

MILLINE ON EESTI BIOMAJANDUS AASTAL 2050?

Marek Tiits, Balti Uuringute Instituut & Erkki Karo, Tallinna Tehnikaülikool¹

Euroopa Liidu rohelepe ja laiemalt rohepööre on viimaste aastakümnete üks ambitsioonikamaid poliitilisi ettevõtmisi, mis toob kaasa praeguse majandusmudeli ümbermõlemise nii sisus kui ka vormis. Rohe-eesmärkide saavutamise üks eeldus on üleminek seniselt lineaarselt majandusmudelist ringbiomajandusele. See tähendab, et võimalikult palju fossiilset tooret tuleb asendada biotoormega ning seda biotooret tuleb kasutada ja vääridada võimalikult kestlikult. Sellise muutuse juhtimine eeldab pikaajalise, aastakümneid haarava visiooni seadmist, hoidmist ja elluviimist.

Strateegilist planeerimist ja avaliku poliitika kujundamist kirjeldavad praegusaja maailmas kaks vastandlikku suundumust. Ühelt poolt on äristrateegiatega avaliku poliitika kujundamine muutunud viimastel kümnenditel järjest teadmispõhisemaks, kasvanud on uute andmeallikate tähtsus jne. Teiselt poolt on maailm kogenud viimastel aastatel erakordseid sündmusi. Ajaliselt kokku langenud majandusliku lõpp ja Covid-19 pandeemiaga kaasnev üleilmne rahvatervisekriis, millele on lisandunud varasemast suurem poliitiline määratus, on muutnud tulevikusuundade ettenägemise erakordselt keerukaks.

Deutsche Bank on kirjeldanud tänapäeva maailma kui segaduse ajastut, mida iseloomustavad terav vastandumine ning paljude varem laialdaselt aktsepteeritud arusaamade ja kokkulepete küsimärgi alla seadmine. Sellises maailmas võib seniste arengutrendide auto-

maatne pikendamine järgmistele aastakümnetele osutada suureks veaks.² Ka Ameerika Ühendriikide Riiklik Julgeolekunõukogu on oma analüüsid³ rõhutanud, et maailma iseloomustab kasvavalt nn progressiparadoks. See tähendab, et arengusuunad, mis on olnud meie edu alus, on nüüd muutunud tuleviku säilendõkuse vaatepunktist arengu võimalikeks takistusteks, ehk praegusaja maailmas ei tasu mitte midagi pidada iseenesest mõistetavaks. Sarnase arusaamani on jõutud inimkonna kestlikule arengule pühendunud teadusuuringute valdkonnas.⁴

Tulevikku vaadates suudame prognoosida, et aastaks 2050 kasvab maailma rahvastik ligikaudu 10 miljardi inimeseni ja näiteks Euroopas on ees rahvastiku vananemine. Siiski ei tea me lõpuni, kuidas mõjutab rahvaarvu kasv koosmõjus tehnoloogilise arenguga, muutuvate elustiilide ja eelistustega näiteks nõudlust erinevat tüüpi toidu (liha vs. taimne toit, mullapõhine vs. mullavaba toit) ning toodete (rõivastest ravimite ja eluasemeni) järele. Samuti ei ole ennustatav, milliseks kujunevad rahvusvahelised rände- ja kaubavood. Me küll näeme, et lääne poliitiline eliit püüab hoida üleval kõrgeleennulisi Pariisi kliimaeesmärke, aga me ei tea lõpuni, kui hästi suudetakse neid rahvusvahelisi kokkuleppeid Aasia (ennekõike Hiina ja India) mõjuvõimu kasvades koos hoida ning riikide poliitikates ellu viia.

Suure määramatuse ajajärkudel, mil paljud olulised tegurid on kiires muutumises, osutuvad pikema-

¹ Lisandväärtuse tõstmine ja toorme tõhusam kasutamine biomajanduses ja selle sektorites (ADDVAL-BIOEC) on Eesti Teadusagentuuri rakendusüuringute meetme RITA raames Euroopa Regionaalarengu Fondist kaasrahastatav projekt (03.2018–10.2021). Käesolev teemakokkuvõtte põhineb mitmete autorite koostöös valminud aruandel. Vt. Marek Tiits et al. *Eesti biomajanduse arengutsenaariumid 2030–2050*, Uuringu „ADDVAL-BIOEC“ tööpakettide 2.3 ja 2.4 vahearuanne, Tallinn & Tartu, 2021, www.taltech.ee/biomajandus.

² Jim Reid, Nick Burns, Luke Templeman, Henry Allen & Karthik Nagalingham, *The Age of Disorder – Long-Term Asset Return Study*, Deutsche Bank, September 2020.

³ NIC, *Global Trends: Paradox of Progress*, 2017, <https://www.dni.gov/index.php/global-trends-home>.

⁴ William Clark & Alicia Harley, Sustainability Science: Towards a Synthesis, *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 331–386, 2020, <https://bit.ly/3luJYzg>.

ajalised üksikasjalikud prognoosid üldjuhul väga ebatäpseks. Nüüdisaegsed arenguseire (inglise *foresight*) meetodid ei püüa seetõttu järgnevate aastakümnete arengut võimalikult täpselt ennustada. Sellest tähtsamaks peetakse erinevate tulevikustsenaariumite kvalitatiivset analüüsi, sest see aitab poliitikakujundajatel, ettevõtjatel jt mõelda võimalikke tulevikusündmusi aegsasti läbi ning selle alusel kaaluda ka oma pikemaajalisi strateegilisi eesmärke ja tegevusplaanid⁵.

Eesti biomajanduse pikaajaliste arenguvõimaluste stsenaariumianalüüsis vaatleme maailma biomajanduse nelja arengusuunda. Neil on väga erinev dünaamika, ent nad kõik on – olenevalt ühiskonna, keskkonna- ja kliima-, majandus- ja energeetika- ning poliitilisest arengust maailmas – ühtviisi võimalikud.

Lähtume arusaamast, et pikemaajalist arengut mõjutavad peamised teadus- ja tehnoloogiarendid sünnivad pigem tehnoloogiliselt arenenud suurriikides ning üleilmsetes innovatsioonivõrgustikes⁶. Väikeriigi majanduse väljavaated sõltuvad seejuures ennekõike võimest konkureerida eksporditurudel ja pidada sammu tehnoloogia eesliinil olevate riikidega. Turunõudluse kujundamisel mängivad omakorda kaalukat rolli laiemad ühiskondlikud, keskkonna- ja kliimaga ning muude aspektidega seotud arengusuunad.

Analüüsi, milliseid võimalusi pakub Eesti biomajanduse arendamiseks avatum ning milliseid enesekesksem, piirkondlikuks muutunud majanduskeskkond. Lisaks arutleme, kuidas võtta vastu biotehnoloogia revolutsioonilise arenguga⁷ seotud täiesti uusi tehnoloogilisi ja sotsiaal-majanduslikke võimalusi ning mida teha siis, kui bioteaduste ja -tehnoloogiaga seotud uudsed võimalused ühel või teisel põhjusel ei realiseeru.

EESTI BIOMAJANDUSE PRAEGUNE STRUKTUUR JA KONKURENTSIVÕIME

Kõik majandustegevused ei ole lisandväärtuse loomise potentsiaalilt ega keskkonnamõjult kaugeltki ühesugused. Eesti biomajanduse stsenaariumianalüüsi keskne küsimus on seetõttu, millistele tegevusaladele oleks Eestil otstarbekam spetsialiseeruda selleks, et suurendada 2030.–2050. aastaks biomajanduse lisandväärtust. Seda otsekohest majandusarengu strateegia küsimust saadavad aga loodushoiu- ja taaskaalustatud regionaalarengu laiemad kaalutlused,

mis on Euroopa Liidu roheleppes raames praeguseks põimunud kestliku konkurentsivõime, elurikkuse ning teistes esmapilgul vastandlikke väärtusi kandvates terminites ja prioriteetides.

Euroopa biomajanduse tegevuskavas on hinnatud Euroopa Liidu biomajanduse käibeks u 2 triljonit eurot aastas ja lisandväärtuseks u 621 miljardit eurot.⁸ Biomajanduse lisandväärtusest luuakse ligikaudu kaks kolmandikku töötlevas tööstuses. Euroopa Liidu põllumajanduse lisandväärtus ulatus 2018. aastal 182 miljardi euroni ja metsanduse lisandväärtus 27 miljardi euroni.

„ADDVAL-BIOEC-i“ uuringus kasutatud biomajanduse klassifikatsiooni alusel oli Eesti biomajanduse ettevõtete müügitulu 2017. aastal u 5 miljardit eurot (10% Eesti ettevõtete müügitulust) ja eksport 2,1 miljardit eurot (17% Eesti ettevõtete ekspordist). Eesti biomajanduse lisandväärtus ulatus 2017. aastal 1 miljardi euroni, mis on 11% Eesti ettevõtetes loodud lisandväärtusest. Eesti biomajanduse ettevõtetes töötas 2017. aastal 46 000 inimest ehk 12% hõivatutest.⁹

Metsa ja puidu ning põllumajanduse ja toiduainete väärtusahelates tegutsevad ettevõtted panustavad Eesti biomajanduse lisandväärtusesse suhteliselt võrdselt. Neis kahes peamises väärtusahelas sünnib kokku ligikaudu 90% Eesti biomajanduse lisandväärtusest:

- metsamajanduse ning puidu- ja paberitööstuse ettevõtete müügitulu moodustab umbes 50% biomajanduse ettevõtete müügitulust ning eksport umbes 60% biomajanduse ekspordist;
- põllumajandus ning toiduainete ja jookide tootmine moodustavad umbes 40% biomajanduse ettevõtete müügitulust ning umbes 25% biomajanduse ekspordist.

Klassikaline majandusmõte on lähtunud alates Adam Smithi teosest „Rahvaste rikkus“¹⁰ arusaamast, et kasvav kaubavahetus loob võimaluse järjest süvendatumalt spetsialiseeruda, mis omakorda toetab majanduse tootlikkuse kasvu. **Tänapäevases rahvusvahelise kaubavahetuse analüüsist ilmneb aga, et kõik majandustegevused ei ole oma panuselt majanduse konkurentsivõimesse ja elatustaseme kasvu ühesugused. Vaesed riigid spetsialiseeruvad lihttööstusele ja maakaupade intensiivsete kaupade pakkumisele, ent rikkamad riigid kaupadele, mille pakkumiseks on vaja arenenud taristut, institutsioone, kvalifitseeritud tööjõudu ja kapitali.**¹¹

⁵ Vt Riigikogu Arenguseire Keskuse stsenaariumite loome metoodikat, samuti: Meelis Kitsing, *The Political Economy of Digital Ecosystems: Scenario Planning for Alternative Futures*, Routledge, 2021; Luke Georghiou *et al.*, *The Handbook of Technology Foresight*, Edward Elgar, 2008.

⁶ Christian Binz & Bernhard Truffer, „Global Innovation Systems—A conceptual framework for innovation dynamics in transnational contexts“, *Research Policy*, 46(7), 1284–1298, 2017.

⁷ Juba praegu nähtavate biotehnoloogiarakenduste otsene majandusmõju võib McKinsey hinnangul ulatuda lähema 10–20 aasta jooksul 2–4 triljoni euroni aastas (kuni 5% maailma SKP-st). Michael Chui *et al.*, *The Bio Revolution: Innovations transforming economies, societies, and our lives*, McKinsey Global Institute.

⁸ Vt täpsemalt Euroopa Komisjon, *Bioeconomy: the European way to use our national resources*, 2018, <https://bit.ly/3dLKYul>. Hilisemad analüüsid on pakkunud tertsiaarsektorit arvesse võttes biomajanduse lisandväärtuse mahuks koguni 1,4 triljonit eurot. Vt T. Kuosmanen *et al.*, How big is the bioeconomy, EUR 30167EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020.

⁹ Detailsem analüüs ja biomajanduse klassifikatsiooni ülevaade: Urmas Varblane *et al.*, Eesti biomajanduse väärtusahelate kvantitatiivne analüüs. ADDVAL-BIOEC uuringu tööpaketi 1.2 vaheanalüüs, Tallinn & Tartu, 2021.

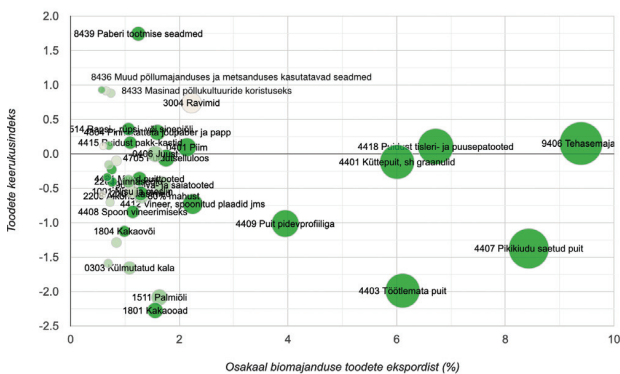
¹⁰ Adam Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, W. Strahan and T. Cadell: London, 1776.

¹¹ Cesar A. Hidalgo *et al.*, The Product Space Conditions the Development of Nations, *Science*, 317(5837), 482–487, 2007, <https://doi.org/10.1126/science.1144581>.

Eesti puidu ja puittoodete toomise ning toiduainete ja jookide tootmise tööjõu tootlikkus on küll võrreldav Läti või Leeduga, kuid jääb Soome, Rootsi, Hollandi jt arenenud tööstusriikide vastavast näitajast kaks-kolm korda maha. Eesti biomajanduse märksa väiksem konkurentsivõime on suures osas seletatav Eesti eksporttoodete vähesema keerukusega võrreldes Põhjamaadega.

Eesti biomajanduse¹² suurima netoekspordi mahuga tooterühmad on tehase majad (9406), puidust tiseri- ja puusepatooted (4418), küttepuit (sh graanulid, 4401), pidevprofiiliga puit (4409), nisu ja meslin (1001), mööbel ja mööbliosad (9403). Suurema netoekspordi mahuga toiduainetest saab veel esile tuua juustu ja kohupiima (0406) ning kontsentreerimata piima ja rõõsa koore (0401). Seejuures on tehase majad ja puidust tiseritooted, aga ka mööblikomponendid Eesti biomajanduse ekspordis olulised keskmise keerukusega tooted, mille puhul tasub otsida maailmas turuosa hoidmise ja suurendamise võimalusi (joonis 1).

Töötlemata puidu (4403), saematerjali (4407) jm vähekeerukate toodete eksport on seevastu Eesti majanduse ressursiefektiivsuse vaatest pigem raiskav. Toodete puhul, mille keerukusindeks on alla nulli, on põhiküsimus, kas neis tooterühmades on näha ette märkimisväärsed teaduslikke, tehnoloogilisi vm läbimurdeid või uudsete turuniiside teket, mis võimaldaksid Eesti toodetel saavutada ainulaadse kvalitatiivse eelise. Juhul kui selliste uute tehnoloogiate või turuniiside leidmine ei ole tõenäoline, tuleks otsida võimalusi väärindada bioressurssi muudel viisidel. Samal ajal tasub otsida ühtlasi võimalusi sisenemiseks täiesti uutesse, suure tehnoloogiamahukuse ja lisandväärtusega tooterühmadesse, nagu seda on näiteks (bio)farmaatsiatooted ja puidu keemiline või biotehnoloogiline väärindamine.



JOONIS 1. Eesti biomajanduse olulisimate eksportkaupade keerukus

Märkus. Mida tugevam roheline toon, seda konkurentsivõimelisem on Eesti eksport (inglise *revealed comparative advantage*, RCA) selles kaubarühmas.

Allikas: Harvard University, 2020; Tiits & Kalvet, 2020.

Kokkuvõttes on vaja selleks, et teha Eesti biomajanduse praeguse struktuuri alusel uusi arenguhüppeid, ühelt poolt suurendada **Eesti biomajanduse tehnoloogilist ja innovatsioonivõimekust** ning teiselt poolt olla piisavalt **säilenõtk**, et kohaneda

laiemate arengusuundadega rahvusvahelistes majandussuhetes. Järgnevas stsenaariumianalüüsis käsitleme Eesti võimalusi ja väljakutseid võimaliku biomajanduse üleilmse arengu raames.

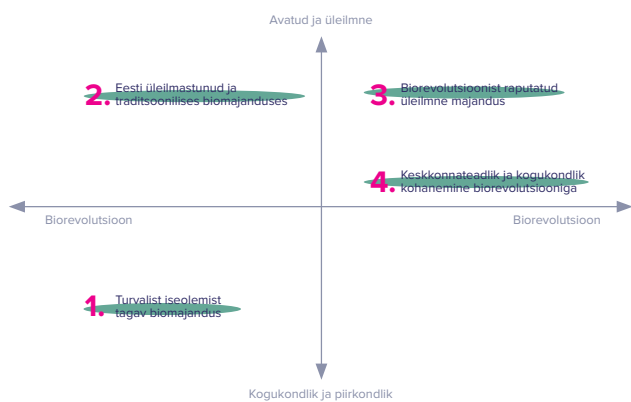
BIOMAJANDUSE ARENGU-STSENAARIUMID 2050. AASTANI STSENAARIUMIANALÜÜSI RAAMISTIK

Nii kliima, keskkonna kui ka majanduse tulevikuväljavaated sõltuvad suurel määral riikide ja ettevõtete rühmade, aga ka põlvkondade omavahelisest koostöövalmidusest ja suutlikkusest kehtestada kõikidele osalistele kasulikke reegleid. Siinse stsenaariumianalüüsi üheks põhiteljeks on seetõttu valitud **biomajanduse üleilmse avatuse – piirkondliku kogukonnastumise mõõde**. Sellel teljel on üleilmse avatud koostöö alternatiiviks maailmajagudevaheline ja -sise kasvatav rivaaliteet, mis toob kaasa kogukondlike vajaduste esiplaanile seadmise nii maailmajagude, Euroopa siseturu kui ka rahvusriikide tasemel.

Maailmamajanduse arengut on alates 18. sajandi lõpus alguse saanud tööstusrevolutsioonist kandnud viis järjestikust tehnoloogilis-majanduslikku paradigmat. Igaühele neist on pannud aluse revolutsiooniliselt uued tehnoloogiad, sellel põhinev uus taristu, institutsioonid ja elustiilid.

Stsenaariumianalüüsi tehnoloogilise arengu teljel viitab biorevolutsioon arengusuunale, kus radikaalselt uued **biotehnoloogialahendused ja neid toetav taristu saavad järgmise tehnoloogilis-majandusliku paradigma ning sotsio-tehniliste süsteemide (energiasüsteemi, toidusüsteemi jms) muutuse üheks keskseks aluseks**. Biorevolutsioonile vastandub biotehnoloogia märksa rahulik evolutsiooniline areng, kus majandus- ja elukeskkonda põhjanevalt muutvaid biotehnoloogialahendusi tekib vähe või on nende kasutuselevõtt ühiskondlike hoiakute, õigusaktide, kokkulepetega vms tugevalt piiratud.

Neist kahest peamisest teljest moodustub stsenaariumianalüüsi maatriks, millel vaatleme lähemalt nelja erinevat stsenaariumit (joonis 2).



JOONIS 2. Eesti biomajanduse stsenaariumianalüüsi maatriks
Allikas: autorid.

¹² Biomajandus hõlmab siin kahekohalisi KN-kaubarühmi 01–05 (loomad ja loomsed tooted), 06–15 (taimset tooted), 16–24 (toiduained), 30 (farmaatsiatooted), 41–43 (nahk ja nahktooted), 44–49 (puit ja puittooted), 47–49 (tselluloos, paber ja trükised), 51–53 (vill, puuvill, taimsed tekstiilkiud) ning 94 (mööbel ja tehase majad). NB! KN-kaubarühm 94 sisaldab peale puidust mööbli ja tehase majade ka metallist jm materjalidest mööblit. Biomajandustoodete täpsemaks piiritlemiseks tuleks soovi korral kasutada vähemalt kuuekohalist KN-koodi.

1. STSENAARIUM. TURVALIST ISEOLEMIST TAGAV BIOMAJANDUS

JUHTMÕTE: Maailm on ebakindel ja tulevased arengusuunad raskesti ennustatavad. Toidu ja energiaga isevarustus ning kohalik ise hakkama saamine on ühiskonnas olulised alusväärtused.

Rahvusvaheline ebakindlus on toonud endaga kaasa üleilmastumise pidurdumise, maailma jagunemise piirkondlikeks blokkideks ning nendevahelise kasvava konkurentsi ja vastandumise. Vastastikuse usalduse puudumine pärsib rahvusvahelist poliitilist, kliima- ja majanduskoostööd. Varasemale üleilmastumisajastule omase spetsialiseerumise ning kaupade ja teenuste rahvusvahelise vahetuse asemel on juhtimisotsustes kesksel kohal usaldamatus, ressursikonkurents, iseolemine ning ise hakkama saamine.

Sellises keskkonnas on pidurdunud ka rahvusvahelised investeeringud ning koostöö uute biotehnoloogiate ja biomajandustoodete arengu nimel. Pigem püütakse tulla toime olemasolevate võimekuste peenhäälestamise ja bioressursi tõhusama kasutamise abil, toetudes ringbiomajanduse põhimõtetele. Eesti biomassil põhinev biomajandus jääb pigem traditsiooniliseks Eesti siseturule või lähipiirkonna turgudele keskendunud tegevusalaks.

Soov tagada isevarustatuse võime sunnib hoidma laia tooteportfelli (sh toiduainete valdkonnas isegi laiendamata), samal ajal kui majandustegevuse tõhus korraldus eeldaks spetsialiseerumist ja palju suuremat tootmismahutu. See toetab omakorda klassikalise maaelu (metsandus, põllumajandus) mitmekesistumist ning osajaga töötamise kui elukorralduse kinnistumist. Kapitalimahukamatel aladel (nt puidu keemiline väärimine, piima väärimise uued suunad, (bio)farmaatsiatööstus, fossiilse toorme asendamine keemiatööstuses) tegutsema hakkamiseks napib nii kohalikku kui ka rahvusvahelist investeerimiskapitali.

Eesti biomajanduse keskne arengusuund on kohaliku bioressursi kasutuse peenhäälestamine. Eesti jätkab biomassi peamiselt loomse (toit ja sööt), mehhaanilise (puit) ja energieetilise (jätmed, puit) väärimise teed. Sel alal aitavad protsesse tõhusamaks muuta (sh parem planeerimine, ressursside juhtimine) info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) lahendused. Tööstuse ja tarneahelate digitaliseerimine ja imporditavate keskkonnasäästlike tehnoloogiate kasutuselevõtt on tootlikkuse kasvu põhiallikad.

2. STSENAARIUM. EESTI ÜLEILMASTUNUD JA TRADITSIOONILISES BIOMAJANDUSES

JUHTMÕTE: Tulevikkuvaatav ja vastastikku kasulik koostöö viib ühiskonda ja majandust edasi. Partnerite majanduslik sõltuvus üksteisest tagab kokkulepetest kinnipidamise (bio)toormega varustamisel ja energiavarustuses, juurdepääsu üksteise turgudele, investeeringukaitse jmt.

Maailm on küll avatud koostööle ja kaubavahetusele, kuid liigub kliimaeesmärke toetava rohepöörde alal edasi erinevatel kiirustel. Osa riike on tugevas

rajasõltuvuses kas fossiilkütuste ekspordist või muust suure keskkonnajalajäljega majandustegevustest ning ei leia sellega seotud probleemidele kiireid lahendusi. Majandus- ja keskkonnamärgide vahel habrast tasakaalu otsides kaldutakse eelistama majanduskasvu, lootes, et see toob omakorda lähenedes keskkonna- ja ühiskondlikele katsumustele.

Euroopa on jõudnud tänu pika aja vältel keskkonna- ja energiategnoloogiasse tehtud investeeringutele üheks põhiliseks rohepöoret toetavate tehnoloogiate arendajaks Aasia kõrval. 2030. aastaks on ilmne, et rohepöörde, puhas tehnoloogia (ingl *cleantech*) ja IKT-lahendused panevad aluse järgmisele tehnoloogilis-majanduslikule paradigmale.

Eesti biomajanduse keskne arengusuund on spetsialiseerumine suurema keerukuse (suurema lisandväärtusega) toodetele ning digi- ja rohepöördega seotud investeeringute suunamine biomajanduse seniste olulisimate tegevusalade – toiduainete ja jookide ning puittoodete tootmise – konkurentsivõime hoidmise ja suurendamise. Eesti biomajanduse tegevusalade struktuuri ja liikumist suurema lisandväärtusega toodete poole mõjutavad ennekõike rahvusvahelise turunõudluse muutused ning Eesti tööstuse konkurentsivõime eksporditurgudel, sh võime kasvatada tootlikkust laialdaselt teadaolevate maaharimisviiside, bioressursi hankimise ja töötlemise tehnoloogiate raames.

Pikemaajalise strateegia keskne fookus on uute, suurema keerukusega ja kohalikust toormest sõltumatute tegevusalade väljaarendamisel. Eestile pakuvad oma perifeerset logistilist asukohta arvestades erilist huvi biomajanduse sellised tegevusalad, kus on võimalik suhteliselt lihtsasti transportida nii importsisendeid kui eksporditoodangut. See tähendab Taani, Iirimaa ja teiste väikeriikide eeskujul eelkõige teadusmahuka biofarmaatsiatööstuse, suure lisandväärtusega biokeemia jmt arendamist.

Põhjamaade eeskujul pakub Eesti ettevõtjatele huvi ja on maailmas kasvamiseks oluline ka selliste ärimudelite arendamine, kus uue ettevõtmisega (nt puidust tehasemajade tootmine, toidubiotehnoloogia sektor) seotud pädevus ja ekspordivõimekus töötatakse küll välja kohaliku toorme baasilt Eestis, kuid äritegevuse edasiseks kasvatamiseks paigutatakse tehnoloogiad ja tootmisüksused peamise toorme ja/või põhiliste sihtturgude lähedusse.

3. STSENAARIUM. OMA KOHA LEIDMINE BIO- REVOLUTSIONIST RAPUTATUD ÜLEILMSES MAJANDUSES

JUHTMÕTE: Tehnoloogia on ühiskondliku ja majandusarengu mootor, mis aitab saada üle kui tahes keerulistest proovikividest. Biorevolutsioon loob aluse üleilmastumise uuele lainele.

Covid-19 pandeemia suhtelised kiire ja edukas lahendamine on võimendanud ühiskonnas usku teadusesse ja innovatsiooni ning andnud tõuke suuremahulistele investeeringutele bioteadustes ja -tehnoloogiasse. Põhjapanevaid läbimurdeid bioteadustes ja -tehnoloogias, mis avardavad inimkonna arusaama bioloogiast ning annavad võimalu-

se elusorganismide n-õ programmeerida, saab nende võimaliku majandusliku ja ühiskondliku mõju poolt võrrelda 1970. aastatel loodud esimeste Inteli mikroprotsessoritega, mis panid aluse tänapäevasele personaalarvutite ajastule.

Suurriikide kliimapöörde juhtfiguurid ning kliimamuutustega kohanemise riiklikud ja rahvusvahelised visioonid ja kokkulepped panevad suure rõhu tehnoloogiale ja innovatsioonile kui kliimamuutuste pidurdamise peamisele tööriistale. See kinnistab lootuse ja arusaama, et tehnoloogiline progress aitab üksteisest lahutada majanduskasvu ning kasvuhoonegaaside heidete kasvu ning inimkond suudab asuda otsustavalt rohelise majanduskasvu teele.

Uue tehnoloogiaga seotud uued ja põhiosas reguleerimata turud pakuvad ootamatuid ja vastuolulisi tehnoloogilisi lahendusi ja arenguvõimalusi, muu hulgas fossiilse toorme asendamiseks ja võitluses kliimamuutustega. Ebaühtlane tehnoloogiline ja majandusareng areng tekitab uusi, senisest erinevaid võitjaid ja mahajääjaid.

Eesti biomajanduse keskne arengusuund on uudsete, biorevolutsioonist inspireeritud tehnoloogiliste võimekuste ja toodete arendamine ja võimalikult varajane kasutuselevõtt. Eesti ei suuda uute baastehnoloogiate arendamises võistelda suurriikidega. Biorevolutsiooni laiapõhjasuse tõttu on tehnoloogiline spetsialiseerumine keeruline. Eesti laiendab investeringute bioteadustesse tehtavate investeringute, avatud ja väleda katsetamise abil oma biotehnoloogia alast innovatsioonivõimekust. See loob eeldused uutes, kiiresti kasvavates tehnoloogia- ja majandusharudes tegutsemiseks, nt uudsete biotehnoloogia lahenduste arendamine (nt DNA sünteesimine, rakuvabrikud) või sisenemine uudsetesse biomaterjalide, terviseedendamise ja toidu tootmisega seotud tooterühmadesse.

4. STSENAARIUM. KESKKONNATEADLIK JA KOGUKONDLIK KOHANEMINE BIOREVOLUTSIOONIGA

JUHTMÖTE: Biomajanduse arendamise ja kliimamuutuste pidurdamise keskmes on nutikas kohanemine ning uute tehnoloogiate keskkonnateadlik kasutamine. Koos uute toodete turule jõudmisega muutuvad ka inimeste väärtushinnangud ja käitumismallid. Esiplaanile kerkivad kohaliku ja kogukondliku ja loodusliku hoidmine.

Üleilmne biorevolutsioon on toonud kaasa põhjapanevaid muutusi ühiskonna senises tehnoloogilises baasis. See võimaldab korraldada ümber sisuliselt kogu majanduse, sealhulgas asendada suurema osa fossiilse toorme kestlikuma biotoormega selleks, et tulla toime kliimamuutustega ning säilitada bioloogiline mitmekesisus, samuti teha võimalikuks personaalse lähenemise toidule ja meditsiinile.

Samal ajal on aga seoses erakordsete loodusnähtustega sagemisega maailmas ja põlvkondade vahetumisega ennekõike Euroopas ja ka Eestis tõusnud ühiskondlike väärtushinnangute seas avatuse ja üleilmsuse kõrval esile ka kestlikkuse, elurikkuse ja looduse väärtustamine. Selle tulemusena püütakse

ohjata ka biorevolutsiooni levikut, hoides looduslikust hinnas nii toiduainetootmisel kui ka biomassi enda kasvatamisel metsanduses, põllumajanduses ja vesiviljeluses.

Biorevolutsiooniga kaasnevate uute võimaluste kasutuselevõtu kese on eeskätt meditsiini-, materjali- ja energeetikasektoris. Toidusüsteemis ja looduskeskkonnas on ülekaalus kohalikkus, vastutustundlikkus, mahedus ja tervislikkus. Toidusüsteemis on biotehnoloogiliste läbimurrete kasutuselevõtu suhtes valdav pigem ühiskondlik ettevaatlikkus, ent leidub ka nišitoteid (nt laboris kultiveeritud liha, mullavaba vertikaalne põllumajandus linnades jms) ja on olemas nende üleilmne turg, sealhulgas metsanduse ja toidusüsteemi jääki- de ja kaassaaduste kasutamine muudes sektorites.

Eesti biomajanduse keskseks arengusuunaks on fookustatud panustamine tehnoloogilisse arengusse nii biotehnoloogias kui ka infotehnoloogias, et kiirendada fossiilse toorme ja materjalide asendamist biopõhiste lahendustega ning tõhustada kohaliku biomassi kestlikku kasutamist, sh ökosüsteemide hoidmist. Infotehnoloogia kompetentside baasil töötatakse välja lahendusi kogukondlike toidu- ja energiasüsteemide tõhususe ja kestlikkuse tagamiseks.

EESTI STRATEEGILISED VÕIMALUSED ERINEVATES STSENAARIUMITES

Arengustsenaariumite analüüsis on kirjeldatud nelja arengusuunda, kuhu Eesti biomajandus võib sõltuvalt väliskeskonna arengust eelolevatel kümnenditel liikuda. Samas ei tea me veel praegu, kui kiireks osutub biotehnoloogia kasutuselevõtt ning milliseks kujunevad eelolevatel kümnenditel maailmas kliimaneutraalsuse, elurikkuse säilitamise ja majanduskokkulepped. Seetõttu poleks õige püüda siinkohal otsustada, millise stsenaariumi teostumist me ennekõike eelistaksime. Stsenaariumite eesmärk on luua strateegilist planeerimist toetav võimalikke üleilmseid arenguid süstematiseeriv raamistik, mis aitab Eesti biomajandusel tulla säilenõtkelt toime väga erinevates maailmades. Selline lähenemine aitab tagada, et lühiperspektiivis maakasutuse, tehnoloogiliste investeringute, keskkonnaregulatsioonide jms osas tehtavad valikud ei piira võimalikest pikemas vaates avanevatest arenguvõimalustest osasaamist. Biorevolutsiooni realiseerudes võime leida mitmetele tänastele parimatele biomassi väärdandamise tehnoloogiatele ja biomassi kasutamise väärtusahelatele nii keskkonnahoiu kui majandusarengu vaates paremaid alternatiive.

Tabel 1 võtab stsenaariumite alusel kokku Eesti biomajanduse lisandväärtuse suurendamise põhivõimalused. Analüüsides Eesti biomajanduse oodatavat panust sotsiaal-majanduslikku arengusse, lähtume sellest, kui tõenäoline on selles stsenaariumis Eesti tegutsema asumine uutes, suurema keerukusega tooterühmades, sh puidu keemilise töötlemise, biofarmatootodete ning taimsel toormel põhinevate uute toiduainete ja materjalide, samuti biomajandust toetavate IKT-lahenduste valdkonnas. Peale selle tõstame stsenaariumite alusel esile keskkonna- ja kliimaeesmärkide saavutamise seotud kesksed aspektid.

TABEL 1. EESTI BIOMAJANDUSE ARENGUSTSENAARIUMID 2030–2050

	1. Turvalist iseolemist tagav biomajandus	2. Eesti üleilmastunud ja traditsioonilises biomajanduses	3. Biorevolutsioonist raputatud üleilmne majandus	4. Keskkonnateadlik ja kogukondlik kohanemine biorevolutsiooniga
Väliskeskkonna peamised mõjutegurid	Üleilmne ebakindlus: vajadus tagada isevarustus olulisimate toodetega	Avatud kaubavaetus ja kapitali liikumine loovad eeldused otsida üleilmses tööjaotuses paremat kohta	Biotehnoloogia muudab biomassi kasutamise tavadid ja toob kaasa täiesti uued biomajanduse valdkonnad	Euroopa otsib tasakaalu uudse biotehnoloogia rakendamise ning traditsiooniliste öko- ja toidusüsteemide hoidmise vahel
Eesti biomajanduse spetsialiseerumine	Senine spetsialiseerumine jätkub, sh toiduga isevarustus ning puidu laialdane kasutamine ehituses, aga ka kohaliku juhitava energiaallikana	Eesti eksport liigub toidu ja puidu väärtusahelates edasi keerukamatele toodetele, sh puidu keemilisse töötlemisse. Uue tegevussuunana lisandub (bio)farmaatsiatoodete tootmine	Eesti otsib võimalusi asuda tegutsema üleilmse biorevolutsiooni käigus sündinud uutes, nt biomaterjalide, terviseedendamise ja toidu tootmisega seotud tooterühmades	Biotehnoloogiliselt loodud uudsete materjalide tootmise kõrval edendatakse traditsioonilist toidutootmist ja kogukondlikke ärimudeleid
Eesti biomajanduse keskne arenguloogika lisandväärtuse suurendamiseks	Infotehnoloogia lahendused isevarustatuse suurendamiseks bioressursi kaskaadkasutuse ja ringmajanduse toetamise kaudu	Suuremahulised investeringud parima võimaliku tehnoloogia soetamiseks ning vähe väärindatud toorme (teravili, piim, puit ja rohumaad) paremasse kasutamisse	Uudsete biotehnoloogialahenduste (nt rakuvabrikud, DNA sünteesimine) laialdane kasutuselevõtt, neil põhinevate uudsete biotoodete loomine ja tootmine	Valikuline jõudmine biorevolutsiooni tegijate hulka (ennekõike materjalide ja energeetika alal). Andmepõhised lahendused traditsioonilise toidutootmise ja kogukondliku elustiili toetuseks
Biomajanduse panus sotsiaalmajanduslikku arengusse	Biomajanduse osakaal ettevõtlussektoris püsib 10% tasemel. Tööjõu tootlikkus on endiselt kaks-kolm korda väiksem Põhjamaade näitajast	Eesti biomajanduse tööjõu tootlikkus jõuab kolme neljandiku tasemele Põhjamaade näitajast. Biomajandus annab kuni 15% ettevõtlussektori lisandväärtusest	Biomajanduse lisandväärtus ulatub uute, biotehnoloogiamahukate majandusharude mõjul 20–25%-ni ettevõtlussektori lisandväärtusest. Eesti tööjõu tootlikkus on Põhjamaadega võrreldaval tasemel	
Biomajanduse ja maakasutuse panus keskkonna- ja kliimaeesmärkide saavutamisse	Metsastamine ja pikaajalise kasutusega puittoodete (sh puitehitiste) tootmise osakaalu kasv toetab CO ₂ sidumist	Rahvusvahelises majanduses keerukamatele toodetele ja tegevusaladele spetsialiseerumine võimaldab vabaneda suure keskkonnajalajäljega tegevustest	Uute toiduainetega kaasnev veisekasvatuse mahu vähenemine kahandab kasvuhoonegaaside heiteid ja vabastab rohumaad muuks otstarbeks, sh väärindamiseks või metsastamiseks	Keskkonnateadlik osalemine biorevolutsioonis täidab korraga majandus- ja keskkonnaeesmärke

Allikas: autorid.

Need neli stsenaariumit erinevad üksteisest väga erineva väliskeskkonna poolest, milles Eesti teeb oma biomajanduse arendamise valikuid. Stsenaariumitel on ühtlasi täiesti erinev keskne arenguloogika ning nad toovad kaasa maakasutuse, lisandväärtuse kasvu ja teiste näitajate väga erinevad tulemused.

Järgnevalt nimetame peamised strateegilised läbilöögisuunad, mis võimaldavad Eesti biomajandusel edukalt areneda mistahes oludes.

I SPETSIALISEERUMINE KEERUKAMATELE MAJANDUSTEGEVUSTELE JA SÕLTUVUSE VÄHENDAMINE KOHALIKUST TOORMEST

- Selleks et Eesti tööjõu tootlikkus ja elatus-tase läheneksid Põhjamaade või Saksamaa omale, peab tuntavalt kasvama keerukamate toodete osakaal Eesti ekspordis, sh biomajanduse puhul. Eesti biomajanduse kontekstis on selleks eeldatavasti vajalikud

miljarditesse eurodesse ulatuvad investeringud puidu keemilise töötlemise, biofarmaatsiatööstuse, biomajandust toetavate IKT-lahenduste ja masinate arendamisse.

Edukas tegutsema asumine ressursi- ja tööjõumahukatel tegevusaladel, näiteks tekstiili- ja rõivatööstuses, on seevastu Eesti elatustaseme oodatava tõusuga arvestades järjest vähem tõenäoline. Kliimaeesmärgid ning ressursikonkurents puidu keemilise ja biotehnoloogilise töötlemise alal eeldatavasti kahandavad samuti puidu kasutamist elektri- ja soojusenergia tootmiseks.

Puidu keemilise töötlemise või biofarmaatsiatööstuse arendamine on väga kapitalimahukas: sedalaadi investeeringute maht on suurusjärgus 1 miljard eurot projekti kohta. Soome ja Rootsi näitel ei rahasta ettevõtteid selliseid projekte enamasti mitte üksinda oma vabadest vahenditest, vaid kaasavad rahvusvahelisi pankade sündikaate, riiklikke ekspordi krediteerimise fonde jt osalisi.¹³

Eesti majanduse struktuurimuutuste kiirendamiseks ja uutele turgudele juurdepääsu loomiseks on samamoodi ülitähtsal kohal välismaiste otseinvesteeringute proaktiivne kaasamine nii Lääne-Euroopast, USA-st kui ka kiiresti arenevast Aasiast. Koos tootmismahu ja toodete keerukuse suurenemisega peab ühtlasi vähenema sõltuvus kohalikust toormest. See võib olenevalt tegevusalast tähendada nii imporditud toorme ja komponentide osatähtsuse kasvu kui ka tootmise paigutamist Eestist väljapoole, toorme ja/või peamiste sihtturgude lähedusse.

- **Biomajanduse arengut toetavate spetsialiseeritud tarnijate (sh IKT ja elektroonika, masinad, keemiatooted, biotehnoloogia vahetooted ja tehnoloogiad) arendamine on üleilmastunud majanduses isegi paremate tulevikuväljavaadetega kui biomassi vahetu väärindamine.**

Toiduainetootmine, puidu töötlemine ja muud biomajanduse traditsioonilised valdkonnad ei arenda mitte ise tehnoloogiat, vaid sõltuvad suurel määral spetsialiseeritud tarnijate arendatavast tehnoloogiast ja sisseseadest. Selliste toetavate ettevõtete kohalolek annab toidu- ja puittoodete tootjatele muu hulgas suure konkurentsieelise. Neil tehnoloogiamahtudel tegevusaladel on äritegevus harilikult lihtsamini laiendatav ja suurema tootlikkusega.

Biomajanduse arengu toetamisega seotud tehnoloogilisi konkurentsieeliseid tasub esmajärjekorras otsida kiiresti arenevast pilvarvutuse, masinõppe ja tehisintellekti valdkondadest. Need on madalama sisenemisbarjääri ja suure potentsiaaliga alad, kus on Eesti ettevõtetel võimalik iseseisvalt edu saavutada.

Spetsialiseeritud toiduainetootmise ja puidu töötlemisseadmete tootmist jmt iseloomustavad teisalt järjest aeglasem tehnoloogiline areng ning

kasvav mastaabimahukus. Sellistesse väljakujunenud valdkondadesse sisenejatel on kasulik mõelda välisinvesteeringute kaasamisele ning liitumistele ja ülevõtmistele.

II BIOREVOLUTSIOON JA OSALEMINE TÄRKAVA UUE MAJANDUSE EESLIINIL

- **Eesti teadus ja kõrgharidus peavad absoluutse miinimumina järgima bioteaduste ja -tehnoloogiate eesliinil toimuvat ning arendama võimekusi, mis lubavad asuda mujal loodud tehnoloogiaid kiirelt kasutusele võtta, testida ja edasi arendada.** Eesti biotehnoloogiasektori võimalikule tööjõuvajadusele hinnangu andmiseks on asjakohane võrdlus praeguse IKT-sektoriga. Seal töötab ligikaudu 30 000 inimest, kelle loova tegevuse tulemusena on sündinud rohkem kui üks miljardi eurose turuväärtusega ettevõtte.

Tärgava uue biotehnoloogiamahtu majanduse ülesehitamiseks on tööjõu pakkumise suurendamise kõrval vaja tagada rakendusuuringute rahastamine. Lisaks on tarvilik riskikapitali kättesaadavus end juba tõestavatele kodu- ja välismaistele iduettevõtetele, kes on valmis paigutama arvestatava osa oma tegevusest Eestisse. Biotehnoloogia teadus- ja kapitalimahukus on aga IKT sektorist märkimisväärselt suurem.

- **Mahukamate teadus- ja tehnoloogiainvesteeringute jaoks tuleb Eestil otsida strateegilist partnerlust tehnoloogia eesliinil olevate riikidega.** Piiratud ressursid ei võimalda väikeriikidel konkureerida suurriikidega teadus- ja arendustegevuses, mis on vajalik biorevolutsioonile alust panevate baastehnoloogiate arendamiseks. Kuna varajase faasi investeeringud biorevolutsiooniga seotud uutesse baastehnoloogiatesse on Eesti ja ka Põhjamaade ettevõtete jaoks kaugelt liiga riskantsed, siis on omal kohal riskide jagamine riigiga.

Singapuri biotehnoloogiastrateegia näitel eeldab isegi välisinvesteeringupõhise biotehnoloogiastrateegia kasutamine avaliku ja erasektori üksteist täiendavaid investeeringuid, mille maht ulatub kümnekonna aasta jooksul miljarditesse eurodesse¹⁴.

III AVATUD JA USALDUSVÄÄRNE RAHVUSVAHELINE MAJANDUSKESKKOND

- **Eestile on toimiva koostöö hoidmine ja arendamine Põhjamaade ja Saksamaa, Poola ja Baltimaadega nii vastastikuse turgudele juurdepääsu tagamise, (bio) majanduse varustuskindluse kui ka energiatuulisuse ja investeeringute kaitse vaates hädavajalik.** See tagab Eesti ettevõtetele juurdepääsu arvestatava suurusega turule ning võimaluse importida neid biomajanduse tooteid või tehnoloogiaid, mida pole ise kodumaal toota võimalik või otstarbekas.

¹³ Vt nt *Metsä Group builds a new bioproduct mill in Kemi, Finland*, <https://bit.ly/3oLpzb3>.

¹⁴ Vt nt David Finegold, Poh-Kam Wong & Tsui-Chern Cheah, "Adapting a foreign direct investment strategy to the knowledge economy: the case of Singapore's emerging biotechnology cluster", *European Planning Studies*, 12, 7, 2004.

- **Eestile on äärmiselt tähtis rääkida Euroopa Liidu ja rahvusvaheliste organisatsioonide kaudu aktiivselt kaasa kliimaeesmärke, biotehnoloogiat ja (bio)majandust puudutavate rahvusvaheliste kokkulepete, standardite ja arengusuundade kujundamises.** Euroopa riigid on hoidnud biotehnoloogia kasutuselevõtul seni paljudest suurriikidest märksa konserva-

tiivsemat joont ning Euroopa püüab ka rohepöördega seoses positsioneerida end eestvedaja rolli. Samas kulgeb paljude valdkondade areng Euroopas ja maailmas Eestist sõltumatult. See loob keskkonna, kus Eesti peaks olema valmis võtma täiesti uudsed tehnoloogiad kiiresti kasutusele näiteks tervishoius, toiduaine- ja uudsete biomaterjalide tootmises.