



Lauku un reģionālās bioekonomikas rokasgrāmata



www.be-rural.eu

PAR “BE-RURAL”

“BE-Rural” (www.be-rural.eu) attīsta reģionālās un lauku bioekonomikas potenciālu un atbalsta bioekonomikas stratēģiju, ceļvežu un uzņēmējdarbības modeļu izveidi. Projekts fokusējas uz platformas “atvērta inovācija” izveidi izvēlētajos reģionos piecās valstīs: Bulgārijā, Latvijā, Ziemeļmaķedonijā, Polijā un Rumānijā.

“BE-Rural” sadarbojas ar “Apvāršnis 2020” projektu “Power4Bio” (<https://power4bio.eu/>), kas arī izvērtē ar bioresursiem pamatotas ekonomikas lauku un reģionālās uzņēmējdarbības modeļus. Kopējā vadlīniju projektā tiks apkopoti abu projektu rezultāti un tiks sniegti ieteikumi politikas veidotājiem attiecībā uz bioresursiem balstītu tehnoloģiju iespējām un uzņēmējdarbības modeļiem reģionu konkrētajos kontekstos. Šī rokasgrāmata ir ieguldījums šajā kopējā darba rezultātā. Lai uzzinātu vairāk par projektu “Power4Bio”, aicinām apmeklēt <https://power4bio.eu/project-material>.

PAR ŠO DOKUMENTU

Autori:	Felix Colmorgen, Cosette Khawaja & Dominik Rutz
Recenzenti:	Gerardo Anzaldúa, Holger Gerdes, John Tarpey, Zoritz Kiresiewa, Carmen Păuna, Raluca Iorgulescu, Elsa João, Stefan Kah, Dagnija Lazdiņa, Kristaps Makovskis, Nicholas LaPointe
ISBN:	978-3-936338-65-2
Tulkojumi	Rokasgrāmatas oriģinālvaloda ir angļu valoda. Latviešu valodas tulkojuma redaktori: Dagnija Lazdiņa (dagnija.lazdina@silava.lv) un Kristaps Makovskis. Rokasgrāmata ir pieejama arī šādās valodās: bulgāru, vācu, latviešu, maķedoniešu, poļu, rumāņu.
Publicēts:	© 2020, WIP Renewable Energies, Minhene, Vācija
Izdevums:	pirmais izdevums
Kontaktpersona:	WIP Renewable Energies, Sylvensteinstr. 2, 81369 Munich, Germany felix.colmorgen@wip-munich.de , tālr.: +49 89 720 12 732 www.wip-munich.de
Interneta vietne:	be-rural.eu
Autortiesības:	visas tiesības aizsargātas. Bez izdevēja rakstveida atļaujas nevienu šīs grāmatas daļu nedrīkst reproducēt nekādā veidā un ne ar kādiem līdzekļiem, lai to varētu izmantot komerciālos nolūkos. Autori negarantē šajā rokasgrāmatā iekļautās vai aprakstītās informācijas un datu pareizību un/vai pilnīgumu.
Titullapa:	attēli no stock.adobe.com/Freesurf

PATEICĪBAS UN ATRUNA



Šo projektu finansiāli ir atbalstījusi Eiropas Savienības pētniecības un inovāciju programma “Apvārsnis 2020” (“Horizon 2020”), projekta līgums Nr. 818478. Ne Eiropas Komisija, ne arī persona, kura darbojas Komisijas vārdā, nav atbildīga par šīs informācijas izmantošanu. Par šajā rokasgrāmatā paustajiem uzskatiem atbild vienīgi autori un tie ne vienmēr atspoguļo Eiropas Komisijas viedokli.

Atļauts pavairot un tulkot nekomerciālos nolūkos ar nosacījumu, ka tiek norādīts avots, izdevējam tiek iepriekš paziņots un tiek nosūtīta kopija.

PROJEKTA KONSORCIJS UN NACIONĀLĀS KONTAKTIESTĀDES:



Ecologic Institute, Germany
Holger Gerdes (holger.gerdes@ecologic.eu)
www.ecologic.eu



University of Strathclyde, Scotland, UK
Elsa João (elsa.joao@strath.ac.uk) – Department of Civil and Environmental Engineering
Sara Davies (sara.davies@strath.ac.uk) & Stefan Kah (stefan.kah@strath.ac.uk) – European Policies Research Centre
www.strath.ac.uk



WIP Renewable Energies, Germany
Felix Colmorgen (felix.colmorgen@wip-munich.de)
www.wip-munich.de



Biocom AG, Germany
Boris Mannhardt (b.mannhardt@biocom.de)
www.biocom.de



Bulgarian Industrial Association, Bulgaria
Martin Stoyanov (martin@bia-bg.com)
www.bia-bg.com



International Centre for Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems – Macedonian Sector, North Macedonia
Emilija Mihajloska (emilija.mihajloska@sdewes.org)
www.sdewes.org/macedonian_section.php



Institute for Economic Forecasting - Romanian Academy, Romania
Raluca-Ioana Iorgulescu (raluca.iorgulescu@ipe.ro)
www.ipe.ro



Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", Latvija.
Dagnija Lazdiņa (dagnija.lazdina@silava.lv)
www.silava.lv



National Marine Fisheries Research Institute (MIR-PIB), Poland
Marcin Rakowski (mrakowski@mir.gdynia.pl)
www.mir.gdynia.pl

Saturs

Attēli	6
Tabulas	6
Saīsinājumi:	7
1 Ievads	11
2 Reģionālās bioekonomikas pamati	13
2.1 Bioekonomika	13
2.2 Biomasa – bioekonomikas pamats	16
2.3 Biomasas pārveide.....	19
3 Biomasas izmantošanas iespējas reģionālajā bioekonomikā	22
3.1 Biomasas enerģijas izmantošana	22
3.1.1 Cietas biomasas izmantošana apkurei un dzesēšanai.....	22
3.1.2 Biomasa biogāzes ražošanai	26
3.1.3 Eļļas augu kultūras un cepamās eļļas izmantošana biodīzeļdegvielas ražošanai	28
3.1.4 Biomasa bioetanolā ražošanai	31
3.2 Biomasas izmantošana materiālos	33
3.2.1 Bioplastmasa.....	34
3.2.2 Biokompozītmateriāli	39
3.3 Bioloģisko atkritumu kompostēšana.....	41
3.4 Bioloģiskas izcelsmes iesaiņojums	42
3.5 Bioloģiskas izcelsmes izolācijas materiāli	44
3.6 Bioloģiskas izcelsmes tekstilizstrādājumi.....	47
3.7 Pārtikas un dzērienu rūpniecība.....	48
3.8 Vērtības pievienošana (valorizācija) ūdens ekosistēmas biomasai	51
4 Uzņēmējdarbības modeļi reģionālajai bioekonomikai	54
4.1 Vietējās biomasas, tehnisko un infrastruktūras resursu pieejamība un novērtēšana	55
4.2 Ieinteresēto pušu iesaistīšana.....	57
4.3 Klienti.....	58
4.4 Tehnoloģisko iespēju plānošana, ieviešana un izmantošana	59
4.5 Īpašumtiesību modeļi un līgumu jautājumi.....	62
4.5.1 Īpašumtiesību modelis.....	62
4.5.2 Līgumi ar biomasas piegādātājiem.....	64
4.6 Finansēšanas avoti	65
5 Bioekonomikas ietekme uz ilgtspējību	68
5.1 Ietekme uz vidi	68

5.2	Ietekme sabiedrībā	72
5.3	Ekonomiskā ietekme	74
Literatūras avoti.....		77

Attēli

Attēls 1: Bioekonomikas stratēģijas mērķi (European Commission 2018).....	11
Attēls 2: Četrkāršās spirāles (Quintuple Helix) pieeja (Abhold et al. 2019).....	16
Attēls 3: Biomasas ieguves avoti un to izmantojums ES (EU Science Hub 2019)	17
Attēls 4: Biomasas izmantošanas attīstība ES (EU Science Hub 2019).....	18
Attēls 5: Kaņepju un miskantes izmantošanas veidi un lietošana dažādos produktos (Bioökonomie BW 2019).....	19
Attēls 6: Bioloģiskās pārstrādes klasifikācijas elementi (BMELV 2012).....	20
Attēls 7: Dažādi cietās biomasas kurināmā veidi.....	22
Attēls 8: Dažādu veidu šķeldotāji	23
Attēls 9: Granulēšanas process (Coford 2007).....	25
Attēls 10: Biežāk izmantotie eļļas augi.....	30
Attēls 11: Eļļas augi, kurus varētu audzēt marginālās teritorijās	31
Attēls 12: Galvenie posmi bioetanolā ražošanā (Kobak and Balcerek 2018)	33
Attēls 13: Parastā plastmasa salīdzinājumā ar biodegvielu (European Bioplastics n.d.).....	34
Attēls 14: Bioplastmasas klasifikācija (European Bioplastics n.d.).....	35
Attēls 15: Izstrādājumi, kas ir izgatavoti no polisaharīdu izcelsmes bioplastmasas	36
Attēls 16: Izstrādājumi, kas ir izgatavoti no polisaharīdu izcelsmes bioplastmasas	38
Attēls 17: Dažādu izolācijas materiālu nozīme globālajā sasilšanā (Daemwool n.d.).....	46
Attēls 18: Apgrozījums bioekonomikā ES-28 valstīs no 2008. līdz 2016. gadam (nova Institute 2019).....	49
Attēls 19: Apgrozījums bioekonomikā ES-28 valstīs 2016. gadā (nova Institute 2019).....	49
Attēls 20: Dzīvo ūdens resursu ilgtspējīgas izmantošanas ieguvumi un galvenie produkti (Beyer at al. 2017)	52
Attēls 21: Plaukstošas uzņēmējdarbības shēma (Karlsson et al. 2018)	54

Tabulas

Tabula 1: Kompostēšanai svarīgu atkritumu izraksts no EUP	41
Tabula 2: Pārskats par izolācijas materiāliem, to siltumvadītspēju un īpatnējo siltumietilpību.	45
Tabula 3: Tehniskie, ekonomiskie un citi tehniskā aprīkojuma izvēles kritēriji (pēc Stein et al. 2017).....	56
Tabula 4: Bioloģiskas izcelsmes produkti un to potenciālie patērētāji.....	58
Tabula 5: PPP modeļi (Sunko et al. 2017, Practical Law n.d.).....	62
Tabula 6: Vairāku īpašnieku īpašumtiesību modelis enerģētikas projektā: galvenie aspekti (Asian Development Bank 2015)	63
Tabula 7: Pašu kapitāla avoti (pēc Sunko et al. 2017)	65

Tabula 8: Bioekonomikas ietekme uz vidi (Hasenheit et al. 2016)	68
Tabula 9: Dažādi marķējumi, sertifikācijas shēmas un standarti, kas var tikt ņemti vērā, iegādājoties bioloģiskas izcelsmes produktus vai pakalpojumus (pēc InnProBio n.d.)	71
Tabula 10: Bioekonomikas sociālā ietekme (Hasenheit et al. 2016)	73
Tabula 11: Bioekonomikas ekonomiskā ietekme (Hasenheit et al. 2016)	74

Saīsinājumi:

%	Procenti
€	Eiro
°C	Grādi pēc Celsija skalas
AP	Anaerobā pārstrāde
UM	Uzņēmējdarbības modelis
mljrd.	Miljards
c	Siltumietilpība
C/N	Oglekļa un slāpekļa attiecība
Ca	Kalcijs
CH ₄	Metāns
CHP	Koģenerācija
CO	Oglekļa monoksīds
CO ₂	Oglekļa dioksīds
COP	Efektivitātes koeficients
CS ₂	Oglekļa disulfīds
DIN	Deutsches Institut für Normung (Vācijas Standartizācijas institūts)
piem.	piemēram
EN	Eiropas standarts
utt.	un tā tālāk (<i>et cetera</i>)
EK	Eiropas Komisija
EWC	Eiropas Atkritumu klasifikācija
FAO	Apvienoto Nāciju Organizācijas Pārtikas un lauksaimniecības organizācija
FBC	Plaukstošas uzņēmējdarbības shēma
Fe	Dzelzs
FFA	Brīvās taukskābes
FSC	Mežu uzraudzības padome
FT	Fischer-Tropsch
IKP	Iekšzemes kopprodukts

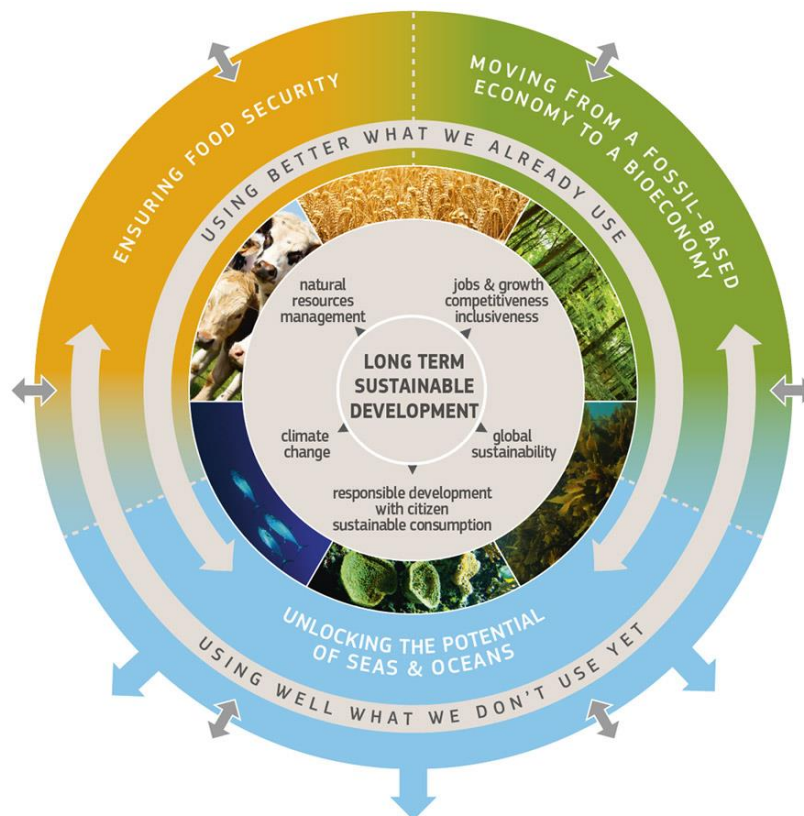
SEG	Siltumnīcefektu izraisošās gāzes
GMO	Ģenētiski modificēts organisms
NKI	Nacionālais kopienākums
VO	Valsts organizācija
GSP	Globālās sasilšanas potenciāls
H₂	Ūdeņradis
H₂S	Sērūdeņradis
ZS	Zirgspēks
t. i.	tas ir (<i>id est</i>)
SEA	Starptautiskā Enerģētikas aģentūra
ILUC	Netiešās zemes lietojuma maiņas
IAK	Iekšējās atdeves koeficients
ISCC	Oglekļa sertifikācijas starptautiskā sistēma
ISO	Starptautiskā Standartizācijas organizācija
J/kg × K	Džouli uz kilogramu reizināti ar Kelvina grādiem
KPC	Kopīgais pētniecības centrs
kg	Kilogrami
kg/h	Kilogrami stundā
kW	Kilovati
kWe	Elektriskā jauda
kWh/t	Kilovatstundas no tonnas
ACN	Aprites cikla novērtējums (dzīves cikla novērtējums)
ZIZIMM	Zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektors
m	Metri
m³	Kubikmetri
MBT	Mehāniski bioloģiskā apstrāde
Mg	Magnijs
mm	Milimetri
MPa	Megapaskāli
Mt	Miljoni tonnu
MW	Megavats
MWe	Elektriskās enerģijas megavati
n.d.	Datums nav norādīts
NVO	Nevalstiskā organizācija

OIP	Atvērto inovāciju platforma
PA	Poliamīdi
PBAT	Polibutilēna adipāta tereftalāts
PBS	Polibutilēna sukcināts
PBT	Polibutilēna tereftalāts
PE	Polietilēns
PEFC	Mežu sertificēšanas shēmu novērtēšanas programma
PET	Polietilēntereftalāts
pH	Skala, ko izmanto, lai parādītu, cik skābs vai bāzisks ir šķīdums ūdenī
PHA	Polihidroksialkanoāts
PHB	Polihidroksibutirāts
PLA	Polilaktīdskābe
PP	Polipropilēns
AAL	Publiskā un privātā sektora partnerība
PS	Polistirēns
PTT	Trimetilēna tereftalāts
PUR	Poliuretāns
PUR	Poliuretāns
PVC	Polivinilhlorīds
R&D	Pētniecība un attīstība
R&I	Pētniecība un inovācijas
RED II	Jaunā direktīva par atjaunojamajiem energoresursiem
RSB	Ilgspējīgo biomateriālu apaļais galds (RSB)
RSPO	Ilgspējīgas palmu eļļas apaļais galds (Roundtable on sustainable palm oil)
RTRS	Ilgspējīgas sojas apaļais galds (Roundtable on responsible soy)
SAM	Sociālās uzskaites matrica
IAM	Ilgspējīgas attīstības mērķi
S-LCA	Sociālā dzīves cikla novērtējums
MVU	Mazie un vidējie uzņēmumi
TPC-ET	Termoplastiskie kopoliesteru elastomēri
TPS	Termoplastiskā ciete
TRL	Tehnoloģiju gatavības līmenis
vs	Versus – pretēji, pretstatā
W/(m × K)	Vati dalīti ar metriem, kas reizināti ar Kelvina grādiem
WWF	Pasaules Dabas fonds

λ **Siltumvadītspēja**

1 Ievads

Bioekonomika nodarbojas ar vairākām mūsdienu aktuālajām problēmām, piemēram, dabas resursu izmantošanas ierobežojumiem, klimata pārmaiņām, pasaules iedzīvotāju skaita pieaugumu un bioloģiskās daudzveidības mazināšanos. Tās visaptverošais skatījums varētu palīdzēt rast sociāli pieņemamus risinājumus, kas apvieno ekonomisko izaugsmi un konkurētspēju ar globālo atbildību par pasaules iedzīvotāju apgādi ar pārtiku un mūsu vides un klimata aizsardzību, kā arī par dzīvnieku labturību. Tā iekļauj arī līdzsvarotu resursu pārvaldību un atkarības no neatjaunojamiem resursiem mazināšanu (Attēls 1). Ar rūpniecības izejvielu nomaiņu no fosilajiem uz atjaunojamajiem resursiem nepietiek. Ir nepieciešamas liela mēroga sociālas strukturālas izmaiņas, kas ekonomisko izaugsmi saista ar ekoloģisko un sociālo savietojamību (Bourguignon 2017, Hoff et al. 2018, Jalasjoki 2019, MECE 2019).



Attēls 1: Bioekonomikas stratēģijas mērķi (European Commission 2018)

Bioekonomika iekļauj politikas virzienus saistībā ar pētniecību, rūpniecību, enerģētiku, lauksaimniecību, mežsaimniecību un zivsaimniecību, kā arī klimata, vides un attīstības politiku (BMBF 2017). Bioloģiskie resursi ir plaši pieejami, tādēļ mūsdienu bioekonomika neaprobežojas tikai ar industrializētām valstīm. Tā aicina piedalīties visas valstis – ārpus mūsdienu labklājības un sistēmu robežām. Lauku un piekrastes teritorijas it īpaši varētu gūt labumu no bioekonomikas iespējām radīt ekonomisko izaugsmi un darba vietas. Jaunas uzņēmējdarbības un inovāciju iespējas var rasties lauksaimniecībā (paplašinot nozari ārpus pārtikas ražošanas līdz biomasas ražošanai un pārstrādei), jūras un kuģniecības sektorā (piezvejas un zivju pārstrādes atlikumu izmantošana “zilajā bioekonomikā”) un mežsaimniecībā (piemēram, izmantojot integrētu biopārstrādes rūpnīcu pieeju). Šādas nozarei specifiskas daudzfunkcionālas koncepcijas var tikt iestrādātas jaunos uzņēmējdarbības modeļos un lauku un piekrastes attīstības programmās. Līdz ar to paaugstinās dzīves kvalitāte un lauksaimniekiem, zvejniekiem un mežsaimniekiem tiek saglabāta taisnīga pievienotās vērtības daļa. Reģionu ekonomika kļūst arvien daudzveidīgāka un ekonomiskā stabilitāte palielinās. Bioekonomika

var paātrināt ilgtspējīgas un klimatam draudzīgas prakses ieviešanu lauku teritorijās (Bourguignon 2017, Hoff et al. 2018, Jalasjoki 2019, MECE 2019).

Kaut arī jau gadiem un gadu desmitiem ilgi biomasas tiek uzskatīta par atjaunojamu, tā ir ierobežots resurss, ja ņem vērā tādas ierobežojošas faktorus kā ūdens un zemes pieejamība. Īstenojot bioekonomikas stratēģijas, ir jāņem vērā arī papildu pieprasījums un konkurence attiecībā uz resursiem, kā arī pārtikas un preču cenu maiņas. Bioekonomikas koncepcijas mērķis ir risināt šīs problēmas, izstrādājot pasākumus, kas ir piemēroti gan piedāvājuma, gan pieprasījuma pusēm. Tādas pieejas kā biomasas izmantošana dažādos līmeņos, izmantojot biomasu vairāk nekā vienu reizi (piemēram, līmeņi no materiāla izmantošanas sākumā līdz enerģētiskai izmantošanai beigās), ja tas ir tehniski un ekonomiski īstenojams un iespējams, sniedz lielas iespējas resursefektīvā bioekonomikā.

Bioekonomika mudina sabiedrību pārveidot domāšanu no lineāras uz ilgtspējīgāku un uzmanīgāku, kā arī uz cirkulāro domāšanu. Tas nozīmē, piemēram, ka pievienotā vērtība vienādi ir jāpiešķir piegādes un ražošanas (vērtību) ķēdēs, jāievēro dabiskās robežas un jāmaina patēriņa paradumi. Tāpēc ir nepieciešams spēcīgs darbarīks, kas ļautu taisnīgi sadalīt izmaksas un ieguvumus. Šajā bioekonomikas attīstības posmā liela nozīme ir uzlabotai starptautiskajai sadarbībai (Bourguignon 2017, Hoff et al. 2018, Jalasjoki 2019, MECE 2019).

2 Reģionālās bioekonomikas pamati

2.1 Bioekonomika

Eiropas Komisijā bioekonomiku definē kā “atjaunojamo bioloģisko resursu ražošanu un šo resursu un atkritumu pārvēršanu produktos ar pievienoto vērtību, piemēram, pārtikā, dzīvnieku barībā, bioproduktos un bioenerģijā. Tās sektoriem un nozarēm ir liels jauninājumu potenciāls, jo tās izmanto plašu zinātnes nozaru spektru, iespējo un izmanto rūpnieciskas tehnoloģijas, kā arī vietējās un neformulētās zināšanas” (European Commission 2012). Šī definīcija ir iekļauta Eiropas Bioekonomikas stratēģijā.

Bioekonomikas apgrozījums 2019. gadā bija 2,3 triljoni eiro. Līdz ar to bioekonomika ir uzskatāma par ES ekonomikas nozīmīgu daļu (Biobased Industries Consortium 2019). Tā kā bioproduktu un procesu izejvielām var būt nepieciešams ievērojams biomasas daudzums, atjauninātajā ES Bioekonomikas stratēģijā tiek aicināts ņemt vērā drošas ekoloģiskās robežas, attīstot dalībvalstu bioekonomiku (European Commission 2018). Stratēģija noteic: “Ir ļoti svarīgi nodrošināt, lai bioloģiskie resursi tiktu izmantoti to ilgtspējības ietvaros, lai tie varētu atjaunoties un papildināties un lai ekosistēmas netiktu “izstumtas” aiz drošām robežām, piemēram, pārsniedzot konkrētu nodrošināšanas ekosistēmu pakalpojumu iespējas” (European Commission 2018). ES Bioekonomikas stratēģijas 3. pasākums pievērš uzmanību šīm drošajām ekoloģiskajām robežām un aicina “izprast bioekonomikas ekoloģiskās robežas”. Dalībvalstis tiek mudinātas (1) uzlabot zināšanas par bioekonomiku, lai uzturētu to drošās ekoloģiskās robežās; 2) palielināt novērošanas, mērīšanas, uzraudzības un ziņošanas iespējas; un (3) labāk integrēt ar bioloģisko daudzveidību bagātu ekosistēmu priekšrocības primārajā ražošanā (European Commission 2018).

Galvenā bioekonomikas koncepcijas priekšrocība ir iespēja atbalstīt lauku, piekrastes un attālo reģionu attīstību, pievienojot vērtību lauksaimniecības, mežsaimniecības, zivsaimniecības vai atkritumu nozares ražotajām precēm. Tas varētu mazināt lauku teritoriju pamešanu, radot darba vietas, un uzlabot teritoriālo kohēziju, izmantojot sociālos jauninājumus. Bioekonomikas ietvaros var identificēt, analizēt un novērtēt nepietiekami izmantoto vai pat neizmantoto potenciālu un resursus. Kopējais mērķis ir samērīgāka un taisnīgāka konkurētspējīga un ilgtspējīga bioekonomikas ieguvumu sadale starp (lauku) reģioniem, valstīm un visā Eiropā.

Viena no 14 Eiropas Bioekonomikas stratēģijā raksturotajām darbībām ir vietējo bioekonomiku izvietošana visā Eiropā, izmantojot šādus apakšpasākumus:

- “Stratēģiskas attīstības plāna izstrāde ilgtspējīgām pārtikas un lauksaimniecības sistēmām, mežsaimniecībai un bioloģiskajai ražošanai cirkulārā bioekonomikā”. To definē kā sistemātisku un pārnozaru pieeju, kas sasaista dalībniekus, teritorijas un vērtības ar ilgtermiņa redzējumu un galveno uzsvāru uz ilgtspējīgu iekšzemes (ES līmeņa) ražošanu. Šī darbība attiecas arī uz pārtikas atkritumiem un blakusproduktiem, jūru un okeānu ilgtspējīgu izmantošanu, bioloģiskiem jauninājumiem lauksaimniecībā un arī akvakultūrā.
- Piecu “izmēģinājuma pasākumu, lai atbalstītu vietējās bioekonomikas (lauku, piekrastes, pilsētas) attīstību īstenošana, izmantojot Eiropas Komisijas rīcībā esošos līdzekļus un programmas”. To mērķis ir uzlabot esošo ES instrumentu sinerģiju, lai atbalstītu vietējās aktivitātes, vienlaikus skaidri virzoties uz bioekonomiku. Daži no šiem izmēģinājuma projektiem ir saistīti ar tā saukto “zilo bioekonomiku” vai “iekļaujošo bioekonomiku lauku apvidos”.
- Lai atbalstītu valsts/reģionālo bioekonomikas stratēģiju attīstību, programmas “Apvārsnis 2020” Pētniecības un inovācijas pamatprogrammas ietvaros ir izveidots “ES bioekonomikas politikas atbalsta mehānisms un Eiropas dalībvalstu bioekonomikas forums”, iekļaujot attālus reģionus, kandidātvalstis un pievienošanās valstis.

- “Izglītības, mācību un prasmju bioekonomikā” veicināšana. Tas ir svarīgs priekšnoteikums, lai izmantotu topošo bioekonomikas pieeju un vērtību ķēžu sistēmisko un pārnozaru raksturu, kurām ir nepieciešama pielāgošanās un elastība atbilstoši dažādām bioekonomikas nozaru vajadzībām (European Commission 2018).

Bioekonomikas pamatprincips ir aprites ekonomikas izveidošana, kas ļauj optimāli un vairākkārtīgi izmantot izejvielas un materiālu plūsmu resursu efektivitātes un ilgtspējas izpratnē – arī starpnozaru līmenī. Lai izveidotu šādu bioekonomiku un attiecīgi bioekonomikas stratēģiju, saskaņā ar Mathijs et al. (2015), ir jāizmanto vairāki principi.

- **Pirmām kārtām pārtika** – uzlabot barojošas un veselīgas pārtikas pieejamību, piekļuvi un izmantošanu visiem globālā mērogā. Izmantojot pārtikas drošības pārbaudi, ir jāizvērtē atbilstīgās politikas, piemēram, saistībā ar lauksaimniecību, pārtiku, vidi, veselību, enerģētiku, tirdzniecību, ārvalstu ieguldījumiem. Tiešai un netiešai ietekmes novērtēšanai ir jāķļūst par vispārpieņemtu darbību.
- **Ilgospējīga raža** – lietotājiem ir jāapsver biomasas ražošanas atjaunojamība un jāpiemēro ekonomiskie noteikumi, kas reglamentē to izmantošanu, piemēram, ilgtspējīga pieeja ražai, kas noteic, ka novāktās produkcijas daudzums nedrīkst būt lielāks kā ataudze. Tas ir jāvērtē visaptveroši, ņemot vērā visu biomasu, tostarp augsnē esošo. Svarīgs rādītājs šeit ir organisko vielu daudzums augsnē.
- **Dažādliemeņu pieeja** – lai nepieļautu biomasas neilgtspējīgu izmantošanu, dažādliemeņu pieeja paredz, ka biomasu pēc iespējas vairāk reižu izmanto kā materiālu un tikai beigās enerģijas iegūšanai. Biomasas pakāpeniska izmantošana palielina resursu efektivitāti, ilgtspējīgu izmantošanu un no biomasas iegūtās pievienotās vērtības radīšanu, un tā ir daļa aprites ekonomikas. Augstākas resursu efektivitātes radīšana palielina arī izejvielu piegādes vispārējo pieejamību, jo biomasu var izmantot vairākas reizes. Kaut arī dažādliemeņu pieeja teorētiski ir pievilcīga, tās praktiskajā izmantošanā ir divas problēmas: (1) kā veikt secīgu biomasas izmantošanu; (2) kā ieviest noteikumus, ja tie ir pretrunā pašreizējai uzņēmējdarbības videi.
- **Aprites princips** – dažādliemeņu pieeja nerisina atkritumu mazināšanas jautājumu. Atkritumi rodas tad, ja atkārtotas izmantošanas un pārstrādes izmaksas ir augstākas nekā radītā vērtība. Aprites ekonomikas koncepcija pamatojas uz trim principiem: 1) atkritumi neeksistē, jo produkti ir paredzēti izjaukšanai un atkārtotai izmantošanai; (2) palīgmateriāli būtu jāatdod biosfērai; pakāpeniska (dažādliemeņu) to izmantošana nedrīkst nodarīt tai kaitējumu, tai ir jāveicina biosfēras atjaunošanās; ir jāpalielina ilglietojuma materiālu atkārtota izmantošana un pārveidošana; un 3) kā degviela šajā procesā būtu jāizmanto atjaunojamā enerģija.
- **Daudzveidība** – ražošanas sistēmām ir jābūt daudzveidīgām, izmantojot apstākļiem piemērotus paņēmienus dažādos līmeņos un nodrošinot daudzveidīgu iznākumu. Tā kā daudzveidība ir galvenā ilgnoturības atslēga, ir jāizstrādā jauninājumi, lai to veicinātu, nevis ierobežotu.

Šo principu īstenošana ir izaicinājums. Dabas resursu pieejamība turpmākajos gados kļūs par nozīmīgu mūsu sabiedrības izaicinājumu. It īpaši tas attiecas uz apgādi ar pārtiku. Pieaugošais iedzīvotāju skaits visā pasaulē liek izaicināt esošās sistēmas – lai uzturētu cilvēkus un lai nozares varētu saražot pēc iespējas vairāk un ar augstāku ilgtspējību. Dabas resursu saprātīga pārvaldība un globālā sadarbība var palīdzēt rast ilgtspējīgus risinājumus, lai gan ir jāņem vērā, ka daļēja optimizācija nerada ilgtspējīgus risinājumus, jo īpaši ilgtermiņā (European Commission n.d.). Turklāt bioekonomika varētu izraisīt konkurenci attiecībā uz lauksaimniecības zemēm un ūdens resursiem, ja izejvielas nerodas no atkritumiem vai atliekvielām. Šāda konkurences situācija bieži tiek saukta par “pārtika pret degvielu” un tā varētu negatīvi ietekmēt pārtikas ražošanu, drošību un cenas (sk. 5. sadaļu). Tāpat arī varētu rasties konkurence starp bioloģiskas cilmes produktiem, piemēram, bioenerģiju, un materiāliem,

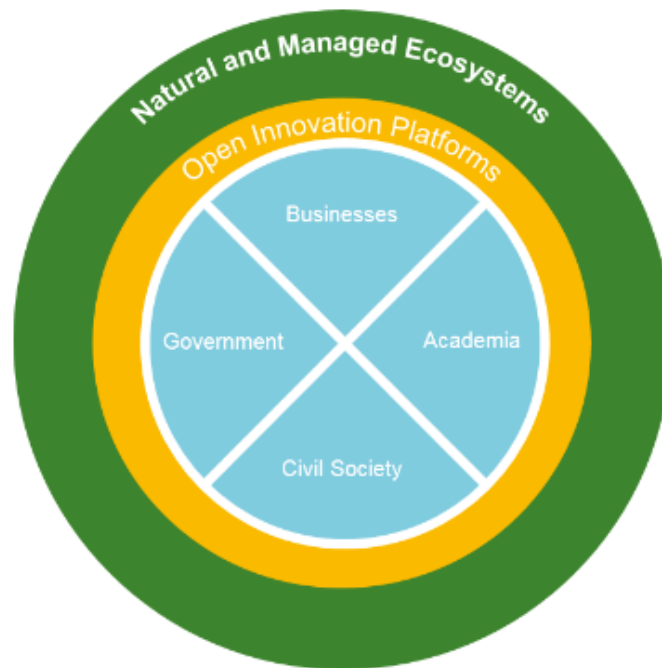
kuru pamatā ir bioloģiskas cilmes produkti, piemēram, ierobežotu resursu un atšķirīgu atbalsta shēmu dēļ. Tādējādi pāreja uz bioekonomiku var palielināt pieprasījumu pēc zemes, ūdens un citiem dabas resursiem, kā arī radīt nepieciešamību pēc politiskām, ekonomiskām un sociālām pārmaiņām (piemēram, integrācija) (Bourguignon 2017, Hoff et al. 2018).

Bioekonomika var radīt arī negatīvu ietekmi uz vidi, piemēram, resursu pasliktināšanos vai mežu un citu ekosistēmu bojājumus (netiešas un tiešas zemes lietojuma veida maiņas) un to bioloģiskās daudzveidības, funkciju un pakalpojumu (piemēram, oglekļa uzkrāšanās mežos) pasliktināšanos (Bourguignon 2017, Hoff et al. 2018, MECE 2019) (sk. 5. sadaļu).

Lai risinātu šīs problēmas, ir nepieciešamas dažādas pieejas un pasākumi. Tie iekļauj gan tehniskus, gan sociālus jauninājumus. Pēdējiem no tiem ir nepieciešami informatīvi dialogi ar nolūku izveidot zināšanu bāzi, kas būtu izmantojama, lai tiktu galā ar jaunajām problēmām. Eiropas Komisija veicina novatorisku tehnoloģiju, ceļvežu un stratēģiju attīstību un zināšanu apmaiņu, lai Eiropā izveidotu bioekonomiku.

Reģionālā līmenī bioekonomikas ieviešana notiek galvenokārt ar atsevišķu projektu un iniciatīvu starpniecību, kuras atbalsta ieinteresētās puses, tostarp reģionālās un vietējās valsts iestādes, privātie uzņēmumi, universitātes, pētniecības centri un/vai tehnoloģiju un jauninājumu pakalpojumu sniedzēji. Šīs ieinteresētās puses bieži paļaujas uz Eiropas un/vai valsts līdzfinansējumu, bet dažreiz pamatojas uz vietējiem un reģionālajiem resursiem. Nozīmīgākais ar bioekonomiku saistīto R&I projektu finansēšanas avots ES līmenī ir Eiropas pētniecības un tehnoloģiju attīstības pamatprogrammas.

BE-Rural projekts, ko finansē programma "Apvārsnis 2020" ("Horizon 2000"), ir izstrādāts ar mērķi atbalstīt reģionālo bioekonomikas stratēģiju un ceļvežu attīstību, kas veicina lauksaimniecības, meža un jūras ekosistēmu ilgtspējīgu izmantošanu. BE-Rural koncepcija pamatojas uz četrkāršās spirāles (Quintuple Helix) pieeju, kas vides kontekstā apvieno zināšanas un jauninājumus, ko ir radījušas galvenās ieinteresētās puses no politikas, biznesa, akadēmiskajām aprindām un no pilsoniskās sabiedrības (Attēls 2) (Abhold et al. 2019).



Attēls 2: Četrkāršās spirāles (Quintuple Helix) pieeja (Abhold et al. 2019)

Šī pieeja apvieno agrākās trīskāršās un četrkāršās spirāles pieejas. Agrākās pieejas galveno uzmanību pievērta zināšanu radīšanai, ražošanai, piemērošanai, izplatīšanai un izmantošanai, kas rodas mijiedarbībā starp akadēmiskajām aprindām, rūpniecību un valdību. Četrkāršās spirāles pieeja virzās tālāk un trīskāršo spirāli ievieto sabiedrības (t. i., “uz plašsaziņas līdzekļiem un kultūru balstītās sabiedrības”) kontekstā, lai zināšanu radīšanā, piemērošanā, izplatīšanā un izmantošanā tiktu ņemta vērā arī sociālā atzīšana un pārņemšana. Pamatojoties uz šīm norisēm, četrkāršās spirāles pieeja šajos zināšanu radīšanas un jauninājumu procesos iestrādā apsvērumus par dabisko vidi. Citiem vārdiem sakot, vide darbojas kā “virzītājspēks jaunu zināšanu un jauninājumu radīšanai, atbildot uz vides izaicinājumiem” (Abhold et al. 2019).

2.2 Biomasa – bioekonomikas pamats

Biomasa ir definēta kā “bioloģiskas izcelsmes produktu, atkritumu un atliekvielu bioloģiski noārdāmās frakcijas, kas ir radušās lauksaimniecībā (tostarp augu un dzīvnieku izcelsmes vielas), mežsaimniecībā un saistītajās nozarēs, tostarp zivsaimniecībā un akvakultūrā, kā arī rūpniecisko un sadzīves atkritumu bioloģiski noārdāmā frakcija” (European Commission 2009).

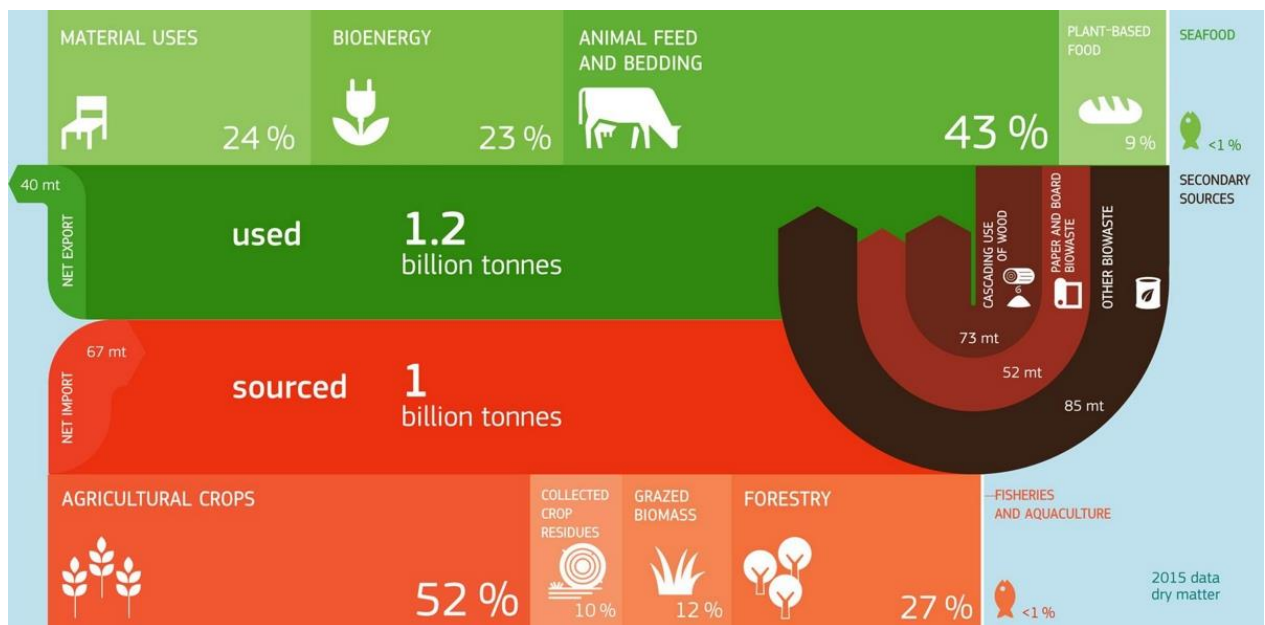
Bioekonomikas attīstība pamatā ir atkarīga no biomasas kā galvenās izejvielas pieejamības. Šeit ir divi aspekti. Pirmkārt, lieli biomasas apjomi pašlaik netiek pietiekami izmantoti un vairākas atkritumu plūsmas joprojām tiek izmantotas neefektīvi vai netiek izmantotas vispār. Tātad no pašreizējām biomasas plūsmām var iegūt vairāk materiālu un enerģijas. Otrkārt, biomasas potenciālu var palielināt, paaugstinot ražas līdz konkrētajos apstākļos maksimāli iespējamajām, paplašinot ražīgumu un izmantojot marginālu zemi, kā arī ieviešot jaunas un uzlabotas ieguves un pārstrādes tehnoloģijas. Jaunu novatorisku tehnoloģiju izstrāde dzīvo materiālu izmantošanai un pārveidošanai ir pavērusi ceļu daudzām izmantošanas jomām (Mathijs et al. 2015).

Lauksaimniecības un mežsaimniecības nozarē atjaunojamās izejvielas tiek savāktas, lai ražotu materiālus un enerģiju siltuma, elektrības vai kurināmā veidā. Pamatnosacījums ir, lai šie produkti

nekonkurētu ar pārtikas un lopbarības ražošanu. Atjaunojamajām izejvielām ir vairākas priekšrocības salīdzinājumā ar fosilajiem resursiem. Ja tās izmanto enerģijas ražošanai, tās izdala mazāk siltumnīcefekta gāzu nekā fosilais kurināmais. Ja tās izmanto bioloģisko materiālu ražošanai, tajās esošais oglekļa dioksīds tiek noglabāts jaunajā izstrādājumā. Tas padara atjaunojamās izejvielas par klimata pārmaiņu mazināšanas līdzekli. To izmantošana bieži tiek saistīta ar ieguvumiem videi, piemēram, jutīgas vides teritorijās. Izstrādājumi, kas ir izgatavoti no atjaunojamām izejvielām, parasti ir mazāk toksiski (ekotoksiski) un to ražošanai parasti ir zemāka energoietilpība (FNR n.d.). Turklāt, pretēji sabiedrības uzskatiem, atjaunojamo izejvielu audzēšana rada ne tikai riskus, bet arī iespējas paplašināt lauksaimniecībā izmantoto sugu klāstu. Enerģētisko un izejvielu augu klāsts ir plašs – daudz lielāks nekā tas pārtikas un lopbarības augu spektrs, kurus galvenokārt audzē mūsdienās. Ja atjaunojamās izejvielas ražo vietējā lauksaimniecībā un mežsaimniecībā un tālāk pārstrādā un patērē tajā pašā reģionā, saistītā vērtības radīšana notiek reģionā un rada jaunas darba vietas. Šādi vietējiem iedzīvotājiem tiek piedāvātas lielas iespējas un jaunas perspektīvas. Īpaši svarīgi tas ir strukturāli vājos lauku rajonos, kur ir jācīnās pret iedzīvotāju aizceļošanu no laukiem (FNR n.d.).

Atjaunojamās izejvielas tiek izmantotas ļoti dažādās rūpniecības nozarēs un privātajā sektorā. Līdztekus uzglabājamajai bioenerģijai, ko var pārveidot par elektrību, siltumu un degvielu ar dažādu tehnoloģisku procesu palīdzību, no atjaunojamajām izejvielām var ražot plašu produktu klāstu – no būvmateriāliem līdz papīram un kartonam, no smērvielām, ķīmiskās rūpniecības starpproduktiem un galaproduktiem līdz ārstniecības līdzekļiem, kosmētikai, krāsvielām, tekstilizstrādājumiem un šo sarakstu varētu turpināt (FNR n.d.).

Saskaņā ar JRC (2019) aprēķiniem 2015. gadā ES tika izmantoti 1,2 miljardi tonnu biomasas. Biomasu (vienu miljardu tonnu) galvenokārt iegūst no primārajiem avotiem, piemēram, lauksaimniecības kultūrām (51,5%) un to atlikumiem (9,9%), noganītās biomasas (11,7%), mežsaimniecības (26,6%), kā arī zivsaimniecības un akvakultūras (0,3%) (Attēls 3).

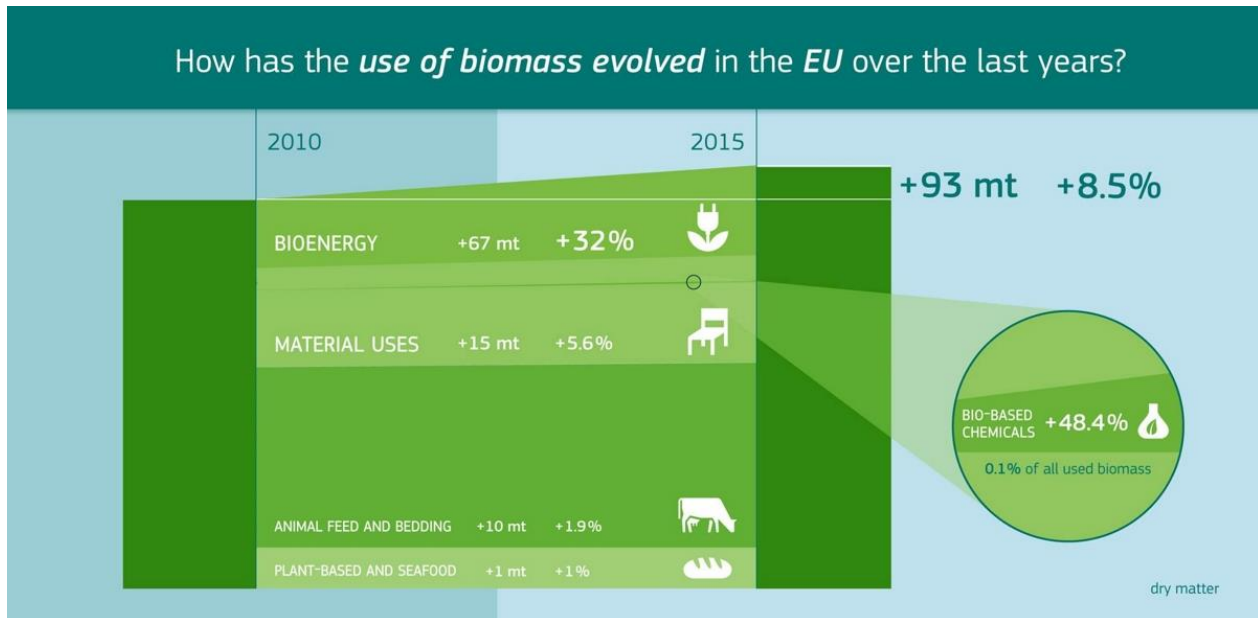


Attēls 3: Biomasas ieguves avoti un to izmantojums ES (EU Science Hub 2019)

Atlikušie 0,2 miljardi tonnu tiek iegūti no sekundāriem avotiem, piemēram, pārstrādāta papīra, koksnes pārstrādes blakusproduktiem un koksnes un citu bioloģisko atkritumu reģenerācijas primārajā un sekundārajā sektorā un pašvaldībās (EU Science Hub 2019). Aizvien vairāk biomasas reģenerē no atkritumiem. No 2010. līdz 2015. gadam tālāk nepārstrādāto bioloģisko atkritumu daudzums tika samazināts (izmantojot otrreizējo pārstrādi vai enerģijas ieguvu) par 45%. Biomasu izmanto dažādām

vajadzībām dažādās jomās, sākot no dzīvnieku barības un pakaišiem (43,3%), augu izcelsmes pārtikas (9,3%) un jūras veltēm (0,3%), līdz enerģijai (23,3%, iekļaujot siltumu, enerģiju un biodegvielu), dažādi izmantojamiem materiāliem (23,8%), piemēram, koka izstrādājumiem un mēbelēm, tekstilizstrādājumiem un dažādu veidu novatoriskām bioloģiskām ķīmiskām vielām (EU Science Hub 2019, Sillanpää un Ncibi 2017).

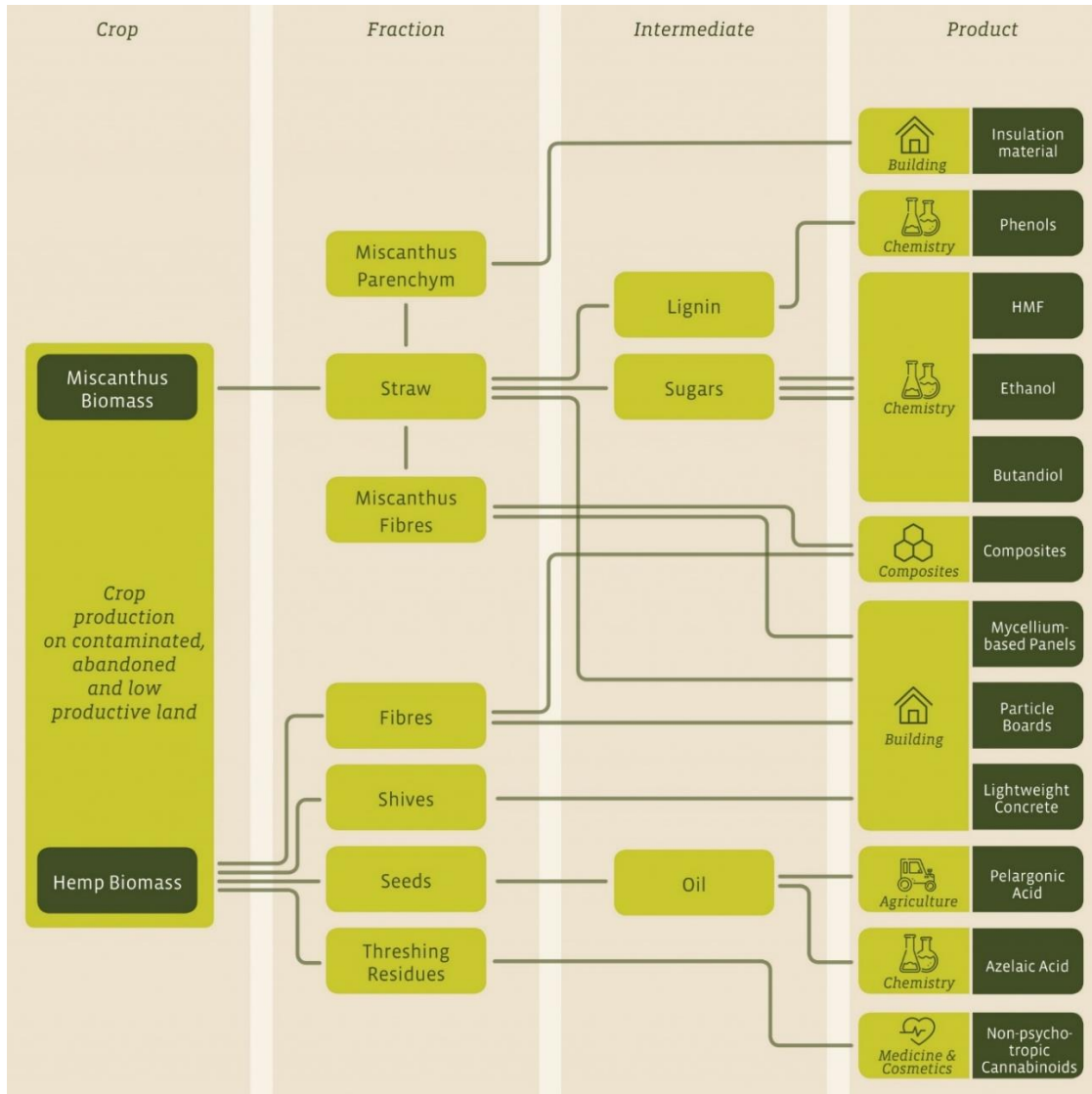
No 2010. līdz 2015. gadam kopējais biomasas patēriņš ES ir palielinājies par aptuveni 8,5% (Attēls 3).



Attēls 4: Biomasas izmantošanas attīstība ES (EU Science Hub 2019)

Lauvas tiesu šī pieauguma veido palielinātais pieprasījums pēc bioenerģijas (+67 Mt). Tam seko palielināts pieprasījums pēc bioloģiskajiem materiāliem (+15 Mt) un dzīvnieku barības un pakaišiem (+10 Mt). Salīdzinot ar iepriekšējo periodu, šajā periodā biomasas izmantošana enerģijas ražošanā ir palielinājusies par aptuveni 32%. Tajā pašā laikā biomasas izmantošana materiālu ražošanā ir palielinājusies par 5,6%. Vislielākais relatīvais pieaugums ir vērojams bioloģiskas izcelsmes ķīmisko vielu sektorā (+48,4%) (EU Science Hub 2019).

Biomasas izejvielas var klasificēt vairākos veidos ar atšķirīgu detalizācijas pakāpi. Raugoties no bioenerģijas viedokļa, atsevišķi var nodalīt vissvarīgākās biomasas izejvielas, kas tiek iegūtas īpašās kultūrās, piemēram, cukurs, cietes kultūras, eļļa un lignocelulozes kultūras, aļģes un ūdens biomasas un atkritumi un atliekvielas, piemēram, naftas produkti, lignocelulozes un organiskās atliekvielas, atkritumi, izplūdes gāzes (ETIP n.d.). Bioloģiskas izcelsmes produkti parasti tiek ražoti no līdzīgām izejvielām. Visizplatītākie bioproduktos izmantotās biomasas veidi ir cukurs, ciete, olbaltumvielas, dabiskās eļļas, koks un dabiskās šķiedras. Tomēr bioloģiskos materiālus var ražot no īpašām nišas izejvielām, kas ir pietiekamas un piemērotas nelielu daudzumu ražošanai ar zemu TRL (tehnoloģiskās gatavības līmeni) (InnProBio 2020). Turklāt, kā redzams Attēls 5. attēlā, no vienas specifiskas izejvielas ir iespējams ražot vairākus starpproduktus un bioloģiskos produktus.



Attēls 5: Kaņepju un miskantes izmantošanas veidi un lietošana dažādos produktos (Bioökonomie BW 2019)

2.3 Biomasas pārveide

Biorafinēšanā var tikt izmantotas dažādas pārveidošanas koncepcijas un to sistematizēšanā tiek izmantotas dažādas pieejas. IEA (International Energy Agency) 42. uzdevuma ietvaros ¹pirmo reizi tika izstrādāta bioloģiskās pārstrādes klasifikācijas sistēma. Šī klasifikācijas sistēma koncentrējas uz starpproduktu kā bioloģiskās pārstrādes platformu un tādējādi ir vērsta uz ķīmiskās rūpniecības vērtību ķēdi (Attēls 6). Sistematizēšana pamatojas uz četriem struktūras elementiem: izejvielām, platformas, produktiem un procesiem. Sistēmas pamatelements ir starpprodukts(-i), kas rodas primārajā pārstrādē un darbojas kā platforma sekundārajā bioloģiskajā pārstrādē. Pēc tam šai platformai tiek pievienoti izejmateriāli un produkti un procesi ir to savienošais elements. Konversijas procesi tiks izskaidroti un sīkāk raksturoti vēlāk. Turpmāk ievietotie izejvielu, produktu un procesu strukturālo elementu apraksti

¹ Starptautiskās Enerģētikas aģentūras (IEA) 42. uzdevums piedāvā starptautisku platformu sadarbībai un informācijas apmaiņai starp nozari, MVU, VO, NVO un universitātēm attiecībā uz bioloģiskās pārstrādes pētījumiem, attīstību, demonstrēšanu un politikas analīzi.

nav bioloģiskās pārstrādes īpaši elementi, taču izmantojami citiem biomasas pārveidošanas ceļiem (BMELV 2012).

Raw material	Agricultural biomass → Oil crops → Starch crops → Sugar crops → Grasses → Wood → Woody biomass	Aquatic biomass → Algae	Biogenic residual- & waste materials → Agricultural and forestry residues (e.g. straw, manure, wood residues, fruit peel, slurry) → Biogenic residual materials from processing (e.g. whey, pulp, stillage, spent grains) → Biogenic waste materials (e.g. yellow grease, waste wood)
Platform	→ Low molecular weight carbohydrates (e.g. lactose, sucrose) → Polymeric carbohydrates (e.g. starch, inulin, pectin) → Lignocellulose components (lignin/cellulose/ hemicellulose) → Proteins → Plant fibres → Vegetable oils, lipids → Pyrolysis oil → Press juice → Biogas → Syngas		
Products	Materials → Chemicals → Materials → Feedstuff* → Foodstuff*	Bioenergy → Solid, liquid, gaseous sources of bioenergy → Electricity → Heat	
Processes	→ Physical, including mechanical processes → Thermochemical processes → Chemical processes → Biotechnological processes		

* as a co-product

Attēls 6: Bioloģiskās pārstrādes klasifikācijas elementi (BMELV 2012)

Bioloģiskajai pārstrādei ir nepieciešams plašs tehnoloģiju un procesu klāsts. Nav tādu īpašu procesu, kas izņēmuma kārtā tiktu izmantoti tikai bioloģiskās pārstrādes ražotnēs. Galvenā uzmanība tiek pievērsta plaši zināmo ražošanas paņēmieni novatoriskai pielāgošanai biomasas atšķirīgajām īpašībām. Tomēr ir nepieciešama jaunu un specifisku procesu un metožu izstrāde, kā arī pārdomāti tehniskie risinājumi biomasas ieguvei, uzturēšanai un pārveidei. Var nodalīt četras galvenās grupas, kuras – nepretendējot uz pilnīgumu – var iedalīt turpmāk minētajos procesos.

▪ Fizikālie, tostarp mehāniskie procesi

- Pamatdarbības materiāla īpašību mainīšanai (piemēram, frēzēšana, žāvēšana, karsēšana, dzesēšana, sablīvēšana)
- Attīrīšanas un atdalīšanas procesi (piemēram, filtrēšana, destilācija, ekstrakcija, kristalizācija, adsorbēcija, sijāšana)
- Ekstrakcijas procesi

- Šķīšanas un veidošanas procesi
- **Termoķīmiskie procesi**
 - Sadegšana (biomasas sadedzināšana skābekļa klātbūtnē)
 - Gazifikācija (termoķīmisks process, kurā biomasa tiek pārveidota par degošu gāzi, kas ir pazīstama kā sintēzes gāze)
 - Pirolīze (vielas termiska sadalīšana bezskābekļa apstākļos)
 - Termolīze (karstuma izraisīta ķīmiska sadalīšanās)
 - Hidrotermiskie procesi
- **Ķīmiskie procesi**
 - Materiālu pārveidošanas pamatdarbības (piemēram, oksidēšana, hidrogenēšana, esterifikācija, ēterizācija, izomerizācija, hidrolīze, polimerizācija)
 - Ķīmiski katalizētas pārveides
- **Biotehnoloģiskie procesi**
 - Fermentatīvi katalizētas pārveides
 - Fermentācijas un sadalīšanās procesi (piemēram, anaerobā sadalīšanās) (Agrela et al. 2019, BBJ Group 2018, BMEVL 2012).

Šos procesus var vadīt arī kā integrētus procesus, piemēram, kombinējot atdalīšanas un reakcijas tehnoloģijas vai kā ķīmisko un biotehnoloģisko procesu kombināciju. Procesā ir jāreķinās ne tikai ar dažādām vielām un galaproduktiem. Visiem procesiem ir nepieciešamas papildu piedevas/barotnes un enerģija, kas ir jāņem vērā, plānojot procesus un bioloģiskās pārstrādes galaproduktus. Izmantojot biomasu, ir jāņem vērā arī citi faktori (piemēram, barības vielu cikli un biomasas konkurējošie lietojumi starp pārtikas un nepārtikas produktiem, kā arī enerģijas un materiālu izmantošana nepārtikas vajadzībām). Lai novērtētu pārveides procesu, tehnoloģisko attīstību un izmantošanas ceļu, ir jāīsteno un jāanalizē bioloģiskās pārstrādes materiālu un enerģijas bilance (BMELV 2012, Gerssen-Gondelach et al. 2014).

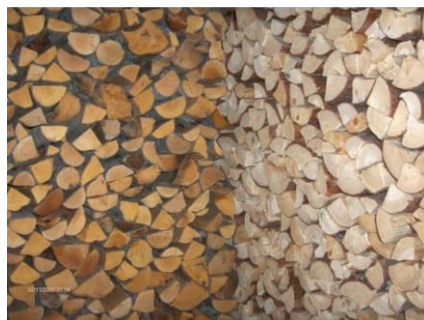
3 Biomases izmantošanas iespējas reģionālajā bioekonomikā

Bioekonomikas attīstībai ir nepieciešami procesa jauninājumi, kas ļauj efektīvi izmantot izejvielas un atliekvielas. Procesa jauninājumi bioekonomikā iekļauj procesus un tehnoloģijas, kurās par izejvielu izmanto biogēnas izejvielas un atliekvielas, kā arī bioloģiskus procesus, kuros izmanto dzīvo organismu, piemēram, mikroorganismu, baktēriju vai aļģu, vielmaiņas darbību. Abos gadījumos mērķim ir jābūt videi draudzīgu, elastīgu un ekonomiski īstenojamu procesu attīstīšanai, kurus var ātri palielināt līdz rūpnieciskiem apjomiem (Bioeconomy BW n.d.).

3.1 Biomases enerģijas izmantošana

3.1.1 Cietas biomasas izmantošana apkurei un dzesēšanai

Cietās biomasas kurināmais ir kopējais apzīmējums visiem cietajiem organiskajiem komponentiem, kas ir izmantojami kā degviela. BE-RURAL kontekstā cietā biomasā visbiežāk attiecas uz malku, šķeldu, granulām un briketēm, kas ir iegūtas mežsaimniecībā un lauksaimniecībā (Attēls 7).



Malka © VTT



Koksnes šķelda © HFA



Granulas © GEMCO ENERGY



Briketes © HFA

Attēls 7: Dažādi cietās biomasas kurināmā veidi

Ar **malku** parasti apzīmē koksni, kas ir sazāģēta un saskaldīta, lai to tieši izmantotu malkas krāsnīs vai apkures katlos, un ko piegādā no lauksaimniecības vai mežsaimniecības uzņēmumiem. Eiropā cietkoksnei kā kurināmajam ir lielāka nozīme nekā skujkoku kurināmajam. Koku sugas, kas Eiropas lielākajā daļā visbiežāk tiek izmantotas malkai, ir dižskābardis, kļava, ozols, osis un bērzs. Kurināšanai biežāk izmantotās skujkoku sugas ir egle, baltegle un lapegle. Malkas gabali parasti ir 0,25, 0,33 un 0,50 m gari. Malku parasti pērk sakrautu kubikmetros un tādu krāvumu parasti veido 70% koksnes un

30% gaisa. Lai nodrošinātu augstu sadegšanas kvalitāti, mitruma saturam ir jābūt mazākam nekā 15–20%. Parasti svaigi iegūtas koksnes mitruma saturs ir aptuveni 50%. Lai sasniegtu vēlamo mitrumu, ir nepieciešama atbilstoša uzglabāšana. Atkarībā no koka sugas un uzglabāšanas vietas žāvēšanas laiks ir no sešiem mēnešiem līdz diviem gadiem. Koksni lieliski var uzglabāt ārpus telpām, vietā, kas ir vējaina un saulaina, bet aplājot, lai pasargātu no lietus (ETIP n.d. a).

Koksnes šķelda ir koksnes biomasa, kas ir sasmalcināta, lai to vēlāk sadedzinātu. Šķeldas kvalitāte ir atkarīga no izmantotās izejvielas un no šķeldotāja. Koksnes šķeldu pēc tās izejvielas var iedalīt šādās grupās:

- meža šķelda (ražota no zāģbaļķiem, veseliem kokiem, mežizstrādes atlikumiem vai celmiem);
- koksnes atlikumu šķelda (ražota no neapstrādātiem kokapstrādes atlikumiem, pārstrādātas koksnes, atgriezumiem);
- zāģskaidu šķelda (ražota no kokzāģētavu atlikumiem);
- Īscirtmeta enerģētiskās koksnes šķelda (ražota no Īscirtmeta atvasāju kultūrām).

Šķeldošanas process nodrošina, ka koka skaidas ir samērā vienveidīgs kurināmais, kas var plūst un var automātiski tikt ievadīts katlā. Šķeldas vidējais izmērs ir no 16 līdz 45 milimetriem. Šķeldotāji ir ne tikai mazas, ar elektrību darbināmas dārza ierīces; lielāki šķeldotāji var tikt pievienoti lauksaimniecības vai mežsaimniecības nozares traktoriem. Tie var būt arī iebūvēti agregāti traktoros, mežizstrādes pašgājējmašīnās un pašgājējās šķeldošanas vienībās. Eiropā ir pieejamas triju veidu koksnes šķeldotāju konstrukcijas: disku tipa kapājamā mašīna, cilindra šķeldotājs un skrūves tipa šķeldotājs.

Disku tipa kapājamajai mašīnai ir raksturīgs spararats, kas ir izgatavots no tērauda, un smalcināšanas asmeņi ar rievotiem diskiem (Attēls 8). Asmeņi griež koksni, kas tiek padots pa tekni. Naži, kas atrodas smalcinātājā, griež koksni pretējā virzienā. Šī konstrukcija nav tik energoefektīva kā pārējās, taču tā nodrošina šķeldas vienveidīgu formu un izmēru.

Cilindra tipa šķeldotājam ir rotējošs cilindrs, kas ir piestiprināts dzinējam ar tērauda asmeņiem, kuri ir piestiprināti horizontālā virzienā (Attēls 8). Koksni ar gravitācijas un trumuļa pagriezienu palīdzību ievieļ ejā, kur to sadala tērauda asmeņi. Cilindra tipa šķeldotājs ir skaļš un rada lielas skaidas dažādos izmēros, taču tas ir energoefektīvāks nekā disku tipa šķeldotājs.

Skrūves tipa šķeldotājs satur konisku skrūves formas asmeni (Attēls 8). Lāpstiņa rotē paralēli atvērūmam un koksne tiek ievilkta smalcinātājā ar spirālveida kustību. Skrūves tipa šķeldotājs ir populārs lietošanai apdzīvotās vietās, jo tas ir kluss, ērti lietojams un drošāks nekā diska un cilindra tips (Greengain 2015).



Spararats ar disku tipa smalcinātāja nazi ©greengain



Cilindra tipa smalcinātājs ar hidraulisko piespiedu padevi © greengain



Skats skrūves tipa smalcinātāja smalcināšanas ierīcē © greengain

Attēls 8: Dažādu veidu šķeldotāji

Lai kontrolētu un pārbaudītu šķeldas kvalitāti, Eiropas standarts DIN EN ISO 17225-4: 2014-09 noteic: "Cietā biodegviela – Degvielas specifikācija un klases – 4. sadaļa: Šķīrotai koka šķeldai definē četras dažādas šķeldas kvalitātes klases (A1, A2, B1, B2) un trīs dažādas daļiņu izmēra frakcijas (P16S, P31S, P45S). Kvalitātes klases A1 un A2 ir paredzētas izmantošanai privātās mājsaimniecībās (maza mēroga), bet B1 un B2 klases parasti izmanto rūpniecībā (liela mēroga). Sadedzināšanas iekārtām, kuru jauda ir lielāka nekā 1 MW, ir izstrādāti īpaši kvalitātes standarti. Daļiņu izmēru frakcijas norāda maksimālo smalko porciju, pieļaujamo rupjo porciju, maksimālo daļiņu garumu un daļiņu maksimālo šķēsgriezuma laukumu. Šī standarta izmantošana ir brīvprātīga un nav obligāta (ETIP n.d. b).

"Erpék Ind" pārvietojamā koka šķeldošanas iekārta²

"Erpék Ind" piedāvā pārvietojamu koksnes šķeldošanas iekārtu, ar kuru var šķeldot koksni, kas ir mežsaimniecības, mežrūpniecības, lauksaimniecības un pašvaldību komunālās saimniecības ražošanas atliekas. Koksnes šķeldotājs ir pievienots piekabes šasijai, tāpēc tas ir ļoti fleksibls un piemērots dažādām virsmām. Tā kā šķeldotāju darbina integrēts 60 ZS dīzeļdzinējs, tas var strādāt autonomi bez ārējas enerģijas pievadīšanas. Koksnes padeve smalcinātājā tiek veikta manuāli un iekārta galvenokārt ir paredzēta zariem no augļu dārziem un parkiem, mežizstrādes atliekām, ziemassvētku eglītēm utt. Vienā stundā tas var saražot līdz 15 m³ šķeldu. Izejvielu daudzums var tikt samazināts līdz 25%, tādējādi koksnes materiālu pārvadāšana un loģistika kļūst vienkāršāka un lētāka. Ierīces veiktspēja ir ļoti atkarīga no koksnes kvalitātes, lieluma un veida, kā arī no šķeldošanas procesā iesaistītā darbaspēka (Colmorgen un Khawaja 2019).



Pārvietojama koksnes šķeldošanas iekārta © IPE

Granulas ar piedevām vai bez tām ir saspīests izejvielu materiāls, parasti cilindrisks ar nelīdzeniem galiem, parasti ar garumu no 5 līdz 40 mm un diametru ne vairāk kā 25 mm. Koka granulu mitruma saturs parasti ir mazāks nekā 10% un to pelnu saturs ir līdz 3%. Granulas parasti tiek ražotas ar granulu dzirnavām.

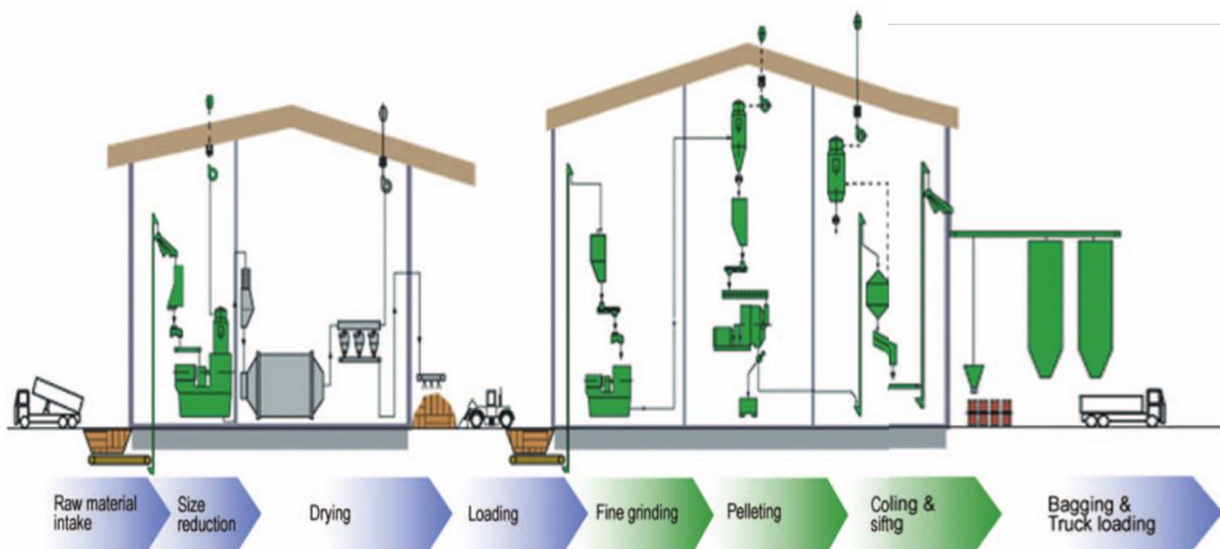
Parastās granulas ir izgatavotas no koksnes biomasas, piemēram, zāģu skaidām, šķeldas vai izstrādes atliekām, taču var granulēt arī dažādus citus izejmateriālus. Pie tādiem pieder papīra izstrādājumi, atkritumu biomasa, kukurūza, kokvilnas sēklas, kaņepes, miskante, parastais miežabrālis, salmi,

² Informācijas lodziņi, kas ir pievienoti informācijai par vairākām biomasas izmantošanas iespējām reģionālajā bioekonomikā, informē par attiecīgās reģionālās bioekonomikas labākās prakses tehnoloģijām no projekta "BE-Rural" nodevuma "D2.1. Maza mēroga tehnoloģiju iespējas reģionālajā bioekonomikā".

graudu apstrādes atlikumi, zemas kvalitātes siens utt. No alternatīvām izejvielām izgatavotu granulu kā kurināmā īpašības atšķiras no granulām, kas ir izgatavotas no koksnes biomasas. Piemēram, koksnes granulās nedrīkst būt vairāk kā 15% ūdens, citādi tās izjuks. Savukārt alternatīvajās granulās ūdens saturs ir no 7% (kukurūzas vāļītes) līdz 56% (kaņepes). Konkrētas degšanas īpašības var panākt, sajaucot dažādas izejvielas piemērotā daudzumā.

Granulēšanas process iekļauj šādus posmus (Attēls 9):

- sākotnējā izmēra mazināšana (šķeldošana), ja tā vēl nav pietiekami maza (piemēram, zāģskaidas);
- žāvēšana līdz mitruma saturam 8–12%;
- malšana, izmantojot āmurdzirnavas, kas izejvielas samal daļiņās ar diametru mazāk nekā 5 mm;
- granulu veidošana, kur granulas tiek presētas ar īpašām presēm. Šajā procesā ir nepieciešams augsts spiediens un temperatūra, kas mīkstina koksnes lignīnu un sasaista materiālu granulās;
- atdzesēšana, kas ļauj granulām sacietēt;
- iesaiņošana un iekraušana transportlīdzeklī.



Attēls 9: Granulēšanas process (Coford 2007)

No granulu priekšrocībām salīdzinājumā ar malku un šķeldu īpaši ir jāmin: iespēja optimizēt degšanu kurināmā vienveidīguma dēļ; samazinātas transportēšanas izmaksas paaugstināta kurināmā tilpuma blīvuma dēļ; uzlabotas termiskās un sadegšanas īpašības.

Lai kontrolētu un apstiprinātu kokskaidu granulu kvalitāti, tiek piemērots Eiropas standarts (ISO 17225-2: 2014 “Cietās biodegvielas – Degvielas specifikācija un klases – 2. daļa: Kvalitatīvas granulas”), kas noteic granulu kvalitātes standartus. Granulas tiek iedalītas trijās grupās: A1, A2 un B. Grupu atšķirības attiecas uz izmantotajām izejvielām un to kvalitāti. Koksnes granulu klase galalietotājiem, kas tās izmanto rūpniecībā, piemēram, elektrostacijās, ir A1, A2 un B.

Briketes ir sablīvēta cietā biodegviela, kas ir izgatavota ar piedevām vai bez tām, kuba, daudzskaldņa, cilindra formā, ar diametru vismaz 25 mm un ko ražo, saspiežot biomasu (ISO 2014). Ir plašs klāsts materiālu, ko var izmantot briķešu izgatavošanai: makulatūra, kartons, lauksaimniecības atliekvielas, kokogļu putekļi, kā arī koksnes atkritumi, piemēram, zāģskaidas utt.

Briketēšana iekļauj izejvielu daļiņu mazināšanu vai mehānisku smalcināšanu ar smalcināšanas iekārtu, sasmalcinātu materiālu žāvēšanu, ja to mitruma saturs ir pārāk augsts, un sablīvēšanu vai presēšanu, izmantojot dažādu veidu brikešu ražošanas iekārtas, piemēram, skrūves tipa presēšanas iekārtas, preses iekārtas un hidrauliskās brikešu apstrādes iekārtas. Briketes tiek izgatavotas spiediena aglomerācijas procesā, kurā irdenais materiāls tiek sablīvēts noturīgās ģeometriskās un noteiktās formās, izmantojot spiedienu un starpmolekulāros spēkus, kā arī saistvielas, ja nepieciešams (Renewable Energy World 2014).

Mājsaimniecībās biomasu apkures vajadzībām tradicionāli izmanto krāsnīs, kur malku vai briketes kurina, lai decentralizētā veidā iegūtu siltumu. Šī procesa efektivitāte parasti ir zema – no 10 līdz 30%. Līdzīgu veidu kurināmos var izmantot ne tikai krāsnīs, bet arī nelielu mājsaimniecību centrālās apkures sistēmu apkures katlos. Šajās sistēmās parasti var izmantot arī maza izmēra kurināmo, piemēram, granulas vai šķeldu, šādi padarot iespējamu automātisku padevi. Pēdējos gados, notiekot mūsdienīgu kondensācijas tipa koksnes granulu katlu attīstībai, šo sistēmu efektivitāte ir palielinājusies līdz gandrīz 90%. **Vidēja lieluma centralizētās siltumapgādes sistēmās** mazos tīklos izmanto kurināmo, ko ir iespējams padot automātiski, piemēram, granulas vai šķeldu, un parasti izmanto karstā ūdens katlus, lai ģenerētu siltumu ar efektivitāti līdz 90%. **Lielākās centralizētās siltumapgādes sistēmās** un rūpnieciska lieluma uzņēmumos, kas darbojas ar cieto biomasas kurināmo, parasti apkures vajadzībām izmanto koģenerācijas tehnoloģijas. Ja ir nepieciešama dzesēšana, siltuma pārvēršanai var izmantot absorbcijas (COP no 0,5 līdz 2,2) vai adsorbcijas (COP 0,5–1,5) sistēmas. Lielākoties dzesēšanai tiek izmantotas tradicionālās mehāniskās kompresijas sistēmas, kuras nereti darbina ar elektrību. Ja ir iespējams apkurei izmantot atjaunojamo vai atkritumu enerģiju, vērā ņemama iespēja ir dzesēšana ar absorbciju vai adsorbciju (SETIS 2016).

Cieto biomasu kā avotu elektrības ražošanai var izmantot arī elektrostacijās. Lielākajā daļā no tām izmanto tiešās sadedzināšanas sistēmas. Tiešās sadedzināšanas sistēmas ievada biomasu sadedzināšanas kamerā vai krāsnī, kur biomasu tiek sadedzināta gaisa klātbūtnē. Katlā tiek sildīts ūdens, veidojas tvaiks, kas izplešas tvaika turbīnā, kura griežas, darbinot ģeneratoru un ražojot elektrību (WBDG 2016).

Kombinētā siltuma un enerģijas (CHP) iekārta ļauj vienlaicīgi iegūt termisko un elektrisko, attiecīgi mehānisko, enerģiju ar vienu procesu. Salīdzinājumā ar spēkstacijām, kurās izmanto cieto biomasas kurināmo ar lietderības koeficientu 20–45%, šeit procesa kopīgā efektivitāte ir ievērojami augstāka – 80–90%, jo siltums, kas citā gadījumā netiktu izmantots, šeit tiek piegādāts patērētājiem (ETIP n.d. c).

3.1.2 Biomasas biogāzes ražošanai

Biomasu var pārveidot biogāzē, izmantojot procesu, ko sauc par **anaerobās pārstrādes (AP) procesu**. Tas ir vairākpakāpju bioloģisks process, kurā dažādi mikroorganismi sadala biomasu bezskābekļa apstākļos. Biomasu tiek pārveidota biogāzē, kuru galvenokārt veido metāns (CH₄) un oglekļa dioksīds (CO₂), kā arī daudz mazāki ūdeņraža (H₂) un sērūdeņraža (H₂S) daudzumi. Digestātā, kas paliek pēc procesa beigām, parasti ir daudz barības vielu, piemēram, amonija un fosfātu. Tādēļ to var izmantot kā mēslojumu lauksaimniecībā vai apzaļumošanā. Metānu ražojošie mikroorganismi ir sastopami daudzviet dabā, piemēram, atgremotāju (govju) kuņģos. Lai anaerobās sadalīšanās process varētu sākties, izejvielā ir jāievieto inokulāts (govju mēsli).

Kā izejmateriālu anaerobajai pārstrādei var izmantot visdažādākos biomasas resursus, tostarp lauksaimniecības rūpniecības atkritumus, organiskos pārtikas atkritumus, notekūdeņu attīrīšanas iekārtu dūņas, dzīvnieku mēslus, lauksaimniecības atliekvielas un enerģijas augus (piemēram, kukurūzu, miskanti, sorgo). Lauksaimniecības nozare rada lielu daudzumu atkritumu, ko var izmantot anaerobajā pārstrādē. Tas lauksaimniekiem ļauj:

- ražot savu enerģiju un siltumu un attiecīgi taupīt naudas līdzekļus;

- mazināt siltumnīcefekta gāzes, ko rada kūstmēsli un enerģijas patēriņš;
- mazināt smakas, ko rada neapstrādātu kūstmēsli kā mēslojuma izmantošana;
- līdz minimumam samazināt nepieciešamību transportēt organiskās izejvielas uz citām vietām pārstrādei;
- izmantot digestātu, kas ir šķidrāks materiāls, tādēļ to vieglāk izkliedēt; ir arī mazāk nezāļu; slāpekļis ir mineralizēts u. c.

AP izejvielas un substrātus var iedalīt pēc dažādiem kritērijiem: izcelsmes, sausas saturas, metāna iznākuma u. c. Substrāti, kuru sausas saturs ir mazāks nekā 20%, tiek izmantoti tā sauktajai mitrajai fermentācijai. Šajā kategorijā tiek iekļauta virca un kūstmēsli, kā arī dažādi pārtikas rūpniecības slapjie organiskie atkritumi. Ja sausas saturs sasniedz 35%, to sauc par sauso fermentāciju un tā ir raksturīga enerģijas kultūrām un skābbarībai. AP substrātu izejvielu veidu un daudzumu izvēle ir atkarīga no to sausas saturas, kā arī no cukuru, lipīdu un olbaltumvielu saturas. Ir iespējams pārstrādāt arī substrātus, kas satur lielu daudzumu lignīna, celulozes un hemicelulozes, taču šajā gadījumā parasti tiek veikta pirmā pārstrāde, lai uzlabotu to sadalīšanos (Al Seadi et al. 2008).

Biogāzē esošo gāzu sastāvs atšķiras atkarībā no izmantotajām izejvielām. Pēc savākšanas biogāzi attīra no ūdens un H_2S . Pēdējā ir toksiska gāze ar specifisku nepatīkamu smaku, kas atgādina puvušu olu smaku. Kopā ar biogāzes ūdens tvaikiem tā veido sērskābi. Sērskābe ir kodīga un var bojāt dzinējus, caurules utt. Lai atbrīvotu biogāzi no ūdens, parasti tiek izmantota kondensācija – gāze tiek atdzesēta cauruļvados un ūdens tiek savākts kondensāta separatorā cauruļvada zemākajā punktā. H_2S aizvākšanai var izmantot dažādas tehnoloģijas. Tās var būt bioloģiskas, fizikālas vai ķīmiskas. Sīks pārskats par attīrīšanas un modernizācijas tehnoloģijām ir sniegts Awe et al. (2018).

Biogāze ir ļoti vērtīgs atjaunojamās enerģijas avots un svarīgs nākotnes enerģijas koncepciju elements. Tā ir videi draudzīga degviela, kas ir izgatavota no 100% vietējām izejvielām un ir piemērota dažādiem lietojumiem. Biogāzes ražošanas nozīmi aprites ekonomikā vēl palielina organiskās barības vielas, kas tiek reģenerētas ražošanas procesā. Mūsdienās biogāzi galvenokārt izmanto kombinētajās siltuma un enerģijas jeb koģenerācijas (CHP) stacijās elektriskās un siltumenerģijas ražošanai vai arī tradicionālajās ar gāzi darbināmās sadzīves ierīcēs, piemēram, gāzes krāsnīs vai gāzes žāvētājos.

Nākamais posms, lai pievienotu vērtību biogāzei, ir biogāzes pārveidošana par biometānu. Pārveidošanas mērķis ir atdalīt CO_2 , lai uzlabotu (palielinātu) biogāzes siltumspēju un relatīvo blīvumu. CO_2 atdalīšanu var veikt ar dažādu tehnoloģiju palīdzību. Visizplatītākās ir spiediena maiņas adsorbācija, spiediena ūdens mazgāšana, fizikālā adsorbācija ar organiskajiem šķīdinātājiem, ķīmiskā adsorbācija ar organiskajiem šķīdinātājiem, membrānas izmantošana, kriogēna atdalīšana. Sīkāka informācija par šīm tehnoloģijām ir sniegta FNR (2013) un Awe et al. (2018). Iegūtajā gāzē biogāze ir vismaz 95% un metāna parasti ir aptuveni 98%.

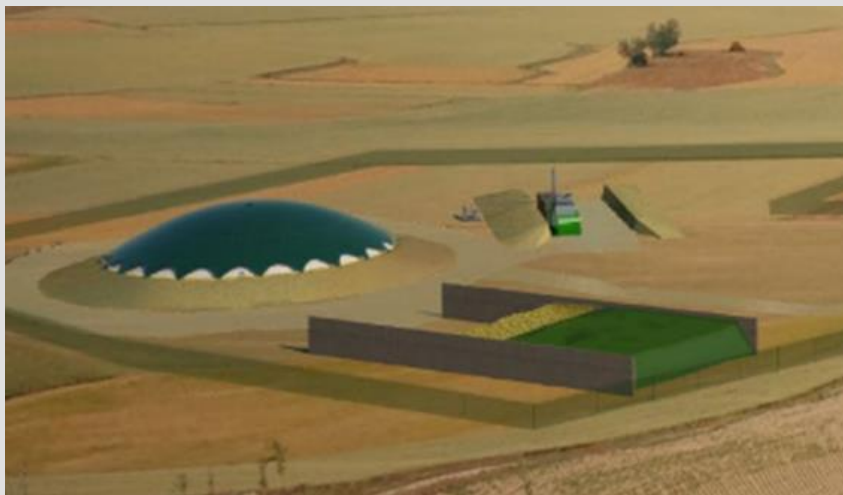
Pēc uzlabošanas biometānam ir tādas pašas īpašības kā dabasgāzei. To var iesūknēt dabasgāzes tīklā un izmantot turpmāk minētajos veidos (FNR 2013).

- Degviela dabasgāzes transportlīdzekļiem. Viena no iespējām ir iepildīt biometānu dabasgāzes tīklā un pēc tam to padarīt pieejamu dabasgāzes degvielas uzpildes stacijās. Tas jau notiek daudzās degvielas uzpildes stacijās Vācijā, kur lielākoties tiek piedāvāti dabasgāzes un biometāna maisījumi.
- Sadzīves, rūpniecības un komerciālai izmantošanai kā dabasgāzes aizstājējs parastajos dabasgāzes degļos un kondensācijas katlos. Šim nolūkam māju īpašniekiem nav jāmaina esošā apkures sistēma.

- Ķīmiskajā rūpniecībā kā dabasgāzes aizstājējs. Dabasgāze tiek pārvērsta sintētiskajā gāzē (oglekļa monoksīda un ūdeņraža maisījumā). Sintētiskā gāze ir nozīmīgs pamata ķīmisko vielu avots un tādējādi viens no svarīgākajiem daudzu ķīmisko produktu komponentiem.

“ADbag” no “Demetra”

“Demetra ADbag” ir piemērs tam, kā šo procesu var izmantot dažādu izejvielu pārvēršanai biogāzē un dabiskajā mēslojumā. “Demetra ADbag” veido plastificēta auduma maiss, kas darbojas kā reakcijas tvertne, un tehniskais kontainers, kas regulē recirkulāciju, padevi un karsēšanu. Atkarībā no enerģijas veida, ko klients vēlas iegūt, “ADbag” var tikt piegādāts ar koģenerācijas staciju vai bez tās. Reakcijas tvertnē ar recirkulācijas sistēmu sajauc dūņas, lai nodrošinātu izejvielu teicamu sajaukšanos un tādējādi maksimāli palielinātu biogāzes ražošanu. Viss process tiek uzraudzīts un automatizēto sistēmu var kontrolēt gan klātienē, gan attālināti, izmantojot interneta savienojumu. Tvertnes maiss ir daļēji iestrādāts augsnē un izrakto materiālu izmanto, lai izveidotu valni ap maisu. Maiss tiek izsaiņots izraktās bedres centrā pirms pievienošanas caurulēm, lai noslēgtu cirkulācijas sistēmu. Digestāta uzglabāšanas bedres, padeves tvertni un konteineru pamatni var samontēt uz vietas no iepriekš izlietām cementa detaļām. “ADbag” ir pieejams 12 m (ADbag12), 15 m (ADbag15) vai 18 m (ADbag18) diametrā (Colmorgen and Khawaja 2019).



© Demetra

Biogāzes iekārtas var tikt būvētas dažādos izmēros atkarībā no vajadzībām. Iekārtu, kas ražo 1000 MWe un vairāk, var uzskatīt par liela mēroga biogāzes ražotni. Ja tā ražo no 500 līdz 1000 MWe, to var dēvēt par vidēja lieluma ražotni. Iekārtas, kas saražo mazāk, var uzskatīt par mazapjoma ražotni (Collata and Tomasoni 2017). Lai gan vēl pirms dažiem gadiem nelielu organisko atkritumu daudzumu anaerobā pārstrāde tika uzskatīta par neienesīgu, pašlaik maza apjoma pārstrādē ir vērojama liela izaugsme (Biogas World 2019). Lielākajā daļā Eiropas valstu ir palielinājusies interese un sabiedrības atbalsts biogāzes ražošanai lielos apjomos. Pēc tehnisku un ekonomisku šķēršļu izraisīta stagnācijas perioda ieguvumi videi un pieaugošā fosilā kurināmā cena ir uzlabojuši biogāzes kā enerģijas kurināmā konkurētspēju (build a biogas plant n.d.).

3.1.3 Eļļas augu kultūras un cepamās eļļas izmantošana biodīzeļdegvielas ražošanai

Pie eļļas augu kultūrām pieder augi, kuru augļi satur ievērojamu daudzumu eļļas. Parasti šiem augiem ir raksturīgs arī augsts olbaltumvielu saturs. Pēc ekstrakcijas šo augu eļļu var izmantot biodīzeļdegvielas un/vai bioloģiskas izcelsmes materiālu iegūšanai. Olbaltumvielu rauši bieži tiek

izmantoti dzīvnieku barībai vai pārtikai. Šajā nodaļā tiks apskatīta biodīzeļdegvielas ražošana un bioloģiskas izcelsmes materiālu ražošana sīkāk tiks aprakstīta 3.2. nodaļā.

Ir daudz dažādu eļļas augu. Nozīmīgākie no tiem ir palmas, soja, rapši un saulespuķes (Attēls 10), ģenētiski modificēti rapši, sinepes, lini, jatrofa, kokospalma, kaņepes. Arī naudulī ir labs eļļas resurss (ETIP n.d.). ES bažas par ILUC (netiešām zemes izmantojuma izmaiņām) un diskusijas “pārtika pret degvielu” ir izraisījušas priekšlikumus ierobežot biodegvielas ražošanu no pārtikas kultūrām līdz 7%. Tas ir palielinājis interesi par sausumizturīgām eļļas augu kultūrām, kuras var kultivēt marginālās (nomaļās vai mazauglīgās) zemēs un kas nekonkurē ar tādām pārtikas augu kultūrām kā lapu artišoks, krāsu saflors un sējas idra (ETIP n.d. d) (Attēls 11).

Biodīzeļdegvielu ražo ķīmiskā procesā – pāresterifikācijā, izmantojot spirtu (parasti etanolu vai metanolu) un katalizatoru (piemēram, nātrija hidroksīdu).

Katalizators



Taukviela + alkohols → biodīzeļdegviela + glicerīns



© Pixabay



© Pixabay

Eļļas palma *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*



© Pixabay



© Pixabay

Sojas pupas *Glycine max*



© Pixabay



© Wikipedia

Rapsis: *Brassica napus* subsp. *napus*

© Pixabay



© Pixabay

Saulespuķe *Helianthus annuus***Attēls 10: Biežāk izmantotie eļļas augi**

© Pixabay



© shawislandgatehouse

Lapu artišoks *Cynara cardunculus*

© Pixabay



© Caluna agrotrade

Krāsu saflors: *Carthamus tinctorium*

© ETIP



© Feepedia

Sējas idra *Camelina sativa*

Attēls 11: Eļļas augi, kurus varētu audzēt marginālās teritorijās

Tā kā biodīzeļdegvielas ražošanai ir pieejams plašs eļļas augu sugu klāsts, iegūtajām degvielām ir iespējamas lielākas fizikālo īpašību (viskozitātes un uzliesmojamības) variācijas nekā etanolam. Biodīzeļdegvielu var samaisīt ar parasti lietoto dīzeļdegvielu vai izmantot tādu, kāda tā ir transportlīdzekļiem ar kompresijaizdedzes dzinēju. Enerģijas satura ziņā tā ir pielīdzināma 88–95% dīzeļdegvielas, taču uzlabotās eļļotspējas un cetānskaitļa dēļ abas degvielas ir samērā līdzīgas (FAO n.d.). Lielāks skābekļa saturs biodīzeļdegvielā veicina pilnīgāku degvielas sadegšanu, kas attiecīgi mazina piesārņojošo daļiņu, oglekļa monoksīda un oglekļa dioksīda emisijas atmosfērā. Tāpat kā etanolā, arī biodīzeļdegvielā ir ļoti zems sēra saturs, kas ļauj mazināt sēra oksīda emisijas no transportlīdzekļiem.

Arī izlietoto cepamo eļļu, kas parasti tiek apsaimniekota kā atkritums, var pārveidot par biodīzeļdegvielu. Izlietotās cepamās eļļas ir ļoti lētas un dažreiz pat bez maksas, taču tās rada īpašas problēmas biodīzeļdegvielas ražošanā, jo tās satur tādus piesārņotājus kā ūdens, gaļas atgriezumus un maizes izstrādājumus, kas ir jāfiltrē, pirms eļļa tiek pārveidota par biodīzeļdegvielu. Arī lielais brīvo taukskābju (FFA) procents ir izaicinājums biodīzeļdegvielas ražošanai no izlietotām eļļām. Dzīvnieku taukus un eļļas veido triglicerīdi – trīs taukskābju molekulas, kas ir saistītas ar vienu glicerīna molekulu. Izlietotajās eļļās daļa triglicerīdu ir sadalījusies – taukskābes ir atdalītas no glicerīna molekulas. Tās ir brīvās taukskābes. Biodīzeļdegvielas ražošanā brīvās taukskābes reaģē ar sārnu katalizatoru un biodīzeļdegvielas vietā veidojas ziepes. Brīvā katalizatora līmenis mazinās un līdz ar to mazinās pāresterificēšanas reakcijas ātrums. Ziepju veidošanās palēnina reakciju. Turklāt, tā kā ziepes ir jāizvāc un jālikvidē, lielāka ziepju veidošanās nozīmē mazāk biodīzeļdegvielas (Farm Energy 2019).

Ja izejvielā ir mazāk nekā 3 vai 4% FFA (brīvo taukskābju), parasti tiek pievienots papildu katalizators, tiek ļauts FFA pārveidoties par ziepēm un ziepes pēc tam tiek aizvāktas. Ja FFA ir 3 vai 4% vai vairāk nekā 10 vai 15%, to izņemšanai no eļļas parasti izmanto vakuumdestilāciju. Šādu eļļu pēc tam var normāli pārstrādāt un FFA var pārdot kā dzīvnieku barību vai atsevišķi esterizēt (Farm Energy 2019). Ja izmantotās eļļas satur vairāk nekā 15% FFA, ir nepieciešama papildapstrāde, pirms šīs eļļas var transesterificēt, piemēram, skābes pirmapstrādē, glicerolizē vai cieto skābju katalizatoru klātbūtnē utt.

3.1.4 Biomasa bioetanola ražošanai

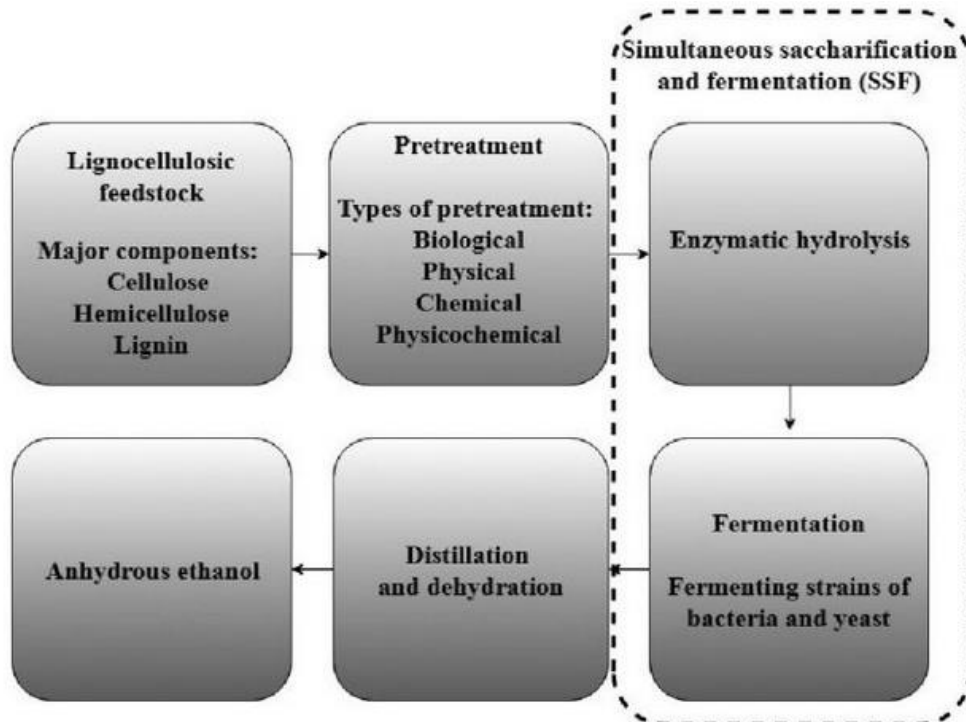
Bioetanol ir biodegviela, ko iegūst, fermentējot cukurus anaerobos apstākļos ūdens un rauga klātbūtnē. Bioetanol ir dzidrs, bezkrāsains šķidrums, bioloģiski noārdāms, ar zemu toksiskumu un nelielu vides piesārņojumu noplūžu gadījumā. Tam sadegot, rodas oglekļa dioksīds un ūdens. Bioetanol ir degviela ar augstu oktānskaitli un ir aizstājis svīnu kā oktānskaitļa palielinātāju benzīnā. Sajaucot to ar benzīnu, šo degvielu maisījumu var arī piesātināt ar skābekli, lai tas pilnīgāk sadegtu

un būtu mazāk piesārņojošo izmešu. Visbiežāk lietotais maisījums ir 10% etanola un 90% benzīna (E10). Lai izmantotu E10, nav jāveic nekādas modifikācijas transportlīdzekļu motoros un tas neietekmē arī transportlīdzekļa garantijas. Tikai tādi transportlīdzekļi, kas ir elastīgi degvielas lietojuma ziņā, var izmantot līdz 85% etanola un 15% benzīna maisījumu (E85) (Strathclyde n.d.).

Pēc izejvielām bioetanolu var klasificēt kā pirmās, otrās un trešās paaudzes bioetanolu.

Pirmās paaudzes bioetanola degvielu ražo no cukuru saturošiem augiem, piemēram, cukurniedrēm un cukurbietēm, un cieti saturošiem augiem, piemēram, kukurūzas un kviešiem, izmantojot standarta apstrādes tehnoloģijas. Cukuru saturošajiem augiem procesu veido: pirmā sulas ekstrakcija; sulas fermentācija, izmantojot raugus, ar kuru palīdzību cukuru pārvērš bioetanolā un CO₂; destilācija un rektifikācija, t. i., bioetanola destilācijas un žāvēšanas ceļā iegūtā etanola koncentrēšana un tīrīšana. Graudaugiem process iekļauj graudu pirmreizējo malšanu vai mehānisku sasmalcināšanu, lai atbrīvotu cietes sastāvdaļas; karsēšanu un ūdens un fermentu pievienošanu pārvēršanai fermentējamā cukurā. Tālāk process notiek ar tādām pašām darbībām kā cukuru saturošo augu gadījumā (crop energies n.d.). Tā kā šī dīzeļdegviela ir ražota no pārtikā izmantojamiem augiem, rodas zināmas ilgtspējības problēmas, jo tā var konkurēt ar pārtikas ražošanu un ietekmēt citus sociālekonomiskos un vides aspektus (Kobak un Balcerak 2018).

Otrās paaudzes bioetanolis, saukts arī par moderno biodegvielu, nekonkurē ar pārtikas ražošanu, jo to ražo no nepārtikas biomasas. Otrās paaudzes bioetanolu parasti ražo no lignocelulozes biomasas (piemēram, daudzgadīgiem lakstaugiem, lauksaimniecības kultūru atliekām, piemēram, kviešu salmiem, mežizstrādes atliekām), bet kā izejvielu ir iespējams izmantot arī rūpniecības blakusproduktus, piemēram, sūkalas vai neapstrādātu glicerīnu. Lignoceluloze ir uzskatāma par atjaunojamu un ilgtspējīgu oglekļa avotu, taču tās pārvēršana reducējošos cukuros ir grūtāka nekā cietes pārvēršana. Lignocelulozes materiāli satur sarežģītu ogļhidrātu polimēru maisījumu no augu šūnapvalkiem: celulozi, hemicelulozi un lignīnu. Ir divas metodes lignocelulozes biomasas pārveidošanai par otrās paaudzes etanolu: termokīmiskā un bioķīmiskā. Pēdējā bioetanola ražošanai tiek izmantota biežāk, jo tai ir augsta selektivitāte un biomasas pārveidošanas efektivitāte. Bioķīmiskā metode iekļauj lignocelulozes materiāla pirmapstrādi, fermentatīvu hidrolīzi, cukuru fermentāciju, izmantojot īpašus mikroorganismu celmus, un bioetanola destilāciju ar dehidratāciju (Attēls 12). Izmantojot šo metodi, biomasu pirmapstrādes laikā pakļauj bioloģiski, fizikāli (siltums) vai ķīmiski katalizētiem procesiem, lai celulozes un hemicelulozes daļiņas sadalītu saharozes cukurā. Polisaharīdu hidrolīzē tiek izmantoti arī biokatalizatori, piemēram, fermenti, un jauktu cukura plūsmu fermentēšanai – fermentējoši mikroorganismi (raugs vai baktērijas) (Kobak un Balcerak 2018).



Attēls 12: Galvenie posmi bioetanola ražošanā (Kobak and Balcerek 2018)

Biomasā ir arī lignīns, kuru parasti izmanto kā degvielu etanola ražotņu apkures katlos.

Trešās paaudzes bioetanolis tiek iegūts, kultivējot mikroskopiskās aļģes vai viencelulārus organismus, kas ir iegūti no eikariotiem un prokariotiem. Dzīvie biokatalizatori aktīvās mikroskopisko aļģu biomasas veidā var izmantot barības vielas (oglekli, slāpekli, fosfātu vai sēru) no rūpnieciskajiem atkritumiem kā substrātus augstas koncentrācijas biomasas ražošanai. Šajās atkritumu plūsmās tiek iekļautas industriālo spēkstaciju izplūdes gāzes, notekūdeņi, organisko atkritumu hidrolīzes produkti un digestāts (biogāzes ražošanas atkritums). Tāpēc trešās paaudzes biodegvielas ražošana var palīdzēt mazināt atkritumu daudzumu vairākās nozarēs. Fosilo kurināmo sadedzināšanā radītā CO₂ bioloģiskā izolēšana, izmantojot mikroskopiskās aļģes, un CO₂ pārvēršana biodegvielā veicina siltumnīcefekta gāzu (SEG) mazināšanos atmosfērā, ļaujot sasniegt visas pasaules mērķus klimata pārmaiņu novēršanai (Robak and Balcerek 2018).

3.2 Biomasas izmantošana materiālos

Saskaņā ar ES bioprodukti ir pilnībā vai daļēji iegūti no bioloģiskas izcelsmes materiāliem, izņemot materiālus, kas atrodas ģeoloģiskajos veidojumos un/vai ir pārakmeņojušies (European Commission n.d.). Saskaņā ar stingrākām definīcijām daudzus bieži lietotus materiālus, piemēram, papīru, koku un ādu, var saukt par bioloģiskas izcelsmes materiāliem. Tomēr parasti šo terminu attiecina uz modernajiem materiāliem, kas ir dažādi apstrādāti. Materiāli no biomasas avotiem iekļauj beztaras ķīmikālijas, platformas ķīmikālijas, šķīdinātājus, polimērus (t. i., plastmasu) un biokompozītus (daži materiāli var tikt iekļauti vairāk nekā vienā kategorijā) (Curran 2010).

Celuloze, lignīns, augu eļļas un cukuri ir galvenās bioloģiskās izejvielas jaunās ķīmiskās rūpniecības attīstībai. Pēdējos 20 gados bioproduktu nozares attīstību ir sekmējuši trīs virzītāji.

- Identisku petroķīmisko molekulu aizstāšana ar bioloģiskām molekulām. Vēsturiski fitoķīmija ir attīstījusies atsevišķos ķīmiskās rūpniecības segmentos (adhezīvās vielas, virsmaktīvās vielas, kosmētika utt.), kā arī papīra ražošanas nozarē. Lielākā šīs attīstības daļa tika panākta,

aizstājot petroķīmiskās molekulas ar augu izcelsmes molekulām (piemēram, no petroķīmiskajiem izstrādājumiem iegūts polietilēns var tikt aizstāts ar polietilēnu, kas ir ražots no cukurniedrēm). Šī aizstāšana radīja iespēju piekļūt jau esošajiem tirgiem, līdz ar to mazinot tehniskos un normatīvos riskus.

- Petroķīmiska vai minerāla produkta aizstāšana ar bioloģiskas izcelsmes molekulām ir jauna pieeja, kas tiek attīstīta kopš 2000. gadu vidus. Šajā kontekstā petroķīmiskās izcelsmes molekulu (vai produktu) var aizstāt ar augu izcelsmes molekulu, kurai ir atšķirīga molekulārā struktūra. Piemēram, pudelēs un stikla vatē dažkārt izmantotā polipienskābe var tikt aizstāta ar kaņepju šķiedrām.
- Jaunu lietojumu izstrāde, pamatojoties uz augu molekulu atšķirīgajām īpašībām (ABGi n.d.).

3.2.1 Bioplastmasa

Eiropas Bioplastikas asociācija noteic, ka plastmasas materiāls var tikt definēts kā bioplastmasa, ja tas ir vai nu bioloģiskas izcelsmes, vai bioloģiski noārdāms, vai tam ir abas īpašības. Termins “bioloģiskas izcelsmes” nozīmē, ka materiāls vai produkts ir (daļēji) iegūts no atjaunojamiem resursiem (Attēls 13). Bioloģiskā noārdīšanās ir ķīmisks process, kurā vidē pieejamie mikroorganismi pārvērš materiālus dabiskās vielās, piemēram, ūdenī, oglekļa dioksīdā un kompostā (mākslīgās piedevas nav nepieciešamas). Bioloģiskās noārdīšanas process ir atkarīgs no vides apstākļiem (piemēram, atrašanās vietas vai temperatūras), no materiāla un tā izmantošanas veida. “Bioloģiskas izcelsmes” nav tas pats, kas “bioloģiski noārdāms”. Spēja bioloģiski noārdīties nav atkarīga no materiāla resursiem un drīzāk ir saistīta ar tā ķīmisko struktūru. Ir iespējama 100% bioloģiskas izcelsmes plastmasa, kas nav bioloģiski noārdāma, un 100% fosilā plastmasa, kas var bioloģiski sadalīties (European Bioplastics n.d.).



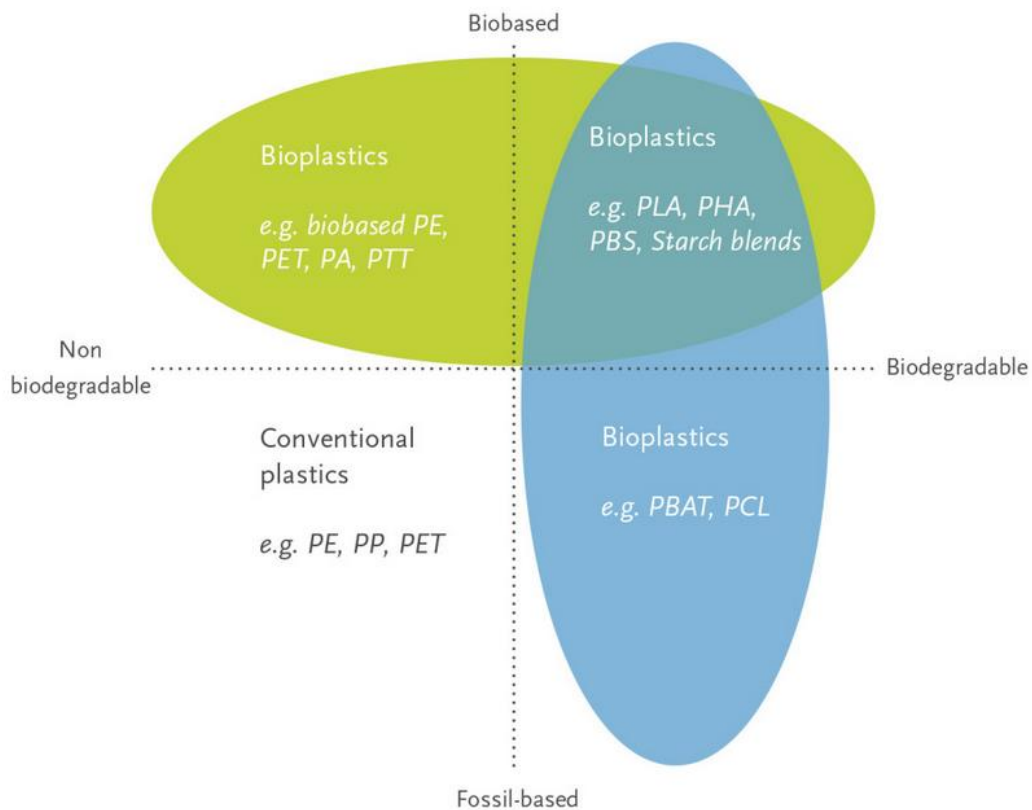
Attēls 13: Parastā plastmasa salīdzinājumā ar biodeģvielu (European Bioplastics n.d.)

Saskaņā ar šo definīciju bioplastmasu var iedalīt trijās grupās.

1. Bioloģiskas vai daļēji bioloģiskas izcelsmes, bioloģiski nenoārdāmas plastmasas, piemēram, polietilēna PE, PP vai polietilēntereftalāta PET (tā sauktie pilienu šķīdumi) un bioloģiski balstīti tehniskās veiktspējas polimēri, piemēram, daudzi poliamīdi (PA), poliuretāni (PUR), poliesteri (piemēram, PTT, PBT) vai TPC-ET. Parasti to lietošanas laiks ilgst vairākus gadus. Tādēļ tos sauc par ilgzināmiem materiāliem un to bioloģiskā noārdīšanās nav pieprasīta īpašība.

2. Plastmasas, kas ir gan bioloģiskas izcelsmes, gan bioloģiski noārdāmas, piemēram, polipienskābe (PLA) un polihidroksialkanoāti (PHA) vai polibutilēna sukcināts (PBS). Rūpnieciskos apjomos tie ir pieejami tikai dažus pēdējos gadus. Līdz šim tos galvenokārt izmantoja īslaicīgiem izstrādājumiem, piemēram, iesaiņošanai, tomēr šī plašā novatoriskā plastmasas rūpniecības joma turpina pieaugt, pateicoties jaunu bioloģisko monomēru ieviešanai (dzintarskābe, butāndiols, propāndiols, taukskābju atvasinājumi u. c.).
3. Plastmasas, kas ir izgatavotas no fosilajiem resursiem un ir bioloģiski noārdāmas, piemēram, PBAT (polibutilēna adipāta tereftalāts). Tās ir salīdzinoši neliela grupa un galvenokārt tiek izmantotas kombinācijā ar cieti vai citiem bioplastmasas materiāliem, jo tās uzlabo to bioloģisko noārdīšanos un mehāniskās īpašības saistībā ar izmantošanu. Šīs bioloģiski noārdāmas plastmasas joprojām tiek ražotas petroķīmiskajos ražošanas procesos. Tomēr šo materiālu daļēji bioloģiskās izcelsmes versijas jau tiek izstrādātas un būs pieejamas tuvākajā nākotnē (European Bioplastics n.d.)

Attēls 14. attēlā ir parādīti izplatītākie bioplastmasu veidi un to klasifikācija pēc to bioloģiskās noārdīšanās spējas un bioloģiskās izcelsmes satura.



Attēls 14: Bioplastmasas klasifikācija (European Bioplastics n.d.)

Bioplastmasu var iedalīt divās kategorijās pēc tās formas patstāvīguma vai mainīguma: termoplastika vai termoreaktīvi polimēri (termoaktīvi materiāli). **Termoplastika** ir plastmasa, kuras sastāvs ķīmiski nemainās karsēšanas rezultātā un tāpēc to var veidot atkal un atkal. Kā piemērus var minēt polietilēnu (PE), polipropilēnu (PP), polistirolu (PS) un polivinilhlorīdu (PVC). **Termoreaktīvie polimēri** atšķirībā no termoplastikas pēc vienreizējas izgatavošanas paliek nemainīgā cietā stāvoklī. Polimēru izgatavošanas laikā materiālā veidojas pastāvīgas, nemainīgas saites. Tas nozīmē, ka termoreaktīvie materiāli neizkusīs pat tad, ja tiks pakļauti īpaši augstām temperatūrām. Termoreaktīvajiem

materiāliem ir zema viskozitāte un ar tiem ir viegli strādāt, jo istabas temperatūrā tie ir šķidrā veidā, tas nozīmē, ka nav jāpievada siltums. Kā piemērus var minēt poliuretānu (PUR) (Romeorim n.d.).

Bioplastmasas veidi

Klasifikācija, kas šķiet vairāk piemērota BE-RURAL kontekstam nekā iepriekš aprakstītā, pamatojas uz izejvielu avotu. Bioloģiskas (ne fosilas) izcelsmes plastmasas var tikt ražotas no visdažādākajām augu izejvielām. Bioloģiskas izcelsmes plastmasu ražošanai tiek izmantoti dabiskie polimēri (makromolekulas), piemēram, polisaharīdi (piemēram, ciete, celuloze), olbaltumvielas, lignīns, dabiskais kaučuks, monomēri (glikoze, fruktoze), dimēri (saharoze) un taukskābes (augu eļļas). Pamatojoties uz izejvielu veidu, var izšķirt dažādu veidu bioplastmasas.

1. Polisaharīdu izcelsmes bioplastmasas (Attēls 15)

Polisaharīdi ir vieni no nozīmīgākajiem dabā sastopamajiem polimēriem. Tos sintezē dzīvie organismi un tie darbojas kā enerģijas rezerves vai arī tiem ir strukturālas funkcijas šūnās vai visā organismā. Visizplatītākie dabiskie polimēri, kurus var pārveidot par bioplastmasu, ir minēti turpmāk.

Termoplastiskā ciete (TPS). To iegūst, iznīcinot (ekstrūzijas ceļā) cieti ar pietiekamu mehānisko enerģiju un siltumu, tā saukto plastifikatoru, piemēram, glicerīna, klātbūtnē. TPS var izmantot jebkura veida iesaiņojuma, piemēram, plēvju, maisiņu (iepirkumiem vai atkritumiem) un vienreizlietojamu izstrādājumu (piemēram, ēdināšanas aprīkojuma) ražošanai, un šajā jomā tas var būt tādu pierasto materiālu kā poliolefīni (PVH) līdzvērtīgs aizstājējs (ŁUKASIEWICZ n.d.). To var lietot arī kā želatīna aizstājēju un kapsulu un tablešu materiālu.

Celulozes reģenerāts. Celuloze ir visu augstāko augu šūnapvalku galvenā sastāvdaļa (ar atšķirīgu procentuālo daudzumu). Tāpēc tas ir visizplatītākais organiskais savienojums un visizplatītākais polisaharīds. Ja celuloze ir ķīmiski izšķīdināta un no jauna pārstrukturēta šķiedru vai slāņa veidā, to sauc par celulozes reģenerātu. Vispazīstamākie šajā materiālu grupā ir viskoze, viskozes zīds, mākslīgais zīds un vēl daži šķiedru un tekstilizstrādājumi (FNR 2019).



Pārtikas iesaiņojums no termoplastiskas cietes © John R. Dorgan



Viskozes zīda audums © Rudolf group



Caurspīdīgi metamie kauliņi, izgatavoti no celulozes acetāta © Michael Thielen

Attēls 15: Izstrādājumi, kas ir izgatavoti no polisaharīdu izcelsmes bioplastmasas

Celulozes esteri: to avots ir dabiska celuloze un tos iegūst, esterificējot celulozi ar organiskām skābēm, anhidrīdiem vai skābju hlorīdiem. Celulozes acetāts ir vissvarīgākais organiskais esterijs, jo to plaši izmanto šķiedrās un plastmasā. Kaut arī celulozes acetāts joprojām ir visplašāk izmantotais celulozes organiskais esterijs, tā izmantojamību ierobežo jutība pret mitrumu, ierobežota saderība ar citiem sintētiskajiem sveķiem un salīdzinoši augstāka apstrādes temperatūra (Edgar 2004).

Celulozes ēteri ir ūdenī šķīstoši polimēri, kas ir iegūti, ķīmiski apstrādājot celulozi, tai reaģējot ar tādiem ēterificējošiem līdzekļiem kā hlorēts etilēns, hlorēts propilēns un oksidēts etilēns. Tie ir ūdenī šķīstoši nejonu produkti. Celulozes ēteri tiek izmantoti kā funkcionālās un reoloģiskās piedevas un

darbojas kā biezinātāji, emulgatori, aizsargājoši koloīdi, stabilizatori un aizzur ūdeni (Vink Chemicals n.d.).

2. Bioplastmasas uz cukura bāzes (Attēls 16)

Cukurs (piemēram, glikoze, saharoze) atrodas daudzos augos un kultūrās. Pēc ieguves to var tālāk pārstrādāt bioplastmasā. Cieti, kas atrodas cieti saturošajos augos (piemēram, labībā, kukurūzā), var arī ekstrahēt, hidrolizēt ar fermentiem, lai iegūtu glikozi, un pēc tam tālāk pārstrādāt tāpat kā cukuru bioplastmasas iegūšanai. Dažas bioplastmasas var ražot mikroorganismi, par substrātu izmantojot cukuru. Turpmāk ir minētas biežākās bioplastmasas uz cukura bāzes.

Polipienskābe (polilaktīds, PLA): bioloģiskas izcelsmes poliesteris, kas pašlaik tiek uzskatīts par nozīmīgāko bioplastmasu tirgū. Pirmais posms tās ražošanas procesā ir cukura fermentēšana par pienskābi ar mikroorganismu palīdzību (ja izmanto cieti, vispirms veic hidrolīzi ar fermentiem). Pēc tam dehidratācijā pienskābi pārveido laktīdā. Beigās notiek laktīda (monomēra) polimerizācija, kas izraisa PLA veidošanos. Šī bioplastmasa ir ļoti universāla. Mainot tās sastāvu un kvalitāti, var iegūt gan tādu bioplastmasu, kas ātri bioloģiski noārdās, gan tādu, kas kalpo gadiem ilgi. Turklāt PLA piemīt izcila stabilitāte un ļoti liels caurspīdīgums. Tomēr PLA ir daži trūkumi: tā kā tās mīkstināšanās temperatūra ir aptuveni 60 °C, materiāla izmantošana karstu dzērienu krūzīšu izgatavošanai ir ierobežota. PLA maisījumiem ir plašs lietojums, tostarp datoru un mobilo tālrunu apvalki, bioloģiski noārdāmi medicīniskie implantāti, folija, veidnes, skārdenes, krūzes, pudeles un iepakojšanas ierīces. PLA un PLA kopolimēra plastmasa jau ir veiksmīgi izmantota medicīnā un farmācijā, piemēram, tādu skrūvju, naglu, plākšņu un implantātu ražošanai, kas var uzsūkties organismā (Innovative Industry 2010).

Polihidroksibutirāts (PHB) pieder pie polihidroksialkanoātiem (PHA). Tas ir bioloģisks poliesteris, ko sintezē mikroorganismi. Barojoties ar oglekļa avotiem, piemēram, cukuru vai cieti, un ierobežota slāpekļa apstākļos, mikroorganismi uzkrāj šūnās PHB kā rezervi (līdz 80% mikroorganisma svara). Pēc tam biopolimērs tiek izolēts, sajaukts un granulēts. To galvenokārt izmanto pārtikas iesaiņošanā, kā arī biomedicīnas un farmācijas rūpniecībā. Tomēr tā izmantošana pašlaik ir ierobežota augsto ražošanas izmaksu dēļ (Tripathi 2015).

Polibutilēna sukcināts (PBS) ir termoplastisks poliesteris, kas rodas sukcinātskābes un 1,4-butāndiols (BDO) polikondensācijā. Sukcinātskābe, ko iegūst, ar mikroorganismu palīdzību fermentējot cukuru, ir viena no nozīmīgākajām jaunās bioloģiskās ekonomikas ķīmiskajām vielām. Tā ir universāla viela, kas, domājams, kļūs par platformas ķīmisko vielu ar dažādiem izmantojuma veidiem, sākot no dažādiem nišas produktiem, piemēram, personīgās higiēnas līdzekļiem un pārtikas piedevām, līdz ļoti plašiem lietojumiem, piemēram, biopoliesteri, poliuretāni, sveķi un pārklājumi (Nova Institut 2018). PBS ir kristālisks poliesteris, kura kušanas temperatūra pārsniedz 100 °C, kas ir svarīgi izmantošanai lielā temperatūras diapazonā.

Polietilēntereftalāts (PET) ir termoplastisks poliesteris, ko iegūst, monoetilēnglikola (vai etilēnglikola, divvērtīgā spirta, diols) un tereftālskābes vai dimetilēntereftalāta polikondensācijā. Cukuru izmanto kā izejvielu abu sastāvdaļu ražošanai, taču atšķirīgos procesos. PET var būt daļēji bioloģiskas izcelsmes, ja tereftālskābe tiek iegūta no fosiliem avotiem. Neatkarīgi no tā, vai PET daļēji vai pilnībā tiek ražots no atjaunojamiem resursiem, ķīmiski šis materiāls ir identisks parastajam PET un arī lietojums ir vienāds. Tā kā tas ir lielisks ūdens un mitruma barjermateriāls, to plaši izmanto minerālūdens un bezalkoholisko dzērienu plastmasas pudeļu ražošanai (FNR 2019).

Politrimetilēna tereftalāts (PTT): poliesteris, kas ir līdzīgs PET. To iegūst tereftālskābes vai dimetilēntereftalāta un diols polikondensācijā. PTT sākotnēji nokļuva tirgū galvenokārt vērpto šķiedru un tekstilizstrādājumu veidā. Tā kā šie izstrādājumi ir ļoti mīksti un tomēr var izturēt intensīvu lietošanu, tie tika galvenokārt izmantoti mājas un automobiļu paklājos. Šim materiālam ir raksturīga arī augstas kvalitātes virsmas apdare, zemas saraušanās un deformācijas īpašības, kas to padara lieliski

piemērotu elektrisko un elektronisko ierīču daļām, piemēram, kontaktdakšām, korpusiem, gaisa spiediena izlīdzinātājiem automobiļu instrumentu paneļiem (FNR 2019).

Polietilēns (PE) ir poliolefīns, ko iegūst, dehidrējot bioetanolu, kas rodas cukura raudzēšanā ar raugu. Tā ir vispopulārākā plastmasa pasaulē. Bioloģiski iegūtam PE ir tādas pašas īpašības kā fosilajam PE un tādēļ arī tāds pats lietojums: plēves (maisīni, somas, iesaiņojuma plēves), dobas detaļas, piemēram, dzērienu tvertnes, automobiļu degvielas tvertnes, smidzinātāju dobās daļas, caurules u. c.



Kafijas kapsula, izgatavota no bioPLA © COEXPAN

Pudele, izgatavota no 30% PET © Coca cola

Iesaiņojums, izgatavots no PBS © Mitsubishi chemical

Attēls 16: Izstrādājumi, kas ir izgatavoti no polisaharīdu izcelsmes bioplastmasas

3. Augu eļļas izcelsmes plastmasas

Augu eļļu izmantošana pašlaik ir ķīmiskās rūpniecības uzmanības centrā. Tās ir vienas no svarīgākajām atjaunojamajām platformu ķīmiskajām vielām to pieejamības, raksturīgās bioloģiskās noārdīšanās, zemās cenas un labo vides īpašību dēļ (zems ekotoksiskums un zems toksiskums cilvēkiem) (Lligadas et al. 2013). Šīs dabiskās īpašības tagad tiek izmantotas pētniecībā un attīstībā un no augu eļļas iegūtu polimēru/kompozītmateriālu lietojums ir plašs, tostarp krāsas un pārklājumi, līmes un biomedicīnas līdzekļi (ķirurģiski hermētiķi un līmes, plāksleri, brūču dzīšanas palīg līdzekļi un ārstniecības vielu nesēji audu inženierijā). Visizplatītākās no augu eļļas ražotās plastmasas ir poliuretāns un atsevišķi poliamīdi.

Poliuretāns (PUR): tiek iegūts, izocianātiem reaģējot ar polioliem (ko iegūst, pāresterificējot un epoksidējot augu eļļu). Poliuretāni var būt cieti, trausli vai elastīgi, putoti vai kompakti materiāli. Bio-PUR ir tādas pašas īpašības kā fosilas cilmes PUR un tie nav bioloģiski noārdāmi. Tādēļ tiem ir vienāds lietojums un tos galvenokārt izmanto augstas izturības putu pārklājumos, stingro putu izolācijas paneļos, mikroporu putu blīvējumos un blīvēs, izturīgu elastomēra riteņu un riepu, automobiļu balstiekārtas ieliktnu, elektrisko savienojumu izolācijas, augstas veiktspējas līmju, virsmas pārklājumu un hermētiķu, sintētisko šķiedru (piemēram, spandeksa), paklāju paliktņu, cieto plastmasas daļu (piemēram, elektroniskajiem instrumentiem), prezervatīvu utt. ražošanai (Howe 2018).

4. Olbaltumvielu izcelsmes plastmasas

Olbaltumvielas ir dabiski polimēri, kurus veido aminoskābes. Kazeīns ir olbaltumviela, kas parasti ir dzīvnieku pienā, un jau sen ir nozīmīga viela bioekonomikā – to izmanto kā uztura bagātinātāju un arī kā saistvielu vai kapsulu materiālu farmaceitiskajās tabletēs. Arī želatīns ir olbaltumvielu izcelsmes bioplastmasa. To iegūst daļējas hidrolīzes ceļā no kolagēna – dabiskā polimēra –, kas atrodas dzīvnieku olbaltumvielās (IfBB 2017).

5. Lignīna izcelsmes plastmasas

Lignīns ir dabisks matricas materiāls, kas veido stipras un ciešas saites ar celulozi, piemēram, dabiskā koksnē. Pēc atdalīšanas to var ķīmiski pārveidot vai sajaukt, iegūstot termoplastisku polimēru, ko var

sildīt un apstrādāt tāpat kā sintētiskās termoplastikas. Lignīns var būt brūna pulvera formā, bet parasti tas ir sveķiem līdzīgs maisījums un tā molekulmasa var mainīties plašās robežās. Tas ir celulozes rūpniecības blakusprodukts un pasaulē tiek saražoti 50 miljoni tonnu lignīna gadā (Quarshie and Carruthers 2014).

3.2.2 Biokompozītmateriāli

Kompozītmateriāli tiek iegūti, kombinējot vairākus materiālus, iegūstot kopējo struktūru, kuras īpašības atšķiras no atsevišķo sastāvdaļu īpašībām. Plaši pazīstams kompozītmateriālu piemērs ir sintētiskie polimēri, kuros ir iestrādātas sintētiskas šķiedras, piemēram, stikla vai oglekļa šķiedras. Ja kompozītmateriāla veidošanai izmantotie polimēri un/vai šķiedras ir organiskas izcelsmes, to var saukt par biokompozītmateriālu.

Kompozītmateriāli, kas ir iegūti no dabiskiem, atjaunojamiem resursiem, pēdējos gados ir izraisījuši lielu interesi, it īpaši pateicoties lielākai informētībai un centieniem pēc videi draudzīgām tehnoloģijām. Daudzos gadījumos ar bioloģisku materiālu palīdzību tiek panākta priekšmeta svāra mazināšana, lielāka funkcionalitāte (piemēram, trieciena slāpēšana/absorbēšana), tie ir izmantojami arodveselības uzlabošanā.

Dabiskajām, piemēram, kaņepju, džutas un bambusa, šķiedrām ir labas izturības un stingrības īpašības, tās ir daudz vieglākas nekā tradicionālie stiegrojumi, piemēram, stiklšķiedra; tās ir samērā lētas un ir bioloģiski noārdāmas. Līdztekus to pievilcīgajām mehāniskajām īpašībām ir jāatzīmē, ka dabiskās šķiedras nav kairinošas, tātad tās ir drošākas un vieglāk lietojamas. Parasti tās ir neabrazīvas, tādēļ tiek mazināts instrumentu un ražošanas aprīkojuma nodilums. Dabiskās šķiedras ir arī bioloģiski noārdāmas un/vai pārstrādājamas atkarībā no tā, kā ir plānotas to dzīves cikla beigas. Galvenie trūkumi saistībā ar dabīgajām šķiedrām, piemēram, kompozītmateriāla stiegrojumiem, ir salīdzinoši augsta mitruma uzņemšana, kas var izraisīt uzbūšanos, puvi un sliktākas mehāniskās īpašības, zemu triecienizturību, relatīvi šauru temperatūras noturības diapazonu (sadalīšanās parasti notiek aptuveni 200 °C temperatūrā), un problēmas ar noteikta kvalitātes kontroles līmeņa uzturēšanu. Dabiskās šķiedras ir hidrofilas ('ūdeni mīlošas'), tādēļ var rasties saderības problēmas, ja tās kombinē ar hidrofobiem ('baidās no ūdens') polimēru matricas materiāliem. Uz šķiedru virsmas var arī atrasties vaskaini savienojumi, kas apgrūtina šķiedru un matricu stingru sasaisti. Dažus no dabisko šķiedru trūkumiem, jo īpaši sliktu sasaistīšanos ar polimēriem, augsto mitruma uzņemšanu un ierobežoto termisko stabilitāti, var novērst. Tās var apstrādāt fizikāli, ķīmiski un ar piedevām, šādi mainot šķiedru īpašības. Viens no šādiem apstrādes veidiem ir acetilēšana un tiek uzskatīts, ka tai ir vislielākais potenciāls dabisko šķiedru apstrādē, jo tā ievērojami uzlabo mitrumizturību, ir iespējama nepārtraukta izmantošana, kā arī netiek mazināta šķiedru stiprība un stingrība (Quarshie and Carruthers 2014).

Tirdzniecībā ir nonākuši vairāki bioloģiskie polimēri un sveķi, ievērojamākie no tiem ir kukurūzas cietes polipienskābe (PLA) un cukurniedru biomasas atkritumu polifurfurilspirta sveķi. Pašlaik tiek izstrādāti vēl citi produkti no tādiem avotiem kā ciete un augu eļļas (skatīt 3.2.1. nodaļu).

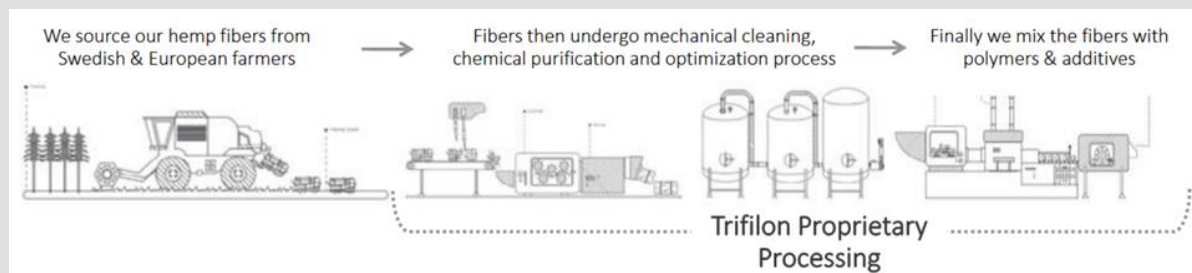
Pavisam nesen tika izveidotas dabisko šķiedru un bioloģisko polimēru kombinācijas, kurām piemīt labas kompozītmateriālu īpašības, tādējādi pilnībā uz bioloģisku produktu bāzes izgatavoti kompozītmateriāli kļūst par realitāti tirgū.

Kviešu lipekļi un sojas proteīns ir tipiski biopolimēru piemēri, stiprākus tos dara dabiskās šķiedras, radot biokompozītmateriālu ar uzlabotām mehāniskām īpašībām (Muneer 2015). Ar sintētiskiem polimēriem pastiprinātas dabiskās šķiedras, piemēram, polipropilēns (PP), tiek plaši izmantotas it īpaši automobiļu salona detaļās. Ir aprēķināts, ka stiklšķiedru aizstāšana ar dabīgām šķiedrām var mazināt kompozītmateriāla svaru līdz pat 40%, autobūves nozarē tas var radīt būtiskus ieguvumus degvielas efektivitātes uzlabošanā (Quarshie and Carruthers 2014).

Dabisko šķiedru un polimēru apvienošana nav vienīgais veids, kā iegūt biokompozītmateriālus. Vairākos gadījumos ir apvienoti divi dabiskie polimēri, lai izveidotu biokompozītmateriālu ar uzlabotām mehāniskām un gāzu barjeras īpašībām. Kviešu lipekļa, rīsu proteīnu un olu albumīna kompozītmateriāla funkcionālās īpašības var uzlabot, kombinējot tos ar cieti (Muneer 2015).

Biokompozītmateriāls BioLite™

Uzņēmuma “Trifilon” izstrādātajā procesā var izveidot biokompozītmateriālu, kura īpašības ir līdzīgas tradicionālajam uz naftas bāzes ražotajam. Tā ražošanai ir nepieciešami divu veidu izejmateriāli. Pirmajam veidam ir nepieciešamas dabiskās, piemēram, kaņepju vai linu, šķiedras, kuras var piegādāt vietējie vai Eiropas ražotāji. Otrajā variantā tiek izmantoti termoplastiski polimēri, piemēram, polipropilēns. Tā kā šī procesa rezultāts ir kombinēts produkts un tas nav brīvs no fosilas cilmes daļām, tas ir uzskatāms par “zaļāku” plastmasu, bet ne bioplastmasu, pat tad, ja tajā ir izmantotas pārstrādātas plastmasas. Dabiskās šķiedras tiek mehāniski tīrītas, ķīmiski attīrītas un optimizētas, pirms tās sajauc ar polipropilēniem un dažām piedevām. Šādi tiek iegūts biokompozītmateriāls “BioLite™” granulu formā un ar atšķirīgu polipropilēnu un dabisko šķiedru attiecību. “BioLite™ AP21” veido 10% dabīgo šķiedru un 90% polipropilēna, bet “BioLite™ AP23” – 30% dabīgo šķiedru un 70% polipropilēna. Atšķirīgās attiecības veido dažādas produkta īpašības, piemēram, bioloģiskā materiāla saturu, stingrību un svaru. Svāra un stingrības ziņā šie produkti (par 30% stingrāki un 10–25% vieglāki) var būt labāki nekā konkurējošie savienojumi, kuru pamatā ir fosilijas. Turklāt abu veidu granulas var ievietot parastās presēs ar iesmidzināšanas pavedi (Colmorgen and Khawaja 2019, Ecologic Institute 2018).



BioLite™ ražošanas posmi (Ecologic Institute 2018)



Kaņepju šķiedras un BioLite™ paraugi dažādās krāsās © Trifilon

3.3 Bioloģisko atkritumu kompostēšana

Bioekonomikā nav paredzēts bioloģiskos atkritumus izgāzt poligonos. Tos uzskata nevis par atkritumiem, bet par vērtīgu resursu organisku augsnes uzlabotāju, mēslojuma, barotņu sastāvdaļu un bioloģisku produktu izgatavošanai. Svarīgs priekšnoteikums augstas kvalitātes komposta iegūšanai ir pilnīga **atkritumu avotu nodalīšana**, lai pēc iespējas mazinātu nevēlamo traucējošo materiālu daudzumu. Salīdzinot ar jaunām un novatoriskām ar bioekonomiku saistītām tehnoloģijām un procesiem, kompostēšana parasti tiek uzskatīta par vienkāršu un pārbaudītu iespēju izmantot no dažādiem avotiem savāktus bioloģiskos atkritumus. Tomēr kompostēšana var būt tehniski ļoti sarežģīta, jo kompostēšanas metodes var būt dažādas, sākot no vienkāršu tehnoloģiju darbībām, kurās lapu kaudzes periodiski tiek apgrieztas ar frontālajiem iekrāvējiem, līdz augsto tehnoloģiju darbībām, kur tiek izmantotas apjoma mazināšanas iekārtas, īpaši vālu apgriežēji un sijāšanas aprīkojums. Viena no galvenajām organisko atkritumu kompostēšanas priekšrocībām ir tās mērogojamība. Tas nozīmē, ka process ir vienāds neatkarīgi no pārveidojamo organisko materiālu daudzuma. Tādējādi kompostēšanu var izmantot mājsaimniecību, pašvaldību un lielākos mērogos. Kaut arī bioloģiskais process ir tāds pats, tā kinētika, attīstība un dažādu parametru atbilstība (piemēram, fiziskā struktūra, daļiņu lielums, mitrums, virsmas/tilpuma attiecība, C/N attiecība, porainība, temperatūra) ievērojami atšķiras piemērotajā skalā. Atkarībā no skalas var atšķirties šo parametru jutība (ACR+ 2014, ECN n.d., González-Sierra et al. 2019).

Maza un vidēja mēroga kompostēšanas vietas galvenokārt pievēršas tādu organiskas izcelsmes atkritumu (kas mēdz būt aptuveni sadalīti pārtikas atkritumos un zaļajos atkritumos) apstrādei, kas rodas ierobežotās teritorijās. Tomēr izmantoto izejvielu daudzveidība ir liela, tāpat arī to izcelsme un īpašības, kas ir ļoti svarīgas visa kompostēšanas procesa plānošanā (sk. EWC kodu paraugus Tabula 1). Izejvielu īpašību un izcelsmes atšķirības ir atkarīgas no dažādiem faktoriem, piemēram, gadalaika, vietējās ēdienkartes, laikapstākļiem; to rezultātā mainās tādi parametri kā organisko atkritumu mitrums, konsistence, granulometrija un oksidējamības C/N attiecība (ACR+ 2014, González-Sierra et al. 2019).

Tabula 1: Kompostēšanai svarīgu atkritumu izraksts no EUP

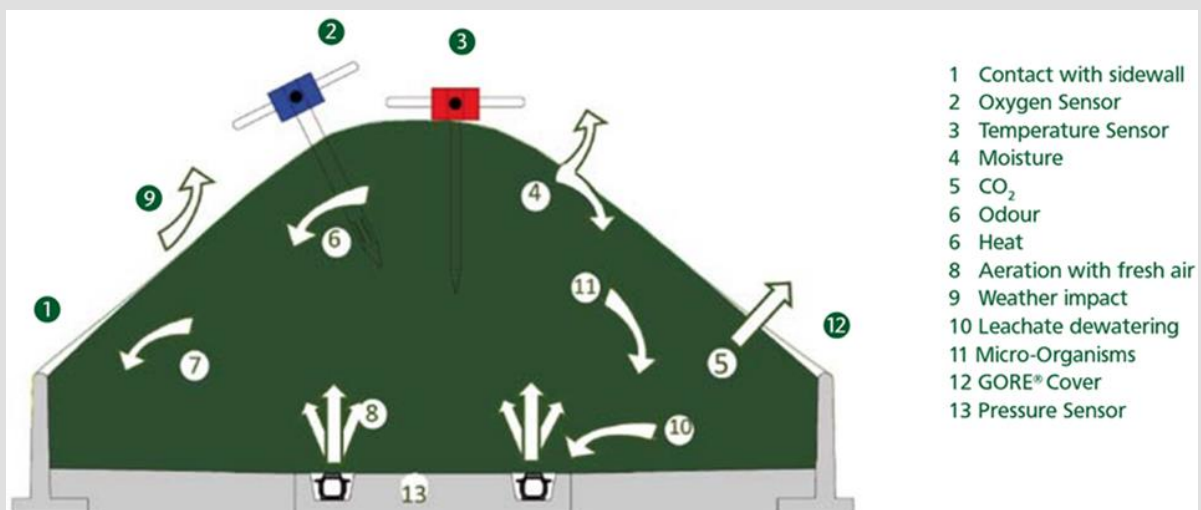
EUP kods	Apraksts
20	Sadzīves atkritumi (mājsaimniecību atkritumi un līdzīgi komerciāli, rūpnieciski un institucionāli atkritumi).
2001	Atsevišķi savāktas frakcijas.
200108	Bioloģiski noārdāmi virtuves un ēdināšanas iestāžu atkritumi.
200138	Koksne, kas nav minēta kodā 200137 (koksne, kas satur bīstamas vielas).
2002	Dārza un parku atkritumi (tostarp kapsētu atkritumi).
200201	Bioloģiski noārdāmie atkritumi.
2003	Citi pašvaldību atkritumi.
200302	Atkritumi no tirgiem.

Pielāgojot kompostēšanas procesu noteiktam līmenim, kompostēšanas procesa fāzes ir atkarīgas no kompostēšanas vietas konstrukcijas (galvenokārt no moduļu skaita). Šāda konstrukcija savukārt noteik darba vai operatīvo funkcionēšanu. Ir vairāki projektēšanas noteikumi, kas ir aprakstīti González-Sierra et al. (2019) ziņojumā.

UTV AG kompostēšanas risinājums

Kompostēšana ir process, kurā mikroorganismi, kas dabiski atrodas organiskajās vielās un augsnē, sadala organiskās vielas. Lai sadalītu organiskās vielas mazākās daļiņās, mikroorganismiem ir nepieciešamas pamata barības vielas, skābeklis un ūdens. Organiskās vielas tiek pārstrādātas dabiski bez cilvēku darbības, bet, tā kā šo procesu kontrolē cilvēki, galaproduktu sauc par kompostu. Kompostēšanas procesa regulēšanai un pilnveidošanai ir izšķiroša ietekme uz ilgumu, kādā notiek kompostēšana, kā arī uz komposta kvalitāti (Chen et al. 2011).

Ar "GORE® Cover" "UTV AG" piedāvā modernizējamu, ienesīgu un elastīgu tehnoloģiju, kas ir piemērota dažādu veidu atkritumiem. Ar membrānu pārklātā kaudzē organiskās vielas sadalās ar spiediena palīdzību un skābekļa kontrolētā vidē, kuru uzrauga ar datora palīdzību. Optimizētā skābekļa aerācija un padeve caur ventilatoriem un ventilācijas caurulēm nodrošina atkritumu pastiprinātu sadalīšanos astoņās nedēļās. Galaprodukts ir augstas kvalitātes komposts. Šīs tehnoloģijas priekšrocības ir īss plānošanas laiks un uzstādīšana (maksimāli trīs mēneši), mobilitāte, zemās celtniecības un ekspluatācijas izmaksas (salīdzinājumā ar betonētu konstrukciju uzstādīšanu) un ērta procesa vadīšana (nepieciešami mācīti darbinieki) (Colmorgen and Khawaja 2019).



UTV kompostēšanas sistēma ar kaudzi, kas ir pārklāta ar membrānu

3.4 Bioloģiskas izcelsmes iesaiņojums

Pārejai uz bioekonomiku ir ļoti svarīgi, lai izejvielas tiktu izmantotas ilgtspējīgi, pēc iespējas efektīvāk un ilgāk. Tas attiecas arī uz biomasu. Daudzos gadījumos iesaiņojuma materiāliem ir īss kalpošanas laiks, kurā tie ražojumiem rada pievienoto vērtību. Lai garantētu, ka izejvielas tiek izmantotas pēc iespējas ilgāk, iesaiņojuma materiāli ir jāizmanto pareizi, tie ir jāattīsta tā, lai būtu nepieciešams pēc iespējas mazāk neapstrādātu materiālu, un, visbeidzot, tiem ir jābūt piemērotiem atkārtotas izmantošanas vai pārstrādes procesiem (KIDV 2018).

Iesaiņojuma materiāli, kas ir izgatavoti no atjaunojamajām izejvielām, līdz šim galvenokārt tiek ražoti papīra un kartona iesaiņojuma nozarē. Iesaiņojuma tirgū tie jau aizņem ļoti lielu daļu. Svarīgākās izejvielas rūpnieciskā papīra ražošanā ir koksne un makulatūra. Arī daži viengadīgi augi tiek izmantoti kā izejvielu avots. Visi celulozi saturošie materiāli ir izmantojami papīra ražošanai. Foliijas, kas ir izgatavotas no celulozes vai cietes, ir pieejamas tikai ļoti mazos nišu tirgos. Jaunāka attīstība ir tā

saukto iestrādājamo (drop-in) materiālu ražošana. Šajā gadījumā no atjaunojamajām izejvielām tiek ražoti parastie polimēri, piemēram, polietilēns, kurus var ievadīt jau esošajās plastmasas iepakojuma materiālu vērtību ķēdēs (Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern 2017). Pastāv vairāki procesi, ar kuru palīdzību iesaiņojuma polimēru, piemēram, PE, PP, PET (aptuveni 80% tirgus daļas), var ražot no atjaunojamajām, nevis fosilajām izejvielām. Vairāk nekā 80% bioloģiskas cilmes PE un 30% bioloģiskas cilmes PET jau tiek ražoti. To ražošanu var integrēt esošajās ķīmisko vērtību ķēdēs, piemēram, izmantojot izejvielas bioligroīnu un biometānu. Ir iespējami arī pilnīgi jauni sintēzes ceļi. Ogļhidrātus un eļļu saturošo augu, atkritumu un atliekvielu (koksnei līdzīgi komponenti, lietotas taukvielas) kā bioloģisku izejvielu lietošana rada daudz jautājumu. Bioloģiskas un fosilas cilmes materiālu varianti ir ķīmiski identiski. Bioloģiskie iesaiņojuma materiāli var būt pārstrādājami, bet tos var arī nepārstrādāt (Käb 2018). Šai attīstībai tiek prognozētas vislielākās tirgus iespējas, jo tā ļauj izmantot jau izveidoto naftas izcelsmes plastmasu esošās struktūras un pārstrādes procesus un nav nepieciešamas jaunas tehnoloģijas. Tādējādi no biogēnām izejvielām var iegūt parastos polimērus ar labām barjeras īpašībām. Tomēr tām vēl aizvien trūkst dažu barjeras īpašību, piemēram, pret ūdens tvaikiem. Tas ir būtisks pilnīgi bioloģisku polimēru, piemēram, celulozes vai cietes, trūkums. Tas attiecas arī uz polimēriem, kurus var iegūt no dabīgām izejvielām, izmantojot fermentāciju, piemēram, polipienskābi vai polihidroksialkanoātus (Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern 2017).

Mūsdienās lielākās daļas bioloģiski noārdāmo iesaiņojuma materiālu sadalīšanās ir panākama tikai rūpnieciskās kompostēšanas iekārtās. Bioloģiskās cilmes materiālu dabiskā sadalīšanās var būt ļoti ilga. Līdz ar to bioloģiski noārdāma iesaiņojuma lietošana ne vienmēr risina atkritumu problēmas un tā arī nav risinājums "plastmasas zupai" (okeānos peldošajai plastmasas masai). Tas mainīsies tad, kad tiks izgudroti un ieviesti materiāli, kas var noārdīties dabiskajā vidē. Bioloģiskas izcelsmes plastmasa nav kompostējama, bet to var pārstrādāt esošajā plastmasas atkritumu savākšanas sistēmā. Šī situācija rada visaugstāko pievienoto vērtību bioekonomikai, jo tā mazina nepieciešamību pēc fosilajiem kurināmajiem un līdz ar to pozitīvi ietekmē siltumnīcefekta gāzu emisijas, ja materiāli pēc iespējas ilgāk tiek noturēti atkārtotas izmantošanas un pārstrādes ciklos (KIDV 2018).

Papildus parastajai iesaiņojuma materiālu ražošanai no papīra un kartona un no bioloģiski noārdāmiem un bioloģiskas izcelsmes materiāliem ir daži uzņēmumi, kas komposta un atkritumu noglabāšanas nepilnības cenšas atrisināt ar jaunām novatoriskām tehnoloģijām. Jaunuzņēmums "BIO-LUTIONS" ir nolēmis radīt divus produktus no vienas ražas. Kopā ar Brandenburgas uzņēmumu "Zelfo" "BIO-LUTIONS" izstrādāja paņēmienu, kā **mehāniskā procesā** iegūt ilgtspējīgu iesaiņojuma alternatīvu no lauksaimniecības atkritumiem. "BIO-LUTIONS" vēlējas attīstīt novatorisku un resursefektīvu tehnoloģiju, kas ļautu izmantot pat īsākās šķiedras no dažādām lauksaimniecības atliekvielām, un pasaules mērogā ražot nozīmīgus produktus. Paildzinot neizmantoto ražas atlikumu dzīves ciklu, uzņēmuma mērķis ir izveidot decentralizētu ražošanas tīklu ar vietējām ražotnēm un izmantoto materiālu reģionalizētu izplatīšanu. Līdztekus vērtības pievienošanai reģionos un aprites ekonomikas stiprināšanai uzņēmums tiecas palielināt izpratni par plastmasas atkritumu problēmu, piedāvāt ilgtspējīgus un finansiāli pieejamus risinājumus un likvidēt neilgtspējīgas vienreizlietojamās preces (Colmorgen and Khawaja 2019).

iesaiņojuma materiāli no lauksaimniecības atlikumiem

“BIO-LUTIONS” tehnoloģija ļauj izgatavot vienreizlietojamus traukus un iesaiņojumu no atjaunojamajām izejvielām, piemēram, augu un labības atlikumiem. Kultūraugu atlikumi, kas agrāk netika izmantoti, šajā procesā tiek pārveidoti novatoriskos un vērtīgos produktos. “BIO-LUTIONS” un “Zelfo” izstrādāto un patentēto tehnoloģiju var raksturot kā procesu, kurā atkritumvielas iegūst jaunu vērtību (*up-cycling*) un ko var izmantot visā pasaulē. Augu šķiedras tiek sadalītas un sajauktas viendabīgā mīkstā masā, ko ievieto ūdens tvertnē. Mehāniskais grābeklis pārvieta mitro maisījumu, kas ir ļoti līdzīgs papīra rūpniecībā izmantotajam maisījumam. Tālāk masa tiek nogādāta presēšanas iekārtā, kurā produkti tiek saspiesti un veidoti augstā temperatūrā. Visa procesa laikā nav jāizmanto ķīmiskās vielas. Procesā izmantotais ūdens tiek vairākkārt attīrīts un pārstrādāts un pēc tam izmantots apūdeņošanā (BIO-LUTIONS 2019, Bioökonomie.de n.d.).



Banānaugu kāti ir izejvielu avots Indijā un “BIO-LUTIONS” pašreizējā vienreizlietojamo izstrādājumu klāstā © BIO-LUTIONS

3.5 Bioloģiskas izcelsmes izolācijas materiāli

Energoefektīvas būvniecības un ēku atjaunošanas laikmetā, kā arī pieaugošu enerģijas cenu apstākļos dabisko izolācijas materiālu nozīme pieaug. To ražošanai ir nepieciešams mazāk enerģijas, tie pozitīvi ietekmē dzīves vidi un tādējādi arī cilvēku veselību. Vasarā dabīgie materiāli pasargā no karstuma. Tie var absorbēt lielu mitruma daudzumu un parasti neizraisa alerģijas. Bioloģiskas izcelsmes izolācijas materiāli ir izgatavoti no atjaunojamajiem resursiem – tie ir uz augu vai dzīvnieku materiālu bāzes. Bioloģiskas izcelsmes un ilgtspējīgo materiālu klāsts, kas ir piemēroti izolācijas materiāliem, ir ļoti plašs. Izolācijas materiāli no salmiem, graudzālēm, kaņepēm vai celulozes pārslām to īpašību ziņā jau var konkurēt ar parastajiem izolācijas materiāliem, piemēram, minerālvati (Bioökonomie.de 2017, BMBF 2014). Ilgtspējīgu izolācijas materiālu ražošanā var izmantot arī džutu, korki, niedres, jūraszāles, graudzāles, celulozi, kenafu un kokvilnu.

Bioloģiskas izcelsmes izolācijas materiāli var aizstāt tradicionāli lietotos. Kamēr tie nezaudē veiktspēju, tie parasti dod papildu ieguvumus. Bioloģiskas izcelsmes izolācijas materiālu siltuma un skaņas izolācijas īpašības ir tikpat labas kā fosilas izcelsmes materiāliem, piemēram, akmensvatei, stikla vatei un polistirēnam. Atjaunojamo izolācijas materiālu, piemēram, celulozes, kaņepju, linu, kenafa un kokvilnas šķiedru, tehniskie rādītāji atbilst kritērijiem, kas tiek izvirzīti minerālajiem materiāliem. Arī to labās skaņas izolācijas vai skaņas mazināšanas īpašības ir salīdzināmas ar minerālu izcelsmes tradicionālo materiālu īpašībām. Jāatzīmē, ka bioloģiskajiem izolācijas materiāliem ir labāka mitruma regulēšanas spēja un vasarā tie lieliski aizsargā pret karstumu. Ļoti svarīga ir izolācijas materiāla spēja

regulēt temperatūru, uzturot siltumu un izdalot to vēsākā vidē. Šo rādītāju sauc par īpatnējo siltumietilpību. Temperatūras regulēšanas ziņā dabīgie izolācijas materiāli var būt labāki nekā fosilas vai minerālu cilmes materiāli, jo to īpatnējā siltumietilpība ir augstāka. Tas ir svarīgi, veidojot patīkamu iekštelpu klimatu un nepieļaujot to telpu pārkaršanu, kas vasarā atrodas zem jumta (BioCannDo n.d.).

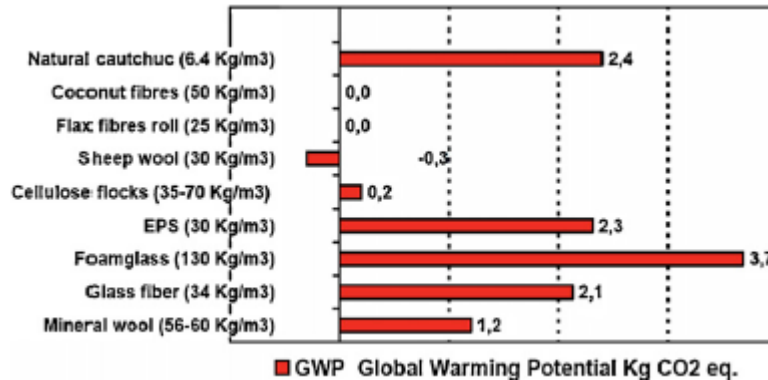
Tabula 2. tabula sniedz pārskatu par dažādiem izolācijas materiāliem, to siltumvadītspēju un īpatnējo siltumietilpību. Siltumizolējošo efektu raksturo siltumvadītspēja (λ). Zema siltumvadītspēja korelē ar labāku izolāciju un labāku siltuma aizsardzību. Siltumvadītspējas vērtība mazāk nekā 0,5 W/(m × K) garantē labas siltumizolācijas īpašības. Īpatnējā siltumietilpība (c) raksturo siltuma daudzumu, ko materiāls var uzņemt. Augstas c vērtības norāda uz augstāku siltumspēju un atbilstošu spēju novadīt siltumu vēsākā vidē (BioCannDo n.d.).

Tabula 2: Pārskats par izolācijas materiāliem, to siltumvadītspēju un īpatnējo siltumietilpību.

Izolācijas materiāls	λ (W/(m × K))	c (J/kg × K)
Bioloģiskas izcelsmes materiāls		
Lina paklājs	0,036–0,040	1600
Kaņepju šķiedras paklājs	0,040–0,050	1600–1700
Kaņepes (nesaistītas)	0,048	1600–2200
Koksnes skaidas	0,045	2100
Koksnes šķiedru izolācijas plāksne	0,040–0,052	2100
Korķa plāksne	0,040	1800
Aitas vilna	0,0326–0,040	1720
Salmu ķīpu konstrukcija	0,052–0,080	2000
Celulozes pārslas	0,040	2200
Jūraszāles	0,037–0,0428	2000
Tradicionāli izmantotie materiāli		
Polistirols (PS) (putuplasts)	0,035–0,040	1400
Akmensvate	0,033–0,040	840–1000

Bioloģiskie izolācijas materiāli veicina veselīgu dzīves vidi. Jau uzstādīšanas laikā tie ir daudz draudzīgāki lietotājam (nekairina ādu) nekā parastie izolācijas materiāli. Turklāt dabīgie izolācijas materiāli var uzkrāt un vadīt mitrumu, radot mitrumu regulējošu iedarbību un veicinot līdzsvarotu iekštelpu klimatu visu gadu. Īpaši pozitīva ietekme ir aitas vilnai, jo tā var absorbēt un neitralizēt daudzus gaistošos organiskos savienojumus, tādējādi attīrot gaisu. Visbeidzot, bioloģiskas cilmes izolācijas materiāli satur daudz mazāk vai vispār nesatur ķīmiskas piedevas (galvenokārt liesmas slāpējošas vielas), tādēļ tie ir veselīgāki iedzīvotājiem un videi. Atšķirībā no fosilas cilmes materiāliem ilgtspējīgie izolācijas materiāli nerada paaugstinātu ugunsbīstamību un tie ir tikpat izturīgi (BioCannDo n.d.).

Jāņem vērā arī ilgtspējīgo izolācijas materiālu nozīme vides aizsardzībā. Pirmkārt, ražošanas procesā ir nepieciešams daudz mazāk enerģijas, ja salīdzina ar līdzīgiem fosilajiem materiāliem. Salīdzinot primārās enerģijas patēriņu aitas vilnai un minerālvatei, aitas vilna ļauj ietaupīt 130 kg CO₂/m³. Turklāt aitu vilnas GWP (globālās sasilšanas potenciāls) ir negatīvs (Attēls 17). Otrkārt, dabīgie izolācijas materiāli piesaista un uzkrāj CO₂ to izejvielu augšanas laikā. Tā kā daudzu dabīgo izolācijas materiālu izcelsme ir lauksaimniecība vai mežsaimniecība, pārvadāšanas attālumi ir nelieli un atkarība no importa ir maza. Šādi var arī stimulēt lauku teritoriju attīstību (BioCannDo n.d., Daemwool n.d.).



Attēls 17: Dažādu izolācijas materiālu nozīme globālajā sasilšanā (Daemwool n.d.)

“Daemwool” (Austrijā) ir uzņēmums, kas ražo ilgtspējīgus izolācijas materiālus. Šeit ražo videi draudzīgus izolācijas materiālus no vietējiem aitu vilnas resursiem. Šāda iespēja nav izmantota jau sen.

“Daemwool” izolācijas materiāls, gatavots no aitu vilnas

Izejmateriāls ir neapstrādāta vilna ar piemaisījumiem līdz pat 50% (sviedri, ādas daļiņas, augsnes un augu atliekas, vilnas tauki). Vilna tiek uzmanīgi mazgāta ar sodu un ziepēm 60 °C temperatūrā un attaukota. Papildus tiek koriģēta pH vērtība un vilna tiek apstrādāta ar pretkožu līdzekļiem. Iegūto vilnu veido apm. 97% olbaltumvielu (keratīna šķiedras). Tā tiek sapresēta ķīpās un transportēta uz ražošanas vietu, kur ķīpas tiek atvērtas, lai vilnu ievietotu kāršanas iekārtā. Kāršanas iekārta ražo primāro vilnu, kas tiek uzkrāta, līdz tā sasniedz nepieciešamo svaru. Lai iegūtu nepieciešamo blīvumu, vilnu saspiež vai nu mehāniski, izmantojot adatas, vai termiski, krāsnī sablīvējot ar sintētiskām šķiedrām. Iegūto izolācijas materiālu sagriež nepieciešamajā izmērā ar griešanas ierīci. Atlikumi tiek pārstrādāti. Tā kā vilnas šķiedras nav pakļautas intensīvam UV starojumam vai pastāvīgam mitrumam, to ķīmiskā sadalīšanās nenotiks. Liesmu slāpējošajai un pašattīrošajai vilnai piemīt arī tādas īpašības kā gaisa kondicionēšana un piesārņojuma dabiska attīrīšana. Tā taupa enerģiju un ir draudzīga videi (Colmorgen and Khawaja 2019).

Mūsdienās ir pieejams plašs bioloģiskas izcelsmes izolācijas materiālu klāsts – gatavs lietošanai. Šiem materiāliem ir dažādas priekšrocības un trūkumi atkarībā no to izmantošanas veida. Tiesšaistes datubāzēs ir pieejama informācija par dažādiem ilgtspējīgiem izolācijas materiāliem, arī par tiem, ko piedāvā natureplus® vai Vācijas Atjaunojamo resursu aģentūra (German Agency for Renewable Resources, FNR).

3.6 Bioloģiskas izcelsmes tekstilizstrādājumi

Atjaunojamo izejvielu izmantošana ir tekstilrūpniecības ikdiena. Dažādas tekstilizstrādājumu nozares izmanto augu šķiedras, piemēram, linu un kokvilnu, un dzīvnieku izcelsmes produktus, piemēram, vilnu, zīdu un ādu. Lai palielinātu ilgtspējību un resursu izmantošanas efektivitāti, mūsdienās tiek īstenotas arī netradicionālas idejas. Piemēram, augsto tehnoloģiju šķiedras ar agrāk nepazīstamām īpašībām tiek iegūtas no pārtikas rūpniecības atliekvielām (BMBF 2017). Mūsdienās vairāk nekā 60% tekstilizstrādājumu tiek veidoti no poliestera un citām naftas izcelsmes šķiedrām. Gan patērētāji, gan vide vēlas ilgtspējīgāku tekstilizstrādājumu ražošanu un patēriņu (biobridges n.d.). Tāpēc viena no vissvarīgākajām jauninājumu jomām ir ilgtspējīgi tekstilizstrādājumi (Bioökonomie BW 2019).

Dabiski izstrādājumi apģērbu ražošanā ir izmantoti tūkstošiem gadu. Jau senie ēģiptieši un romieši ražoja linu audumus no linu šķiedrām. Apavu vai jostu izgatavošanai āda bija populārs materiāls jau akmens laikmetā. Pēdējās desmitgadēs tirgus daļu ir palielinājušas lētās sintētiskās naftas izcelsmes šķiedras. Tomēr tagad ir vērojama atgriešanās pie tradicionālajām dabiskajām šķiedrām. Tekstilaugu, piemēram, linu, kaņepju un džutas (izņemot kokvilnu) stumbri tiek apstrādāti. Tomēr šo šķiedru ražošana pasaulē ir daudz mazāka – aptuveni divi miljoni tonnu gadā. Pēc lūksnes tekstilšķiedru atdalīšanas to pārstrāde ir līdzīga kokvilnas apstrādei: no atsevišķām šķiedrām vērj pavedienu, kuru tālāk var pārveidot audumos. To lietojuma jomas atšķiras: lūksnes šķiedras galvenokārt tiek lietotas tā saucamajos tehniskajos tekstilizstrādājumos rūpnieciskai izmantošanai, mazāk – apģērbu ražošanā. Pašlaik kokvilnas īpatsvars ir 31% (BMBF 2014).

Lielākā daļa šajā rūpniecībā izmantoto materiālu ir sintētiskās un ķīmiskās šķiedras, kas ir izgatavotas no sintētiskiem polimēriem, piemēram, poliestera, teflona, likras, trevira, neilona un citiem. Ir arī dabiskie polimēri, kurus izmanto par izejvielu šķiedrām, bet kurus ražo ķīmiskos procesos. Pie tādiem pieder viskoze, kuras izejviela ir celuloze. Atšķirībā no kokvilnas šķiedrām viskozes šķiedrām ir raksturīga daudzveidīgāka šķiedru ģeometrija (garums, krokojums, smalkums, šķērsriezuma forma), tāpēc tās var izmantot plašāk. Viskozes ražošanā tiek mazāk izmantots ūdens un enerģija, taču ražošanas procesā rodas neveselīgas un videi kaitīgas vielas, piemēram, sērūdeņradis (H₂S) un oglekļa disulfīds (CS₂). Citām ķīmiskajām šķiedrām, kas ir izgatavotas no celulozes, nav šādas problēmas. Lai iegūtu tencela (*Tencel*) un liocela (*Lyocell*) šķiedras, ir izstrādāts tiešas šķīdināšanas process, kurā tiek izmantots netoksisks šķīdinātājs un kas darbojas slēgta materiālu cikla ietvaros. Celulozi liocela šķiedrai iegūst no eikalipta vai dižskābarža koksnes. Tā kā šie augi aug ātri un tiem ir liela ražība no platības vienības, to vides aizsardzības īpašības ir labākas nekā kokvilnai. Jaunākie pētījumi liecina, ka līni, kaņepes, bambusi, kā arī banānaugi un soja ir piemērotas izejvielas celulozes šķiedras iegūšanai (Bioökonomie.de 2016, BMBF 2014).

Pašlaik uzmanības centrā nokļūst arī tādi neievērojami augi kā lielā nātre. Līdz otrajam pasaules karam nātre bija viens no ievērojamākajiem vietējas izcelsmes šķiedraugiem līdzās kaņepēm un līniem. Ar jaunākajām apstrādes metodēm no nātru šķiedrām ir iespējams iegūt audumus, kas pēc īpašībām līdzinās kokvilnai un citiem kvalitatīviem audumiem. Tos var izmantot arī kā neaustus audumus tehniskiem nolūkiem. Tomēr nātru parastā pavairošana ar spraudņiem ir samērā nepiemērota liela mēroga audzēšanai un joprojām ir iespējams palielināt šķiedru saturu nātru šķirnēs (BMBF 2014).

Līdztekus tādām piemirstām izejvielām kā lielā nātre, kas tagad piedzīvo gluži vai atdzimšanu, jauni un novatoriski uzņēmumi pievērš uzmanību arī pilnīgi jaunām izejvielām un tehnoloģijām. Piemēram, uzņēmuma "Swicofil" ražotā šķiedra ir izgatavota no kazeīna – piena olbaltumvielas, kas ir neizmantojams atkritumprodukts piensaimniecībā. Piena šķiedru pH ir līdzīgs cilvēka ādai un tām ir antibakteriāla un pretsēnīšu iedarbība. Piena šķiedra ir ļoti gluds un mīksts produkts, tādēļ tā ir piemērota tekstilizstrādājumiem, ko valkā tuvu ādai, piemēram, zeķēm un apakšveļai (AllThings.Bio 2017). Citi uzņēmumi izmanto arī koksni kā dzijas un tekstilmateriālu izejvielu.

Tekstilmateriāli no koksnes celulozes

“Spinnova” izstrādātā tehnoloģija ļauj izgatavot dziju no kokšķiedras bez kaitīgu ķīmisku vielu izmantošanas. Process pamatojas uz mehānisku celulozes apstrādi un tajā tiek izmantota šķiedru suspensijas plūsma un reoloģija. “Spinnova” iegūst šķiedru no sīkšķiedru celulozes (izgatavota no FSC sertificētas koksnes vai atkritumu plūsmām), kas ir raksturojama kā smalku kokšķiedru masa. Tālāk šī maltā celulozes masa plūst caur sprauslu. Plūsmā šķiedras rotē un apvienojas, izveidojot stipru un elastīgu šķiedru tīklojumu. Izmantojot patentētu vērpsanas procesu, šķiedra tiek savērpta un žāvēta. Tādējādi tiek iegūts taustot mīksts, bet stingrs vilnai līdzīgs materiāls, kas ir piemērots dzijas vērpsanai un tekstilizstrādājumu ražošanai. Šī procesa vienīgais blakusprodukts ir iztvaicēts ūdens, kas tiek novadīts atpakaļ procesā. Izgatavotie pavedieni ir ar negaidīti augstu liesmu slāpēšanas un pretmikrobu darbību, siltuma uzturēšanā tie līdzinās jēra vilnai un ir dabiski bioloģiski noārdāmi. Šādi šim materiālam rodas dažādi citi interesanti lietojumi, kas nav tekstilrūpniecība (Colmorgen, Khawaja 2019).



Ūdenī sajaukta sīkšķiedru celuloze; “Spinnova” ilgtspējīgās pavedienu šķiedras © Spinnova

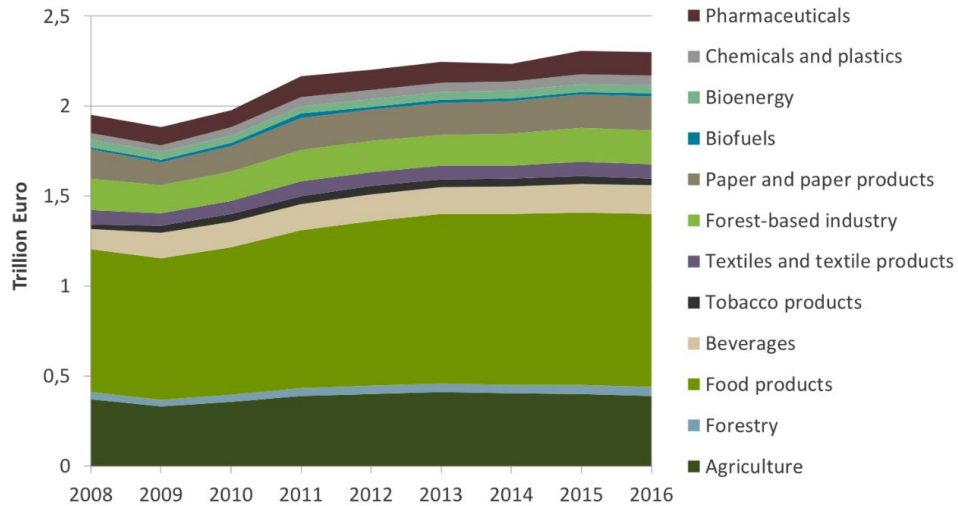
Jaunu un novatorisku risinājumu izstrāde, attīstība un tirgošana ir tikai viena līdzsvarotu risinājumu ieviešanas puse. It īpaši apģērbu un mājas tekstilizstrādājumu jomā izšķirošu ieguldījumu šo izstrādājumu izplatīšanā var dot galapatērētāji. Ne katrs klients spēj novērtēt nopirkto produktu atbilstību nosaukumam, tādēļ zīmoliem un etiķetēm ir viegli saprotamā veidā ir jāraksturo to produktu vērtību ķēdes. Tas attiecas arī uz rūpniecības nozarēm, kas ražošanā izmanto rūpnieciskos tekstilizstrādājumus (biobridges n.d.).

3.7 Pārtikas un dzērienu rūpniecība

Bioekonomikā pārtikas drošums vienmēr ir svarīgāks nekā citi biomasas izmantošanas ieguvumi. Tas attiecas gan uz biomasas izmantošanu, gan uz zemi, kas ir nepieciešama biomasas ražošanai. Tāpēc pārtikas un dzērienu rūpniecībai ir liela nozīme bioekonomikā no sociālā un ekonomiskā viedokļa. Lai garantētu kvalitatīvas pārtikas ražošanu, ir jārisina tādas problēmas kā pieaugošā konkurence uz biomasu pārtikas ražošanai un uz izejvielu enerģiju un materiāliem, kā arī nepietiekama uztura vai pārmērīgas ēšanas sekas. Tādējādi ir jāpalielina R&D visā produkta ciklā no ražošanas līdz pārstrādei un patēriņa ieradumiem (Bioeconomy Council 2012).

Attēls 18. attēls atspoguļo bioekonomikas kopīgā apgrozījuma attīstību Eiropā no 2008. līdz 2016. gadam. Dati liecina par nepārtrauktu pieaugumu (izņemot lejupslīdi 2009. gadā) no mazāk nekā 2 triljoniem eiro (2008) līdz apmēram 2,3 triljoniem eiro (2016). Apgrozījuma pieaugumu ievērojami ir veicinājusi pārtikas nozare.

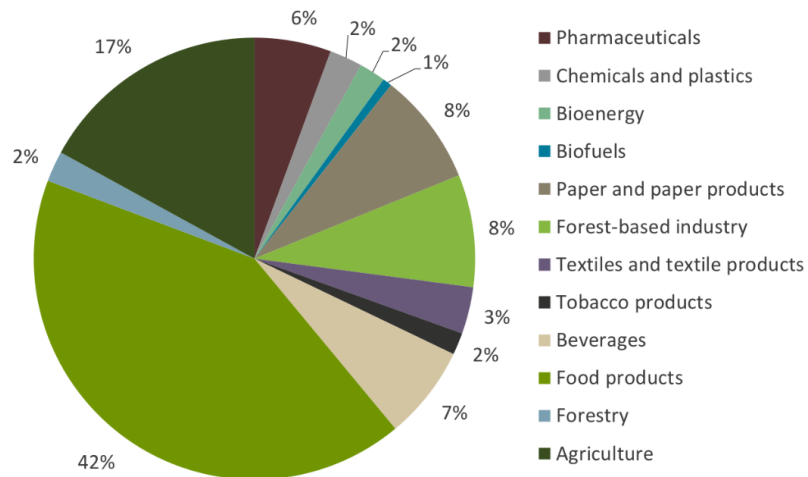
Turnover in the bioeconomy in the EU-28, 2008-2016



Attēls 18: Apgrozījums bioekonomikā ES-28 valstīs no 2008. līdz 2016. gadam (nova Institute 2019)

Kā redzams Attēls 19. attēlā, aptuveni puse no 2,3 triljonu eiro apgrozījuma 2016. gadā ir pārtikas un dzērienu nozarē.

Turnover in the bioeconomy in the EU-28, 2016, total: 2.3 trillion Euro



Attēls 19: Apgrozījums bioekonomikā ES-28 valstīs 2016. gadā (nova Institute 2019)

Pārtikas un dzērienu rūpniecība pārstrādā lauksaimniecības materiālus pārtikas produktos, dzērienos un lopbarībā. Resursefektīvas tehnoloģijas veicina veselīgu, augstvērtīgu un drošu produktu ražošanu. Arvien nozīmīgākas kļūst stratēģijas, kas pārstrādā cilvēku pārtikas un lopbarības ražošanas atkritumus. Tādējādi pārtikas un dzērienu rūpniecība ne tikai patērē lauksaimniecības izejvielas. Šī nozare var kļūt arī par nozīmīgu izejvielu piegādātāju (BMBF 2017).

Mūsdienu biotehnoloģija piedāvā daudz un dažādus fermentus un mikroorganismus, kuri, izmantoti ražošanas procesos, piešķir produktam noteiktas īpašības. Piemēram, šādi tiek gatavoti dabiskie aromāti, aminoskābes un fermentatīvi ražoti ogļhidrāti, piemēram, glikoze un fruktoze, ko izmanto kā cukura aizstājējus. Glikozi var iegūt no augu cietes, to fermentatīvi sadalot. Ļoti nozīmīgi ir saldīnātāji, kas satur mazāk kaloriju un tādējādi izraisa mazāk mūsdienu civilizācijas slimību, piemēram, aptaukošanos. Pašlaik ļoti pieprasītas ir vielas, kam ir salda garša, bet kas nesatur cukuru. Pie šādām alternatīvām pieder tropiskā auga stēvijas (*Stevia rebaudina*) ekstrakts, kas jau tiek izmantots ēdienu un dzērienu bezkaloriju saldīnāšanā (Bioökonome.de 2016).

Vēl viena joma, kurā var būt nozīmīgi bioloģiskas izcelsmes procesi, ir funkcionālie pārtikas produkti un dzērieni. Pateicoties šo produktu īpašajām bioaktīvajām sastāvdaļām, tiem ir pozitīva un profilaktiska ietekme uz veselību. Funkcionālās sastāvdaļas ir, piemēram, probiotiskās vielas, kas satur īpašas balastvielas, kurām ir pozitīva ietekme uz zarnu mikrofloru (BMBF 2017). Nākamajā informācijas lodziņā ir parādīts šo metožu lietojums.

Funkcionāls dzēriens bez lipekļa (glutēna)

Pirmais ar bezglutēna šķiedrām bagātināts dabiskais ārstnieciskais minerālūdens tika pētīts projekta "Interreg Europe" ietvaros. Šo diezgan vienkāršo tehnoloģiju izstrādāja "Agrofood Regional Cluster" dalībnieki Rumānijā. Produkts sastāv no Vilceles (*Vâlcele*) ārstnieciskā minerālūdens, kas ir bagāts ar Fe, Ca, Mg, kā arī vairākām dabīgām sastāvdaļām, piemēram, smaržvielām, fruktozi, dabiskām krāsvielām, tas ir bez lipekļa un satur prebiotiskas pārtikas šķiedras (inulīnu). Samaisot sastāvdaļas, tiek uzturēts kontrolēts temperatūras režīms. Saglabājot un iesaiņojot produktu, tas tiek pasterizēts 70 °C temperatūrā desmit minūtes. Lai ražotu produktu ar nepieciešamajām īpašībām, bija vajadzīgas vairākas testa sērijas (Colmorgen and Khawaja 2019).



© FIBRO

Papildu tehnoloģijas ļauj izmantot alternatīvus olbaltumvielu avotus, tādējādi mazinot dzīvnieku olbaltumvielu izmantošanu vai izmantojot pārstrādes procesā neizlietotās pārtikas atliekas. Abas pieejas padara lauksaimniecības un tai pakārtotās nozares ilgtspējīgākas.

Pārtikas un dzērienu rūpniecībai ir milzīgs bioekonomikas potenciāls pārstrādes atliekvielu izmantošanā. R&D lielas pūles tiek veltītas nepietiekami izmantoto izejvielu un atliekvielu lietošanai un pētniecībai. Arī starpnozarū pieeja var stimulēt jauninājumus. Pārtikas un dzērienu rūpniecības atlikumu izmantošana ir nozīmīga bioekonomikas joma un arī piemērs, kā savstarpēji savienot

dažādas nozares, palielināt resursu efektivitāti un radīt pievienoto vērtību, paplašinot vērtību ķēdes (BMBF 2017).

No piena atliekvielām ražots dzēriens ar augstu olbaltumvielu saturu

“SC Meotis SRL” un IBA – Nacionālais pārtikas bioresursu pētniecības un attīstības institūts –, abi no Rumānijas “Agrofood Regional Cluster”, ir atraduši veidu, kā pievienot vērtību piena pārstrādes atliekvielām, izgatavojot no tām jaunu dzērienu ar augstu olbaltumvielu saturu (Interreg Europe n.d.). Produktu veido sūkalas, smaržvielas, aminoskābes, augļu sula, fruktoze un dabiskās krāsvielas. Sastāvdaļas tiek sajauktas mehāniski. Lai noteiktu vēlamo sastāvdaļu attiecību, tika pārbaudītas 35 receptes un noskaidrots, kam priekšroku dod testētāji. Analīze iekļāva krāsas, struktūras, garšas un smaržas novērtēšanu. Lai nodrošinātu optimālu produktu ar labām saglabāšanās īpašībām, maisījums tiek pasterizēts un homogenizēts (Colmorgen and Khawaja 2019).



© Revolve

3.8 Vērtības pievienošana (valorizācija) ūdens ekosistēmas biomasai

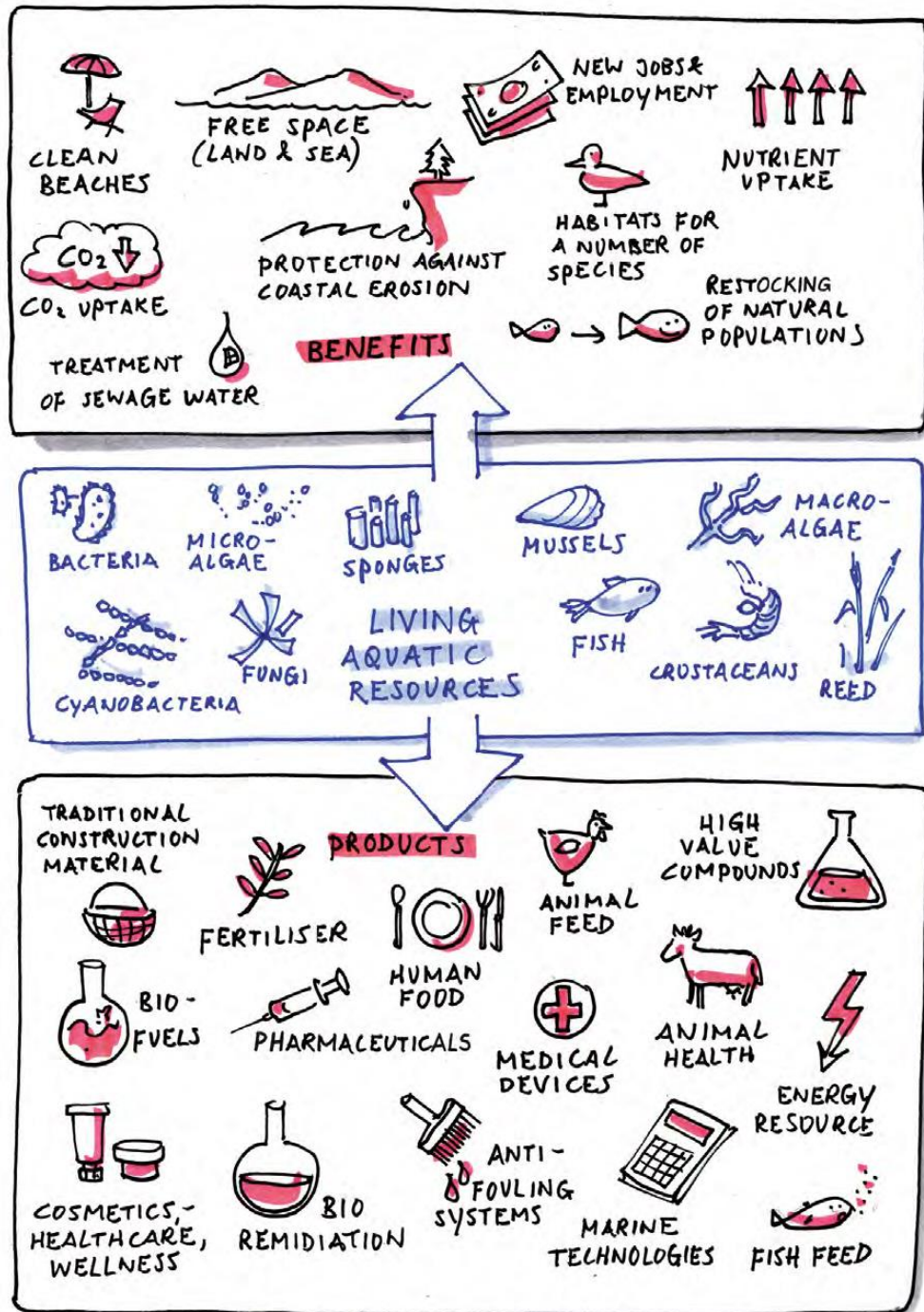
Okeāniem ir milzīgs potenciāls ilgtspējīgas izaugsmes veicināšanā. Ja okeānu resursi tiek izmantoti saprātīgi, tie var dot nozīmīgu ieguldījumu globālo ilgtspējīgas attīstības mērķu sasniegšanā (Moilanen et al. 2019). Ar sālsūdeņu un saldūdeņu ekosistēmu novatorisku izmantošanu nodarbojas zilā bioekonomika. Zilā bioekonomika iekļauj ekonomiskās aktivitātes, kas pamatojas uz dzīvo ūdens ekosistēmu biomasas resursu ilgtspējīgu izmantošanu un to pārvēršanu dažādos produktos un pakalpojumos, piemēram, pārtikā, dzīvnieku barībā, bioloģiskajos materiālos un bioenerģijā (Beyer et al. 2017). Ūdens ekosistēmu biomasas resursu priekšrocības un produkti ir parādīti Attēls 20. attēlā.

Mūsdienās viens no izplatītākajiem zivsaimniecības nozares atlieku un piezvejas izmantošanas veidiem ir to pārstrāde zivju miltos un zivju eļļā. Pastāv vairākas tehnoloģijas, kas paplašina vērtīgās ūdens ekosistēmu biomasas vērtības palielināšanas iespējas. Zivju atkritumu un piezvejas izmantošana enerģijas ieguvē mūsdienās izraisa pieaugošu sabiedrības interesi. Augošu interesi izraisa tehnoloģijas vienkāršība un atkārtamība. Ar nelieliem ieguldījumiem ir iespējams vietējās zivju audzētavās ražot enerģiju. Šādi tiek mazinātas SEG emisijas, tiek radīti papildienākumi zvejnieku un zivju audzētāju kopienām un vienlaikus pozitīvi tiek ietekmēti pārtikas drošums un energoapgādes drošība (FAO n.d. a).

“Jārki Sārki” uzņēmums Somijā izmanto atšķirīgu pieeju ūdens biomasas vērtības pievienošanai. Šis uzņēmums izmanto karpveidīgās zivis, atkārtoti integrējot tās pārtikas tirgū. Tā kā zivis ir unikāls

olbaltumvielu, omega-3 taukskābju un D vitamīna avots, tās uzturu padara veselīgāku. Tas ir nozīmīgi bioekonomikā, konkrētāk, ar pārtikas produktiem saistītajās vadlīnijās (Jārki Sārki n.d.).

Neatkarīgi no zivju apstrādes atlieku vai piezvejas apstrādes veida var gūt labumu videi. Ūdens ekosistēmu biomasu var izmantot, lai aizstātu fosilos kurināmos. Šādi var arī mazināt atkritumu apglabāšanas izmaksas un atkritumu negatīvo ietekmi uz vidi. Turklāt var dažādot uzturu un apdraudētās zivju sugas, piemēram, tunčus, aizstāt ar citām sugām.



Attēls 20: Dzīvo ūdens resursu ilgtspējīgas izmantošanas ieguvumi un galvenie produkti (Beyer at al. 2017)

Mobilā laboratorija zivju atkritumu izmantošanai nākotnē

Uzņēmums "SINTEFF" ir izstrādājis mobilo pielāgoto pārstrādes vienību un laboratoriju, kas ļauj pētīt dažādu izejvielu un procesu iespējamo lietojumu mazā mērogā. Apstrādes vienības var pielāgot dažādiem izejmateriāliem un vēlamajai produkcijai. Klients var noteikt vērtību plūsmas, kurās būtu vai nebūtu vērts ieguldīt.

Laboratorijā atrodas neliela, bet labi nokomplektēta apstrādes iekārta eļļas, olbaltumvielām bagātu frakciju un citu barības vielu reģenerācijai no zvejniecības nozares atliekvielām. "SINTEF" mobilais un pielāgotais aprīkojums ļauj klientiem sadarbībā ar laboratoriju izstrādāt jaunus produktus un vērtību plūsmas, kā arī pilnveidot esošos procesus visdažādākajām izejvielām. Šādi "SINTEF" aizpilda plaisu starp maza mēroga laboratorijas pētījumiem un ražošanu, kurā izmanto pilnu rūpniecības aprīkojumu. Var veikt arī fermentu un antioksidantu skrīninga pārbaudes. Pašlaik zivju asakas, subprodukti un filejas atgriezumi tiek pārstrādāti, lai ražotu zemas kvalitātes dzīvnieku barību, kaut arī no tām pašām izejvielām ir iespējams ražot pārtikas kvalitātes omega-3 zivju eļļu un olbaltumvielu hidrolizātus. Lai saglabātu izejvielu potenciālu un kvalitāti, ir svarīgi tās pārstrādāt, kamēr tās ir pilnīgi svaigas. "SINTEF" mobilais apstrādes bloks atbilst šīm prasībām, jo tas ir mobils un nosūtāms uz ražošanas vietām (SINTEF 2016, 2018).



Zivju pārstrādes atliekvielas ir nozīmīgs resurss turpmākai izmantošanai. Lašu, mencu un siļķu galvas var izmantot, lai iegūtu omega-3 zivju eļļu, dzīvnieku barību un olbaltumvielu hidrolizātu pulverus (SINTEF n.d.).

Apstrādes jaudas uzlabošana

Apstrādes jauda ir atkarīga no izvēlētā produkta un izmantotā procesa. Termiskās apstrādes jauda ir 500–1000 kg/h, bet vienas produktu partijas hidrolīzes jauda – 400 kg/4-6 h (SINTEF 2016).

4 Uzņēmējdarbības modeļi reģionālajai bioekonomikai

Mūsdienu izaicinājumi un SDG (ilgtspējīgas attīstības mērķu) izpilde prasa liela mēroga pārmaiņas. Šīs pārmaiņas ietekmē bioekonomikas uzņēmumu attīstību. Resursu efektivitāte un aprīte, ilgtspējīga ekonomiskā izaugsme, draudzīgums videi, sociālais taisnīgums un integrācija ir neatņemami, veidojot un attīstot turpmākus ar bioekonomiku saistītus uzņēmumus (Karlsson et al. 2018).

Uzņēmējdarbības modeļi ļauj apzināt elementus, kas ir jāņem vērā, plānojot un uzsākot biznesu. Uzņēmējdarbības modelis ir “abstrakts konceptuāls modelis, kas parāda uzņēmuma biznesa un naudas pelnīšanas loģiku”, un “biznesa slānis starp uzņēmējdarbības stratēģiju un procesiem” (Osterwalder 2004). Līdztekus iekšējiem faktoriem, kas noteic un veido uzņēmējdarbības modeli, ir jāņem vērā arī ārējie faktori, runājot par uzņēmējdarbības modeļu nemitīgu pielāgošanu. Līdz ar to katrs uzņēmums ir atbildīgs par sava uzņēmējdarbības modeļa maiņu mainīgā vidē (biznesa modeļa jaunievedumi). Ir svarīgi uzsvērt, ka 21. gadsimtā uzņēmumi ne tikai piedāvā produktus un pakalpojumus, bet arī sniedz sociālās un vides vērtības (piemēram, integrāciju vai SEG emisiju mazināšanu), kas ir nozīmīgi bioekonomikas uzņēmumiem (Fogarassy et al. 2017). Uzņēmējdarbības veids ir saistāms ar vērtību, kuru organizācija vai uzņēmums vēlas radīt klientiem vai produktu lietotājiem (Stratan 2017). Līdz ar to biznesa modeli var uzskatīt par dažādu savstarpēji ietekmējošu elementu tīklu. Uzņēmējdarbības modeļiem vajadzētu orientēties uz šo tīklu, nevis uz vienu uzņēmumu. Šādi tīkla tipa uzņēmējdarbības modeļi var atklāt jaunas kompetences, jaunus tirgus un veicināt novatorisku un unikālu vērtību piedāvāšanu. Uzņēmējdarbības modeļa atjaunināšana var būt izšķiroša, veicot radikālus uzlabojumus, tostarp pastiprinātu vides, sociālo un ekonomisko vērtību radīšanu (Karlsson et al. 2018).

Primāro datu apkopošanai pēc tiešiem novērojumiem, mijiedarbības un prāta vētrām var būt noderīga Attēls 21. attēlā parādītā veidne.



Attēls 21: Plaukstošas uzņēmējdarbības shēma (Karlsson et al. 2018)

Plaukstošas uzņēmējdarbības shēma (FBC), plaši izmantotās uzņēmējdarbības shēmas nozīmīgs paplašinājums³, parāda un apraksta uzņēmējdarbības modeļa (UM) raksturīgās iezīmes, kas ir konceptualizētas reālas ekonomikas, vides un sociālās sistēmas kontekstā. Lai atspoguļotu ilgtspējīga biznesa modeli, FBC sastāv no trim kontekstuālām sistēmām (vide, sabiedrība un ekonomika), četrām perspektīvām (process, cilvēki, vērtība un rezultāti) un sešpadsmit pamatelementiem (tēmām, kas paredzētas, lai izraisītu ieinteresēto pušu jautājumus par uzņēmuma pagātnes, tagadnes vai nākotnes UM (uzņēmējdarbības modeli)). FBC ir rīks, kas uzņēmumiem un ieinteresētajām personām parāda, kā atspoguļot un analizēt savas uzņēmējdarbības modelēšanas darbību (Karlsson et al. 2018).

4.1 Vietējās biomasas, tehnisko un infrastruktūras resursu pieejamība un novērtēšana

Bioekonomika ir īpaša ar tās atjaunojamo izejvielu bāzi. Tie ir bioloģiskie resursi – dzīvi organismi, piemēram, augi, dzīvnieki un mikroorganismi. Tie aug, attīstās un ražo lielu organiskās masas daudzumus, pateicoties to vielmaiņai. Biomasas ir vispārējs termins, ar kuru apzīmē šādus atjaunojamus augu vai dzīvnieku resursus. Reģionālajā bioekonomikā šie resursi ir jāpamāna, lai attīstītu jaunu, uz bioloģiskajiem resursiem balstītu uzņēmējdarbību, kā arī lai palīdzētu pārorientēties jau esošajiem uzņēmumiem, kas vēlas mainīt savu izejvielu bāzi. Abos gadījumos uzņēmumi, kas galvenokārt izmanto fosilos resursus, var tikt aizvietoti īsā, vidējā un ilgā termiņā.

Tādēļ ir svarīgi rūpīgi pārbaudīt izejvielu pieejamību, kā arī pamatnosacījumus noteiktu izejvielu īpašību nodrošināšanai izvēlētajam uzņēmējdarbības veidam. Lai novērtētu biomasas potenciālu, ir jāanalizē un jāizvērtē dažādas potenciālās vērtību ķēdes un materiālu plūsmas no dažādām nozarēm (EMEL 2014, Fehrenbach 2017). Izplatītākie biomasas resursu avoti un tirgi:

- lauksaimniecība un tai pakārtotā pārstrādes rūpniecība;
- mežsaimniecība un tai pakārtotā pārstrādes rūpniecība;
- zivsaimniecība un tai pakārtotā pārstrādes rūpniecība;
- pārtikas pārstrādes rūpniecība;
- celulozes un papīra rūpniecība;
- pašvaldības.

Viens no galvenajiem izaicinājumiem biomasas potenciāla novērtēšanā ir ticamu datu avotu atrašana. Tie var stipri atšķirties dažādās nozarēs. Ir jāiegūst un jāapkopo pēc iespējas ticamāka informācija par biomasas resursu kvalitāti un daudzumu (Griestop un Graf 2019). Tādēļ ir jāapsver vairākas informācijas ieguves metodes, piemēram, intervijas, dokumentu izpēte utt. Turpmāk ievietotajā paraugā ir parādīta samērā vienkārša pieeja tehniski ilgtspējīgas biomasas potenciāla novērtēšanai:

Pieejamība = klātbūtne – A – B,

kur

pieejamība ir biomasas daudzums, kas var tikt saražots un ievākts ar šibrīža un tuvākās nākotnes paņēmieniem un jaunākajām tehnoloģijām, ņemot vērā arī vides ilgtspējības prasības attiecībā uz augsnes un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu;

klātbūtne ir biomasas klātbūtne tagad (un arī nākotnē, ņemot vērā zemes izmantošanas tendences);

³ Skatīt projekta "BE-Rural" pārskata materiālu (nodevumu) "D2.4. Uzņēmējdarbības modeļi reģionālajai bioekonomikai".

A ir daudzums, kas ir jāatstāj, lai saglabātu augsni, bioloģisko daudzveidību, nepieļautu augsnes eroziju un citu apstākļu dēļ, kas nav lietojumveidu konkurences izraisīti;

B ir tradicionāli zināmie konkurējošas lietošanas veidi (lopbarība, pātika, materiāli un enerģija) (Dees et al. 2017).

Noteikti ir jāņem vērā, ka dažādo parametru īpatsvars var atšķirties dažādās nozarēs pat tādā mērā, ka parametrs var tikt izslēgts vai pievienots.

Ņemot vērā biomasas veidu, var tikt izvēlēta uzņēmējdarbības tehnoloģija. Tādējādi ir jāņem vērā vairāki faktori, kas lēmumu pieņemšanas procesā un turpmākajos darba gados var būt izšķiroši. Tabula 3. tabulā ir iekļauts kontrolsaraksts tehnoloģiju un infrastruktūras koncepciju izstrādei uzņēmumiem reģionālajā bioekonomikā (netiek garantēta precizitāte vai pilnīgums).

Tabula 3: Tehniskie, ekonomiskie un citi tehniskā aprīkojuma izvēles kritēriji (pēc Stein et al. 2017).

Tehniskie kritēriji	Ekonomiskie kritēriji	Citi kritēriji
<p>Vietējie apstākļi Vieta (svarīga projektēšanai un lielumam), satiksmes savienojums, pieprasījums un kapacitāte (sezonalitāte: ziema un vasara), elektrības tīkls un savienojumi</p>	<p>Ieguldījumu nepieciešamība Investīcijas, iekārtas un ražotnes aprīkojums, ēkas, plānošana, finansēšana (kapitāls, aizdevums, līzings, līgumu slēgšana utt.)</p>	<p>Organizācija un struktūra Projekta partneri (uzstādīšanas un ekspluatācijas laikā), īpašumtiesību struktūra, līgumi un atbildība, juridiskie aspekti utt.</p>
<p>Biomasa un tās piegāde Biomases veids, nepieciešamais/pieejamais daudzums, īpašības un kvalitāte, piegādes veids un intervāli, biomasas sagatavošana un uzglabāšana, piegāde un transportēšana, piegādes attālums</p>	<p>Darbības izmaksas Apkope un remonts, apdrošināšana, algas, enerģijas izmaksas, procesa un kontroles tehnika un uzraudzība, produktu attīstības izmaksas, procesa uzlabošanas izmaksas, atkritumu un blakusproduktu apstrāde</p>	<p>Iestādes Atļaujās minēto emisiju, veselības aizsardzības, drošības prasību utt. ievērošana</p>
<p>Tehnoloģijas un būvniecība Kapacitāte, esošais aprīkojums, elektroierīces, vadības ierīces, ēkas, iespējas ārpus telpām</p>	<p>Ekonomika Rezultāts (piemēram, cena par vienību vai produkts), amortizācija, paplašināšana, mācības</p>	<p>Pieņemšana Iekšēja un ārēja</p>

Riska novērtēšana, turpmākā attīstība, lēmumi par ieguldījumiem

Biomases loģistika ir nozīmīgākā piegādes ķēdes daļa, kas ir jāņem vērā, jo tās savākšanas relatīvās izmaksas ir ļoti lielas (BioEnergy Consult 2020). Biomases loģistika iekļauj ražas novākšanu, transportēšanu, (starposma) uzglabāšanu un saražotās augu biomasas un organisko atkritumu, un atliekvielu pārstrādi (Biomass Logistics n.d.). Piemēram, attālums, kurā ir ekonomiski izdevīgi pārvadāt biomasu, ir atkarīgs no tās tilpuma blīvuma. Tādēļ ir jāapsver produkcijas partijas ietilpība un pārstrādes vienības pārstrādes jauda, jo dažādiem biomasas veidiem tās var stipri atšķirties (Scholwin

un Fritsche 2007). Biomasas pārvadāšanai ir ieteicams meklēt un iesaistīt esošās transporta struktūras, tostarp transporta uzņēmumus, kā arī potenciālos pirmapstrādes veicējus. Īpaši pēdējiem ir ļoti liela nozīme, ja tiek palielināts izmantotās biomasas tilpuma blīvums.

4.2 Ieinteresēto pušu iesaistīšana

Organizācijas vai uzņēmuma un tā uzņēmējdarbības ilgtspēju lielākoties nosaka tas, cik lielā mērā tie ņem vērā ieinteresēto pušu intereses. Frīmans (*Freeman*) definē ieinteresēto pusi kā “jebkuru grupu vai individu, kas ietekmē vai var ietekmēt korporācijas mērķa sasniegšanu” (Freeman 1984). Ilgtspējīgas uzņēmējdarbības priekšrocība ir tā, ka tā nav tikai uz ekonomiku, resursiem un robežām balstīta koncepcija. Tā ņem vērā arī sociālo mijiedarbību un integrē uzņēmumu iekšējos un ārējos resursus. Līdz ar to ieinteresētās puses kļūst ļoti svarīgas jaunas uzņēmējdarbības uzsākšanai un attīstībai nepieciešamo resursu un iespēju iegūšanā (Tiemann et al. 2018). Vērtības radīšanai vajadzētu būt izdevīgai visām iesaistītajām pusēm (kaut arī radītās vērtības veids iesaistītajiem var atšķirties). Pretējā gadījumā uzņēmējdarbība zaudētu partnerus un resursus, kā arī darbības likumību (Freudenreich et al. 2019).

Dažādos līmeņos ir dažādas ieinteresētās puses, kuru iesaistīšana ir nepieciešama, lai izveidotu jaunu bioekonomikas uzņēmumu. Ieinteresēto pušu piedalīšanās var notikt dažādos veidos un tām var būt dažādas lomas projekta attīstības ciklā. Bioenerģijas projektā ieinteresēto pušu līmeņi (precizitāte un pilnīgums netiek garantēti) varētu izskatīties, kā minēts turpmāk.

Vietējais līmenis

- Biomasas piegādātāji
- Ražotņu darbinieki
- Enerģijas piegādātāji
- Pašvaldības administrācija

Reģionālais līmenis

- Finansējums; finansēšanas partneri
- Inženieri un plānošanas iestādes
- Iedzīvotāji, sabiedrība, reģionālās grupas
- Vietējie un reģionālie MVU (piemēram, uzstādītāji, elektriķi, projektētāji)

Valsts vai federālais līmenis

- Tehniskā aprīkojuma ražotāji
- Likumdevēji
- Reģionu un valsts pārvalde (Stein et al. 2017).

Ieinteresēto pušu analīze ļauj rast vietējās iespējas, kā arī trūkstošos elementus. Šis process ļauj noskaidrot, kādus speciālistus iesaistīt vietējā mērogā, kādus resursus viņi var nodrošināt un kuri resursi būtu jānodrošina ar ārēju ieinteresēto pušu starpniecību. Ieinteresēto pušu analīzes galvenie posmi ir uzskaitīti turpmāk:

- nosakiet, kas ir jūsu ieinteresētās puses (izpildvara, tirgvedība, pārdošana, finanses, izstrāde/inženierija/ražošana, iepirkumi, ražotņu ekspluatācija/IT, konsultanti);
- grupējiet un sakārtojiet šīs ieinteresētās puses pēc prioritātēm (pēc ietekmes, intereses un līdzdalības līmeņa jūsu projektā);

- noskaidrojiet, kā vislabāk sazināties ar katra veida ieinteresētajām pusēm;

Kā jau minēts, iesaistīto pušu loma uzņēmējdarbības projekta atsevišķos posmos, piemēram, izstrādes, ieviešanas un darbības fāzēs, ir atšķirīga.

Dažas ieinteresētās puses sniedz ieguldījumu tikai dažos projekta posmos, kamēr citi ir iesaistīti visā plānošanas, ieviešanas un darbības periodā (piemēram, izejvielu piegādātāji). Tas nozīmē, ka ieinteresētās puses formāli un neformāli ir saistītas dažādās attiecībās. Oficiālās attiecības tiek noteiktas līgumos (sk. 4.5. nodaļu).

4.3 Klienti

Bioloģiskas izcelsmes produktu klienti ir ļoti dažādi. Tie ir gan atsevišķas personas, gan ieinteresēto personu grupas, gan veselas nozares. Atsevišķos gadījumos bioloģiskas izcelsmes produktu patērētāji un ražotāji var būt vieni un tie paši, piemēram, kopuzņēmumi. Galvenais bioproduktu izvēles un ilgtspējīgas uzņēmējdarbības radīšanas virzītājspēks ir finanšu stimuli vai priekšrocības salīdzinājumā ar produktiem, kuru pamatā ir fosilie resursi. Pieaug arī patērētāju informētība, jo mūsdienās aizvien lielāka uzmanība tiek pievērsta vides apdraudējumiem. Tas attiecas gan uz tiešajiem bioloģisko produktu patērētājiem, gan uz nozarēm un uzņēmumiem, kas cenšas ieviest atjaunojamus materiālus un produktus savos ražošanas procesos.

Daži bioloģiskas izcelsmes produkti un to potenciālie patērētāji ir apkopoti Tabulā 4. tabulā. Šis pārskats pamatojas uz 3. nodaļā aprakstītajām tehnoloģijām un produktiem.

Tabula 4: Bioloģiskas izcelsmes produkti un to potenciālie patērētāji

Bioloģiskas izcelsmes produkti	Potenciālie klienti
Cietā biomas (apkurei un dzesēšanai)	Mājsaimniecības, rūpniecība, pašvaldības (piemēram, centralizētās siltumapgādes iekārtas)
Biogāze	Gāzes un enerģijas piegādātāji, rūpniecības nozares (piemēram, ķīmiskā rūpniecība)
Biodīzeļdegviela	Komerציālo transportlīdzekļu vadītāji, transports un kravas pārvadājumi, degvielas nozare
Bioetanol	Degvielas nozare (degvielu visvairāk izmanto komerciālajiem transportlīdzekļiem un aviācijai)
Bioplastmasa	Elektroenerģijas nozare, būvniecības nozare, automobiļu un transporta nozare, lauksaimniecība, patērētāju nozare, tekstilrūpniecība, iesaiņošana
Biokompozītmateriāli	Būvniecība, autobūve, patērētāju nozare (piemēram, korpusi un iesaiņojums, mūzikas instrumenti, medicīnas un higiēnas preces)
Komposts	Lauksaimnieki, mājsaimniecības, stādaudzētavas
Bioloģiskas izcelsmes iesaiņojums	Pārtikas rūpniecība, iesaiņošanas nozare
Bioloģiskas izcelsmes izolācijas materiāli	Būvniecības nozare, mūzikas industrija

Bioloģiskas izcelsmes produkti	Potenciālie klienti
Bioloģiskas izcelsmes tekstilmateriāli	Tekstilrūpniecība, bioloģiski audzētu produktu mazumtirgotāji, būvniecība
Pārtika un dzērieni	Pārtikas rūpniecība, bioloģiski audzētu produktu mazumtirgotāji, vingruma industrija
Omega-3 zivju eļļa	Kosmētikas, pārtikas, dzīvnieku barības rūpniecība, veselības un medicīnas nozare

Kā redzams Tabula 4. tabulā, vairāki bioloģiskas izcelsmes produkti ir saistīti ar konkrētiem klientu segmentiem. Lai sasniegtu gan esošos, gan jaunus klientus, tiek izmantoti dažādi informācijas kanāli⁴. Tā ir nepārtraukta abu grupu piedāvājuma un pieprasījuma vērtēšana, lai atrastu un attīstītu jaunas biznesa iespējas. No vienas puses, piegādes puse cenšas ienākt tirgū ar bioloģiskas izcelsmes produktiem un piedāvāt konkurētspējīgu naftas produktu izmantošanas alternatīvu. No otras puses, pieprasījuma puse cenšas paplašināt savas izvēles iespējas un tajā pašā laikā aizstāt materiālus, kuru ražošanai izmantoti fosīlie resursi.

4.4 Tehnoloģisko iespēju plānošana, ieviešana un izmantošana

Bioekonomikas uzņēmējdarbības plānošanai, ieviešanai un darbībai nav obligātu vadlīniju, taču ir vairākas precizējošas darbības, kurām lielākajā daļā gadījumu ir nozīme, kaut arī to svars var atšķirties.

Sākotnējās plānošanas posmā ir jānoskaidro galvenie virzītāji un izšķirošās ieinteresētās puses. Tas ir vienkārši, ja runa ir par turpmākām uzņēmējdarbības īstenošanas darbībām. Uzņēmējdarbības ideju var ierosināt dažādi ieinteresētie dalībnieki:

- pilsoņi;
- asociācijas;
- uzņēmumi un uzņēmēji;
- ārējie konsultanti;
- politiķi un nozīmīgas personas (galvenokārt vietējā un reģionālajā līmenī).

Uzņēmējdarbības mērķi tiek definēti projekta sākumposmā. Šādi mērķi var būt:

- vērtības pievienošana neizmantotiem biomasas resursiem;
- noslīguma ķēdes;
- reģionālās ekonomikas stiprināšana, radot pievienoto vērtību reģionam;
- reģiona attīstības veicināšana;
- sociālekonomisko un vides mērķu maiņa;
- SEG emisiju mazināšana;
- tādu atjaunojamo produktu kā bioloģiskas izcelsmes degvielas un materiālu īpatsvara palielināšana; atkarības no fosilajiem resursiem mazināšana.

⁴ Vairāki potenciālie uzņēmējdarbības modeļu kanāli ir parādīti projekta "BE-Rural" projekta materiālā (nodevumā) "D2.4. Biznesa modeļi reģionālajai bioekonomikai".

Šos vispārējos mērķus var detalizēt sīkāk, izmantojot kvantitatīvos rādītājus, kas, iespējams, ir iegūstami no pašvaldību vai reģionu plānojumiem, tādiem kā ilgtspējīgas enerģijas rīcības plāni, klimata aizsardzības koncepcijas vai stratēģijas saistībā ar Eiropas Enerģētikas balvu. Priekšnosacījumu izvērtēšanai ir jāpamatojas uz esošās situācijas novērtēšanu, dažādiem jaunus uzņēmējdarbības attīstīšanas kvantitatīvajiem un kvalitatīvajiem kritērijiem, piemēram, likumdošanas aktu nosacījumiem, subsīdijām, cenu struktūrām. Šis **pirmais posms** ir nozīmīgs, lai aptuveni precizētu potenciālās uzņēmējdarbības piemērotību un sagatavotos nākamajām darbībām. Šajā projekta sākuma posmā tiek risināti sociālekonomiskie, tehniskie un vides jautājumi.

Jautājumi, kas varētu rasties:

- Kāds ir projekta sākumpunkts, galvenā ideja?
- Kas ir galvenās ieinteresētās puses un kas ir potenciālie atbalstītāji? Kādi būtu iespējamie iemesli, lai pievienotos projektam?
- Kādas ir attiecības starp iespējamajiem dalībniekiem?
- Kādi komunikācijas kanāli būtu piemēroti projekta pirmajā posmā?
- Kas ir potenciālie klienti un kāda pievienotā vērtība tiek radīta klientam?
- Kādi ir projekta plusi un mīnusi, kuriem ir jāpievēršas saziņas stratēģijā?
- Kas ir potenciālie vietējie projekta partneri (lauksaimnieki, uzstādītāji utt.)?
- Kādi resursi viņiem ir?
- Kādas ir iespējas iesaistīt potenciālos izejvielu piegādātājus?
- Kādi biomasas/atjaunojamās enerģijas resursi jau pastāv reģionā vai kādus var izmantot?
- Kāda ir resursu pieejamība? Vai tie ir pietiekami jaunajai uzņēmējdarbībai? Vai pastāv konkurence uz biomasas resursiem?
- Kuras tehnoloģijas ir vispiemērotākās plānotajai uzņēmējdarbībai?

Darbības ierosinātājiem ir precīzi jāapkopo visa savāktā informācija, jo uz to pamatojas turpmākās procedūras un darbības. Tīmekļa mākoņi un citi rīki ir ļoti noderīgi, lai apkopotu visu dažādu informāciju un strukturētu datus (Stein et al. 2017).

Šī informācija ietekmē **turpmāko plānošanu**, jo tiek apkopoti sīkāki dati par biomasas pieejamību un piemērotību (piemēram, aramzeme, loģistika utt.), uzņēmējdarbības struktūru, kā arī par iespējamo ieviešanu un darbību. Lai novērtētu uzņēmējdarbības ekonomisko iespējamību, ir jāpēta arī pieprasījuma puse (piemēram, vai ir pietiekams klientu daudzums). Tas ir ļoti svarīgi, lai novērtētu plānoto uzņēmējdarbību un plānotie ekonomiskie rezultāti būtu ticami. Informāciju var iegūt anketējot, klātienē sarunās un darba grupās. Turpmākajā plānošanā ir jāiekļauj **priekšizpēte**, kas nodrošina lēmuma pieņemšanas bāzi reālai uzņēmējdarbības ieviešanai. Priekšizpētē ir jāveic datubāžu, aprēķinu un iepriekšējā plānošanas posmā iegūtās informācijas analīze. Ekonomisko rezultātu aprēķināšanai uzticams rīks ir dzīves cikla analīze, jo tā ņem vērā dažādu izmaksu kategoriju dinamisko attīstību. Priekšizpēte noslēdzas ar lēmumu pieņemšanas kritēriju matricas izstrādāšanu. Lēmumu pieņemšanas matrica var nozīmīgi ietekmēt gan tehnisko līdzekļu izvēli, gan ieguldījumu izmaksas un uzņēmējdarbības modeli. Lēmumu pieņemšanas matricu var izmantot, lai izlemtu par tehnisko koncepciju, kā arī uzņēmējdarbības plānošanas, izveides un ieviešanas galveno posmu laikā. Tehniskie, vides un ekonomiskie rādītāji var kļūt par lēmumu pieņemšanas kritērijiem.

Pēc plānošanas beigšanas un plānošanas rezultāta apstiprināšanas var sākties **pasākumu ieviešana**. To var veikt strādājošie uzņēmumi vai līgumdarbinieki un plānotāji. Pēc tam sākas projekta **darbības**

posms. Šajā posmā veicamie uzdevumi ir atkarīgi no izmantotajiem resursiem, tehniskā aprīkojuma un uzņēmējdarbības modeļa. Uzdevumi var būt, kā minēts turpmāk.

Biomases izmantošana

- Biomases iepirkums un loģistika
- Biomases pirmapstrāde
- Biomases iekraušana/padeve ražotnēs
- Biomases pārstrādes atkritumu noglabāšana
- Bioproduktu kvalitātes nodrošināšana

Tehniskā aprīkojuma pārvaldīšana

- Iekārtu darbības uzraudzība
- Ražošanas procesu pilnveidošana ražošanas laikā
- Mērīšana un pārbaude
- Dokumentācija
- Uzturēšana

Uzskaitē un kontrole

- Iepirkums un sarunas ar līgumslēdzējām pusēm
- Apdrošināšanas līgumi
- Grāmatvedība; samaksa darbiniekiem, biomasas piegādātājiem un citiem uzņēmumiem
- Gada plānošana un gada līgumi
- Alga, nodokļi, banku darbība
- Ieņēmumi no pārdošanas
- Parādu piedziņa
- Dokumentācija
- Ekonomiskais aprēķins un ienākumu pārskats

Saziņa un informācijas izplatīšana

- Informēšana par rezultātiem
- Masu informācijas līdzekļi, sabiedriskās attiecības
- Jaunu klientu piesaistīšana (pēc Stein et al. 2017).

4.5 Īpašumtiesību modeļi un līgumu jautājumi

4.5.1 Īpašumtiesību modelis

Īpašumtiesību modeļus var iedalīt šādi: pašvaldības/valsts īpašumi, publiskā un privātā sektora partnerība (PPP); privāto īpašumu darbības tirgū. Šo modeļu piemērotība ar bioekonomiku saistītai uzņēmējdarbībai ir atšķirīga. Piemēram, ikvienu no minētajiem īpašumtiesību modeļiem var izmantot biogāzes ražotnē. Taču to pašu nevar teikt par jaunuzņēmumu, kas izstrādā jaunas augstās tehnoloģijas biomasas pārveidošanai.

Publiskajā modelī nav privātas līdzdalības, un valsts iestādes uzņemas lielāko daļu risku saistībā ar projekta ieguldījumiem. Ja projektam ir zems iekšējās atdeves koeficients (IAK), parasti 2–6% robežās, vietējā pašvaldība var izstrādāt un vadīt projektu, lai mazinātu administratīvās izmaksas. Finansiāli spēcīgas pilsētas šādus projektus izstrādā, izmantojot sabiedriskos pakalpojumus, un zemo atdevi var izkliegt citos projektos, kuru IAK ir augstāks. Mazāk spēcīgās pilsētās var izveidot projektu ar augstu IAK, piemēram, ar meitasuzņēmumu (jaunu sabiedrisko pakalpojumu u. c.) palīdzību, lai mazinātu administratīvo un birokrātisko slogu vietējai pašvaldībai. Šādos gadījumos papildu ieguvumi ir, piemēram, pilsētas finansiālās atbildības ierobežošana projekta neveiksmes gadījumā, lēmumu pieņemšanas elastības un ātruma palielināšana, lielāka darbības caurredzamība un komerciālāka darbība. Aprakstītais publiskais modelis var stiprināt kopienas, izmantot reģionālo potenciālu un radīt reģionālās darba vietas (Āzijas Attīstības banka 2015, Sunko et al. 2017).

PPP ir ilgtermiņa līgumiska vienošanās starp sabiedriskā sektora uzņēmumu un privātu pusi, kur privātā puse sniedz sabiedriskus pakalpojumus (piemēram, piegādā elektrību) un uzņemas ievērojamu daudzumu finanšu, tehnisko un ekspluatācijas prasību. PPP galvenais uzdevums ir sadalīt darbības un riskus tām pusēm, kuras tos pārvalda vislabākajā iespējamajā un efektīvākajā veidā, jo īpaši privātā sektora partneriem. Politiskā atbildība par darbības nodrošināšanu paliek valsts iestādēm. Privātā sektora līdzdalībai būtu jānodrošina ilgtermiņa ieguldījumu perspektīva, jārada iespēja saņemt papildu investīcijas, kā arī jāsniedz pieredze un jauninājumi privātajam sektoram. Galvenais PPP izaicinājums ir daudzu dažādu iesaistīto pušu (un viņu vajadzību) vadība (Āzijas Attīstības banka 2015, Sunko et al. 2017).

Termins PPP iekļauj vairākus specializētus modeļus partnerattiecībām starp publisko un privāto sektoru. Daži no tiem ir parādīti Tabula 5. tabulā.

Tabula 5: PPP modeļi (Sunko et al. 2017, Practical Law n.d.)

PPP modelis	Saīsinājums	Apraksts
Būvniecība, līzings, nodošana	BLT	PPP, kuras ietvaros privāts uzņēmums projektē, finansē un būvē objektu uz nomātas valsts zemes. Privātais uzņēmums izmanto objektu nomas laikā, pēc tam nodod īpašumtiesības sabiedriskajai organizācijai.
Būvniecība, īpašums, ekspluatācija	BOO	Valdības iestāde pārdod privātā sektora pusei tiesības veidot projektu saskaņā ar apstiprinātām projekta specifikācijām uz noteiktu laiku. Projekta īpašnieks ir privātā sektora puse un termiņa beigās projekts nav jānodod valdības struktūrai.
Būvniecība, īpašums, ekspluatācija, nodošana	BOOT	Valdības iestāde piešķir tiesības uz noteiktu gadu skaitu privātajam uzņēmumam finansēt, projektēt,

PPP modelis	Saīsinājums	Apraksts
		būvēt un pārvaldīt projektu. Nolīguma darbības laikā finanšu aktīvs pieder privātā sektora pusei.
Būvniecība, eksploatācija, nodošana	BOT	Valdības iestāde dod tiesības uz noteiktu laiku privātā sektora pusei veidot un pārvaldīt projektu saskaņā ar apstiprinātām projekta specifikācijām. Projekts nepieder privātā sektora pusei. Apmaiņā pret saistību uzņemšanos privātais sektors saņem samaksu no valdības struktūras vai projekta galalietotājiem.
Projektēšana un būvniecība	D&B	Projekta izpildes metode, kurā par projektēšanas un būvniecības pakalpojumiem līgums tiek slēgts ar vienu izpildītāju, kuru sauc par dizaina veidotāju.
Izstrāde, izveidošana, finansēšana, eksploatācija	DBFO	Privātais sektors izstrādā, projektē, būvē, finansē un ekspluatē projektu un to var apmaksāt no maksām vai arī maksā valsts institūcija, kas patur īpašumtiesības uz projektu.
Privāta finanšu iniciatīva	PFI	Veids, kā ar privātā sektora palīdzību var finansēt sabiedriskā sektora projektus. PFI mazina valdītai un nodokļu maksātājiem tūlītējo slodzi, kas rodas no šo projektu finansēšanas.

PPP šajā aspektā ir vairāku īpašnieku īpašumtiesību modelis. Projekti ir daļēji publiski un daļēji privāti. Šis īpašumtiesību modelis var būt piemērots daudzfunkcionāliem atjaunojamās enerģijas projektiem, piemēram, kopienas līmeņa biogāzes pārstrādes projektiem, kas ir nelieli, salīdzinot ar daudziem PPP projektiem. Galvenie vairāku īpašnieku īpašumtiesību modeļa aspekti enerģētikas projekta gadījumā ir parādīti Tabula 6. tabulā.

Tabula 6: Vairāku īpašnieku īpašumtiesību modelis enerģētikas projektā: galvenie aspekti (Asian Development Bank 2015)

Jautājums	Modeļa īpašības
Galvenie aspekti	Atjaunojamās enerģijas vai energoefektivitātes projekti var būt tehniski sarežģīti un ar lielām kapitāla izmaksām, tāpēc ir nepieciešami īpaši modeļi (lai nodrošinātu apjoma ekonomiju).
	Biogāzes ražotņu sistēmu gadījumā uzņēmums finansē un uzstāda enerģijas ražošanas iekārtas un ražotnes īpašnieks un apsaimniekotājs ir trešā persona (enerģijas pakalpojumu uzņēmums, lietotāju kooperatīvs vai cits uzņēmums).
	Biogāzes ražotņu piemērā finansējumu nodrošina trešā puse vai ārējs avots, atbrīvojot lauksaimnieku no galvenās atbildības. Iekārtas tiek uzstādītas lauksaimnieka teritorijā.
	Ieņēmumus no biogāzes pārdošanas uzņēmums izmanto parāda un procentu atmaksai.

Jautājums	Modeļa īpašības
Īstenošana	Biogāzes sistēmas, mikrotīkla vai minitīkla sistēmas
Priekšrocības	Zems risks lauksaimniekiem; donoru finansējumu var izmantot lauku teritoriju elektrifikācijai
Trūkumi	Augsts tehniskais risks (īpaši, ja trešās puses ražotnes ekspluatācijas uzņēmums pietiekami neatbalsta lauksaimniekus)

Uzņēmumi var **privāti** piederēt uzņēmumiem, asociācijām, mājsaimniecībām, privātpersonām utt. Tādi modeļi kā nomas vai īres pirkuma modelis (līzings uzņēmums (iznomātājs) vai aprīkojuma piegādātājs nodrošina aprīkojumu galalietotājam uz noteiktu laiku apmaiņā pret regulāriem maksājumiem) vai izplatītāja kredīta uzņēmējdarbības modelis (aprīkojuma vai sistēmas piegādātājs nodrošina tehnisko aprīkojumu un sistēmas sākuma kredītu) rada daudz jautājumu. Turklāt, protams, ir iespējams vienkārši ieguldīt (izmantojot privātus uzkrājumus vai kredītus) jaunās tehnoloģijās vai attīstīt tās sadarbības ietvaros. Privātajā sektorā veiktai darbībai, uzturēšanai un pārvaldībai parasti ir lielāka efektivitāte.

4.5.2 Līgumi ar biomasas piegādātājiem

Biomasas piegādātāji ir nozīmīga vērtību ķēžu daļa reģionālajā bioekonomikā. Kā jau minēts iepriekšējās nodaļās, biomasas piegādātāji var būt no lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības nozares, kā arī no biomasas pārstrādes rūpniecības un pašvaldībām.

Uzņēmumiem, kuru darbības pamatā ir dažādu veidu biomasas pārveidošana, ir nepieciešama pastāvīga biomasas piegāde. Ja biomasas ražošana un pārveidošana nenotiek vienas uzņēmējdarbības ietvaros, izejvielu piegādē iesaistās trešās personas. Lai vienotos par piegādes nosacījumiem, ir nepieciešami izejvielu piegādes līgumi. Šos līgumus var veidot dažādi elementi. Daži no tiem ir minēti turpmāk.

- Izejvielas veids
- Izejvielu kvalitāte (ūdens saturs, sausas saturs, enerģijas saturs, pelnu saturs, piemērotie standarti un specifikācijas, izcelsmes apliecinājumi)
- Produkta fizikālās īpašības (pirmapstrāde)
- Izejvielu daudzums: tonnās, kubikmetros
- Piegādāšana: piegāde pārstrādes vietā vai neatkarīga savākšana izcelsmes vietās
- Piegādes intervāli: atkarīgs no izejvielu uzglabājamības un no uzglabāšanas iespējām biomasas pārstrādes vietās
- Uzraudzība un kontrole: biomasas paraugu savākšanas intervāli, veids un procedūras
- Līguma darbības laiks (parasti no trim līdz desmit gadiem: jo ilgāks līgums, jo mazāks risks un jo labāka ekonomiskā plānošana)
- Atliekvielu pārstrāde (piemēram, slēdzot līgumus par digestāta atdošanu lauksaimniekiem mēslošanai, ir jāņem vērā nacionālie un vietējie noteikumi)
- Cena: fiksēta cena; ar indeksiem saistītas cenas
- Konfliktu risināšana: jurisdikcijas noteikumi, sodi, garantijas, saistības, vispārīgi noteikumi utt. (pēc Stein et al. 2017).

Izejvielu kvalitātes specifika ir īpaši svarīga, jo biomasas īpašībām ir tieša ietekme uz tehnoloģiju un saražoto produktu. Tāpēc pastāv ISO standarti tādiem biomasas veidiem kā šķelda, granulas, briķetes un koksne (ISO 17225-1: 2014 "Cietais biokurināmais – degvielas specifika un klases"). Tas nozīmē: ja tiek noslēgts līgums par cieto biodegvielu, ir jāpiemēro un līgumā jānorāda atbilstošais ISO standarts (Stein et al. 2017).

Jāatzīmē, ka pastāv tirgi un tirdzniecības centri dažādiem biomasas veidiem. Izveidojot tirgus un tirdzniecības centrus, ļoti svarīgi ir skaidri nodalīt reģionus un valstis. Piemēram, Vācijā ir biomasas tirdzniecības centrs "Biomassehof Achental", kurā ir apvienojušies dažādi mežu nozares pārstāvji. Šeit privāti un komerciāli klienti var pasūtīt un iegādāties dažādu koksnes kurināmo, piemēram, granulas, briķetes un malku dažādu lielumu partijās. Biomasas cenas ir atkarīgas no produkta partijas lieluma. Lielās uzglabāšanas vietas ietilpības dēļ "Biomassehof Achental" var garantēt nepārtrauktu biomasas piegādi un tādējādi palīdz novērst problēmas ikdienas biomasas piegādē (Biomassehof Allgäu n.d.). Šādi tirdzniecības centri ir pieejami galvenokārt koksnes biomasas un biodegvielas iegādei,

bet nav izplatīti lauksaimniecības biomasas tirdzniecībai. Tomēr ir arī citas pieejas, lai organizētu biomasas piegādi reģiona kontekstā. Piemēram, jaunuzņēmums "BIO-LUTIONS" ražo vienreizlietojamus traukus un iesaiņojumus no lauksaimniecības atkritumiem un atliekvielām. Šeit uzņēmums ir noslēdzis līgumus ar apkārtējo lauku reģionu zemniekiem un iegādājas no viņiem biomasu (BIO-LUTIONS 2019).

4.6 Finansēšanas avoti

Līdzīgi kā citos uzņēmējdarbības veidos, arī bioekonomikā ir nepieciešami ieguldījumi. Lai veicinātu bioekonomikas nozares izaugsmi un finansētu projektus un uzņēmumus, pastāv vairāki finansēšanas avoti, kā arī dažādas pieejas. Bioekonomikas uzņēmējdarbībā parasti izmantoti finansēšanas avoti ir pašu kapitāls, aizdevumu kapitāls un dotācijas. Turpinājumā īsumā apskatīsim katru no tiem.

Pašu kapitāls atspoguļo īpašnieka personisko ieguldījumu uzņēmējdarbībā un konkrētajā projektā. To sauc arī par riska kapitālu, jo ieguldītājs riskē zaudēt naudu, ja uzņēmējdarbība nav veiksmīga. Atšķirībā no aizdevuma kapitāla pamatkapitāls nav jāatmaksā ar procentiem. Toties tas tiek atspoguļots plānotās uzņēmējdarbības īpašumtiesību struktūrā. Pašu kapitāla avoti ir uzņēmēja paša resursi, privātie investori (no privātpersonām līdz vietējo uzņēmumu īpašnieku grupām), darbinieki, klienti, piegādātāji, bijušie darba devēji, riska kapitāla sabiedrības, investīciju uzņēmumi, apdrošināšanas uzņēmumi, lielās korporācijas, kā arī valdības atbalstītas mazo uzņēmumu investīciju korporācijas. Tādējādi pamatkapitālu var nodrošināt gan projekta attīstītāji (piemēram, pašvaldība, uzņēmums, kooperatīvs, privātpersonas), gan ārēji dalībnieki. Biežāk izmantotie pašu kapitāla avoti ir apkopoti Tabula 7. tabulā (Sunko et al. 2017).

Tabula 7: Pašu kapitāla avoti (pēc Sunko et al. 2017)

Pašu kapitāla avots	Apraksts
Privātais kapitāls	Projekta iniciatoru vai investoru nodrošinātais pašu kapitāls vidējā termiņā vai ilgtermiņā. Ārēji investori var nodrošināt pašu kapitālu īpašumtiesību vai aizdevuma veidā, kas veido lielu finansēšanas struktūras daļu (privātā pašu kapitāla aizdevumiem var būt vairāk nekā 10% procentu likmes) un tāpēc tas būtu pēc iespējas jāmazina. Ieteicams izmantot pašu kapitāla ieguldītājus, kas ir specializējušies nozarē, kurā tiks veikts ieguldījums, jo viņiem ir zināšanas, pieredze un prasme atbalstīt ieguldījumus projekta darbības laikā.

Pašu kapitāla avots	Apraksts
Riska kapitāls	Investoru veikta kapitāla nodrošināšana jaunuzņēmumiem un maziem uzņēmumiem, kuriem varētu būt ilgtermiņa izaugsmes potenciāls. Investoru risks ir augsts, bet riska kapitāla ieguldītājiem parasti tiek piešķirta daļība uzņēmuma lēmumos. Riska kapitāls lielākoties nāk no turīgiem ieguldītājiem, investīciju bankām un citām finanšu institūcijām, kuras vieno līdzīga partnerība vai ieguldījumi konkrētās nozarēs, kuras viņi pazīst. Tādējādi šāda veida kapitāls var palīdzēt gūt arī tehnisko un vadības pieredzi.
Kolektīvais finansējums/kooperatīvs	Kooperatīvi ir uzņēmumi, kuru vadība pamatojas uz demokrātisku dalību un kas pieder cilvēkiem, kuri no tā gūst labumu. Šos uzņēmumus pārvalda kopīgi, lai sniegtu pakalpojumus labuma guvējiem vai biedriem. Kooperatīvu nodrošinātie naudas līdzekļi var būt pašu kapitāls un tos var pārveidot par ieguldījumu īpašumtiesībām. Turklāt kooperatīva līdzekļus var pārveidot aizdevuma kapitālā, kura izmantošana ir aprakstīta turpmāk.
Pieslēguma maksa	Ieguldījumu struktūrā pieslēguma maksas var būt nelieli pašu kapitāla avoti. Šajā gadījumā ieguldījumu atdeve ir pilnībā atkarīga no biznesa klientiem, tāpēc ir svarīgi, lai business būtu vērst uz tādu klientu, kurš var samaksāt. Tas padara publiskā sektora ēkas, komunālās ēkas un lielos ražotājus par lieliskiem klientiem, jo viņiem vajadzētu būt spējīgiem samaksāt rēķinus atšķirībā no atsevišķām māsaimniecībām, ar kurām ir saistīts lielāks risks. Par pieslēguma maksām var vienoties, slēgt līgumus un iekasēt naudu ieguldījumu posmā, tādējādi veidojot nelielu daļu ieguldījumu pašu kapitāla.

Parāda vai aizdevuma kapitāls ir kapitāls, kuru uzņēmums iegūst, ņemot aizdevumu. Parasti tas tiek atmaksāts noteiktā laikā. Tā kā parāda kapitāla devēji neķļūst par uzņēmuma īpašniekiem, bet ir tikai kreditori, parāda kapitāls atšķiras no pašu kapitāla. Parāda kapitāla devēji parasti saņem līgumā noteiktu procentuālu daļu sava aizdevuma. Šī ieguldījuma daļa ir jāatmaksā noteiktā laikposmā ar fiksētu procentu likmi neatkarīgi no uzņēmuma finansiālā stāvokļa. Aizdevumu veidi var mainīties atkarībā no dažādiem mainīgiem lielumiem, piemēram, procentu likmju aprēķināšanas veida vai to izpildes termiņiem. Vienkāršākajā versijā procenti ir naudas aizņemšanās izmaksas, kas parasti ir procenti no kopējā aizdevuma. Tādējādi aizņēmējam ir jāatmaksā sākotnējā aizņemtā naudas summa plus naudas aizņemšanās izmaksas (procenti). Tas, cik procentu ir jāatmaksā par aizdevumu, ir atkarīgs no aizdevējstādes un no aizdevuma noteikumiem. **Fiksētās procentu likmes** nozīmē fiksētu procentuālo daļu aizdevuma, kas ir jāatmaksā aizdevuma darbības laikā. Ir diezgan viegli aprēķināt naudas summu, kas aizņēmējam ir jāatmaksā noteiktā laikā, jo procentuālā daļa nekad nemainās. Aizdevumi **ar mainīgu procentu likmi** ļauj aizdevējstādei jebkurā laikā aizdevuma periodā mainīt procentu likmi, pielāgojoties mainīgajiem tirgus apstākļiem. Tādējādi aizņēmējs var gūt labumu no tirgus procentu likmju krituma nākotnē, kuru dēļ tiek mazinātas ikmēneša maksas. Taču var notikt arī pretējais, radot nopietnas finansiālas grūtības projektam (Sunko et al. 2017).

Vēl viens aizdevuma kapitāla mainīgais lielums ir aizdevuma ilgums. Īstermiņa aizdevumi parasti ir aizdevumi, kuru termiņš ir trīs gadi vai mazāk. Īstermiņa finansējums parasti ir paredzēts darbības turpināšanas finansēšanai. Atšķirībā no īstermiņa aizdevumiem ilgtermiņa aizdevumiem var būt atmaksas termiņi no trim līdz 30 gadiem. Projektu finansēšanai piemēroti ir ilgtermiņa aizdevumi. Aizdevumiem arī var būt liela nozīme reģiona attīstības stimulēšanā. Dažādas valsts iestādes var

sniegt dažādus aizdevumus ar subsidētu procentu likmi, lai atvieglotu ieguldījumus jaunos biznesa projektos.

Trešais finansējuma avots jaunajiem bioekonomikas uzņēmumiem ir **dotācijas** (granti). Iestādes var piešķirt dotācijas dažādos līmeņos. Kapitāla dotācijas var piešķirt pašvaldības un pilsētas, novadi, federālās zemes, valstis, kā arī valstu savienības, piemēram, ES. Bioekonomikas uzņēmējdarbības projektiem ir pieejamas dažādas dotācijas. Šis pārskats koncentrējas uz finanšu instrumentiem un avotiem ES līmenī, jo reģionālās un valstu dotāciju programmas var ievērojami atšķirties:

- Eiropas Stratēģisko investīciju fonds (ESIF)
https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/funding/efsi_en
- Eiropas Investīciju konsultāciju centrs (EIKC)
<https://eiah.eib.org/>
- Eiropas investīciju projektu portāls (EIPP)
<https://ec.europa.eu/eipp/desktop/en/index.html?2nd-language=en>
- Eiropas strukturālie un investīciju fondi (ESI fondi)
https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/funding-opportunities/funding-programmes/overview-funding-programmes/european-structural-and-investment-funds_en
 - ES Reģionālās attīstības fonds (ERAF)
http://ec.europa.eu/regional_policy/en/funding/erdf/
 - Eiropas Lauksaimniecības fonds lauku attīstībai (ELFLA)
https://ec.europa.eu/regional_policy/en/policy/what/glossary/e/european-agricultural-fund-for-rural-development
 - Eiropas Jūrlietu un zivsaimniecības fonds (EJZF)
<https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/emff/>
- “Apvārsnis 2020” (Horizon 2020, Horizon Europe)
<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/>
- NER 300 programma
https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund/ner300_en
- EEZ un Norvēģijas dotācijas
<https://eeagrants.org/>
- Eiropas Investīciju banka (EIB)
<https://www.eib.org/en/>
- Taisnīgas pārejas mehānisms
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_39
- Energoefektivitātes finansēšana
<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/financing-energy-efficiency>
- Eiropas enerģētikas programma ekonomikas atveseļošanai (EEPEA)
<http://ec.europa.eu/energy/eepr/projects/>

- Eiropas Rekonstrukcijas un attīstības banka (ERAB)
<https://www.ebrd.com/home> (BIC 2017, Sunko et al. 2017).

5 Bioekonomikas ietekme uz ilgtspējību

Tā kā bioprodukti pilnībā vai daļēji ir izgatavoti no atjaunojamiem resursiem, varētu automātiski uzskatīt, ka tie ir ilgtspējīgi un tiem nav negatīvas ietekmes uz vidi vai sociālekonomisko situāciju salīdzinājumā ar materiāliem, kuru ražošanā ir izmantoti fosilie kurināmie. Šķiet tikai loģiski, ka daudz ilgtspējīgāk ir izmantot resursus, kurus varam audzēt un uzturēt ilgtspējīgā veidā. Bioloģiskas izcelsmes produkti ir uz Zemes notiekošajos dabiskajos ciklos, tādus kā oglekļa cikls, kamēr ar fosilajiem kurināmiem ražoti produkti izjauc dabiskās sistēmas (Contreras 2015). Ja ņemam vērā resursu trūkumu un klimata pārmaiņas, ir saprotams, ka ar biodegvielu radīti produkti var būt lieliska alternatīva materiāliem, kuru ražošanā tiek izmantoti fosilie resursi. Tomēr ne vienmēr tie ir ilgtspējīgi. Liela nozīme produkta ilgtspējības novērtēšanā ir biomasas izejvielu veidam un avotam, ražošanas procesā izmantotajai enerģijai, saistībai ar citām produktu vērtību ķēdēm, pārstrādei un atkritumu apsaimniekošanai (Maastricht University n.d.).

5.1 Ietekme uz vidi

Analizējot bioloģisko produktu vides ilgtspējību, ir jāizskata garš saraksts ar ietekmēm (Tabula 8). Galvenie un visbiežāk apskatītie ir siltumnīcefekta gāzu emisijas (SEG), kas ietekmē klimata pārmaiņas, dabas resursu noplicināšana, bioloģiskā daudzveidība, zemes izmantojuma maiņa un citi.

Tabula 8: Bioekonomikas ietekme uz vidi (Hasenheit et al. 2016)

Ietekme	Iespējamais indikators
SEG emisijas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SEG emisiju maiņa ▪ ZIZIMM (LULUCF) oglekļa daudzuma sākotnējie parametri
Samazināts fosilo resursu patēriņš	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fosilo resursu patēriņa līmeņa maiņa
Bioloģiskās daudzveidības mazināšanās un apdraudējums (iekļaujot invazīvās sugas)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bioloģiskās daudzveidības mazināšanās novērtējums ▪ Biotopu zaudēšana ▪ Mežu teritoriju sadrumstalošanās
Zemes lietojuma veida maiņa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pārmaiņas aramzemju, zālāju, mežu, citu teritoriju lietojumā ▪ Īscirtmeta plantācijas
Zemes izmantošanas intensitāte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zemes izmantošanas intensitātes maiņas ▪ Oglekļa daudzums mežā
Augsnes kvalitātes mazināšanās	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augsnes paskābināšanās ▪ Augsnes sāļuma palielināšanās ▪ Tilpuma blīvums ▪ Oglekļa daudzums augsnē
Ekosistēmu sniegto pakalpojumu mazināšanās	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pārmaiņas ekosistēmu sniegtajos pakalpojumos
Ūdens zudums	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ūdens trūkums

Ietekme	Iespējamais indikators
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pārmērīgs ūdens patēriņš ▪ Ūdens izmantošanas indekss ▪ Ūdens izmantošana lauksaimniecībā ▪ Mežsaimniecība ▪ Ražošana ▪ Pārstrāde
Ūdens piesārņojums	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eitifikācija ▪ Ūdens piesārņojums toksiskā līmenī ▪ Ūdens piesārņojums
Palielināts biomasas patēriņš	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Izmaiņas koksnes resursu bilancē ▪ Biomasas patēriņa līmenis
Palielināta biomasas atkārtota izmantošana	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organiskie atkritumi, kas tiek novirzīti no atkritumu poligoniem
Palielināts zivju patēriņš	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pārmaiņas zivju krājumos
Atmosfēras piesārņojums	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emisiju līmenis ▪ Gaisa piesārņotāju koncentrācijas
Oglekļa uzkrājums materiālos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oglekļa uzkrājuma maiņas
Produktu īpašības	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produktu bioloģiski noārdāmo daļu īpatsvars ▪ Produktu toksiskuma līmenis

Atjaunojamo organisko resursu izmantošana bioenerģijas un bioloģiskas izcelsmes produktu ražošanā ir pozitīva, jo tie ļauj mazināt atkarību no fosilā kurināmā, kas ir ierobežots resurss, kamēr organiskie resursi ir neizsmeļami.

Kas attiecas uz SEG emisijām, biomasā tās augšanas laikā absorbē ogļskābo gāzi CO₂ un tā atgriežas vidē biomasas izmantošanas vai atkritumu stadijā. Tas nozīmē, ka bioloģiski ražotus produktus var uzskatīt par klimata neitrāliem (Contreras 2015). Salīdzinājumā ar izstrādājumiem, kuru ražošanā tiek izmantoti fosilie kurināmie, var uzskatīt, ka bioproduktu SEG emisijas ir mazākas, it īpaši, ņemot vērā to ietekmi dzīves cikla beigās. Tomēr, lai iegūtu biomasu, ir jāizmanto mēslošanas līdzekļi un rezultātā izdalās slāpekļa oksīds – siltumnīcefekta gāze, kas ir 298 reizes iedarbīgāka nekā CO₂. Turklāt fosilie kurināmie ir nepieciešami, lai ražotu mēslojumu un biodegvielu lauksaimniecībai, transportam un pārstrādei (Contreras 2015). Tādēļ, lai novērtētu, vai ietekme joprojām ir uzskatāma par pozitīvu, ir jāpievērš liela uzmanība visiem šiem jautājumiem. Eiropas Komisijas veiktajā pētījumā tika novērtēta bioloģiskas izcelsmes produktu ietekme uz vidi salīdzinājumā ar līdzīgiem produktiem, kas tiek ražoti, izmantojot fosilos kurināmos, un tika secināts, ka bioproduktu radītais SEG emisiju ietaupījums ir vismaz 65% (European Commission 2019).

Galvenie jautājumi, kas liek apšaubīt bioenerģētikas un bioproduktu ilgtspējību, ir izmantoto izejvielu veids, to ietekme uz zemes izmantojuma maiņām un bioloģisko daudzveidību. Biomasas ražošanai ir nepieciešama zeme. Tādā gadījumā vai nu zemei, kas ir nepieciešama biomasas audzēšanai, ir jākonkurē ar zemi, kas ir nepieciešama pārtikas ražošanai, vai arī jaunajai zemei ir jābūt jau sagatavotai lauksaimniecībai, šādi izraisot izmaiņas zemes izmantojumā. Šādā gadījumā notiek netiešā zemes lietojuma maiņa (ILUC) (skatīt 3.1.3. nodaļu). Netiešā zemes lietojuma veida maiņa ir

saistīta ar lielākām oglekļa emisijām, ko izraisa zemes izmantojuma maiņas visā pasaulē – aramzemju paplašināšanās. Dabiskās teritorijās, piemēram, lietus mežos un zālajos, augi augot katru gadu piesaista un uzkrāj oglekli augsnē un biomasā. Neskarto teritoriju pārveidošana, lai veidotu saimniecības jaunus reģionos un valstīs, nozīmē siltumnīcefekta gāzu emisiju neto pieaugumu. Tāpat netiešas zemes lietojuma maiņas izraisa pārmaiņas oglekļa krājumos augsnē un biomasā un attiecīgi ietekmē biodegvielas SEG bilanci (Bathia 2014).

Bioenerģijas ieguves un pārtikas ieguves salīdzinājums ILUC un izmantoto resursu aspektā ir sarežģīts, jo īpaši tā sauktajām pirmās paaudzes biomasas izejvielām, kurās izmanto pārtikas resursus, piemēram, augu eļļas augus (piemēram, soju, palmas, saulespuķes, rīcineļļu, rapšu sēklas), cietes ražojošās kultūras (piemēram, kukurūzu, kviešus, kartupeļus) un cukuru ražojošās kultūras (piemēram, cukurniedres, cukurbietes). Otrās paaudzes biomasā, kurā izmanto nepārtikas resursus, piemēram, lignocelulozes biomasu un atkritumus, ir mazāk pakļauta šādiem jautājumiem. Attiecībā uz biodegvielām RED II direktīvā ES diferencē biodegvielu ar augstu ILUC risku un zemu ILUC risku. Augsta ILUC riska biodegviela ir degviela, ko ražo no pārtikas un dzīvnieku barības kultūrām (biomasas pirmā paaudze), kuru audzēšanai izmantotās teritorijas ir globāli un ievērojami paplašinājušās zemēs ar lielu uzkrātā oglekļa daudzumu, piemēram, mežos, mitrājos un kūdrājos. Šī teritoriju paplašināšanās izraisa ievērojamu SEG emisiju pieaugumu un tādējādi negatīvi ietekmē emisiju ietaupījumus, kas varētu rasties, izmantojot biodegvielu, nevis fosilo kurināmo. Paredzēts, ka to pakāpeniski atcels 2030. gadā. Biodegviela ar zemu ILUC riska pakāpi tiek definēta kā degviela, kas tiek ražota tādā veidā, kas mazina ILUC emisijas. Šīs emisijas var tikt mazinātas vai nu produktivitātes palielināšanās dēļ, vai tāpēc, ka šī degviela ir iegūta no kultūrām, kuras ir audzētas pamestā vai stipri degradētā zemē (European Commission 2019a).

Pie šāda zemes izmantošanas veida var piederēt dažādas teritorijas, galvenokārt marginālas, nepietiekami izmantotas, atmatas vai piesārņotas zemes. Saskaņā ar FAO atmata ir lauksaimniecības zeme, kurā nekas neliecina par cilvēka darbību pēdējos piecos gados (iekļaujot ganīšanu) (FAO 2014). Ir divas pazīmes, kas ļauj uzskatīt teritoriju par marginālu: 1) biofizikālie ierobežojumi: augsnes ierobežojumi (zema auglība, slikta notece, plāns auglīgās augsnes slānis, sāļums), reljefa slīpuma pakāpe, nelabvēlīgi klimatiskie apstākļi; vai 2) sociāli ekonomiskie ierobežojumi: tirgu neesamība, apgrūtināta piekļuve, ierobežojošas īpašumtiesības, nelielas saimniecības, slikta infrastruktūra, nelabvēlīga izejvielu/saražotās produkcijas attiecība (FAO 1999).

Piesārņota zeme ES regulā tiek definēta kā jebkura zeme, kurā ir šāda situācija: vielas, kas atrodas zemē, uz zemes vai zem tās, nodara būtisku kaitējumu vai pastāv ievērojama šāda kaitējuma iespējamība, vai arī varētu tikt radīts kontrolējamo ūdeņu piesārņojums (European Commission 2003). Šīs zemes, kuras vairs neizmanto lauksaimniecībai un tāpēc tās nekonkurē ar pārtikas/lopbarības ražošanu, joprojām var izmantot kultūraugu audzēšanai bioenerģijas un bioloģiskas izcelsmes produktu ražošanai, ja tās nesniedz svarīgus ekosistēmas pakalpojumus, piemēram, nodrošinājumu (ārstniecības augi, medījamo dzīvnieku sugas, kokmateriāli, u. c.), kultūras (atpūta, kultūras apstākļi, tūrisms u. c.), atbalsta (biomasas ražošana, skābekļa ražošana, augsnes veidošana un aizturēšana u. c.) un regulēšanas (piemēram, erozijas regulēšana, ūdens kvalitāte) pakalpojumus (Wells et al. 2018).

FORBIO projektā tika novērtēta vairāku atlasītu projektu ilgtspējība un tika parādīts, ka bioenerģijas ražošanas vērtību ķēdes šajās teritorijās patiešām var būt videi un sabiedrībai ilgtspējīgas un vienlaikus ekonomiski izdevīgas (Colangeli et al. 2016).

Kopumā nav viennozīmīgi pasakāms, vai bioekonomikas produkti ir vai nav ilgtspējīgi videi. Katrai konkrētai vērtību ķēdei un katram konkrētam reģionam ir jāveic sīks dzīves cikla novērtējums (LCA), lai noteiktu bioenerģijas un bioloģisko produktu ilgtspējību. LCA tiek ņemti vērā visi produkta dzīves cikla posmi, sākot no izejvielu ieguves, līdz nosūtīšanai uz atkritumu poligonu. Ir jāanalizē dati ne tikai par sākotnējo produktu, bet arī par visu citu produkta izgatavošanā izmantoto materiālu dzīves cikliem (UNEP SETAC 2009).






Tomēr pozitīva ietekme uz vidi var būt reģionālā līmenī. Piemēram, nozvejoto karpu dzimtas zivju pilnīga izmantošana pārtikai vai bioloģiskajiem produktiem var pozitīvi ietekmēt reģionālās ekosistēmas, jo tā ļauj mazināt eitrofikāciju (iesāļajos) ūdeņos. Šajā gadījumā neizmanto tu zivju resursu izlietošana dažādos veidos rada ieguvumus reģionālajām ekosistēmām (Mäkinen un Halonen 2019). Vēl viens piemērs ir atjaunojamo siltumizolācijas materiālu ražošana un izmantošana. Kā jau aprakstīts 3.5. nodaļā, ilgtspējīgiem izolācijas materiāliem ir liels potenciāls vides aizsardzībā, jo to ražošanai ir zemākas enerģijas vajadzības, kā arī aitas vilna uzkrāj daudz oglekļa. Šādā veidā bioekonomika var sekmēt klimata pārmaiņu mazināšanu, uzkrājot bioproduktos atmosfēras CO₂ (EESC 2018). Tam ir tieša ietekme uz reģionālo CO₂ pēdas nospiedumu.

Ir daudz sertifikātu un preču marķējumu, kas patērētājiem ļauj noteikt, vai bioloģiskās izcelsmes produktam ir konkrēti vides ilgtspējības aspekti. Pastāv nepilnīgs to saraksts (Tabula 9. tabula). Saskaņā ar WWF ziņojumu, kurā tika novērtētas dažādas sertifikācijas sistēmas (WWF 2013), par vislabāko biomasas sertifikācijas sistēmu tika atzīta RSB; RSPO un RTRS tika atzītas kā labākās atsevišķiem biomasas veidiem (attiecīgi sojas un palmu eļļai), kā nākamā labākā tika atzīta "Bonsucro".

Tomēr, analizējot ilgtspējīguma sertifikācijas un standartizācijas pašreizējo stāvokli uz bioloģiskiem produktiem balstītā ekonomikā, Majer et al. (2018) secina, ka pastāv būtiskas nepilnības attiecībā uz esošajiem kritērijiem, kritēriju praktisko ieviešanu sertifikācijas procesos, tiesisko regulējumu, produkta dzīves beigām, kā arī nepieciešamajām standartizācijas darbībām. To uzlabošanai ir nepieciešami turpmāki pētījumi un attīstība, lai uzlabotu ilgtspējības sertifikāciju un standartizāciju augošajai bioloģiskajai ekonomikā.

Tabula 9: Dažādi marķējumi, sertifikācijas shēmas un standarti, kas var tikt ņemti vērā, iegādājoties bioloģiskas izcelsmes produktus vai pakalpojumus (pēc InnProBio n.d.)

Ilgtspējības aspekts	Sertifikācijas nosaukums	Etiķete
Plaša izmantojuma ekomarķējumi, kas apzīmē bioloģiskas izcelsmes produktus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ The Blue Angel ▪ ES ekomarķējums (The EU Ecolabel) ▪ Ziemeļvalstu ekomarķējums (The Nordic Ecolabel) 	
Ilgtspējīga koksne (Sustainable wood)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mežu uzraudzības padome (FSC) ▪ Mežu sertificēšanas shēmu novērtēšanas programma (PEFC) 	
Ilgtspējīga lauksaimniecības biomasas (Sustainable agricultural biomass)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starptautiskā Oglekļa sertifikācijas sistēma (ISCC) ▪ Ilgtspējīgo biomateriālu apaļais galds (Roundtable on Sustainable Biomaterials, RSB) ▪ REDcert 	

Ilgtspējības aspekts	Sertifikācijas nosaukums	Etikete
	<ul style="list-style-type: none"> Labāka biomasa (Better Biomass) Ilgtspējīgas palmu eļļas apaļais galds (Roundtable on Sustainable Palm Oil, RSPO) Bonsucro Ilgtspējīgas sojas eļļas apaļais galds (Roundtable on Sustainable Palm Oil, RTRS) 	
Bio-based content	<ul style="list-style-type: none"> OK bio-based DIN-Geprüft Bio-based Bio-based content 	
End-of-life options	Rūpnieciska kompostējamība <ul style="list-style-type: none"> The Seedling DIN-Geprüft Industrial Compostable OK compost 	
	Kompostējamība mājās <ul style="list-style-type: none"> OK compost HOME DIN-Geprüft Home Compostable 	
	Bioloģiska noārdīšanās augsnē <ul style="list-style-type: none"> OK biodegradable SOIL DIN-Geprüft Biodegradable in soil 	
	Bioloģiska noārdīšanās jūras ūdenī <ul style="list-style-type: none"> OK biodegradable MARINE 	

5.2 Ietekme sabiedrībā

Tāpat kā bioproduktiem ir atšķirīga ietekme uz vidi, tiem ir arī atšķirīga ietekme uz sabiedrību. Tā ir jāizvērtē, lai novērtētu produkta sociālo ilgtspējību (Tabula 10). Sociālā ietekme ir pozitīva vai negatīva spiediena izraisītas sekas uz sociālajiem aspektiem, tas ir, ieinteresēto pušu labklājību. Acīmredzamu iemeslu dēļ ietekmi uz vidi ir daudz vieglāk standartizēt un izteikt skaitļos nekā sociālo un sociāli ekonomisko ietekmi. Piemēram, emisijas var viegli izmērīt un iegūt skaitliskus datus, kurus var izmantot

daudzās un dažādās aprēķinos. Datu vākšanas un sociālās ietekmes mērīšanas metodes sociālā novērtējuma veikšanai ir daudz sarežģītākas. Šādu novērtējumu ir grūti veikt, tādēļ ka kvalitatīvie dati parasti ir subjektīvi un tie ir jāapstrādā pieredzējušiem ekspertiem (SETAC-UNEP 2009).

Tabula 10: Bioekonomikas sociālā ietekme (Hasenheit et al. 2016)

Ietekme	Iespējamais indikators
Pārtikas drošums (iekļaujot ĢMO kultūras)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agroķīmisko vielu (un ĢMO kultūru) izmantošana ▪ Pārtikas cenu maiņa (un to nenoteiktība) ▪ Nepietiekams uzturs ▪ Bada risks ▪ Makroelementu uzņemšana/pieejamība
Pieeja zemei (tostarp dzimumu līdztiesības jautājumi un īpašumtiesības)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zemes cenas ▪ Zemes īpašumtiesības ▪ Īpašuma tiesības ▪ Piekļuve zemei
Nodarbinātība	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nodarbinātības īpatsvara pārmaiņas ▪ Pilnas slodzes darbavietas ▪ Darbavietu kvalitāte ▪ Augsti specializēta darbaspēka nepieciešamība vai trūkums
Mājsaimniecību ienākumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Darbinieku ienākumi bioekonomikas nozarē (kopā) ▪ Ienākumu sadale
Traumu dēļ zaudētās darba dienas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zaudēto darba dienu skaits uz vienu strādājošo gadā
Dzīves kvalitāte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dzīves kvalitātes maiņa
Veselība	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agroķīmisko vielu iedarbība ▪ Multirezistentu organismu daudzums ▪ "Zaļo" un "pelēko" rūpniecības izstrādājumu toksiskums

Pārtikas drošums ir viena no svarīgākajām sociālajām ietekmēm, kas ir jānovērtē, vērtējot bioloģiski ražota produkta ilgtspējību. Tas ir īpaši svarīgi, ja bioenerģijas un bioloģisko materiālu ražošanai izmantotā izejviela ir pirmās paaudzes izejviela. Vietās, kur to stādīšana un izmantošana varētu ietekmēt, piemēram, tādu pašu kultūru cenas, ja šīs kultūras tiek izmantotas pārtikā, produkts šajā ietekmes kategorijā tiek uzskatīts par sociāli neilgtspējīgu.

Tāpat, ja bioekonomikai paredzētu kultūru audzēšana ietekmē zemi, kas tiek izmantota pārtikas ražošanai, piemēram, paaugstinot cenas vai mainot lauksaimniekiem pieejamību, produkts no šī viedokļa ir uzskatāms par sociāli neilgtspējīgu. Otrās paaudzes izejvielu audzēšana vai kultūru audzēšana marginālās zemēs retāk saskaras ar šādām problēmām. Jāatgādina, ka marginālo zemju izmantošana var būt sarežģīta, jo šīs zemes nereti ir sadrumstalotas un pieder vairākiem īpašniekiem un tādēļ lēmuma pieņemšana par viena veida izejvielu audzēšanu daudzumā, kas ir pietiekams noteikta produkta ražošanai (vērtību ķēdei), ir sarežģīta.

Ja bioekonomikas nozare ievērojami paplašināsies, tai būs nepieciešamas jaunas un stipri paplašinātas ražošanas sistēmas un tīkli, lai efektīvi audzētu, novāktu un transportētu ilgtspējīgu biomasu lielos daudzumos. Rūpniecībai ir nepieciešamas arī tehnoloģijas, lai varētu efektīvāk un ekonomiskāk pārveidot biomasu dažādiem galapatēriņa lietojumiem. Šī nepieciešamība rada jaunas darba vietas un stimulē ekonomikas attīstību visdažādākajās jomās, sākot no zinātniskiem pētījumiem, līdz ražotņu darbībai, lauksaimniecībai un aprikojuma izstrādei. Bioekonomikas pieeja prasa kvalificētus darbiniekus, kuri veidos un modernizēs infrastruktūru un attīstīs jaunus biomasas resursus un produktus. JRC un Nova institūta pētījumā tika pārbaudīta metodika bioekonomikas darbavietu un ekonomisko rādītāju kvantitatīvai novērtēšanai ES 28 valstīs. Izņemot biokonstrukcijas, atkritumu apsaimniekošanas un bioloģiskās attīrīšanas nozares, visās citās bioekonomikas nozarēs nodarbināto cilvēku skaits 2014. un 2015. gadā bija attiecīgi vairāk nekā 218 un 220 miljoni (JRC 2018).

Līdzīgi kā jebkura cita produkta, arī biodegvielas un bioloģisko materiālu ražošana visā to procesā var izraisīt veselībai bīstamu produktu izplatīšanos, radot veselības un drošības problēmas darba ņēmējiem. No otras puses, ir pierādīts, ka biodegvielu negatīvā ietekme uz cilvēka veselību ir mazāka nekā fosilajām degvielām (Prasad and Dhanya 2011). Arī citi bioloģiskās izcelsmes produkti kopumā ir mazāk kaitīgi nekā līdzīgi fosilie produkti. Fabbri et al. (2018) savā publikācijā min vairākus bioloģiskos produktus, kuru ietekme uz cilvēka veselību ir pozitīva. Piemēram, 3.7. nodaļā minētajiem dzērieniem var būt pozitīva ietekme uz veselību reģionā, jo to lietošana var dažādot uzturu un uzlabot cilvēku veselību reģionā, kurā tos ražo. Tas attiecas arī uz zivju izcelsmes bioproduktu izmantošanu, jo tie var pozitīvi ietekmēt cilvēku veselību.

Kaut arī minētie sociālie aspekti kopumā atbalsta bioloģisko ekonomiku, bioloģisko produktu nevar uzskatīt par sociāli ilgtspējīgu tikmēr, kamēr nav veikts tā dzīves cikla novērtējums vai arī kamēr tā sociālā ietekme nav novērtēta ar citām metodēm. UNEP-SETAC (2009) ir parādīts sociālā dzīves cikla novērtējuma piemērs.

5.3 Ekonomiskā ietekme

Lai produkts būtu dzīvotspējīgs, tam ir jābūt ekonomiski pamatotam. Pretējā gadījumā, pat ja tas ir ilgtspējīgs videi un sabiedrībai, tas gaismu neieraudzīs. Lai noteiktu ekonomisko ilgtspējību produktu līmenī, vissvarīgākais aspekts ir produktivitāte un to galvenokārt noteiks ekonomiskās pamatotības pētījums. Bioekonomikas līmenī var noteikt arī citas ietekmes, lai novērtētu bioprodukta ietekmi uz ekonomiku kopumā (Tabula 11).

Tabula 11: Bioekonomikas ekonomiskā ietekme (Hasenheit et al. 2016)

Ietekme	Iespējamais indikators
Izmaiņas IKP/NKI	<ul style="list-style-type: none"> Izmaiņas IKP/NKI Lauku attīstības perspektīvas
Jauns novatorisku bioloģisko produktu tirgus	<ul style="list-style-type: none"> Apgrozījuma maiņas bioloģisko produktu nozarēs Uzņēmējdarbības iespējas un izaicinājumi
Tirdzniecības bilances izmaiņas	<ul style="list-style-type: none"> Pārmaiņas tirdzniecībā (biomasa (tostarp koksne) un dzīvnieku izcelsmes produkti (tostarp zivis)) Enerģijas dažādošana
Preču cenu izmaiņas	<ul style="list-style-type: none"> Izmaiņas pārtikas ražošanas procesā Reālā koksnes un meža produktu cenas

Ietekme	Iespējamais indikators
Izmaiņas pieprasījumā pēc biomasas produktiem	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aramzemes pieprasījuma izmaiņas produktiem vai enerģijas ražošanai ▪ Izmaiņas koksnes un kokšķiedras pieprasījumā ▪ Izmaiņas enerģijas ieguvei izmantotās biomasas pieprasījumā
Publiskā sektora izmaksu maiņas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atkarība no subsīdijām
Lauksaimnieku ieņēmumu izmaiņas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Raža no hektāra ▪ Lauksaimniecības ķimikāliju izmaksas gadā

Lai skaitliski novērtētu bioekonomikas ieguldījumu valsts ekonomikā, tipiskās pieejas ir pievienotās vērtības/IKP pieeja; izejmateriālu/saražotās produkcijas pieeja; ieejas un izejas un sociālās uzskaites matricas (SAM) analīze; aprēķināmais vispārējā līdzsvara modelis; daļējs līdzsvara modelis; citi ekonomiskie modeļi un rīki. Dažas valstis neveido ekonomisko modeli, bet novērtē bioekonomikas ieguldījumu, izmantojot nodalītos indikatorus, piemēram, bioekonomikas apgrozījumu (ieņēmumus no pārdošanas); IKP no kopējās bioekonomikas un tās sektoriem; bioekonomikas ieguldījumu kopējā valsts vai reģiona IKP; nodarbinātību kopējā bioekonomikā un tās nozarēs; bioekonomikas ieguldījumu kopējā nodarbinātībā; utt. (FAO 2018).

Fuentes-Saguar et al. (2017) pētījumā ir izmantots nodalītais SAM un izveidota kopīga daudznazaru datubāze par bioloģisko produktu nozarēm un to ekonomiskajām saitēm ar pārējām darbībām un institucionālajiem sektoriem ES-28 valstīs. Šī datubāze ļauj veikt arī noderīgu un informatīvu lineāro reizinātāju analīzi, lai parādītu bioloģiski pamatoto nozaru lomu ES ekonomiskajā attīstībā. Pētījuma rezultāti rāda, ka ES dalībvalstīs 2014. gadā bioekonomikas nozarēm vēl joprojām ir zems labklājības radīšanas potenciāls un diezgan zems integrācijas līmenis ar pārējo ekonomiku, īpaši tām, kuras tiek uzskatītas par nozarēm ar augstāku pievienoto vērtību. Pieejamie rezultāti liecina, ka daudzās ar bioekonomiku saistītajās nozarēs 2014. gada dati joprojām bija sliktāki nekā vidēji ES. Arī nozares ar visaugstāko pievienoto vērtību un nozares, kuras tiek uzskatītas par novatoriskākajām, vēl nespēj radīt vairāk kā vidējo labklājību.

Tiek lēsts, ka apgrozījums un nodarbinātība primārajā un bioloģisko produktu apstrādes jomā Eiropā pieaugs vismaz par 10%, radot trīs miljonus papildu darba vietu un palielinot apgrozījumu par 80 miljardiem eiro (Bio-based Industries consortium 2012). Vairāki neatkarīgi pētījumi apstiprina bioloģiskās ekonomikas ekonomisko potenciālu (Bio-Industries Consortium 2012).

- Pasaules ekonomikas forumā ir aprēķināts, ka visas biomasas vērtību ķēdes globālais ieņēmumu potenciāls līdz 2020. gadam būs lielāks nekā 200 miljardi eiro (WEF 2010).
- Saskaņā ar "Bloomberg New Energy Finance" (BNEF) aprēķiniem: ja līdz 2030. gadam Eiropā 10% celulozes etanola tiktu izmantoti benzīna automobiļos, ieņēmumu potenciāls būtu 78 miljardi eiro un tiktu izveidoti 170 000 darba vietu (BNEF 2012).
- Līdz 2030. gadam ir iespējams mobilizēt par 10% vairāk meža biomasas. Tas radītu papildu ieņēmumus 35 miljardu eiro apmērā un radītu papildu 350 000 darba vietas, pamatojoties uz pašreizējiem nodarbinātības un apgrozījuma rādītājiem meža, celulozes un papīra nozarē (Bio-based Industries Consortium 2012).

- ES 27 valstu lauksaimniecības un mežsaimniecības nozares varēs dažādot savus ieņēmumus un stiprināt lauku kopienas. Saskaņā ar BNEF, izmantojot ES 27 valstīs tikai 17,5% atliekvielu resursu uzlabotas biodegvielas ražošanā, ir iespējams dažādot lauksaimnieku ieņēmumus un nodrošināt viņiem papildu rezerves līdz 40%. BNEF arī apgalvo, ka, izmantojot tikai 17,5% ES 27 valstu atliekvielu resursu progresīvas biodegvielas ražošanai, ir potenciāls aizstāt no 52 līdz 62% šo valstu prognozētā fosilā benzīna patēriņa līdz 2020. gadam, mazinot ES naftas importa rēķinu par aptuveni 20 miljardiem eiro, – līdz 24 miljardiem eiro (BENF 2011).

Aplūkojot jaunu, novatorisku bioloģiskas izcelsmes produktu ietekmi uz ekonomiku, varam teikt, ka tam būtu tāda pati ietekme kā jebkurai citam novatoriskam produktam. Jauninājumi ir nozīmīgs ekonomiskā progresa virzītājspēks, kas sniedz labumu patērētājiem, uzņēmumiem un ekonomikai kopumā (ECB 2017). Reģionālajā kontekstā tām var būt liela nozīme atkritumu apsaimniekošanā un produktu uzlabošanā, tie palīdz atvērt jaunus tirgus jauniem produktiem, no kuriem vietējie iedzīvotāji varētu gūt labumu un arī palielināt izpratni par vidi. Var tikt radīta pievienotā vērtība reģionos, darba vietas un papilddienākumi. Piemēram, "BIO-LUTIONS" rada papilddienākumus apkārtējā reģiona lauksaimniekiem. Tas attiecas arī uz biomasas piegādātājiem un lietotājiem jau minētajos vides un sociālās ietekmes piemēros.

Literatūras avoti

- ABGi (n.d.): Évolution et tendances du marché des produits biosourcés. <https://abgi-france.com/communication/evolution-tendances-marche-produits-biosources/> (skatīts 05.02.2020.).
- Abhold K., Gerdes H., Kiresiewa Z., Davis S. (2019): Sustainability and Participation in the Bioeconomy: A Conceptual Framework for BE-Rural.
- ACR+ (2014): Bio-waste composting - Management options for 6 composting strategies.
- Agrela F., Cabrera M., Morales M. M., Zamorano M., Alshaaer M. (2019): Biomass fly ash and biomass bottom ash. In *New Trends in Eco-efficient and Recycled Concrete* (23–58).
- Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Köttner M., Finsterwalder T, Volk Silke, Janssen R. (2008): Biogas handbook. ISBN 978-87-992962-0-0.
- AllThings.Bio (2017): Making clothes from milk. <http://www.allthings.bio/making-clothes-milk/> (skatīts 27.01.2020.).
- Asian Development Bank (2015): Business models to realize the potential of renewable energy and energy efficiency in the greater Mekong subregion.
- Awe O.W., Zhao Y., Nzihou A., Minh D.P., Lyczko N. (2017): A Review of biogas utilisation, purification and upgrading technologies: Review. *Waste and Biomass Valorization*, Springer, Van Godewijkstraat 30, 3311 GZ Dordrecht, Netherlands, 8(2), 267-283.
- Bajpai P. (2019): *Bio-based Polymers – Properties and Applications in Packaging*, Amsterdam.
- Bathia S.C. (2014): Indirect land-use change impacts of biofuels. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/indirect-land-use-change> (skatīts 19.02.2020.).
- BBJ Group (2018): Biomass Conversion Technologies. <https://www.bbjgroup.com/blog/biomass-conversion-technologies> (skatīts 05.02.2020.).
- Beyer C., Schultz-Zehden A., Vollmann T., Cahill B., Roß A., Coornaert C. (2017): Towards an implementation strategy for the Sustainable Blue Growth Agenda for the Baltic Sea Region.
- BIC (2017): Access to EU Financial Instruments - suitable for the implementation of large Bio-based Industry investments.
- Bio-based Industries Consortium (2012): Accelerating innovation and market uptake of bio-based products.
- Bio-based Industries Consortium (2019): European bioeconomy worth 2.3 trillion EUR turnover and employs 18.6 million people. <https://biconsortium.eu/turnover-employment> (skatīts 10.01.2020.).
- Biobridges (n.d.): Are textile industries ready to switch to green? <https://www.biobridges-project.eu/news/are-textile-industries-ready-to-switch-to-green/> (skatīts 27.01.2020.).
- BioCannDo (n.d.): Bio-based insulation materials.
- Bioeconomy BW (2019): Providing growledge – resources and products for the bioeconomy. <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/news/providing-growledge-resources-and-products-for-the-bioeconomy> (skatīts 10.02.2020.).
- Bioeconomy BW (n.d.): Processes and technologies in the bioeconomy. <https://www.biooekonomie-bw.de/en/bw/definition/processes-and-technologies-in-the-bioeconomy> (skatīts 22.01.2020.).
- Bioeconomy Council (2012): The Future of the Food, Nutrition, and Health Sector.
- BioEnergy Consult (2020): Overview of Biomass Logistics <https://www.bioenergyconsult.com/biomass-logistics/> (skatīts 13.02.2020.).

- Biogas World (2019): What is the Future of Small-Scale Anaerobic Digestion? <https://www.biogasworld.com/news/future-small-scale-anaerobic-digestion/> (skatīts 04.02.2020.).
- BIO-LUTIONS (2019): Das Hamburger Start-up BIO-LUTIONS schließt seine Series-A-Finanzierungsrunde mit €8,3M erfolgreich ab. <https://www.bio-lutions.com/das-hamburger-start-up-bio-lutions-schliest-seine-series-a-finanzierungsrunde-mit-e83m-erfolgreich-ab/> (skatīts 17.02.2020.).
- BIO-LUTIONS (2019): <https://www.BIO-LUTIONS.com/> (skatīts 20.01.2020.).
- Biomass Logistics (n.d.): About Biomass Logistics. <http://www.biomasslogistics.org/about.html> (skatīts 13.02.2020.).
- Biomassehof Allgäu (n.d.): <https://www.biomassehof.de/biomassehof/> (skatīts 17.02.2020.).
- Bioökonomie BW (2019): Sustainable textiles. <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/dossier/nachhaltige-textilien> (skatīts 27.01.2020.).
- Bioökonomie.de (2016): Food and beverage industry. <https://biooekonomie.de/en/branche/food-and-beverage-industry> (skatīts 05.02.2020.).
- Bioökonomie.de (2017): Bio-Dämmstoffe im Hausbau vorantreiben. <https://biooekonomie.de/nachrichten/bio-daemmstoffe-im-hausbau-vorantreiben> (skatīts 27.01.2020.).
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (2011): Moving towards a next-generation ethanol economy report.
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (2012): Bioproducts: Diversifying Farmers' income – How a bioproduct industry will affect EU27 agricultural sector.
- Bourguignon D. (2017): Bioeconomy - Challenges and opportunities.
- Build a biogas plant (n.d): Large scale biogas manufacturers. <https://www.build-a-biogas-plant.skatits/large-scale-biogas/> (skatīts 26.02.2020.).
- Chen L., de Haro Marti M., Moore A., Falen C. (2011): The composting process. <https://www.extension.uidaho.edu/publishing/pdf/CIS/CIS1179.pdf> (skatīts 20.09.2019.).
- Colangeli M., Morese M. M., Traverso L. (2016): Fostering sustainable feedstock production for advanced biofuels on underutilized land in Europe – D3.3 Final report on the sustainability assessment of the selected advanced bioenergy value chains in all of the case study sites.
- Collotta M., G. Tomasoni (2017): The economic sustainability of small-scale biogas plants in the Italian context - the case of the cover slab technology. *Agronomy Research* 15(2), 376-387.
- Colmorgen F., Khawaja C. (2019): Small-scale technology options for regional bioeconomies.
- Contreras S. (2015): Bio-based Products Are Always Better Than Fossil Fuel-based Products: Myth Or Not? <https://www.pre-sustainability.com/news/bio-based-products-are-always-good-myth-or-not> (skatīts 17.02.2020.).
- Crop energies (n.d.): Production processes. <http://www.cropenergies.com/en/Ethanol/Produktionsverfahren/> (skatīts 04.02.2020.).
- Curran M. A. (2010): Bio-based Materials. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, ISBN: 9780471238966. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 1-19, (2010).
- Daemwool (n.d.): Daemwool. <https://www.daemwool.at/de/daemstoff.html> (skatīts 08.09.2019.).

- Dees M., Datta P., Fitzgerald J., Verkerk H., Lindner M., Elbersen B., Schrijver R., Staritsky I., van Diepen K., Ramirze-Almeyda J., Monti A., Vis M., Glavonjic B. (2017): Roadmap for regional end-users on how to collect, process, store and maintain biomass supply data.
- ECN (n.d.): Treatment of bio-waste in Europe. <https://www.compostnetwork.info/policy/biowaste-in-europe/treatment-bio-waste-europe/> (skatīts 20.01.2020.).
- Ecologic Institute (2018): Bio-based products - from idea to market.
- Edgar K. J. (2004): Cellulose Esters, Organic. In Encyclopedia of Polymer Science and Technology. John Wiley & Sons, Inc.
- ETIP (n.d.) d: Oil crops for production of advanced biofuels. <http://www.etipbioenergy.eu/value-chains/feedstocks/agriculture/oil-crops> (skatīts 04.02.2020.).
- ETIP Bioenergy (n.d.) a: Log wood - Definition and Properties. <http://www.etipbioenergy.eu/value-chains/feedstocks/forestry/log-wood> (skatīts 03.02.2020.).
- ETIP Bioenergy (n.d.) b: Wood chips - Definition and Properties. <http://www.etipbioenergy.eu/value-chains/feedstocks/forestry/wood-chips> (skatīts 03.02.2020.).
- ETIP Bioenergy (n.d.) c: Biomass CHP facilities.
- ETIP Bioenergy (n.d.): Sustainable Feedstocks for Advanced Biofuels and Intermediate Bioenergy Carriers Production in Europe. <http://www.etipbioenergy.eu/everyone/biofuel-feedstocks> (skatīts 10.02.2020.).
- EU Science Hub (2019): Food, feed, fibres, fuels. Enough biomass for a sustainable bioeconomy? <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/food-feed-fibres-fuels-enough-biomass-sustainable-bioeconomy> (skatīts 10.02.2020.).
- European Bioplastics (n.d.): Fact sheet - What are bioplastics?
- European Central Bank (ECB) (2017): How does innovation lead to growth? <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/growth.en.html> (skatīts 21.02.2020.).
- European Commission, 2003–26. State Aid N 385/2002 – United Kingdom Support for Land Remediation. https://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases/137376/137376_454889_40_2.pdf.
- European Commission, 2009–26. DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- European Commission (EC) (2018). A sustainable Bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment – Updated Bioeconomy Strategy. Directorate-General for Research and Innovation, European Commission. Brussels
- European Commission (EC) (2019): Environmental impact assessments of innovative bio-based products. https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/environmental-impact-assessments-innovative-bio-based-products_en (skatīts 17.02.2020.).
- European Commission (EC) (2019)a: Sustainability criteria for biofuels specified. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_19_1656 (skatīts 17.02.2020.).
- European Commission (EC) (n.d.): Bio-based products. https://ec.europa.eu/growth/sectors/biotechnology/bio-based-products_en (skatīts 05.02.2020.).
- European Economic and Social Committee (EESC) (2018): The bioeconomy – An essential economic factor and a prerequisite to achieve the SDGs. <https://www.eesc.europa.eu/en/news->

[media/news/bioeconomy-essential-economic-factor-and-prerequisite-achieve-sdgs](#) (skatīts 25.02.2020.).

Fabbi P., Viaggi D., Cavani F., Bertin L., Michetti M., Carnevale E., Ochoa J. V., Martinez G. A., Espoti M. D., Fischer P. K., Wydra S., Schwarz A., Marscheider-Weidemann F. (2018): Top emerging bio-based products, their properties and industrial applications.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2013): Biomethane.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2014): Bioplastics.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2019): Bioplastics.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (n.d.): Nachwachsende Rohstoffe im Überblick. <https://www.fnr.de/nachwachsende-rohstoffe/nachwachsende-rohstoffe-im-ueberblick/> (skatīts 10.02.2020.).

Farm Energy (2019): Used and Waste Oil and Grease for Biodiesel. <https://farm-energy.extension.org/used-and-waste-oil-and-grease-for-biodiesel/> (skatīts 04.02.2020.).

Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) (2012): Biorefineries Roadmap.

Fehrenbach H., Köppen S., Kauertz B., Detzel A., Wellenreuther F., Breitmayer E., Essel R., Carus M., Kay S., Wern B., Baur, F., Bienge K., von Geibler J. (2017): Biomassekaskaden: Mehr Ressourceneffizienz durch Kaskadennutzung von Biomasse – von der Theorie zur Praxis.

Fogarassy C., Horvath B., Magda R. (2017): Business model innovation as a tool to establish corporate sustainability. In: Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development 2/2017.

Freudenreich B., Lüdeke-Freund F., Schaltegger S. (2019): A Stakeholder Theory Perspective on Business Models: Value Creation for Sustainability. Journal of Business Ethics.

Fuentes-Saguar P., Mainar-Causapé A., Ferrari E. (2017): The Role of Bioeconomy Sectors and Natural Resources in EU Economies: A Social Accounting Matrix-Based Analysis Approach. Sustainability, 9(12), 2383.

Gerssen-Gondelach S. J., Saygin D., Wicke B., Patel M. K., & Faaij A. P. C. (2014). Competing uses of biomass: Assessment and comparison of the performance of bio-based heat, power, fuels and materials. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 40, 964-998.

González-Sierra R. P., Arizmendiarieta J. S., Sánchez B. P., Irigoien Iriarte I., Duarte G. N. (2019): Community Composting: A Practical Guide for Local Management of Biowaste.

Greengain (2015): Machines to produce woodchips from biomass of landscape conservation and maintenance work. <https://greengain.eu/2015/09/23/what-is-going-on-in-the-pool-2/> (skatīts 03.02.2020.).

Griestop L., Graf (2019): Monitoring: Die Vermessung der Bioökonomie. <https://biooekonomie.de/monitoring-die-vermessung-der-biooekonomie> (skatīts 13.02.2020.).

Hasenheit M., Gerdes H., Kiresiewa Z., Beekman V. (2016): Summary report on the social, economic and environmental impacts of the bioeconomy. Deliverable 2.2 of the BioSTEP project.

Hoff H., Johnson F., Allen B., Biber-Freudenberger L., Förster J.J. (2018): Sustainable bio-resource pathways towards a fossil-free world: the European bioeconomy in a global development context.

Howe M. (2018): Management of Sports and Physical Education, Waltham Abbey Essex.

Innovative Industry (2010): Types of Bioplastic. <http://www.innovativeindustry.net/types-of-bioplastic> (skatīts 06.02.2020.).

- InnProBio (2020): About bio-based products. <https://www.bio-basedconsultancy.com/en/about-bio-based> (skatīts 10.02.2020.).
- InnProBio (n.d.): Certification and ecolabels for bio-based products. <https://www.bio-basedconsultancy.com/en/about-bio-based/certification-and-ecolabels> (skatīts 19.02.2020.).
- Institute for Bioplastics and Biocomposites (IfBB) (2017): Biopolymers - facts and statistics.
- ISO (2014): Solid biofuels — Terminology, definitions and descriptions. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16559:ed-1:v1:en> (skatīts 03.02.2020.).
- Jäkri Säkri (n.d.): About Särki. <https://www.jarkisarki.fi/about-sarki> (skatīts 06.02.2020.).
- Jalasjoki L. (2019): Bioeconomy promoting rural development in Europe. <https://www.bioeconomy.fi/bioeconomy-promoting-rural-development-in-europe/> (skatīts 15.01.2020.).
- Joint Research Centre (JRC): Food, feed, fibres, fuels. Enough biomass for a sustainable bioeconomy? https://ec.europa.eu/knowledge4policy/sites/know4pol/files/20190925_jrc_biomass_ri_days_final_pu_bsy_0.pdf
- JRC (2018): Getting (some) numbers right –derived economic indicators for the bioeconomy. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113252/jrc113252_eubce2018_proceedings_final_1.pdf.
- Kän H. (2018): Verpackungen aus biobasierten Kunststoffen - Beispiele aus dem Markt und Hintergründe.
- Karlsson N.P.E., Hoveskog M., Halila F., Mattsson M. (2018): Business modelling in farm-based biogas production: towards network-level business models and stakeholder business cases for sustainability. *Sustainability Science*, 14(4), 1071–1090.
- Kofman P. D. (2007): The production of wood pellets. http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/ccnpellet_production.pdf
- ŁUKASIEWICZ Research Network (n.d.): Thermoplastic starch (TPS). <http://en.www.ichp.pl/offers-thermoplastic-starch> (skatīts 06.02.2020.).
- Maastricht University (n.d.): Sustainability of Bio-based Materials. <https://www.maastrichtuniversity.nl/meta/371190/sustainability-bio-based-materials> (skatīts 17.02.2020.).
- Majer S., Wurster S., Moosmann D., Ladu L., Sumfleth B., Thrän D. (2018): Gaps and Research Demand for Sustainability Certification and Standardisation in a Sustainable Bio-Based Economy in the EU. *Sustainability*, 10(7), 2455.
- Mäkinen S., Halonen T. (2019): Roach and other cyprinid fish are an unexploited treasure in Finnish waters. <https://www.bioeconomy.fi/roach-and-other-cyprinid-fish-are-an-unexploited-treasure-in-finnish-waters/> (skatīts 25.02.2020.).
- Mathijs E., Brunori G., Carus M., Griffon M., Last L. (2015): Sustainable Agriculture, Forestry and Fisheries in the Bioeconomy -A Challenge for Europe.
- Ministry of the environment, climate protection and the energy sector (2019): The Baden-Württemberg government's sustainable bioeconomy strategy.
- Moilanen P., Halonen T., Purtonen H. (2019): The key to sustainable growth lies in the oceans. <https://www.bioeconomy.fi/the-key-to-sustainable-growth-lies-in-the-oceans/> (skatīts 06.02.2020.).

- Muneer F. (2015): Biocomposites from Natural Polymers and Fibers.
- Netherlands Institute for Packaging (KIDV) (2018): Factsheet: biodegradable plastic packaging materials.
- Nova Institut (2018): Succinic acid: New bio-based building block with a huge market and environmental potential? <http://news.bio-based.eu/succinic-acid-new-bio-based-building-block-with-a-huge-market-and-environmental-potential/> (skatīts 03.02.2020.).
- Nova Institute (2019): European Bioeconomy in Figures 2008 –2016.
- Osterwalder A. (2004): The Business Model Ontology: A proposition in a Design Science Approach: PhD Dissertation, University of Lausanne, 2004, pp. 169.
- Practical Law (n.d.): Build-Own-Operate (BOO). [https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/Browse/Home/PracticalLaw?transitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)&comp=pluk](https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/Browse/Home/PracticalLaw?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&comp=pluk) (skatīts 26.02.2020.).
- Prasad S. and Dhanya M. S. (2011): Air Quality and Biofuels, Environmental Impact of Biofuels.
- Quarshie R., Carruthers J. (2014): Technology overview – Biocomposites.
- Renewable Energy World (2014): How To Make Briquettes From Daily Wastes. <https://www.renewableenergyworld.com/2014/08/06/how-to-make-briquettes-from-daily-wastes/#gref> (skatīts 03.02.2020.).
- Robak K., Balcerek M. (2018): Review of Second-Generation Bioethanol Production from Residual Biomass. Food Technology and Biotechnology, 56(2).
- Rogers J. N., Stokes B., Dunn J., Cai H., Wu M., Haq Z., Baumes H. (2016): An assessment of the potential products and economic and environmental impacts resulting from a billion ton bioeconomy. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 11(1), 110–128.
- Romeorim (n.d.): Thermosets vs. Thermoplastics. <https://romeorim.com/thermoset-vs-thermoplastics/> (skatīts 06.02.2020.).
- Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern (2017): Funktionale Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen.
- Scholwin F., Fritsche U. (2007): Beurteilung von Biogasanlagenparks im Vergleich zu Hof-Einzelanlagen.
- SETIS (2016): The biomass approach to heating and cooling. <https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-magazine/low-carbon-heating-cooling/biomass-approach-heating-and-cooling> (skatīts 03.02.2020.).
- Sillanpää M., Ncibi C. (2017): A Sustainable Bioeconomy: The Green Industrial Revolution.
- SINTEF (2016): Mobile Sealab – a hydrolysis factory in a container. https://www.sintef.no/contentassets/75160257fa014b2aace4ecc1ff468c10/faktaark_mobile_sealab_2016.pdf (skatīts 05.08.2019)
- SINTEF (2018): Mobile Sealab. <https://www.sintef.no/en/all-laboratories/mobile-sealab/> (skatīts 05.08.2019.).
- SINTEF (n.d.): Prosjekter og råmaterialer. <https://www.sintef.no/alle-laboratorier/mobile-sealab/prosjekter-og-ramaterialer/> (skatīts 05.08.2019.).
- Spinnova (2019): Mail traffic.
- Spinnova (n.d.): Technology. <https://spinnova.com/> (skatīts 23.08.2019.).

Stein K., Riel M., Tretter H., Höher M., Rutz D., Krizmanić M., Vrček V., Šegon V., Jagarčec M., Bozhika-live V., Gluscevic M., Ščap S., Hafner P., Krajnc N. (2017): Guideline on financing options, contracts, ownership models and business models for bioenergy villages.

Stratan D. (2017): Success Factors of Sustainable Social Enterprises Through Circular Economy Perspective. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 6(1), 17–23.3.

Strathclyde (n.d.): What is Bioethanol? http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/02-03/biofuels/what_bioethanol.htm (skatīts 04.02.2020.).

Sunko R., Sunki B., Rutz D., Mergner R., Doczekal C., Pukšec T., Jensen L., Redžić E., Gjorgievski V., Bjelic I. (2015): Guidelines on improved business models and financing schemes of small renewable heating and cooling grids.

The Federal Ministry of Education and Research (BMBF) (2014): Bioökonomie in Deutschland - Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft.

The Federal Ministry of Education and Research (BMBF) (n.d.): Bioökonomie – Biogene Ressourcen und biologisches Wissen für eine nachhaltige Wirtschaft. <https://www.bmbf.de/de/biooekonomie-neue-konzepte-zur-nutzung-natuerlicher-ressourcen-726.html> (skatīts 20.02.2020.).

The Food and Agriculture Organization (FAO) (1999): <http://www.fao.org/wairdocs/tac/x5784e/x5784e05.htm>.

The Food and Agriculture Organization (FAO) (2014): Land use and irrigation - codes and definitions. www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/Definitions/LandUse_list.xls (skatīts 14.02.2020.).

The Food and Agriculture Organization (FAO) (2018): Assessing the contribution of bioeconomy to countries' economy - A brief review of national frameworks.

The Food and Agriculture Organization (FAO) (n.d.): Biocarburants et agriculture – un aperçu technique.

The Food and Agriculture Organization (FAO) n.d. a: Fish waste. <http://www.fao.org/bioenergy/aquaticbiofuels/knowledge/fish-waste/en/> (skatīts 06.02.2020.).

Tiemann I., Breuer H., Fichter K., Lüdeke Freund F. (2018): Sustainability-oriented business model development: principles, criteria and tools. *International Journal of Entrepreneurial Venturing*, 10(2), 256.

Tripathi A. D. (2015): Statistical Optimization of Parameters Affecting Polyhydroxybutyrate(PHB) Recovery by Dispersion Method from *Alcaligenes* Cells and Its Characterization. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 5 (7).

U.S. Department of Energy (2017): Putting the U.S. Bioeconomy to Work - Jobs & Economic Impact of a Billion-Ton Bioeconomy.

UNEP SETAC (2009): Guidelines for social life cycle assessment of products.

Vink Chemicals (n.d.): Cellulose ethers. <https://vink-chemicals.com/en/products/chemical-raw-materials/cellulose-ethers/> (skatīts 06.02.2020.).

Wells G. J., Stuart N., Furley P. A., Ryan C. M. (2018): Ecosystem service analysis in marginal agricultural lands: A case study in Belize. *Ecosystem Services*, 32, 70–77.

Whole Building Design Guide (WBDG) (2016): Biomass for Electricity Generation. <https://www.wbdg.org/resources/biomass-electricity-generation> (skatīts 03.02.2020.).

World Economic Forum (WEF) (2010): The future of industrial biorefineries.

WWF 2013: SEARCHING FOR SUSTAINABILITY - Comparative Analysis of Certification Schemes for Biomass used for the Production of Biofuels.