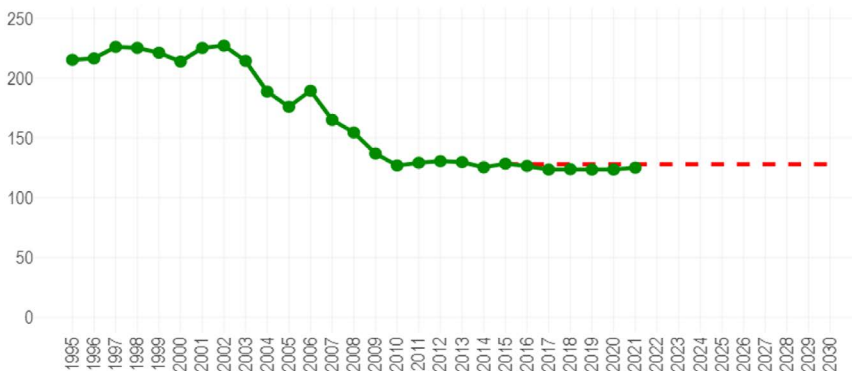
2015.gadā bioekonomikas nozaru eksporta produkcijas vērtība bija 4104 milj.EUR, kas tika pieņemta par bāzes vērtību, sagatavojot LIBRA, tad 2023.gadā tā ir palielinājusies līdz 7855 milj.EUR (palielinājums par 66%) un veidoja 87% no 2030.gada mērķa radītāja. Arī eksporta produkcijas vērtība pirmajos gados pēc LIBRA izstrādes palielinājās tuvu prognozētajai līknei, bet 2021.gadā salīdzinājumā ar 2020.gadu palielinājums bija par 20%, bet 2022.gadā – vēl par 27% salīdzinājumā ar 2021.gadu, ko ietekmēja augstā inflācija pēc Covid-19 pandēmijas, bet 2023.gadā – samazinājums par 9% salīdzinājumā ar 2022.gadu. Arī par bioekonomikas eksporta produkcijas vērtību var prognozēt, ka 2030. gada LIBRA noteiktais 2030.gada mērķa rādītājs varētu tikt pārsniegts (8.2.attēls).



Avots: <https://bioekonomika.lbtu.lv/LIBRA2030merki/>

8.2. attēls. Eksporta produkcijas vērtība bioekonomikā 1995.–2023. gadā faktiski (zaļā līnija), 2015.–2030. gadā prognoze (sarkanā līnija) Latvijā, milj. EUR.

2015.gadā bioekonomikas nozarēs bija nodarbināti 128 tūkst. darbinieki, kas arī ir LIBRA mērķa rādītājs 2030.gadā. Diemžēl ir jākonstatē, ka nodarbināto skaita saglabāšanas mērķis netiks sasniegts, jo no 2016.gada nodarbināto skaits ir samazinājies un tas arī ir saprotami, jo galvenajās primārajās nozarēs, ieviešot jaunas tehnoloģijas, palielinās darba produktivitāte un tik daudz darbinieki nav nepieciešami (8.3.attēls).



Avots: <https://bioekonomika.lbtu.lv/LIBRA2030merki/>

8.3. attēls. Nodarbinātība bioekonomikas nozarēs 1995.–2021. gadā faktiski (zaļā līnija), 2015.–2030. gadā prognoze (sarkanā līnija) Latvijā, darbinieku skaits, tūkst.

Lai arī turpmāk LIBRA tiktu īstenota atbildīgi, LBTU zinātnieki aktīvi piedalās dažāda līmeņa darba grupās un aktivitātēs, jo ir uzkrājuši pieredzi un zināšanas kopš stratēģijas izveides Latvijā. Piemēram, Dr.oec. Irina Pilvere ir Latvijas zinātnisko institūciju pārstāve ES Lauku tīkla asamblejā un ES Pastāvīgās lauksaimniecības pētniecības komisijas (SCAR) locekle, piedalījies Latvijas Bioekonomikas pētniecības stratēģiskās apvienības izveidošanā Latvijā 2014. gadā un to vadījusi, ir Latvijas inovāciju un pētniecības pārvaldības padomes Vadības grupas “Zināšanu ietilpīga bioekonomika” priekšsēdētāja (no 2023.gada), Klimata un enerģētikas ministrijas Klimata, vides un enerģētikas konsultatīvās padomes locekle (no 22.02.2024.), savukārt Dr.oec. Aleksejs Nipers darbojas kā LBTU pārstāvis Nacionālās enerģētikas un klimata padomes Zemes sektora (t.sk. mežsaimniecība) un lauksaimniecības darba grupā.

Tāpēc ar katru gadu nostiprinās LBTU ESAF izveidotā *Ilgtspējīgas bioekonomikas pētījumu grupa* (<http://socialsciences.lbtu.lv/en/about-us/research-groups>), ko vada Dr.oec. Aleksejs Nipers. Šīs grupas pētniecības fokuss ir bioresursu nozaru, īpaši lauksaimniecības, ilgtspējīga attīstība. Šīs grupas mērķis ir identificēt iespējas, šķēršļus un risinājumus valsts ilgtspējīgai bioresursu nozaru attīstībai. Šī pētniecības grupa nodrošina: 1) starptautisko sadarbību ar vadošajām Eiropas zinātnes institūcijām un to zinātniekiem; 2) veic starpdisciplinārus pētījumus (lauksaimniecībā-pārtika, mežsaimniecība-koksne, klimata viedā lauksaimniecība un mežsaimniecība); 3) nodrošina inovatīvus risinājumus bioekonomikas ietekmes novērtēšanai; 4) veic bioekonomikas dažādu jomu ietekmes novērtēšanu, pielietojot modelēšanas instrumentus; 5) apkopo iegūto pētījumu rezultātus augsta līmeņa publikācijās un sabiedrībai pieejamās internet tīmekļa vietnēs.

Izmantotā literatūra un avoti

1. Bioeast project (2023) STRATEGIC RESEARCH AND INNOVATION AGENDA. SUMMARY. Pieejams: <https://bioeast.eu/download/bioeast-summary-a4bl3mm-par/>
2. European Commission (2018a) Review of the 2012 European Bioeconomy Strategy, Publications Office. Pieejams: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/086770>.
3. European Commission (2018b) A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy, 107 p. Pieejams: <https://www.qualenergia.it/wp-content/>

- uploads/2018/10/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf*
4. European Commission: Directorate-General for Research and Innovation (2012) Innovating for sustainable growth – A bioeconomy for Europe, Publications Office, 64 p. Pieejams: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/6462>.
 5. 5. Horizon 2020, BIOEAST – Central and Eastern European Initiative for Knowledge-based Agriculture, Forestry and Aquaculture in the Bioeconomy. Pieejams: <https://bioeast.eu/introduction-of-bioeast-initiative/>
 6. Horizon 2020 project No. 773297-2 Bio-based innovation for sustainable goods and services - Supporting the development of a European Bioeconomy. Monitoring the Bioeconomy (BioMonitor). Pieejams: <https://biomonitor.eu/project/>
 7. Horizon Europe project “BOOST4BIOEAST: Boosting the bioeconomy transformation for the BIOEAST macro-region”. Pieejams: <https://bioeast.eu/contacts-2/>
 8. Horizon Europe project BioRural. Accelerating circular bio-based solutions integration in European rural areas. Pieejams: <https://biorural.eu/about-biorural/>
 9. Interreg Baltic Sea region project “Unlocking the potential of bio-based value chains in the Baltic Sea Region (BalticBiomass4Value)”. Pieejams: <https://balticbiomass4value.eu/>
 10. LBTU (2024) Latvijas bioekonomikas stratēģijas mērķi un to izpilde. Pieejams: <https://bioekonomika.lbtu.lv/LIBRA2030merki/>
 11. LLU projekts (2016) Nr.190416/S7 (C28) (2016). Latvijas bioekonomikas stratēģijas sociālekonomiskā pamatojuma izstrāde. Pieejams: <https://www.lbtu.lv/lv/projekti/apstiprinatie-projekti/2016/latvijas-bioekonomikas-strategijas-socialekonomiska-pamatojuma>
 12. LLU projekts (2017) Nr. 3.2.–10/2017/LLU/24 “Latvijas bioekonomikas nozaru attīstības scenāriju sociālekonomiskais izvērtējums”. Pieejams: <https://www.lbtu.lv/lv/projekti/apstiprinatie-projekti/2017/latvijas-bioekonomikas-nozaru-attistibas-scenariju>
 13. LIFE Programme. The project “Demonstration of climate change mitigation potential of nutrients rich organic soils in Baltic States and Finland” (LIFE OrgBalt, LIFE18 CCM/LV/001158). www.orgbalt.eu
 14. Lucia Gardossi L., Philp J., Fava F., Winickoff D., a D'Aprile L., Dell'Anno B., Marvik O.J., Lenzi A. (2023) Bioeconomy national strategies in the G20 and OECD countries: Sharing experiences and comparing existing policies, EFB Bioeconomy Journal, Volume 3, 100053. Doi: 10.1016/j.bioeco.2023.100053
 15. LZP tenūras projekts (2020./2021.) Nr.0413 Latvijas bioekonomikas stratēģijas 2030. gadam ieviešanas novērtējums un iespējamie risinājumi definēto mērķu sasniegšanai (LIBRA–LV). Pieejams: <https://www.lbtu.lv/lv/projekti/apstiprinatie-projekti/2020/latvijas-bioekonomikas-strategijas-2030-gadam-ieviesanas>
 16. Ministry of Regional Affairs and Agriculture and Ministry of Climate (2023) CIRCULAR BIOECONOMY ROADMAP ESTONIA, 18 p. Pieejams: <https://www.agri.ee/sites/default/files/documents/2023-08/teekaart-ringbiomajandus-2023-eng.pdf>
 17. Muška A., Zvirbulē A., Pilvere I. (2021) Factors affecting bioeconomy in Latvia. In: Proceedings of the 22nd International scientific conference “Economic Science for Rural Development”, Jelgava, May 11–14, 2021/Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, No. 55: Sustainable Bioeconomy. Integrated and Sustain-

- able Regional Development. Rural Development and Entrepreneurship. Circular Economy: Climate Change, Environmental Aspect, Cooperation, Supply Chains. Efficiency of Production Process and Competitive of Companies. New Dimensions in the Development of Society, pp. 26–34. Doi: 10.22616/ESRD.2021.55.002
18. OECD (2009) The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. Main findings and policy conclusions. OECD International Futures Project, 18 p.
 19. Pilvere I. (2022) LLMZA prioritāte – bioekonomika. Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija 2012–2022/Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija Rīga: LLMZA, 20.–29.lpp. Pieejams: <https://llmza.lv/images/gramata/latvijas%20lauksaimniecibas%20un%20meza%20zinatnu%20akademija%2020122022.pdf>
 20. Pilvere I., Muska A., Nipers A., Pazerausks E. (2021). ASSESSMENT OF IMPLEMENTING THE BIOECONOMY STRATEGY IN LATVIA. In: GeoConference SGEM 2021: proceedings, Albena, Bulgaria, 16–22 August, 2021/Bulgarian Academy of Sciences Sofia, 2021, Issue 5.1: Environmental Economics, pp. 647–655. Doi: 10.5593/sgem2021/5.1/s21.078
 21. Pilvere I., Nipers A., Silamikele I., Mickiewicz B. (2017) Development Opportunities for the Bioeconomy in Latvia. In: 4th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences & Arts SGEM2017: Conference Proceedings, Albena Co., Bulgaria, 24–30 August 2017, Economics and Tourism, Book 1 Modern Science, Vol. IV: Economics & Tourism, pp.229–236. Doi: 10.5593/SGEMSOCIAL2017/14/S04.030
 22. Pilvere I., Upite I., Nipers A. (2023a). OPPORTUNITIES FOR LOCAL GOVERNMENTS TO FOSTER THE DEVELOPMENT OF BIOECONOMY INDUSTRIES IN LATVIA. In: 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2023: proceedings, Albena, Bulgaria, 3–09 July, 2023 / Bulgarian Academy of Sciences Sofia, 2023, Issue 5.1: Ecology, Economics, Educations and Legislation, pp. 421–429. Doi: 10.5593/sgem2023/5.1/s21.55
 23. Pilvere I., Upite I., Nipers A., Pilvere A. (2023b). DEVELOPMENT OF RESEARCH ON BIOECONOMY INDUSTRIES IN LATVIA. In: 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2023: proceedings, Albena, Bulgaria, 3 – 09 July, 2023 / Bulgarian Academy of Sciences Sofia, 2023, Issue 5.1: Ecology, Economics, Educations and Legislation, pp. 551–563. Doi:10.5593/sgem2023/5.1/s23.76
 24. Pilvere I., Upite I., Nipers A., Pilvere A. (2024a). INVESTMENT PROMOTION AND ATTRACTION TO BIOECONOMY INDUSTRIES IN LATVIA. In: 24th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2024: proceedings, Albena, Bulgaria, 29 June – 08 July, 2024 / Bulgarian Academy of Sciences Sofia, 2024 (apstiprināts publicēšanai)
 25. Pilvere I., Upite I., Nipers A., Pilvere A. (2024b). PRODUCTIVITY IN BIOECONOMY INDUSTRIES IN LATVIA. In: 24th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2024: proceedings, Albena, Bulgaria, 29 June – 08 July, 2024 / Bulgarian Academy of Sciences Sofia, 2024 (apstiprināts publicēšanai)
 26. Rivža B., Pilvere I., Nipers A. (2018) Development of Bioeconomy and the Research Potential in Latvia. In: Journal Enerģija un pasaule, Special Issue Energy and the World Dedicated to the World IV Congress of Latvian Scientists, Zinātne Ltd, June 2018, pp.120–125.

27. The White House (2012). National Bioeconomy Blueprint, Washington, 43 p.
28. Upite I., Pilvere A., Pilvere I., Nipers A. (2022). RESULT-ORIENTED EFFICIENT AND SUSTAINABLE RESOURCE MANAGEMENT IN FORESTRY IN LATVIA. In: 22nd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2022, Vol.22, Issue 3.1 02 – 11 July 2022, Albena, Bulgaria, pp.374- 381. Doi: 10.5593/sgem2022/5.1/s21.088
29. Upite I., Pilvere I., Nipers A. (2022a). PREDICTABLE AND STABLE TAX POLICY FOR THE BIOECONOMY SECTOR. In: 22 nd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2022: proceedings, Albena, Bulgaria, 2–11 July, 2022/ Bulgarian Academy of Sciences Sofia, 2022, Issue 5.1: Ecology, Economics, Educations and Legislation, pp. 653–660. Doi: 10.5593/sgem2022/5.1/s21.082
30. Upite I., Pilvere I., Nipers A. (2022b). REPLACEMENT OF NON-RENEWABLE RESOURCES WITH SUSTAINABLE BIORESOURCES IN PUBLIC PROCUREMENT IN LATVIA. In: 22nd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2022: proceedings, Albena, Bulgaria, 2–11 July, 2022/ Bulgarian Academy of Sciences Sofia, 2022, Issue 5.1: Ecology, Economics, Educations and Legislation, pp. 661–669. Doi: 10.5593/sgem2022/5.1/s21.083
31. VARAM (2020). Valsts Pētījumu Programmas “Ilgtspējīga teritorijas attīstība un racionāla zemes resursu izmantošana” rezultāti. Pieejams: <https://www.varam.gov.lv/lv/valsts-petijumu-programmas-ilgtspejiga-teritorijas-attistiba-un-racionala-zemes-resursu-izmantosana-rezultati>
32. Vītunskienė V., Aleknevičienė V., Miceikienė A., Čaplikas J., Miškinis V., Pilvere I., Makutėnienė D., Dabkienė V., Lekavičius V., Knut Øistad Kn., Ramanauskė N., Kargytė V., Jazepčikas D., Serva E., Markelytė A. (2017) Lithuanian Bioeconomy Development Feasibility Study. Akademija, Kauno r. 2017, 179 p.
33. Zemkopības ministrija (2017) Informatīvais ziņojums Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030, 34. lpp.. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/342221-latvijas-bioekonomikas-strategija-2030>

PĒCVĀRDS

Bioekonomikas sākotne LBTU

Latvijas Lauksaimniecības universitātes zinātnieki pēc Latvijas neatkarības atgūšanas 30 gados izvērta intensīvu zinātnisko un studiju darbību biozinātnēs un tehnoloģijās. Tādējādi iekļāvās vadošo pasaules universitāšu skaitā. Līdz ar to 2022. gadā tika lemts, ka jaunais nosaukums Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte (LBTU) precīzāk atbilst tās darbības jomām.

Arī LBTU ekonomikas jomas docētāji no tradicionālās nozaru – lauksaimniecības, mežsaimniecības, pārtikas, koksnes un saistītajiem bioloģijas, ekonomikas, tehnoloģiju un citu problēmu pētījumiem pārgāja arī pie starpnozaru jautājumu risināšanas. Tika izziņāta šo nozaru kopsarku attīstības iespēja, atklāja paņēmienus, kā racionālāk un efektīvāk izmantot bioresursus, radot atjaunīgus produktus, kas ļauj aizvietot fosilos resursus, paralēli nosakot ilgtspējas iespējas, kā arī saudzējot dabu. Zinātnieki iekļāvās starptautiskos projektos. Arī no Eiropas Savienības institūcijām bija ierosmes meklēt tautsaimniecības attīstības iespējas bioekonomikas virzienā. 2013. gadā Rektoriāts rosināja Ekonomikas fakultātei pievienot Sociālo zinātņu fakultāti, kur bija sarucis studentu skaits. Nācās meklēt fakultātei jaunu nosaukumu. Fakultāte ieteica – Bioekonomikas nosaukumu. Senāts neatbalstīja, pamatojot, ka visai augstskolai jāstrādā pie bioekonomikas pētījumiem. Par vadošajiem izvirzījās Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes (ESAF) docētāji. ESAF prodekāne, profesore Aina Dobeļe aicināja mani kā agrārās ekonomikas jomas pētnieku un profesoru uzņemties bioekonomikas studiju programmas izstrādi un uzsākt jaunā studiju kursa pasniegšanu. Redzēju bioekonomikas starpnozaru pētījumos jauno maiņu un ieteicu uzticēt viņiem.

Rezultātā turpat pēc 10 gadu darbības ESAF docētāji nodod sabiedrībai, īpaši, studentiem zinātnisko monogrāfiju “Bioekonomika – attīstības ceļvedis”. Grāmatas autori šo izdevumu ilgstoši gatavojuši. Studiju gados

apguvuši lauksaimniecības, mežsaimniecības, zivsaimniecības, pārtikas ražošanas un citu tai skaitā nozaru ekonomikas studiju kursus. Veikuši vispusīgus makro un mikroekonomikas pētījumus ekonomisko un dabas resursu, - zemes, augu, dzīvnieku, koksnes un citu izmantošanas jomās. Izstrādājuši un aizstāvējuši promocijas darbus, par ko piešķirti ekonomikas zinātņu doktora grādi.

Monogrāfija tapusi analītiski izvērtējot daudzus literatūras avotus, kā arī tā iekļauj fakultātes docētāju personīgos zinātniskos pētījumus. Monogrāfijā izklāstītās atziņas pārbaudītas sagatavojot vairākas studiju kursus un programmas, kuros sniegtās zināšanas izvērtētas studentu bakalaura, maģistru, doktoru darbos konferenču auditorijās Latvijā, kā arī ārpus tās robežām.

Ekonomikas programmās pāreju no agrārās ekonomikas studiju priekšmeta uz bioekonomikas studiju kursa pasniegšanu universitātē aizsāka šīs grāmatas autori - asociētais profesors Kaspars Naglis-Liepa un docents Arnis Lēnerts 2014. gadā. Viņiem pakāpeniski pievienojās pārējie monogrāfijas autori, bioekonomikas saturā iekļaujot plašāku tās interpretāciju (profesore Dina Popluga). Docente Līga Feldmane bioekonomikas saturu sasaistījusi ar ekosistēmu pakalpojumiem. Ieskatu digitalizācijas pielietošanā bioekonomikā pētījusi asociētā profesore Sandija Zēverte-Rivža. Savukārt sarežģītos jautājumus par bioekonomiku, kā apvienotu bionozaru formu Eiropas Savienības un Latvijas ekonomikā un tās uzņēmumos pētījušas un daļu no pētījumiem atspoguļojušas grāmatas izklāstā asociētā profesore Aina Muška un lektore Vineta Tetere. Monogrāfijas autori var būt pateicīgi, jo grāmatu sagatavot veicinājuši arī daudzu citu universitātes docētāju pētījumi, kas pēdējos gados veikti universitātē un ārpus tās. Tas noticis profesoru Pētera Rivžas un Irinas Pilveres vadībā.

Zinātniskās monogrāfijas autori nostaigājuši radošu ērkšķainu izaugsmes ceļu. Rezultātā spējuši sagatavot šo bioekonomikas ceļvedi, šajā jaunrades procesā apkopojot zinātniskās atziņas lauksaimniecības, meža nozaru, zivsaimniecības, pārtikas ražošanas ekonomikas jomu pētījumos, tos sasaistot ar atklājumiem, bioloģijā, biotehnoloģijās un izpausmēm ekonomiskajos procesos. Tādejādi ir tapusi vienota bioekonomikas

telpa un vide, kur aprakstītos procesos tiek radīti produkti ar pievienoto vērtību. Tas noticis zinātniskos pētījumus, veicot kopsakarā ar norisēm praksē, - lauksaimniecības, mežsaimniecības, pārtikas, kokapstrādes un daudzos saistītos uzņēmumos (enerģētikas, papīra, parfimērijas, farmācijas un citu nozaru uzņēmumos).

profesors Emeritus Voldemārs Strīķis