



Lääne-Eesti regiooni bioressursside väärimdamise tegevuskava

Tellijä: SA Saare Arenduskeskus

Liina Joller-Vahter

Tartu 2022

Sisukord

Sissejuhatus	2
Fookusvaldkond 1: Marjad, puu- ja köögiviljad ning nende väärindamine	4
Fookusvaldkond 2: Biojätmed energiakandjaks ja ressursitõhus biotööstus	10
Biogaas ja biometaan	10
Roheline vesinik	17
Fookusvaldkond 3: Soode ja turbarabade majandamine	25
Turbal põhineva süsiniku potentsiaal energiasalvestites	27
Soode- ja turbarabade bioressursil põhinevad tervisetooted	28
Kasutatud turbamaardlates metsamarjade kasvatamine	29
Kokkuvõte ja soovitused edasisteks tegevusteks	33
Kasutatud allikad	35

22.12.2021 koosolekul aitasid kaasa mõelda:

Uko Bleive, Polli Aiandusuuringute Keskus, Teadmispõhiste tervise- ja loodustoodete kompetentskeskuse tehnoloogiaüksuse juht, Tel. 505 5629 uko.bleive@emu.ee

Timo Kikas, Eesti Maaülikooli Tehnoloogiainstituudi Biomajandustehnoloogiate õppetooli juht, Tel. 5302 3636 timo.kikas@emu.ee

19.01.2022 seminaril aitas jätmete, energeetika ja vesinikuga seonduvat mõtestada:

Ain Laidoja, Eesti Vesinikutehnoloogiate Ühing (www.h2est.ee), Tel.501 7615 ain.laidoja@h2est.ee

Sissejuhatus

Kehtiva Arengustrateegia Pärnumaa 2035+ (Arengustrateegia) kohaselt „Teadmistepõhise majanduse läbimurdesuuna prioriteediks vaadeldaval perioodil on kestliku ja koostöövõimelise ettevõtluskeskkonna kujundamine, maakonna konkurentsivõime tõstmine ning majanduse edasist arengut pärssiva tööjõuprobleemi leevendamine. Märksõnadeks on **regionaalset innovatsiooni toetava ettevõtluse arengukiirendi ellurakendamine, biomajanduse ja taastuenergeetika kompetentsikeskuse loomine, noorte ettevõtlikkuse ja ettevõtlusteadlikkuse kasvatamine ning tööjõu ettevalmistamine** maakonna ettevõtete vajadustega haakuva tehnilise ja infotehnoloogia alase hariduse parema kättesaadavuse kaudu.“ Sarnased visioonid on ka teistes Lääne-Eesti maakondades ning nende visioonide suunas liikumiseks konkreetsete tegevuste planeerimise vajadus andis ka tõuke käesoleva raporti kirjutamiseks. **Eesmärkideks sai seatud:**

- 1) Lääne-Eesti biomajanduse eelisarendatavate sektorite valik (3);
- 2) valitud sektorites uute tehnoloogiate ja ärimudelite kirjeldus;
- 3) ettepanekud sektorite arendustegevusteks (ettevõtete ärikiirendus ja inkubeerimine, tootearendus, rakendusuuringud, parem energia- ja ressursikasutus, hinnang tööjõule ja selle koolitusvajadusele, konkreetset võimalused ja müügiargumendid investorile, välisrahastus).

Eelisarendatavate sektorite (3) valiku kriteeriumid:

- 1) Piirkonnas olemasolevad tööstused, kelle baasil saaks väärtusahelaid laiendada - oluliselt lihtsam on lisada etapp juurde juba olemasolevale väärtusahelale kui kogu väärtusahelat tühjalt kohalt hakata üles ehitama;
- 2) Olemasolev bioressurs (sh. jäätmed ja kõrvalsaadused) ja bioressursi kasvatamise/korjamise/püüdmise kogemus;
- 3) Olemasolev oskusteave, mis tehnoloogia ja/või ärimudeli rakendamiseks oleks vajalik (kohalikes ettevõtetes, Eesti ülikoolides ja kompetentsikeskustes);
- 4) Olemasolev tööjõud, mis tehnoloogia ja/või ärimudeli rakendamiseks oleks vajalik;
- 5) Rõhuasetused ja soovitusel regiooni arengukavades, relevantsetes riiklikes raamdokumentides, varasemates uuringutes (põhirõhk RITA AdvalBioec ja RITA MAARE tulemustel, kuid ka Lääne-Eesti omavalitsuste varem tellitud analüüsidel);
- 6) Lisaks, kui eesmärgiks võtta Lääne-Eestis ühe eelisarendatava valdkonna kompetentsikeskuse loomine, siis tuleks ka vaadata mujal Eestis juba olemasolevaid kompetentsikeskuseid, et leida Lääne-Eestile sobiv seni katmata nišš.

RITA AdvalBioec projekti põhitulemustest saab välja tuua siinkohal relevantset biomajanduse väljakutsed, mis kehtivad nii Lääne-Eesti kui ka Eesti kui terviku kohta:

- Hetkel väheväärindatuna eksporditavatest bioressurssidest (biomajanduse primaartoodetest) hakkavad silma puit, piim, teravili, kala. Lääne-Eesti näitel saame siia tuua lisaks turba.
- Suur impordi osakaal on marjade, puu- ja köögiviljade ning neist valmistatud toodete kaubagruppides, seda sõltumata sellest, et mitmeid neist sobiks ka Eesti kliimatilistes tingimustes (oluliselt rohkem) kasvatada ja muidugi siis ka järeltöödelda.

- Suur valdkondade ülene takistus on endiselt müügi- ja eriti just ekspordi kompetentside ja kogemuste vähesus, see peaks olema kindlasti tegevuskavas horisontaalse fookusteemana. See hõlmab nii ärimudeli valikut, müügisuhtlust kui pakendite valiku ja logistika korralduse oskust.
- Peaaegu kõigi valdkondade ja regioonide puhul on palju potentsiaali biomajanduse efektiivsemaks ja ka uuendusmeelsemaks muutmiseks kui oleks suurem valmisolek kas vertikaalseks või horisontaalseks koostööks, nt klastrite või ühistute näol.
- Ettevõtetal on vähene teadlikkus ja praktiline oskus oma traditsioonilisi lineaarseid protsesse ringmajanduse printsiipe arvesse võttes muuta ja edasi arendada (näiteks jäätmetest omaenda tarbeks ise energiat toota).
- Ettevõtetal on vähene teadlikkus ja praktiline oskus oma primaartoodangu töötlemisel rakendada kaskaadse väärindamise lähenemist ja seonduvaid keerukamaid tehnoloogiaid.
- Mitmete uuenduslike tehnoloogiate kasutuselevõtt eeldaks tihedat koostööd ülikoolide ja vastavatele kompetentsikeskustega, oma tehnoloogia väljaarendamisel on see väiksemate ettevõtete puhul suisa möödapääsmatu.
- Suur osa paratamatult tekkivatest kõrvalsaadustest ja jääkidest jäävad ressursina kasutamata või kasutatakse nende utiliseerimiseks madalaimaid väärindamise viise. Mitmel juhul kaasneb utiliseerimisega ka ebamõistlikult suur transpordikulu (nt saartelt mandrile), samas on mitmeid tehnoloogiaid, mida võiks rakendada jäätmete tekkimise kohale

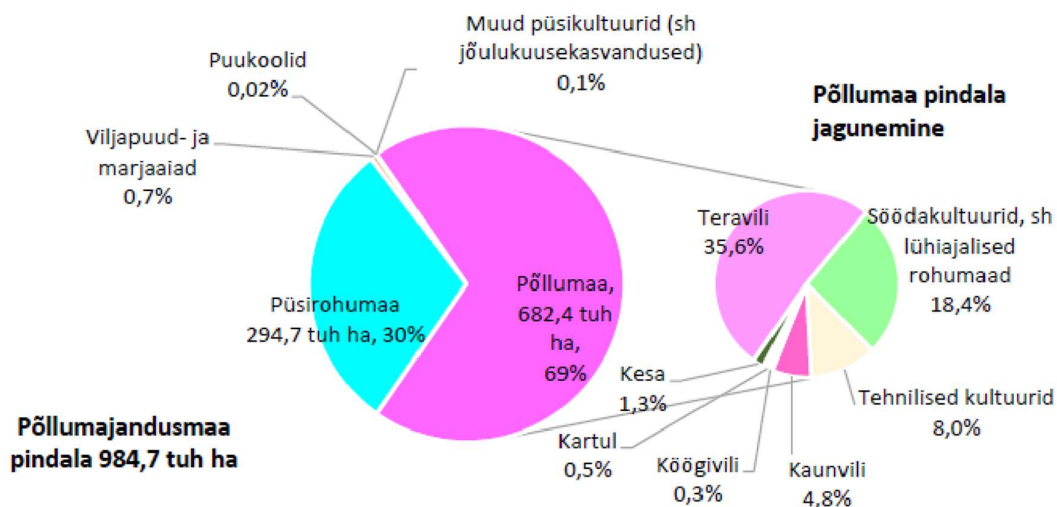
Eelnevat arvesse võttes ja tellijatega arutledes jäid sõelale järgnevas tabelis toodud fookusvaldkonnad.

Tabel 0.1. Uuringu fookusvaldkonnad

Fookusvaldkond	Täiendavad kommentaarid
Marjade, puu- ja köögiviljade väärindamine, tervisetooted.	Võiks olla üks fookusvaldkondadest kuna Eesti kliimas sobiks kasvatada tegelikult mitmed selle valdkonna saaduseid, mida hetkel valdavalt impordime ning teisalt võimaldaks initsieerida piirkondlikku ühistegevust tootmise, töötlemise ja müügi efektiivsemaks muutmiseks.
Ressursitõhusa biotööstuse arendamise ja ringlahenduste rakendamise toetamine. (rohumaade ja kasutamata põllumaade rakendamine, biojätmete ja biolagunevate kõrvalproduktide kasutamine väetise ja bioenergia tootmiseks)	Võiks olla üks fookusvaldkondadest (horisontaalse teemana), haakub rohepöördega, ei konkureeri otseselt ühegi olemasoleva kompetentsikeskusega, seostatav mitmesuguste bioressurssidega. Tehnoloogiad on olemas ja ka kompetents, seetõttu rõhk peaks olema pigem suuremal kasutamisel. Seotud siiski teiste teemade kõrvalsaaduste ja jääkidega. Biometaan
Märgalade majandamine	Haakub varasemate rabade ja turbatööstuse teemaga, samas relevantne ka rohepöörde kontekstis. Lisaks oleks unikaalse kompetentsikeskuse loomise võimalus.

Fookusvaldkond 1: Marjad, puu- ja köögiviljad ning nende väärindamine

Kogu Eesti ca 984,7 tuhande hektarilise pindalaga põllumajandusmaast moodustavad viljapuu- ja marjaaiad 0,7%, kartul ja muu köögivili kokku ca 0,8% (Joonis 1.1.). See kajastub ka Eesti väliskaubandusbilansis ja sealt edasi toidulaual. Erinevalt näiteks teraviljast, on just nendes kaubagruppides suur impordi osakaal, seda nii värske kui töödeldud toodangu osas. Ekspordi-impordi bilanss on kartuli puhul miinuses 34 tuhande tonni, värske köögivilja puhul 68 tuhande tonni ning värske puuvilja ja marjade puhul 75 tuhande tonni ulatuses (Kers jt., 2020a). Samas, vaatamata väiksele osakaalule maakasutuses on primaarressursi tootmises ühe tonni toodangu väärtus marjadel ja puuviljadel kõrgeim (1347 €/t), köögiviljal (696€/t) ja kartulil (369 €/t) ning väärtus hektari kohta samuti kartulil 5898 €/ha, köögiviljal 4230 €/ha ja marjadel ja puuviljadel keskmiselt 2444 €/ha, (Kers jt., 2020a).



Joonis 1.1. Põllumajandusmaa kasutus (Allikas: Kers jt., 2020, RITA AdvalBioec TP1.1. vaheraport)

Hiljutise RITA AdvalBioec projekti vahetulemuste tõlgendamisel nenditi, et „Eesti põllumajandustootjad ei suuda köögiviljade, kartuli ning marjade ja puuvilja toodangu osas konkureerida välismaise toodangu hinnaga, mistõttu tarbija eelistab välismaist toodangut ja isevarustatuse tase jääb madalaks. Lisaks ei ole Eestis arenenud katmikköögiviljandus, mistõttu selle valdkonna konkurentsivõime on madal. Eelnevate perioodide statistika ilmestab kordades suuremat köögiviljade ja kartuli tootmist Eestis. **Küsimus ei ole tootjate isevarustatuse tagamise võimekuses, kuid tagada ei suudeta madalat konkurentsivõimelist hinda.**“ (Kers jt., 2020a: 135) Lisamärkusena: isevarustatuse tase on neis kaubagruppides vastavalt kartuli puhul ca 68%, köögi- ja juurviljade puhul 45% ning marjade ja puuviljade puhul (v.a banaanid, tsitruselised ja viinamarjad) vaid ca 10% (Kers jt., 2020b).

„Katmikköögiviljandus ei ole Eestis arenenud võrdlemisi suure energiakulu tõttu. Samas hindavad uuringu töögrupi eksperdid energiatarvet ületähtsustatuks, kuna võimalik on luua tehisvalgustusega vertikaalsed tootmishooned, kus toimub odavama energia (biogaasi) väärindamine. Ühtlasi on veekasutus ja kliimast tulenev risk tehistingimustes madalad.“ (Kers jt., 2020b, lk 35)

Lääne-Eesti kohast infot selle detailsusega ei ole saadaval, kuid eeldatavasti kehtivad sarnased suurusjärgud Eesti keskmistega hektari saagikuse ja toodangu väärtuse osas. Samas on maakondade lõikes kaubagruppide toodangumahule hinnang toodud välja SEI poolt varem tehtud kaardistuses (Tabel 1.1.).

Tabel 1.1. Marjade, puu- ja köögiviljade tootmiskahtude hinnangud Lääne-Eesti maakondades
(Allikas: SEI, 2020, Lääne-Eesti bioressursside kaardistus)

	Läänemaa	Pärnumaa	Hiiumaa	Saaremaa	Lääne-Eesti kokku	Kommentaar
Köögivili	125	4414	19	1255	5813	Eestis tervikuna imporditi 2018.a. köögivilja rohkem kui toodeti, ise toodetu jäi alla poole (46%) tarbitud köögiviljast.
Õunad ja pirnid	51	206	56	54	367	Õunade-pirnid tootmine Hiiumaal on veidi vähenenud, Läänemaal ja Pärnumaal suurenenud, Saaremaal jäänud üsna stabiilseks, suurenedes veidi.
Maasikad	15	41	5	36	97	Maasikate tootmine Saaremaal on suurenenud, Pärnumaal läbi aastate palju kõikunud, ent püsinud stabiilsena või veidi suurenenud; Läänemaal ja Hiiumaal veidi suurenenud.
Muud puuviljad ja marjad	20	134	560	24	738	Eestis tervikuna tarbiti üle 79000 tonni puuvilju ja marju, millest kohalikult toodetut oli veidi alla 12%.

Tehnoloogia ja väärtusahela vaade

Enamik ettevõtetest müüb oma toodangut hooajaliselt värskest. Kartuli jt köögiviljade puhul piisab minimaalselt sobivatest hoiustamistingimustest, et oleks võimalik müüa aastaringelt. Samas ka nende puhul on võimalik suhteliselt lihtsaid etappe juurde lisades tõsta veidi ühiku hinda ja lisandväärtust (nt pesemine ja pakendamine). Marjade ja mitmete puuviljade puhul on aga aastaringelt realiseerimiseks vaja teha oluliselt suuremaid investeeringuid, nt külmutamine, kuivatamine, jms. Need ei ole olemuslikult keerulised tehnoloogiad, kuid nõuavad siiski investeeringuid, mis üksikule väiketootjale võivad olla üle jõu käivad. Osaliselt katavad selle etapi kokkuostjad, kes opereerivad suurte mahtudega, kuid samas jääb nendega koostööd tehes tootjal osa potentsiaalsest kasumist saamata. Seega on „kokkuostjate mudel“ sobivam pigem metsamarjade, seente, jms korjajate puhul. Põllumajanduslikel väiketootjatel oleks mõttekam omavahel koostööd teha ja üheskoos oma piirkonnas sarnane võimekus luua kas siis näiteks ühistu või klasteri vormis.

Sealt edasi oleks loogiline võtta ette järgmine samm ja üheskoos soetada lihtsamaid töötlemislahendusi – tükeldamise, jahvatamise, pressimise, villimise, jms sarnased tehnoloogiad, mis konkreetsele ettevõtetele ja nende toodangu jaoks vajalik on. Sobivate tehnoloogiate valikul saab aidata kompetentsikeskus PlantValor (kontaktid peatüki lõpus). Samuti saavad nad väikepartiina allhanke korras toota toodangu prototüüpe, et testida turunõudlust ja tarbijaelistusi.

Sealt edasi tasuks aga pöörata pilk veel keerukamate töötlemistehnoloogite poole, nt ekstraheerimine, spetsiifiliste antioksidatiivsete komponentide või pigmentide eraldamine, jms. See võiks anda juba märkimisväärse hüppe lisandväärtuse tõusus. Ka nende osas sobiva tehnoloogia valikul saaksid aidata PlantValor'i eksperdid, kuid siin võib tekkida vajadus ka primaartootjate silmaringi esmalt laiendada, et nad oskaksid üldse enda jaoks õigeid asju küsida. Lisaks PlantValorile võib sõltuvalt valdkonnas olla abi ka teistest kompetentsikekustest, nt BioCC¹ või TFTAK², ning ülikoolide uurimisrühmadest. Nende toodetega võiks saada sihtida ka juba farmaatsia- ja kosmeetikatööstuse valdkonna kliente.

Eesti Maaülikoolis on käimas ka väärimisvõimaluste laiendamisele suunatud projekte, mis RITA Biomajanduse³ raportites põhjalikult ei ole kajastatud. Näiteks uuritakse uuenduslikke tehnoloogiaid koostisosade eraldamiseks:

- Ultraheli abil ekstraheerimine (*ultrasound-assisted extraction, UAE*);
- vedeliku survestatud ekstraheerimine (*pressurized liquid extraction, PLE*) või teise nimega tuntud kui lahusti kiirendatud ekstraheerimine (*accelerated solvent extraction, ASE*);
- ülekritiline ekstraheerimine süsihappegaasiga (*SC-CO2*) või veega (*SCW*) (*supercritical fluid extraction, SFE*);
- mikrolainetega ekstraheerimine (*microwave assisted extraction, MAE*) (Gangopadhyay jt., 2015).

Nimetatud tehnoloogiad on võrreldes traditsiooniliste lahendustega olulisemalt efektiivsemad ehk suurema saagikusega, kiiremad, energiasäästlikumad ning keskkonnasõbralikumad mistõttu sobivad eraldatud ained kasutamiseks nii kosmeetikatoodetes kui ka ravimi- ja toiduainetööstuses. (Pasqualone jt., 2015)

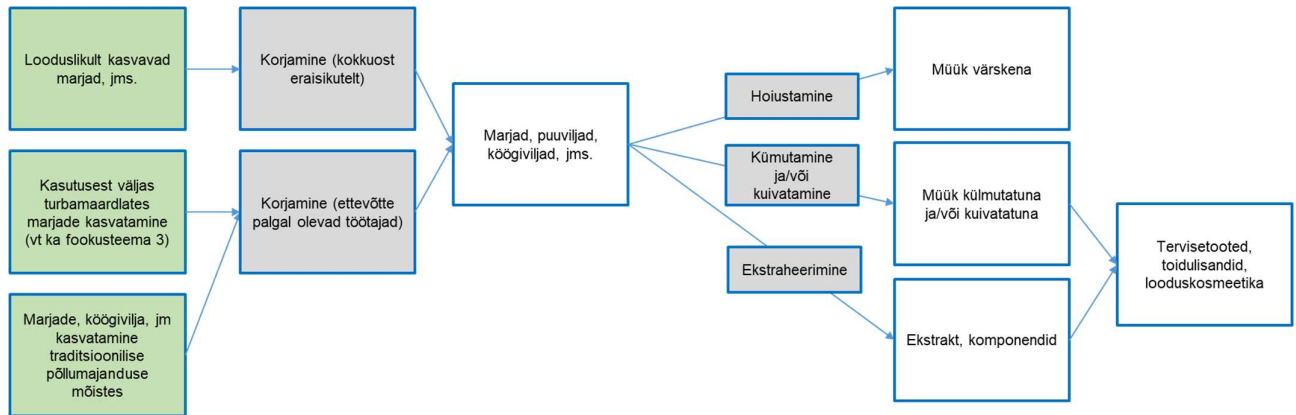
Ultraheli abil ekstraheerimine (UAE) looduslike ainete ja uudsete fütokeemikaalide saamiseks on keskkonnasõbralik, kiire, suure saagikusega ja vähem lahusteid kasutav ekstraheerimise viis, mis oma omadustelt sobib kasutamiseks tööstuslikus tootmises⁶. Kuid UAE on vähe katsetatud tööstuslikul tasemel tootmiseks võrreldes ülekritilise ekstraheerimisega (SFE), mis on maailmas laiemalt levinud ning kergemini kättesaadav. (Sovova & Stateva, 2011) Euroopas pakuvad mitmed ettevõtted tööstuslikul tasemel SFE seadmeid või ekstraheerimise teenust⁴. Ülekriitilise ekstraheerimise laialdane kasutusvaldkond, suur saagikus ja keskkonnasõbralik protsess, on põhjuseks miks see on palju kasutust leidnud. (Pereira & Meireles, 2010)

¹ <https://biocc.eu/>

² <https://tftak.eu/>

³ <https://taltech.ee/biomajandus>

⁴ <http://www.scfn.eu/> Itaalia erinevate ettevõtete ühendus, kes on väljatöötanud teaduspõhiselt efektiivse SFE lahenduse. <https://www.sfe-process.com/> Prantsusmaa ettevõtte, kes seadmeid müüb. <https://stanipharm.com/> Prantsusmaa ettevõtte – arendab laboratoorselt väljatöötatud toodetele majanduslikult sobiva ja tehniliselt võimaliku lahenduse, et tööstuslikul tasemel toota. <https://www.firmenich.com/> - Šveitsi ettevõtte, kes kasutab SFE lõhnaõlide tootmiseks. <https://www.altexco2.com/> - Šveitsi ettevõtte, kes pakub teenusena ekstraheerimist.



Joonis 1.1. Marjade, puu- ja köögiviljade ning nende põhiste tervisetoodete peamiste väärtusahelate üldskeem

Sama RITA AdvalBioec projekti raames läbi viidud SWOT analüüsist (Kers jt., 2020b, lk 40) saab veel sisemiste nõrkuste osast välja tuua järgmised marja, puu- ja köögiviljakasvatust ning väärindamist puudutavad tegurid:

- Vähene horisontaalne ja vertikaalne koostöö
- Kodumaise kapitali vähesus ja põllumajandussektori suur laenukoormus (sh puudub investeringuvõimekus (radikaalselt) uuenduslike tehnoloogiate kasutuselevõtuks)
- Vananev inimressurs maapiirkondades Põllumajanduse halb maine – noored ei tunne sektori vastu huvi • Hooajalisuse suur mõju tootmisele ja tööjõu kättesaadavusele
- Võimekus luua eristuvaid ärimudeleid erinevate toormete väärindamisel (kartul, köögivilja, marjad), sh puudub võimekus esmatöötlemiseks ja tarneahela tagamiseks köögiviljasektoris (tulemuseks saaduste import)
- Mastaabiefekti mõjulepääs on väiketootjate struktuuri tõttu oluliselt tõkestatud ja ühistegevus on nõrgalt arenenud
- Põllumajanduslik keskkonkakoormus on suur (lämmastiku, fosfori ja ammoniaagi heitekogus)
- Sektori suur sõltuvus ajutise välistööjõu kasutamisest.

Tabel 1.2. Peamised valideerimist vajavad väljakutsed ja edasised tegevused

<p>Keerukamate ja spetsiifilisemate järeltöötlemisseadmete kõrge investeringukulu ühe ettevõtja vaatest</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Olemasolevate seadmete kaardistamine (see sai plaani juba 2.05.2020 SAK seminaril, kuid kuhu sellega on jõutud?) ● Ettevõtjate vajaduste kaardistamine uue seadmepargi osas. ● Ettevõtjatevaheline koostöö ja kokkulepped ühishanke ja edasise opereerimise osas (erinevad koostöövormid). ● Sobivate tehnoloogiate ja seadmete osas nõustamine (nt Polli AUK-st) ● Võimalusel investeringutoetuste taotlemine, sh MAK'i poolne tugi taotluse kokkupanekul.
<p>Väärtusahela vaade: bioressursside väärimdamisel tootearendus pigem oma ettevõtte/talu keskne</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Sisuda eelnevalt ja järgnevalt toodud koostöövormide otsimise ja loomisega, et luua senisest enam sünergiaid. ● Väärtusahela vaadet ja mastaabisäästu saavutamise vajalikkust võtta arvesse juba toodete arendamisel (ja enne ühiselt tehnoloogiate soetamist).
<p>Müügi- ja turundusvõimekus, eelkõige just ekspordi vaates, on paljudel tootjatel tagasihoidlik</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Müügi- ja turundusvõimekuse toetamine MAK'i poolt, sh mujal toimuvatele sobivatele koolitustele suunamine (k.a. väljaspool Eestit). ● Ettevõtjatevaheline koostöö eksporditurunduse osas (erinevad koostöövormid).

Koolitus-, nõustamis- ja muudes ühistegevustes oleks hea kasutada seniseid edulugusid. Nende edulugude näitel saaks iteratiivselt tulla tagasi selle juurde, et marjade, puu- ja köögiviljade kasvatamine koos ülejäänud väärtusahela hästi toimimisega muutuks majanduslikult atraktiivseks.

Ekspertidid, kellega konsulteerimist võiks edaspidi kaaluda

Uko Bleive, Peeter Laurson, Polli Aiandusuuringute Keskus, [<https://plantvalor.ee/index.php/teenused/>]

Katrin Kepp, Eesti Maaülikooli Biomajanduse Arenduskeskus [<https://biomak.emu.ee/>]

Andre Veskiõja, Eesti Taimekasvatuse Instituut, [www.etki.ee] andre.veskioja@etki.ee

Evelin Loit, Eesti Maaülikool, evelin.loit@emu.ee

Mudel A: parandada olemasoleva marja-, puu- ja juurviljakasvatuse efektiivsust

Partnerid: T&A asutused, ülikoolid, kompetentsikeskused (nt Polli), kuid ka väljastpoolt Eestit	Tegevused: Kasvatamine ning säilitamine ja esmane töötlemine	VP: Eestis (mahedalt?) kasvatatud marjad, puu- ja juurviljad suurema osa aastast (siseturul asendada hetkel imporditavaid, kuid Eesti kliimas kasvavaid vilju)	B2B otsekontakt	Kliendid: Kohalik jae- ja hulgikaubandus
	Ressursid: kasvatamise, säilitamise ja töötlemise oskusteave, ruumid ja tehnoloogia		Transport säilituskohast kliendile (+OTT?)	
Kulu: investeringu- ja opereerimiskulu: kasvatus, säilitamine, esmane töötlemine		Tulu: värskete või vähetöödeldud marjade-, puu- ja juurviljade müük		

Mudel B: koostöö ja säilitamise võimekuse parandamine

Partnerid: T&A asutused, ülikoolid, kompetentsikeskused (nt Polli), kuid ka väljastpoolt Eestit	Tegevused: erinevad koostöö vormid ruumide, seadmete ja teadmiste jagamisel	VP: Eestis (mahedalt?) kasvatatud marjad, puu- ja juurviljad suurema osa aastast (siseturul asendada hetkel imporditavaid, kuid Eesti kliimas kasvavaid vilju) (sama mudel A)	B2B otsekontakt	Kliendid: Kohalik jae- ja hulgikaubandus
	Ressursid: ühine kasvatamise, säilitamise ja töötlemise oskusteave, ruumid ja tehnoloogia		Transport säilituskohast kliendile (+OTT?)	
Kulu: koostöö tulemusel investeringu- ja opereerimiskulu suhteliselt väiksem iga kasvataja kohta kui mudel A puhul		Tulu: koostöö tulemusel potentsiaalselt suurem iga kasvataja kohta kui mudel A puhul		

Mudel C: parandada oluliselt järeltöötamise võimekust läbi erinevate koostöö vormide

Partnerid: T&A asutused, ülikoolid, kompetentsikeskused (nt Polli), kuid ka väljastpoolt Eestit	Tegevused: fookus järeltöötlusel	VP: Eestis (mahedalt?) kasvatatud saadustest tehtud kõrgema väärtusega komponendid	B2B otsekontakt ühised messikülastused	Kliendid: Nii siseturul kui välisurgudel toidulisandite ja toidutootjad
	Ressursid: keerukamad järeltöötlusseadmed		Koostöö logistika korraldusel	
Kulu: investeringud keerukamatesse järeltöötlusseadmetesse ja nende opereerimine Turunduskulud välisurgudele minekul		Tulu: kõrgema väärtusega komponentide müük		

Joonis 1.2. Näiteid võimalikest ärimudelitest marjade, puu- ja juurviljade toodangu suurendamisel ja samaaegselt nende kõrgemal väärimdamisel

Fookusvaldkond 2: Biojätmed energiakandjaks ja ressursitõhus biotööstus

Biogaas ja biometaan

Põhimõisted

jätmed (*waste*) on kõik, mille valdaja ära viskab, kuna sellel pole enam tema jaoks otstarvet

jätmed lakkavad olemast jätmed (*end-of-waste*), kui neil on peale ringlussevõttu või taaskasutustoimingut uus otstarve

kõrvalsaadused (*by-products*) on millegi tootmise käigus tekkiv toode, ressurss või materjal, mille tootmine ei olnud eesmärk

kaassaadused (*co-products*) on tootmise käigus tekkivaid tooted, millel on selge otstarve ja (põhitoodangust madalam) väärtus. Siin ilmneb selge erinevus võrreldes kõrvalsaadusega, millel pole omaette selget eesmärki ja mille väärtus on sageli väike või olematu

biogaas (metaanisaldusega 50-75%) sobib soojusenergia ja elektri tootmiseks, lisaks ka puhastamiseks biometaaniks

biometaan (metaanisaldusega 97%) sobib kasutamiseks maagaasi asemel

Senine kogemus

Biojätmete väärimine energiakandjana on olnud Lääne-Eestis aruteluks juba pikemat aega ning oli ka 2019. a. augustis toimunud regiooni biomajanduse arengukava seminaril valdkonna ekspertide hinnangute põhjal kõige enim hääli saanud valdkond. See on ka igati loogiline, kuna ressurss on sisuliselt tasuta või väga madala hinnaga saadaval ning tehnoloogiad väljatöötatud ja ka Eestis kasutusel. Biojätmetest ja kõrvalsaadustest energia saamisel jääb siinkohal põhifookus biogaasile ning selle puhastamisel saadavale biometaanile. Biopõhine vesinik ei ole eksperthinnangutele tuginedes konkurentsivõimeline tuule- ja päikeseenergiast toodetava vesinikuga. Samas vajab vesiniku jaekasutusse võtmine täiesti uue infrastruktuuri rajamist, mis võtab aega, kuid samas gaasitaristu on juba mingil määral olemas. Biopõhiste vedelkütuste tootmine eeldaks suuremaid mahte ja alginvesteeringuid ja ka kohapealset kompetentsi (RITA AdvalBioec). Biogaasi tootmise anaeroobse kääritamise teel saab seevastu suuremates biojätmete ja kõrvalsaaduste tekkimise paikades kohapeal luua ning seeläbi vähendada või isegi välistada biojätmete kokkuveole kuluvat energiat. Kui ettevõtte kasutab oma jätmetest või kõrvalsaadustest toodetud biogaasi omatarbeks soojus- ja elektrienergiana, siis tekib nii keskkonna- kui majanduslikust aspektist kasulik sümbioos. Seejuures majanduslik kasu avaldub nii sisendenergia soodsamas ja vähem volatiilsus hinnas kui ka varustuskindluses.

Tulenevalt mitmekülgsest kasust (ja vahepeal kehtinud investeeringutoetustest) on ka Eestis juba tegutsemas 17 biogaasi jaama. (Eesti Biogaasi Assotsiatsioon) 2020. aastal oli Eestis toodetud biometaani maht ca 97 GWh ehk ligi 8,6 mln m³. (RITA AdvalBioec). Biometaaniks väärimdatud

biogaasi on võimalik lisaks soojuse ja elektrienergia tootmisele ka müüa maagaasivõrku või transpordis kasutamiseks (vt Eesti Gaas⁵, Eesti Gaasiliit⁶, Alexela⁷).

Värskeid ülevaateid leiab ka Biometaani Nõukoja kodulehelt⁸, mida haldab Elering AS. Ning Eleringi enda lehel leiab ka värske ülevaate Eestis toodetavast biometaanist⁹. Hetkel Eesti suurim biogaasijaamade operaator on Eesti Biogaas OÜ¹⁰, mis opereerib Vinni, Ilmatsalu ja Oisu jaamasid ning kust pärinevat biometaani saab osta Alexela tanklavõrgust. Tööstusliku sümbioosi näidetena võib välja tuua haavapuitmassi tootja AS Estonian Cell¹¹, Estover Piimatööstus OÜ¹² ning oma jääkvee baasil biogaasi tootmise võimekusse investeerimise plaanidest on teatanud ka AS A. Le Coq¹³.

Lääne-Eestit fookusesse võttes leiab Eesti Biogaasi Assotsiatsiooni kodulehel oleva kaardirakenduse andmetest, et Kuressaare Veevärk AS toodab reovee baasil biogaasi ja sellest elektrienergiat võrku müümiseks (elektriline võimsus 0,1 MWel) ning Pärnumaal Paikre OÜ prügilagaasist soojus- ja elektrienergiat (elektriline võimsus on 0,15 MWel). Samast leiab ka info, et kuni 2018. aastani tegutses Saare Economics OÜ, mis kasutas sisendina Saaremaa tolleaegsest kaheksast sigalast pärinevat sisendit (kogutav sisend ca 40 000 t/a ja võimsus 0,35 MWel ja 0,42 MWth). Eelmisel sajandil tegutsesid Lääne-Eestis veel kaks seasõnnikul töötavat biogaasijaama, üks Pärnus ja teine Linnamäel. (Eesti Biogaasi Assotsiatsioon). Varasemate biogaasijaamade tegevus lõppes suuresti koos seakasvatuse hääbumisega. Saaremaale biometaani tehase rajamise plaanidest on rääkinud Janek Parkman OÜ JetGas'ist (NutriLoop, 2021), kuid nende poolt esmane asukohavalik Sikassaare külas ei saanud omavalitsuselt luba detailplaneeringu algatamiseks¹⁴. Kui JetGas'i biometaani tootmise rajamise plaan realiseerub, siis sellega oleks suur osa Saaremaa põllumajanduslikest jäätmetest potentsiaalselt kohapealse kasutuse leidnud. Mingil määral ilmselt leiaks seal kasutust ka tööstuslikud või toitlustusasutuste toidujäätmed, mida hetkel transporditakse mandrile.

Turg

Eesti Statistikaameti andmetel 2018.a kohta tarbiti Eestis keskmiselt 460 mln m³ aastas, sellest 5% ehk ligi 23 mln m³ transpordisektoris. Vastavalt Eleringi andmetele toodeti 2020. aastal Eestis biogaasist ligi 8,6 mln m³ biometaani, mis kõik tarbiti transpordisektoris. Seega, kogu siseriiklikust gaasi tarbimisest moodustab hetkel kohapeal toodetud biometaan alla 2%.

Transpordis kasutatavat gaasi saab hetkel tankida vähemalt 23 CNG tanklast üle Eesti, hetkel on planeerimisjärgus veel 3 tanklat¹⁵. Eestis sõidab ühistranspordiliinidel pea 200 biometaani bussi¹⁶, neid on teadaolevalt soetanud nii Tallinn, Tartu, Pärnu¹⁷, jt. Lääne-Eestis teadaolevalt sõidab biometaanil 11 Pärnu linnalähiliinide 18 linnaliinide bussi. 200 bussi aastane tarve on ligikaudu 7,4 miljonit

⁵ www.gaas.ee

⁶ www.gaasiliit.ee

⁷ www.alexela.ee/et/kutus/biometaan

⁸ <https://www.biometaan.info>

⁹ <https://elering.ee/biometaani-paritolutunnistused>

¹⁰ <https://rohegaasijaam.ee>

¹¹ <https://www.estoniancell.ee/udised/toeostusest-september-2018-kundas-toodetakse-biometaani>

¹² <https://www.estover.ee/uudised>

¹³ <https://www.alecoq.ee/a-le-coqist/investeeringutoetused>

¹⁴ <https://saartehaal.postimees.ee/7427831/vald-naitab-biogaasijaama-ehitusele-punast-tuld>

¹⁵ <https://rohegaasijaam.ee/tanklad/>

¹⁶ <https://www.aripaev.ee/uudised/2020/10/22/tallinn-tostab-jarsult-noudlust-biometaani-jargi>

¹⁷ <https://parnu.postimees.ee/4476888/osa-parnu-linnabusse-hakkab-keskkonnasaastliikku-kutust-tarbima>

kuupmeetrit¹⁸. Gaasibusside kasutuselevõtu laiendamist piirabki hetkel eelkõige biometaani pakkumine, kuid teada on antud ka juba uute biometaani tootmiste rajamise kui ka seniste biogaasijaamade biometaani tootmiseks kohandamise plaanidest¹⁹.

Turu formeerumist on viimasel aastakümnel nii tootmise, infrastruktuuri kui ka nõudluse poolelt toetanud Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK). KIK'i jaoks on oluliseks tulemuseks, et biometaani kasutavate busside kasutuselevõtu tulemusena väheneb transpordisektori CO₂ emissioon. Biometaani tootmise toetust maksab Elering ning abikõlblikkuse metoodika koos välja makstud toetuste statistikaga on leitav Eleringi kodulehel²⁰. Toetusalust biometaani toodavad hetke seisuga Rohegaas OÜ, Biometaan OÜ, Vinni Biogaas OÜ, Tartu Biogaas OÜ ja Oisu Biogaas OÜ. Väljamakstud toetuste summa on 2021. aasta lõpu seisuga ligikaudu 25 miljonit eurot ning toetust jagatakse kuni 2023. aasta lõpuni vastavalt heitkoguste ühikute müügi enampakkumistel saadud tuludele. Toetus²¹ põhineb eesmärgil kompenseerida biometaani tootmise kõrgemad kulud sel määral, et toodang oleks konkurentsivõimeline maagaasiga. Toetuse eesmärgiks on alates 2024. aastast üle minna täielikult turupõhisele biometaani tootmisele.

Ressurss

Biogaasi tootmiseks anaeroobse kääritamise teel sobivad Eesti tingimustes eelkõige loomakasvatuse kõrvalsaadusena tekkiv sõnnik, rohtne biomass, reovesi, kuid ka toidujäätmed ja 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused. Gaasistamise tehnoloogia optimeeritakse vastavalt kasutatavale sisendile või sisendite kombinatsioonile. Energiakasutuse efektiivsuse vaates tuleks minimeerida transpordikulu ning lähtuda esmajoones biogaasi tootjal endal kohapeal tekkivatest jäätmetest ja kõrvalsaadustest või kuni 50 km raadiuses partneritelt kogutavast gaasistamiseks sobivast ressursist.

Gaasistamiseks sobivat ressursi puudutav statistika on mõnevõrra varieeruv. Võib arvestada, et ligikaudselt tekib Eestis tervikuna loomakasvatuses sõnnikut ca 3,5 miljonit tonni aastas, sellele lisandub ca 0,5 miljonit tonni taimekasvatuses tekkivaid kõrvalsaadusi ning juba oluliselt vähem ehk ca 52 tuhat tonni 3. kategooria loomseid kõrvalsaadusi (Värnik, jt., 2021). Ülejäänud sisendid on tervikpildis juba oluliselt väiksemas mahus, kuigi samas võivad piirkonniti olla olulised sisendid, nt. vetika ekstraheerimise jäägid Saaremaal või haava puitmassi töötlemise reovesi Kundas. Saaremaal on varasemalt kasutatud sisendina ka vadakut (NutriLoop, 2021), kuid üldiselt ei ole inimtoiduks sobivad sisendid energiatootmisel konkurentsivõimelised. Kuigi tehniliselt võimalik, siis mitmes mõttes problemaatilisem on kodumajapidamistes, toitlustusasutustes ja jaekaubanduses tekkivate biojäätmete kasutamine biogaasi tootmisel. Seetõttu biogaasi jaamade planeerimisel keskendutakse enamasti eelpooltoodud suuremas mahus ja stabiilsema koostisega sisendressurssidele. Lisaks saab eraldi kategooriana vaadata reoveejaamade ja prügilate gaasi tootmise võimalusi.

Tuleb arvestada, et osa gaasistamiseks sobivast ressursist sobib ka muuks otstarbeks, näiteks loomasööda või komposti tootmiseks, sõnnik orgaaniliseks põlluväetiseks, põhk loomadele allapanuks, jne. Kui poliitilistel kaalutlustel loodud toetusmeetmetega turgu ei moonutata, siis

¹⁸ <https://www.aripaev.ee/uudised/2020/10/22/tallinn-tostab-jarsult-noudlust-biometaani-jargi>

¹⁹ <https://jarvateataja.postimees.ee/7414588/aravetel-asuv-biogaasijaam-vahetab-toasooja-ja-elektri-tootmise-biometaani-vastu>

²⁰ <https://elering.ee/biometaani-toetus>

²¹ Transpordisektorisse tarnitud biometaani eest makstakse toetust 100 eurot miinus maagaasi jooksva kuu keskmine turuhind ühe megavatt-tunni kohta. <https://www.aripaev.ee/uudised/2020/10/22/tallinn-tostab-jarsult-noudlust-biometaani-jargi>

energeetikas peaks leidma kasutust see osa ressursist, mis kõrgema lisandväärtusega toodete jaoks ei ole sobilik.

Lääne-Eestis tekkivate suuremate biogaasistamiseks sobivate ressursside kaardistuse on hiljuti teinud Stockholmi Keskkonna Instituudi Tallinna esindus (SEI, 2020), vt Tabel 2.1. Sellest nähtub, et hinnanguliselt veidi üle 1/3 kogu Eestis tekkivast sõnnikust tekib Lääne-Eestis ning seda enam on üllatav, et hetke seisuga ei ole selles piirkonnas selle ressursi baasil biogaasi tootmist. Eeldada võib mitmeid põhjuseid (levinumad on madal teadlikkus ja madal investeerimisvõimekus), kuid nende kohta oleks vaja ressursi valdajatelt otse kinnitust saada. Valdonna arenguplaanide koostamisel tuleks seejärel arvestada vaid selle osaga kogu statistikakohaselt saadaolevast ressursist, mille valdaja on ise huvitatud ühe või teise ärimudeli põhisel oma jäätmeid või kõrvalsaadusi biogaasi (ja biometaani) tootmisesse suunama.

Tabel 2.1. Potentsiaalse biogaasi toorme mahtude hinnangud Lääne-Eesti maakondades (Allikas: SEI, 2020, Lääne-Eesti bioressursside kaardistus)

	Läänemaa	Pärnumaa	Hiiumaa	Saaremaa	Lääne-Eesti kokku
Biojätmete teke (t)	12 492	32 462	2 009	40 486	87 449
Sõnniku mahud (koefitsent)	189 240	659 328	106 368	440 650	1 395 588
Sellest sõnnik, mis kasutatud väetiseks		3 486		4 800	

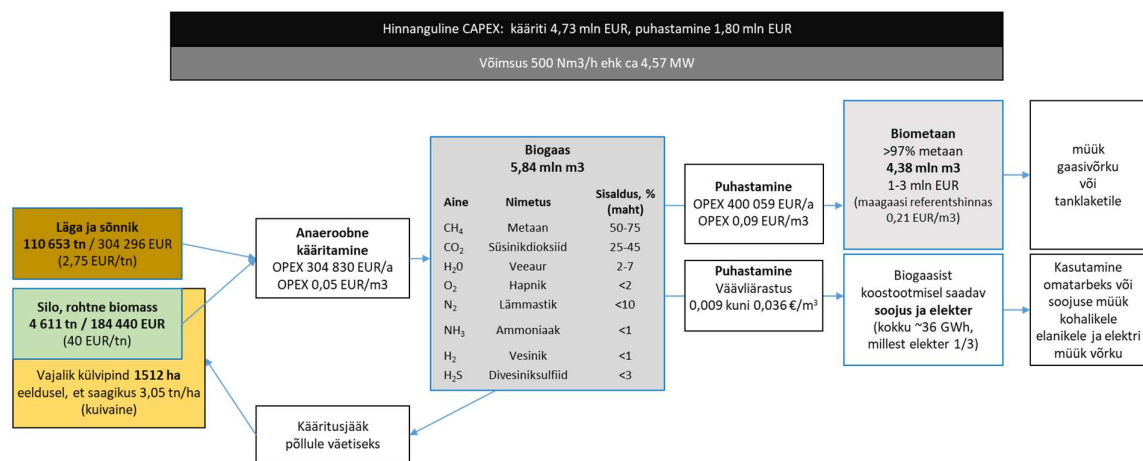
Tabelist nähtub, et kõigis neljas Lääne-Eesti maakonnas võiks olla piisavalt ressursi, et rajada kohalik biogaasi (ja biometaani) tootmine, Saaremaale ja Pärnumaale ka rohkem kui üks. Ülaltoodule lisaks saaks tootmise seadistada ka sellisel, et koos teiste sisenditega oleks võimalik kasutada ära ka maakonnas tekkivad toidutootmise ja -töötlemise jäätmed. Toidutootmise ja -töötlemise kõrvalsaadused oleks mõttekas proovida esmalt väärindada loomasöödana.

Tehnoloogia ja väärtusahela vaade

Biometaani tootmise puhul on tegu juba väljakujunenud tehnoloogiaga, millel üldistatult on kaks peamist etappi – biogaasi (metaanisaldusega 50-75%) tootmine ja edasi biogaasi puhastamine biometaaniks (metaanisaldus 97%). Kui puhastamata biogaas sobib soojusenergia ja elektri tootmiseks ja konkureerib vastavalt teiste sooja- ja elektritootmise tehnoloogiatega, siis biometaaniks väärindatuna sobib see kasutamiseks maagaasi asemel nii era- kui ühiskondlikus transpordis, kus taastuvenergia eesmärkide suunas liikumine on olnud senimaani kõige aeglasem (seega ka potentsiaalne turunõudlus suurem ja konkurents väiksem).

RITA AdvalBioec projektis uuriti sõnnikul ja rohtsel biomassil põhineva biogaasi ja -metaani tootmisvõimalusi lähemalt. Joonisel 2.1 on toodud projekti käigus loodud biogaasi tootmise ja biometaaniks väärindamise üldskeem. Näidiskaasuse mastaabi valikul on lähtuti Eesti kontekstis suurema loomakasvatuse puhul tekkivast ja seega kohapeal saadaolevast hinnangulisest läga ja sõnniku kogusest, seetõttu kaasuses ei ole arvestatud kulutusi sisendite transpordile. Samuti ei ole arvesse võetud biometaani lõppkasutajani või maagaasitrassini transportimise kulutusi. Arvestus põhineb 365-päevasel aastal. Skeemi juures toodud koguste ja rahaliste vääringute hinnangud põhinevad nii eelretsenseeritud teadusajakirjade publikatsioonidel kui ka Eestis erinevatelt osapooltelt kogutud ekspertarvamustelt. Täpsem kirjeldus RITA AdvalBioec projekti TP3 raportis

(Joller-Vahter jt., 2021). Kuna nii sisendite kui ka tehnoloogia hind võib varieeruda, siis üldskeem tuleb iga üksikjuhtumi puhul vastavat konteksti ja turuolukorda arvestades kohandada. Reeglina on tulenevalt küpsest tehnoloogiast naturaallühikutes varieeruvus suhteliselt väike, kuid rahalises vääringus võivad nii sisendite hinnad kui ka referentsiks olev maagaasi hind kõikuda isegi mitmekordselt (nagu seda on ka juba juhtunud vaid mõne kuu jooksul pärast AdvalBioec projekti raportite publitseerimist).



Joonis 2.1. Biogaasi tootmise ja väärimise väärtusahela üldskeem ühe Eesti keskmise suurusega farmi mahtude näitel (Allikas: Joller-Vahter jt, 2021)

RITA AdvalBioec näidiskaasuses lähtuti lägast ja sõnnikust kui peamisest sisendist, millele lisandub ca 4% ulatuses rohtset biomassi. Lähtuti arvestuslikust saagisest 26,92 m³ biometaanit ühe tonni kääritatava biomassi kohta (eeldatud, et vedel ja tahkesõnniku massuhe on 1:1). Tegelik saagis varieerub sõltuvalt kasutatava sisendbiomassi koostisest, niiskussisaldusest, tehnoloogiast, jne. Lägale ja sõnnikule lisaks sisendiks oleva rohtse biomassi puhul lähtuti olukorrast, kus biomass kasvatatakse spetsiaalselt biogaasi tootmiseks ning saagikus on ca 3,05 t/ha (kuivaine baasil). Protsessi majanduslikku tasuvust mõjutab eelnevalt välja toodud Eleringi toetus, mis sõltub maagaasi hinnast ning mis hetke seisuga kehtib kuni 2023. aastani või rahaliste vahendite ammendumiseni. Keskkonnamõju vaatest väärib eraldi väljatoomist võimalus protsessi käigus tekkivat kääritusjääki suunata väetisena tagasi põllule. Varasemalt on osaliselt sarnane analüüs biogaasi tootmispotentsiaali kohta läbi viidud ka Arengufondi poolt (Eesti Arengufond, 2015).

Tabel 2.2. Peamised valideerimist vajavad väljakutsed ja edasised tegevused

Detailsem ülevaade vajalik tekkivatest biojäätmest (fookuses farmid ja suured toiduainetööstused, veekäitlusettevõtted)	<ul style="list-style-type: none"> • Selgitada välja, et kus ja kui palju biojätmeid tekib (selliseid, mis sobiks biogaasistamiseks)
Ülevaade puudu olemasoleva tehnoloogia rakendamise tehnoloogilistest ja majanduslikest takistustest	<ul style="list-style-type: none"> • Selgitada välja, mis on peamised takistused, et hetkel biojätmeid energiakandjaks ei kasutata (kas ettevõttesisesed või väliskeskkonnast tulenevad)
Vähene teadlikkus tehnoloogilistest alternatiividest	<ul style="list-style-type: none"> • Kui esmane valmidus kaasa mõelda on olemas, siis analüüsida kas tasuks lisaks biogaasi tootmisele kohe ka rajada biometaaniks puhastamise etapp, või ka biogaasist elektri tootmise ja võrku müügi osa.
Vähene teadlikkus potentsiaalsest majanduslikust kasust	<ul style="list-style-type: none"> • Biojäätmete omanikele (tekitajatele) luua Exceli-põhine tööriist, millega nad saaksid oma konteksti arvestades lihtsalt esmase ligikaudse tasuvusanalüüsi teha
Puudub vajadus energia omatarbeks sellises mahus ja vähene teadlikkus alternatiivsete ärimudelite kohta	<ul style="list-style-type: none"> • MAK'i poolt saaks aidata kokku viia biometaani tarbijaid, vahendajaid, olemasolevaid tootjaid kui võimalikke (kaas)investoreid, tehnoloogia ja seadmete pakkujaid, ... kuni kogu opereerimisteenuse sisseostmiseni.

Kokkuvõte

Biometaani nähakse ühe suurema potentsiaaliga fossiilsete transpordikütuste asendajana, kuna erinevalt elektri- või vesinikutranspordist ei ole vaja rajada eraldi infrastruktuuri (kui maagaasi kasutamiseks on tanklates valmisolek olemas). Kohaliku biometaani konkurentsivõimelisus maagaasiga tuleneb lisaks tehnoloogilistele valikute aga suuresti ka ettevõttevälistest faktoritest, alates riiklikult kehtestatud aktsiisidest, toetustest ja laiemalt majanduspoliitikast kuni globaalpoliitilised pingete ja kokkulepeteni. Samas ei saa väheoluliseks pidada ka positiivset keskkonnamõju, mis avaldub läbi jätmete ja kõrvalsaaduste väärindamise võimalikult nende tekkekoha lähedal.

Ekspertid, kellega konsulteerimist võiks edaspidi kaaluda

Ain Laidoja, Eesti Vesinikutehnoloogiate Ühing, ain.laidoja@estonianbioenergy.eu
 Ahto Oja, Eesti Biogaasi Assotsiatsioon, ahto.oja@monusminek.ee
 Kristjan Stroom, Eesti Biogaas OÜ, kristjan.stroom@biogasestonia.ee
 Heiko Heitur, Eesti Gaasiliit, info@gaasiliit.ee
 Timo Kikas, Eesti Maaülikool, Biomajandustehnoloogiate õppetool, timo.kikas@emu.ee
 Kaur Parve, ekspert põllumajanduse ringmajanduse teemadel (nt sõnniku kasutus) +372 518 3688

Mudel A: kõik teha ise, biometaani tootmine

Partnerid: Biogaasijaama tehnoloogia tarnija, teised biojätmete tarnijad	Tegevused: Biogaasijaama töö igapäevane haldamine	VP: biometaan, ehk puhastatud biogaas	B2B otsekontakt	Kliendid: tanklakett või Eesti Gaas
	Ressursid: gaasistamiseks sobiv biomass, gaasistamise ja gaasi puhastamise tehnoloogia ja oskusteave		Otse tanklatesse gaasiautoga või gaasivõrku	
Kulu: Biogaasijaama rajamise investeeringukulu Biogaasijaama igapäevane opereerimine		Tulu: biometaani müük Odavam energia oma põhitegevuseks kui võrgust ostes		

Mudel B: kõik tegevused teeb partner, biometaani tootmine

Partnerid: Biogaasistamise täisteenuse pakkuja, (teised biojätmete tarnijad)	Tegevused: piisavas koguses biogaasi sisendi tagamine aastaringselt	VP: loomasõnnik ja rohtne biomass, mis sobib biogaasistamiseks	B2B otsekontakt	Klient: Biogaasistamise täisteenuse pakkuja
	Ressursid: gaasistamiseks sobiv biomass		Gaasistamine ja puhastamine biojätmetega samas kohas	
Kulu: piirdub asjaajamiskuluga		Tulu: biojätmete müük (või neist lahti saamine) Odavam energia oma põhitegevuseks kui võrgust ostes		

Mudel C: kõik teha ise ja omatarbeks, biogaasi tootmine energiaks

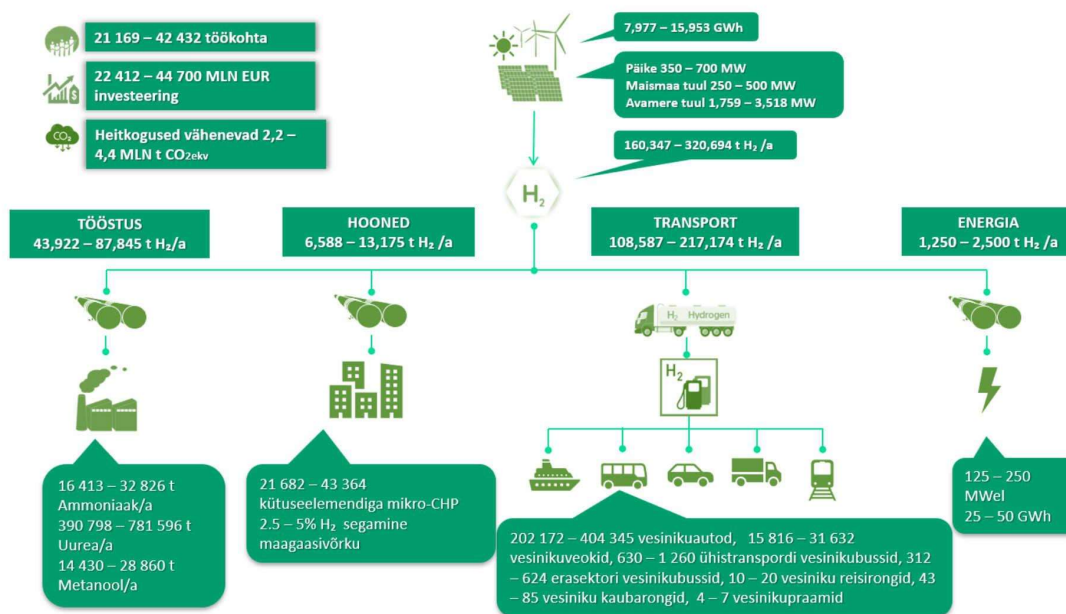
Partnerid: Biogaasijaama tehnoloogia tarnija	Tegevused: Biogaasijaama ja gaasikatla töö igapäevane haldamine	VP: soodne energia oma jääkidest omatarbeks (puhastamata biogaasist)	B2B otsekontakt	Kliendid: valdavalt omatarbeks, võibolla osaliselt lähedalasuvatele teistele ettevõtetele või kogukonnale
	Ressursid: gaasistamiseks sobiv biomass, gaasistamise tehnoloogia ja oskusteave		Gaasistamine biojätmetega samas kohas	
Kulu: Kulu: Biogaasijaama rajamise investeeringukulu Biogaasijaama igapäevane opereerimine		Tulu: Odavam energia oma põhitegevuseks kui võrgust ostes (+müük lähikogukonnale)		

Joonis 2.2. Näiteid võimalikest ärimudelitest biogaasi ja biometaani tootmisel

Roheline vesinik

Madala CO₂ jalajäljega vesiniku tootmise tehniliste lahenduste arendamine on kriitilise tähtsusega, et aidata kaasa vesiniku laialdasemale kasutamisele. Vesiniku kasutamist energeetikas peetakse üldiselt perspektiivseks. Teda nähakse tuule- ja päikeseenergiast toodetud, ajutiselt ülejääva elektrienergia salvestina (elektrienergia muundamine keemiliseks energiaks), aga ka maagaasi asendajana. (Joller-Vahter jt., 2021) Vesinikku võib tinglikult käsitleda ka kui väärindatud elektrit, st kui suudame toota madalate kuludega rohelist elektrit, siis suudame toota ka odavat rohelist vesinikku.

Euroopa Liidu vesinikustrateegia²² kohaselt võiks moodustada vesinik aastaks 2050 13-14% kogu EL-i energiaportfellist, leides kasutust peamiselt transpordis, keemiatööstuses (ammoniaagi või metanooli tootmisel) ja energeetikas (soojuse ja elektri koostootmisel). Ka Eesti taastuvenergia eesmärkide saavutamisel nähakse ette vesiniku kasutuselevõttu üle nimetatud sektorite (vt Joonis 2.3.)



Joonis 2.3. Vesiniku kasutuselevõtu mõju Eesti majandusele aastaks 2050 (Eesti vesinikuressursside ... , 2021:14)

Vesiniku tootmiseks on olemas ja arendamisel mitmeid erinevaid tehnoloogiaid, mida detailselt käesolevas raportis kordama ei ole otstarbekas hakata. Eestikeelsetest materjalidest hetke seisuga üks viimastest kohalike ekspertide kaasabil valminud mahukatest ülevaadetest on Eesti vesinikuressursside kasutuselevõtu analüüs (Eesti vesinikuressursside ... , 2021), RITA Biomajanduse projekti raames valminud uuringud²³ ning mitmekülgset infot leiab Eesti Vesinikutehnoloogiate Ühingu kodulehelt²⁴. Kuna vesiniku laiem kasutamine on päevakorda tõusnud eelkõige kliimamuutuse vähendamise kontekstis ja käesolev raport ajendatud biomajanduse arendamise eesmärgist, siis on asjakohane detailsemalt vaadata nn rohelist vesinikku.

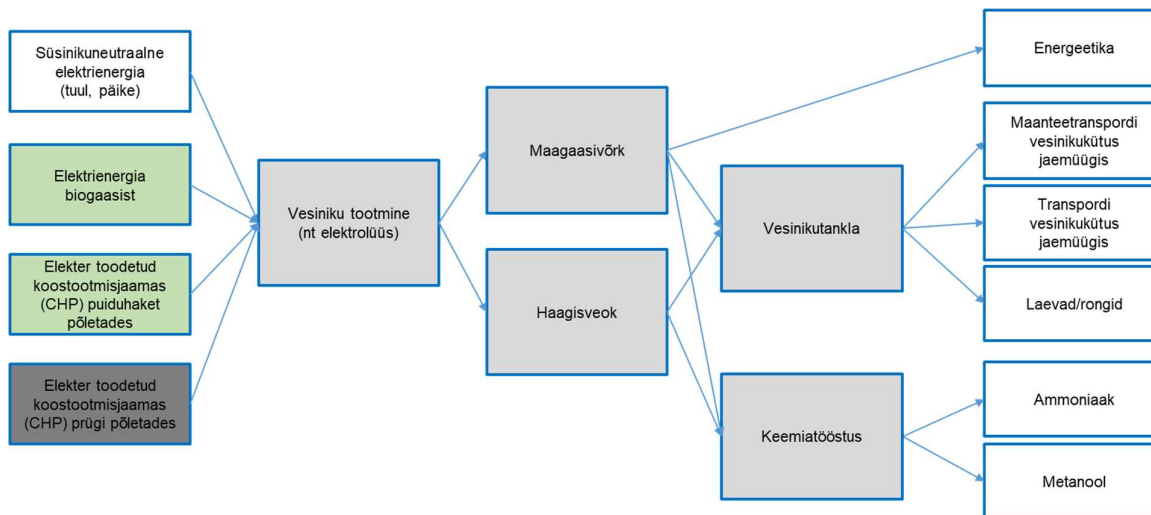
Rohelise vesiniku tootmiseks kasutatakse enamasti süsinikuneutraalset energiat (tuulest-, päikesest, elektri ja soojust koostootmine (CHP) hakkepuidu baasil) ja vee elektrolüüsi. Elektrolüüsil

²² https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0241_ET.html

²³ <https://taltech.ee/biomajandus>

²⁴ <http://h2est.ee/>

lagundatakse vesi vesinikuks ja hapnikuks, mistõttu selle protsessiga CO₂ heidet ei kaasne. Just rohelist vesinikku peetakse uueks alternatiivkütuseks, mis asendades fossiilkütuseid ja vähendab oluliselt CO₂ heidet. CHP kas biomassi (nt hakkepeidu) või prügi põletamisel koos CO₂ sidumisega oleks toodetud vesinik nn sinine. Tuule- ja päikeseenergia kõrval sobiks see varustuskindluse tagajana ning aitaks kaasa täielikult rohelisele vesinikule üleminekule.



Joonis 2.4. Vesiniku tarneahelad (Eesti vesinikuressursside ... , 2021; Joller-Vahter jt., 2021)

Kõige olulisemaks faktoriks rohelse ja sinise vesiniku tootmisel on süsinikuneutraalse elektri kättesaadavus ning elektrolüüserite hind. Elektrolüüsiga vesiniku tootmise omahinda võivad mõjutada veel väga mitmed muud tegurid, nt kas on olemas koostoodetud soojuse müügi võimalus ja milline on võimalik soojuse müügihind, tooraine maksumus, valitud koostootmisjaama elektriline kasutegur, investeeringute toetuste ja rohelse/koostoodetud elektri toetuste saamise võimalused, valitud elektrolüüseri efektiivsus ja maksumus.

Lühiülevaade peamistest tehnoloogiatest

Elektrolüüsi teel biomassist vesiniku tootmise põhiprotsessid (biomassist elektri tootmine ja elektrolüüsiga vesiniku tootmine) on levinud ja nende omavahelise integreerimisel riskid puuduvad. Auruturbiiniga biomassist elektri tootmine on Eestis laialt kasutuses ja selle protsessi tehnilis-majanduslik analüüs Eesti tingimustes on teostatav kõrge täpsusega. Näidisarvutus on hiljuti tehtud RITA Biomajanduse projekti raames (vt Joller-Vahter jt., 2021). Näidiskaasuse eeldustele tuginedes leiti, et kui soojust ei õnnestu müüa kaugküttevõrku, siis vesiniku omahinnaks kujuneb umbes 175 eurot toodetud vesiniku MWh kohta (5,7 eur/kg_{vesinik}). Kui õnnestub ära kasutada tekkinud soojust (eeldatav soojuse maksumus 30 eurot toodetud MWh kohta), siis vesiniku tootmise omahind langeb rohkem kui kaks korda (75 eur/MWh_{vesinik} või 2,5 eur/kg_{vesinik}). Arvutustes kasutati elektri omahinda 35,7 eur/MWh.

Biomassist on võimalik vesinikku toota ka teiste tehnoloogiatega, näiteks termo- või biokeemilisel töötlemisel. Detailsete tehnilis-majanduslike hinnangute andmine nendele tehnoloogiatele on raskendatud kuna puuduvad kommertsiaalsed terviklahendused. Kirjanduses on võimalik leida hinnanguid CAPEX-i ja vesiniku tootmise hindade kohta. Reeglina põhinevad need eeldatava jaama üksikelementide maksumustel ja eeldusel, et tehnoloogiline tervikahel on suuteline pakkuma kõrget kasutatavust ja tagama toodangu kvaliteeti. RITA Biomajanduse projektis²⁵ oli vaatluse all viimati

²⁵ <https://taltech.ee/biomajandus>

avaldatud uuringutes ja raportites esile toodud kõrgema TVT tasemega lahendusi (nt Al-Qahtani jt., 2021), mis oleksid kõige lähemal komertskasutamisele ja oleksid võimelised pakkuma konkurentsi elektrolüüsiga biomassist vesiniku tootmisele.

Üldjuhul on biomassi termokeemilise töötlemise peamiste etappide TVT tase kõrge. Biogaasi puhastamise, vesiniku kontsentratsiooni suurendamise ja vesiniku eraldamise lahenduste üksikkomponentide TVT on 8-9. Siinjuures on oluline mainida, et vaatamata biogaasi tootmisüksuse üksikelementide kõrgele TVT-le on hinnangud kogu vesiniku tootmise protsessi ahelale tagasihoidlikud. Biomassi puhul uuritakse ja püütakse leida paremaid tingimusi vesiniku saagise tõstmiseks ja sobivamaid katalüsaatoreid tõrvade sisalduse vähendamiseks (peamiseks takistuseks komertsialiseerimisele on saanud kogu protsessi stabiilne toimimine ja tervikahela protsesside energiantensiivsus). (Joller-Vahter jt., 2021) Vesiniku tootmise omahinna peamiseks komponendiks ongi tooraine ja elektri maksumus, moodustades selle tehnoloogia puhul umbes 60%; investeeringu osakaal moodustab umbes 13% omahinnast. (Binder jt., 2018) Näidisarvutustes puuduvad CO₂ vooga seotud kulud/tulud (eeldatud, et CO₂ püüdmist ei ole ning tehas ei osale CO₂ kaubanduses). Samas referentsuuringus saadi vesiniku hinnaks (2,7 eurot/kg ehk umbes 80 eur/MWh_{vesinik}), arvestades maksudega (25%) ja investeeringult saadava kasu määraga (ROI=10%). (Binder jt., 2018)

Kokkuvõtteks võib tuua, et potentsiaalsete CO₂-vaba vesiniku tootmise tehnoloogiatega tuuakse enamasti välja tavapäraste tehnoloogiate (fossiilsetest allikatest vesiniku tootmine) ühendamist CO₂ püüdmise ja salvestamise tehnoloogiatega ning vesiniku tootmist vee elektrolüüsi teel kasutades tuulegeneraatorite või päikeseelektrijaamade rohelist elektrit. Lahendustega, mis põhinevad biomassist vesiniku tootmisel nende tehnoloogiate madalama TVT, suuremate opereerimise- ja majanduslike riskide ning võrdlemisi kõrge eeldatava vesiniku tootmise maksumus tõttu pikaajaliste prognooside koostamisel reeglina ei arvestata.

Kõrgeima TVT tasemega lahendus (üksikelementide TVT 8-9 ja vesiniku tootmisahela TVT 5), mis on kõige lähedasem komertskasutamisele ja omab potentsiaali pakkuda konkurentsi vesiniku tootmisele elektrolüüsiga juhul, kui elektrienergia toodetakse biomassist koostootmisjaamas, on *distributed feedback* (DFB) põhine tootmistehnoloogia. Kontrollarvutused näitavad, et võrdlemisi suure vesiniku tootmisvõimsusega (50 MW) DFB-l põhinevas vesiniku tehases ja elektrolüüsi teel toodetud (biomassist koostootmisjaamas genereeritud elektri kasutamisel) vesiniku maksumused on piirides 2,5 kuni 2,7 eur/kg (75 – 80 eur/MWh). See maksumus on oluliselt kõrgem võrreldes maagaasist metaani auruga reformimise teel toodetud vesiniku maksumusega (keskmiselt 1,2 – 1,8 eur/kg). (Ayodele jt., 2020; Mulder jt., 2019; Cormos jt., 2018)

Lääne-Eesti kontekst (kohaliku ressursi ja turu vaade)

Uute energiakandjate kasutuselevõtu potentsiaali ja võimalike takistuste hindamisel kerkivad lauale kohe kaks kriteeriumi: salvestusvõimalused ja müügitaristu. Seetõttu on väga oluline teostatavus- ja tasuvusanalüüs puhul piiritleda, kas eesmärgiks on eelkõige energiasõltumatuse saavutamine kohalikul tasandil või müük ekspordiks. Kui vesinik kasutada ära Lääne-Eestis, so paarisaja kilomeetri raadiuses, siis peetakse kõige ratsionaalsemaks vesiniku salvestamist gaasilises olekus (nt spetsiaalsetes gaasiballoonides) ja transportida spetsiaalsete haagisveokitega. Sealt edasi, kui mahtusid suurendada müügiks enam kui 1500 km raadiuses on mõttekas vesiniku salvestamine mõne keemilise ühendina, näiteks ammoniaagi või metanoolina. (Eesti vesinikuressursside ... , 2021) Tuule- ja päikeseenergiast toodetud elektri "vesinikuna salvestamisel" tuleb arvestada kadudega nii vesiniku tootmisel kui ka hilisemal vesinikust tagasi elektrienergia tootmisel, aga ka vesiniku hoiustamise

kuludega (vesiniku energiatihedus²⁶ on kordades madalam nn konventsionaalsete kütuste energiatihedusest). (Joller-Vahter jt., 2021) Tulenevalt vesiniku omadustest on olemasoleva maagaasi infrastruktuuri ja kasutusvaldkondade korral võimalik maagaasi vesinikuga asendada.

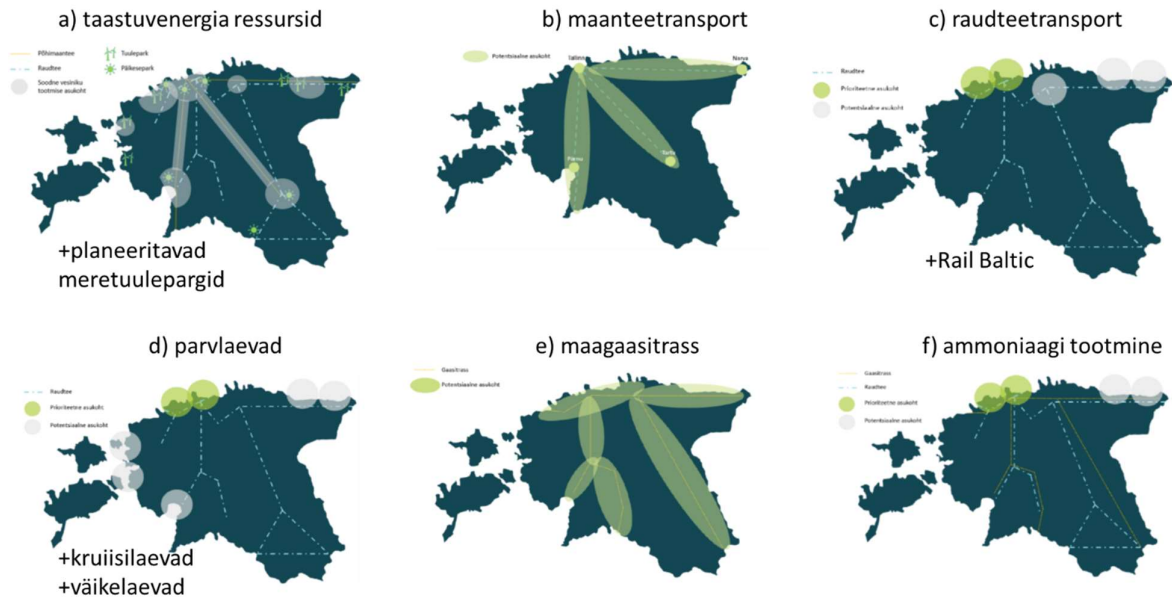
Lääne-Eesti kontekstist lähtudes võiks olla olulisteks argumentideks vesiniku pilootprojektide rajamisel regioonis:

- Lääne-Eestis olemasolevad looduslikud tingimused (mere)tuuleparkide rajamiseks, kuna taastuvelektri saadavus ja hind on kriitilise tähtsusega roheline vesiniku tootmisel. On teada, et Enefit Green plaanib rajada Tootsi maismaa tuulepargi (160 ha) ja Liivi lahte koos Ørstediga 1-2 GW meretuulepargi²⁷. Lisaks nimetatutele tuulegeneraatoreid on juba regioonis mujal ja ilmselt rajatakse veel juurde. Lisaks on paari viimase aasta jooksul lisandunud päikeseparke, millede tootlikkuse kohta maakondade lõikes hetkel ei õnnestunud andmeid saada (kuna mitmed neist on alles hiljuti võrku ühendatud, siis peaks umbes aasta pärast olema võimalik saada Lääne-Eesti kohta ka kõiki nelja aastaaga katvat statistikat).
- Transpordisektori sees omakorda oleks vesiniku kasutuselevõtt laevanduses ja raudteevedudel ilmselt vähemalt selle võrra lihtsam, et ei vaja isiklike sõiduautodega võrreldavas mahus üle riigi hajutatud tankimise infrastruktuuri. Lääne-Eesti kontekstis võiksid kasutajad olla nii mandri ja saarte vahel sõitvad praamid kui ka rahvusvahelised kauba- ja reisilaevad. Rail Baltic, mille valmimine jääb ilmselt samasse ajajärku Pärnu ja Liivi lahe suurte meretuuleparkide tööle hakkamisega, annaks võimaluse laiendada turgu rahvusvahelisele raudteeveole. Kaudselt võiks vesinikul põhinev kaubavedu meritsi või raudteel olla käsitletud kui eksport, samas ilma vajaduseta eraldi tegeleda ekspordilogistikata.
- Lääne-Eesti saarte vaatest võiks olla argumendiks ka energeetilise sõltumatuse aspekt, sest kuna kliimamuutused ei tähenda mitte ainult sammhaaval keskmise temperatuuri soojenemist vaid ka äärmuslike ilmastikunähtuste (nt tugevad tormid) esinemise sageduse ja intensiivsuse tõusu, siis võib olla hea kui on olemas kohapealne alternatiivenergia tootmise ja salvestamise võimekus.
- Eeldusel, et leidub lahendus kohalikul biomassil ja biojätmetel põhineva taastuvelektri tootmiseks, saaks regioonis olevate ressurssidega tagada ka rohevesiniku tootmiseks vajalike sisendite varustuskindluse ajal kui tuule- ja päikeseenergiat ei ole.

Kuigi alustada on mõttekas pilootprojektidest, siis võimalike pilootprojektide hulgast valiku tegemisel on hea juba alguses arvestada nende eskaleeritavusega (Eesti kontekstis ja rahvusvaheliselt). Hiljutises uuringus toodi välja mitmeid vesiniku tootmise asukoha valiku jaoks olulisi kriteeriume, ning neist mitmete kohaselt omaks Lääne-Eesti, aga eriti just Pärnu piirkond konkurentsieeliseid (vt Joonis 2.5.) Valdav osa vajaminevast süsinikuneutraalsest elektrist võiks tulla olemasolevatest ja lähiajal rajatavatest tuule- ja päikeseparkidest, Pärnut läbivad (või hakkavad läbima) rahvusvahelised maantee- ja raudteetrassid, samuti olemasolev maagaasitrass. Lääne-Eestis asub mitmeid sadamaid, kes võiksid teenindada vesinikupõhist praami ja laevatransporti. Eelneva realiseerumisel võiks pikemas plaanis olla piirkond atraktiivne ka vesinikupõhise keemiatööstusele.

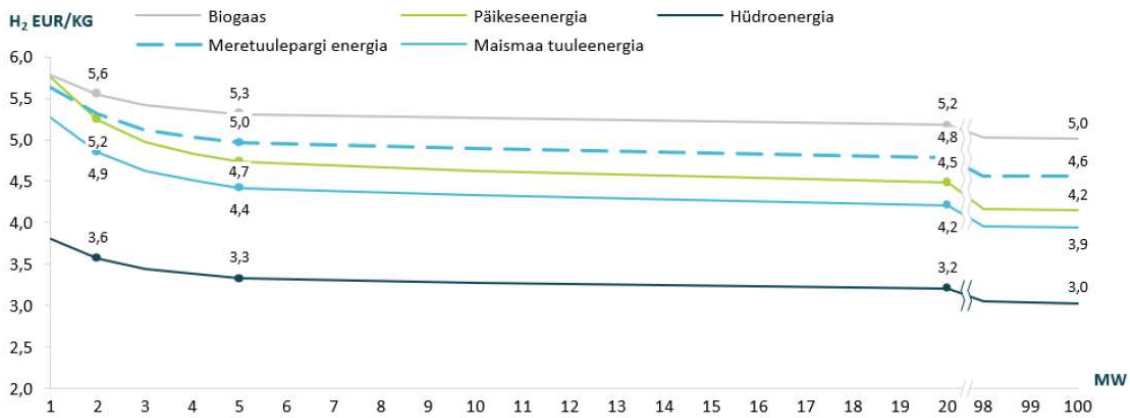
²⁶ väljendatuna kWh/nm³ või MJ/nm³

²⁷ <https://www.energia.ee/en/uudised/avaleht/-/newsv2/2021/04/26/eesti-energia-ja-orsted-uhendavad-jou-balti-riikide-esimese-meretuulepargi-rajamiseks>



Joonis 2.5. Eesti eri piirkondade konkrentsieleelised vesiniku (piloot)projektide asukoha valikul (Eesti vesinikuressursside ... , 2021; koondatud erinevate jooniste põhjal)

Vesiniku tootmise (piloot)projektide puhul ei ole tehnoloogilistest protsessidest tulenevalt mõttekas alustada väga väiksel, mis mõne muu uue tehnoloogiaga võiks olla esimene valik. Seda seetõttu, et on hinnatud, et vesiniku tootmisel on saavutatav kõige suurem mahusäästu tõus eskaleerides 1>5 MW, ning peale 50MW saavutamist edasise mahusäästu saavutamine aeglustub oluliselt (vt ka Joonis 2.6.). Juba varem viidatud hiljutises uuringus tehti Eesti konteksti arvestades võimalikke pilootprojektide kalkulatsioon näiteks 24MW vesiniku tootmismahu aluseks võttes (Eesti vesinikuressursside ... , 2021). Samas uuringus vaadati vesiniku tootmist ühes erinevate võimalike kasutusalaadega, mille hulgast valiti 10 potentsiaalset pilootprojekti. Tasuvusanalüüsi tulemusena leiti küll, et kommertsalustel, ilma riigipoolsete toetusmeetmeteta ei tundu ükski neist majanduslikult atraktiivne, kuid mitmed kasutusvaldkonnad võiksid investeeringutoetuse (või ka tegevustoetuse) juurde arvestades leida teostajad.



Joonis 2.6. Tootmisjaama suuruse mõju vesiniku hinnale taastuvenergiate lõikes (Eesti vesinikuressursside ... , 2021:167)

Eestis on lähiaastatel oodata mitme vesiniku tootmise pilootprojekti käivitumist. 2021. aasta lõpus teatasid Utilitas ja UG Investments, et nende rohevesiniku tervikahela projekt sai Keskkonnainvesteeringute Keskuselt (KIK) positiivse rahastusotsuse²⁸. Projekti kohaselt eraldatakse 5 miljonit eurot rohevesiniku tervikahela rajamise kaasrahastuseks. Rohevesinik võetakse kasutusele ühistranspordis (taksodes) ja projekt peab olema valmis 2024. aasta novembri lõpuks. Nähakse ette, et “projekti tulemusena väheneb iga-aastane kasvuhoonegaaside heitkogus 1700 tonni CO2 ekvivalenti ja rohevesiniku aastane tootmismah, mida hakatakse kasutama ühistranspordis, on üle 36 tonni. Vesiniku tootmiseks kavandab Utilitas tootmiskompleksi Utilitase koostootmisjaama läheduses, mida varustatakse elektrienergiaga otseliini kaudu. Projekt sisaldab ka kahe avaliku vesinikutankla rajamist Tallinnasse, millest üks paikneb vesiniku tootmiskompleksis. Sõidukipargi soetamise eest kannab hoolt UGI, sõidukite opereerimiseks on kavas leida aga partner.” KIK’i iekspertide sõnul oli häid projekte veelgi ning hetkel on ettevalmistamisel uus roheline vesiniku tervikahelate toetusmeede, kus toetatavateks valdkondadeks transpordisektor laiemalt ja rohevesiniku kasutamine keemiatööstuse lähteainena. Taotlusvoor avaneb 2023. aasta alguses ning selle planeeritud eelarve on 50 miljonit eurot²⁹. Ühistranspordis rohevesiniku kasutuselevõtu toetus pärineb heitmekaubanduse kauplemissüsteemi vahenditest.

Kokkuvõte

Kuna vesiniku tootmine kasutuselevõtt eeldab väga paljude osapoolte koostööd, siis kohalikud omavalitsused ja ettevõtluse arendusorganisatsioonid sobivad hästi esmaste arutelude kokkukutsujateks ja ühistegevuse koordineerijateks (sh abiks kohaliku/piirkondliku huvitatud osapoolte koostöö vormi valikul). Alustada oleks mõttekas pilootprojektidest (ja nendele üheskoos rahastuse taotlemisest), kusjuures eelnevalt välja toodud arvutustest lähtuvalt võiks need olla siiski minimaalselt 5MW. Vesiniku kasutuse tuleviku osas ei ole ka teadlastel täielikku üksmeelt, kuid kõikide nüansside selgumiseni kõrvaltvaatajaks jäädes on oht tulevikus vaja minevatest kompetentsidest hoopis ilma jääda.

²⁸ <https://www.utilitas.ee/utilitas-ja-ug-investments-rohevesiniku-tervikahela-projekt-sai-positiivse-rahastusotsuse/>

²⁹ <https://www.kik.ee/et/artikkel/utilitas-saab-rohevesiniku-kasutuselevotuks-toetust>

Mudel A: kitsamalt vesiniku tootja, kes müüb hulgi transpordisektoris kasutamiseks

Partnerid: süsiniku- neurtraalse elektrienergia tarnija	Tegevused: Vesiniku tootmise igapäevane haldamine	VP: rohevesinik	B2B otsekontakt	Kliendid: tanklakett transpordiettevõtte (Eesti Gaas)
	Ressursid: süsiniku- neurtraalne elektrienergia (tuul, päike, biogaas) ja vesiniku tootmise tehnoloogia ja oskusteave		Haagisveokiga kliendile (või gaasivõrku)	
Kulu: Vesiniku tootmise rajamise investeeringukulu ja igapäevane opereerimine			Tulu: vesiniku müük	

Mudel B: laiemalt integreeritud vesiniku tootja, kes müüb hulgi transpordisektoris kasutamiseks (eeldusel, et süsinikuneutraalse energia tootmine on juba endal rajatud)

Partnerid: Tehnoloogia/ seadmete tarnijad Biomassi tarnijad (kui ei ole osa oma väärtusahelast)	Tegevused: Süsinikuneutraalse energia ja vesiniku tootmise igapäevane haldamine	VP: rohevesinik	B2B otsekontakt	Kliendid: tanklakett transpordiettevõtte (Eesti Gaas)
	Ressursid: Tuulegeneraatorid, päikesepargid, biogaasijaamad ja vesiniku tootmise tehnoloogia ja oskusteave		Haagisveokiga kliendile (või gaasivõrku)	
Kulu: tuule-, päikesepargi või biogaasijaama opereerimiskulu + vesiniku tootmise rajamise investeeringukulu ja igapäevane opereerimine			Tulu: vesiniku müük	

Joonis 2.7. Näiteid võimalikest ärimudelitest vesiniku tootmiseks ja kasutamiseks transpordis, energeetikas ja keemiatööstuses

Tabel 2.3. Peamised valideerimist vajavad väljakutsed ja edasised tegevused

<p>Vesiniku tootmine (iseegi pilootprojekti tasemel) erinevate väärtusahela osapoolte koostööd ja motivatsiooni nõudev, protsess aeganõudev</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Olemasolevate süsinikuneutraalse elektrienergia pakkujate ja nende tootmismahdade kaardistamine; arvestada ka 5-10 aasta jooksul tõenäoliselt lisanduvate ressursidega. • Väärtusahela motiveeritud osapoolte vahel järjepideva suhtluse toetamine, et tagada informeeritus nii tehnoloogilistest kui turu arengutest. • Ühiseminarid tehnoloogiate, seadmete ja alternatiivsete ärimudelite teemal, et ühiselt panna kokku piirkonna jaoks optimaalne väärtusahel (sh maht, asukoht) • Võimalusel investeringutoetuste taotlemine, sh MAK'i poolne tugi taotluse kokkupanekul.
<p>Tarbijate ja kogukonna harimine</p>	<ul style="list-style-type: none"> • MAK ehk saaks toetada tegevusi, et varakult hakata harima ka kohaliku kogukonda, kel võivad olla seoses nende kodukanti rajatava vesiniku tootmisega mitmeid hirme ja eelarvamusi. • Võimalusel luua tootmisüksused sellise mudeli järgi, et kohalikel elanikel oleks võimalik saada sellest ka majanduslikku kasu, et tööstust lähipiirkonnas taluma peavad.
<p>Müügi- ja turundusvõimekus, eelkõige just ekspordi vaates</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kohaliku ettevõtluse edendamiseks peaks olema algusest peale kaasatud ka potentsiaalsed kohalikud kliendid, nt linna ja maakonnaliinide bussitranspordi korraldajad. • Mõned väärtusahelad, nt keemiatööstuse suund, langevad lühiajalises vaates ilmselt välja, kuid teades plaane vesiniku tootmisega alustada saab MAK ja EAS'i välisinvesteeringute osakond selles suunas töötada, et väärtusahela kohapealseks pikendamiseks investoreid leida • Sisuliselt saab ekspordina vaadata ka rahvusvahelise laeva- ja rongiliikluse teenindamist kui selles sektoris hakkab toimuma vesinikule üleminek. Koostöö Rail Baltic' u ja kaubalaevade operaatoritega.
<p>Koostöö teadusmahukate iduettevõtetega ja teadlastega</p>	<ul style="list-style-type: none"> • MAK võiks olla võrgustumisvõimaluste pakkuja, et nt kütuselemente, vms arendavad iduettevõtted näeks võimalusi Lääne-Eesti vesiniku väärtusahelates osalemiseks.

Eksperdid, kellega konsulteerimist võiks edaspidi kaaluda

Enn Lust, Tartu Ülikooli Keemia Instituut, enn.lust@ut.ee
 Ain Laidoja, Eesti Vesinikutehnoloogiate Ühing, ain.laidoja@estonianbioenergy.eu
 Oliver Järvik, TalTech, oliver.jarvik@taltech.ee
 Ivar Kruusenberg, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut ja PowerUp Energy Technologies [https://www.powerup-tech.com] ivar.kruusenberg@kbfi.ee
 Gary Urb, UpCatalyst [https://www.upcatalyst.com/] gary@upcatalyst.com
 Aune Lillemets, sotsiaalsed ja kogukonda kaasavad ärimudelid, aune@sev.ee, +372 5118 537
 Aivar Pere, kontakt TÜ spin-off ettevõtetega, aivar.pere@ut.ee

Fookusvaldkond 3: Soode ja turbarabade majandamine

Senine kogemus ja kasutatav ressurss

Eestis leiduvad Põhja-Euroopa rikkalikumad turbavarud, 22% Eesti pindalast on kaetud soode ja rabadega³⁰ ning registreeritud on ligi 300 turbamaardlat³¹. Turbavarude jaotumine Eesti alal on ebaühtlane, suurimad varud on Ida-Virumaa lõunaosa ja Pärnumaa soodes. Märkimisväärsed on varud ka Kesk- ja Vahe-Eesti soomassiivides. Suuremate soode turbakihi paksus on keskmiselt 4-5 m, harva ka 7-8 m. Aastane turba juurdekasv on umbes 1 mm. Juurdekasv soodes on suurim aasta jahedal ja niiskel perioodil³². Eesti turbad jaotatakse hästilagunenud, mõõdukalt ja vähelagunenud turbaks. Kasutatakse ka keemilist jaotust - bitumenturvas, karbohüdraatne turvas, ligniinturvas ja humiinturvas. (Orru, 1992).

2017.a. määrati uueks turba kasutusmääraks Eestis 2 850 000 tonni aastas, need load peaks kehtima 2050. aastani. Sellest ca kolmandik (984 000 t) on kaevandamiseks Lääne-Eestis, sh kõige suurem aastamäär kehtestati Pärnumaal (820 000 t). (SEI, 2020) Eestis tervikuna kaevandatakse momendil umbes miljon tonni vähelagunenud turvast, mis moodustab vaid umbes 35% lubatud turba kaevandamise kogusest ja kasutamata jääb eelkõige vanem, tugevasti lagunenud nn mudaturvas. (Lust jt., 2020) Sarnaselt oli nt 2017.aastal Pärnumaal lubadega kaetud määr 844 tuhat tonni aastas, kuid kaevandati vaid 309 tuhat tonni (133 tuhat tonni hästilagunenud ja 176 tuhat tonni vähelagunenud turvast). (SEI, 2020)

Enim kaevandatud vähelagunenud turvast on kasutuses aianduses. Lisaks leiab turvas vähesel määral kasutust tervisetoodetes ja absorbeerivates materjalides (SEI, 2020). Hästilagunenud turvast, mida kasutatakse küttematerjalina elektri- ja kombijaamades, kaevandatakse vähem ja selle kaevandamine on viimastel aastatel näidanud ka langevat trendi.

Turba energiaks kasutamine on Pärnumaal kahanenud 96 tuhandest tonnist 2010. aastal 17 tuhande tonnini 2017. aastal (SEI, 2020). Turba põhiliseks eeliseks kütusena tarvitamisel on tema kohalik päritolu ning hea varustuskindlus³³. Kui poliitilisi turusekkumisi mitte arvestada, siis turvas võiks olla kõigist kütustest üks soodsamaid ning Eestis on põhimõtteliselt kütteks sobiva turba varu suur. Samas, vaatamata turba bioloogilisele päritolule, tulenevalt tema väga aeglasest taastumisest ei loeta turvast taastuvate energiakandjate hulka, ning seetõttu ei ole turba energeetikas kasutamisel ka võimalik saada taastuenergia toetust³⁴.

³⁰ <https://envir.ee/ringmajandus/maapou/turvas>

³¹ https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2020/11/MAARE_l%C3%B5pparuanne_koond.-22.11.pdf

³² <https://www.turbaliit.ee/turvas/>

³³ <https://www.turbaliit.ee/turvas/>

³⁴ <https://elering.ee/taastuenergia>

Tabel 3.1. Turba kaevandamise lubatud kogused ja tegelik kaevandamine Lääne-Eesti maakondades (Allikas: SEI, 2020, Lääne-Eesti bioressursside kaardistus)

	Läänemaa	Pärnumaa	Hiiumaa	Saaremaa	Lääne-Eesti kokku
Lubatud maksimaalsed kaevandamise kogused aastast	OÜ Kekkilä Eesti: Niibi turbatootmisalal 20 + 10 tuh t. AS Torf: Laiküla tootmisalal 30+30 tuh t.	Jiffy Products Estonia: Lavassaare turbamaardlas 50 tuh t + Rääma maardlas 14 tuh m3 + Möksi maardlas 6,5 tuh t + Kavasoo maardlas 5 tuh t. BIOLAN Baltic OÜ: Rääma maardlas 20 tuh t. OÜ ASB Greenworld Eesti: Lavassaare maardlas 50 tuh t. AS Tootsi Turvas Lavassaare maardlas 60 tuh t +350 tuh t + Pööravere maardlas 50 tuh t. Torfex AS Kõrsa maardlas 14 tuh t. OÜ TorfEst Lavassaare maardlas 2,8 tuh t. AS Nurme Turvas Lavassaare maardlas 10 tuh t + 65 tuh t + 30 tuh t.	Hiiu Turvas AS: Pihla Rabas 10 tuhat t turvast aastas.	MV Turvas OÜ: Piila turbamaardlas 8 tuhat tonni aastas; Koigi maardlal 6 tuhat tonni aastas; Pelisoo maardlas 3 tuhat tonni aastas.	Lubadega kaetud aastane maksimaalne kogus regioonis kokku on 844,3 tuhat tonni turvast
2017. aastal kaevandatud	Maakonnas on 7-st maardlast kaevandati kahe. Laiküla tootmisalalt kaevandati 7,2 tuhat tonni hästilagunenud, ja Laiküla II tootmisalalt 19,8 tuhat tonni vähelagunenud turvast. Niibi tootmisalalt 9,7 tuhat tonni hästilagunenud turvast + 4,4 tuhat tonni vähelagunenud turvast	Maakonna 34st maardlast kaevandati seitsmes. Lavassaare maardlas kaheksalt tootmisalalt kaevandati kokku 82,2 tuhat tonni hästilagunenud ja 114,1 tuhat tonni vähelagunenud turba tarbevaru ja 11,4 tuha tonni vähelagunenud turba reservvaru. Köverdama maardlas 21,6 tuhat tonni hästilagunenud turvast. Kavasoo maardlas 2,5 tuhat tonni vähelagunenud turvast, Kõrsa maardla kahelt tootmisalalt 4,6 tuhat tonni vähelagunenud turvast, Möksi maardlast 1,7 tuhat tonni vähelagunenud turvast, Rääma maardlast 5,3 tuhat tonni vähelagunenud turvast, Pööravere maardlast 12,3 tuhat tonni väelagunenud turvast.	Pihla rabas kaevandati 2017 aastal 4 tuhat tonni vähelagunenud turvast.	Maakonna 16-st maardlast kaevandati kolmes. 2017 aastal kaevandati Koigi maardla tootmisalalt 6,9 tuhat tonni hästilagunenud turvast, Pelisoo maardlalt 3 tuhat tonni hästilagunenud turvast ning Piila maardlalt 3,2 tuhat tonni hästilagunenud turvast ja 4,8 tuhat tonni vähelagunenud turvast.	Kokku kaevandati 2017a 133,8 tuhat tonni hästilagunevat turvast ja 176,1 tuhat tonni vähelagunenud turvast
Turba varud ja aastane maksimaalne kasutusmäär (t)	Hästilagunenud turvas: Aktiivne tarbevaru 2931,0 tuhat tonni + 13,0 tuhat tonni passiivne tarbevaru. 25143 tuhat tonni aktiivne reservvaru + 28565 passiivne reservvaru. Vähelagunenud turvas: aktiivne tarbevaru 761,7 tuhat tonni + passiivne tarbevaru 51 tuhat tonni. Aktiivne reservvaru 1722 tuhat tonni + passiivne reservvaru 3732 tuhat tonni.	Hästilagunenud turvas: aktiivne tarbevaru 43028,2 tuhat tonni + 3622 tuhat tonni passiivne tarbevaru. 91399,1 tuhat tonni aktiivne reservvaru + 86867 tuhat tonni passiivne reservvaru. Vähelagunenud turvas: aktiivne tarbevaru 16310,5 tuhat tonni + passiivne tarbevaru 2332 tuhat tonni. Aktiivne reservvaru 34485 tuhat tonni + 26845 tuhat tonni.	Hästilagunenud turvas: Aktiivne tarbevaru 458,6 tuhat tonni; aktiivne reservvaru 2256 tuhat tonni + passiivne reservvaru 3979 tuhat tonni. Vähelagunenud turvas: aktiivne tarbevaru 69,8 tuhat tonni. Aktiivne reservvaru 291 tuhat tonni + passiivne reservvaru 798 tuhat tonni.	Hästilagunenud turvas: aktiivne tarbevaru 1770,4 tuhat tonni. Aktiivne reservvaru 5946,5 tuhat tonni + 8169 tuhat tonni passiivne reservvaru. Vähelagunenud turvas: aktiivne tarbevaru 218,1 tuhat tonni. Aktiivne reservvaru 1086 tuhat tonni + passiivne reservvaru 979 tuhat tonni.	Hästilagunenud turba tarbevaru kokku: 51823,2 + reservvaru kokku 252325 tuhat tonni. Vähelagunenud turba tarbevaru kokku: 19743,1 + reservvaru kokku 69938 tuhat tonni.
	125 000 t/a	820 000 t/a	10 000 t/a	29 000 t/a	984 000 t/a

Kuna suuremad turbamaardlad ja -kaevandused kuuluvad välismaistele omanikele ja enamus toodangust läheb ekspordiks, siis pigem on edukuse kriteeriumiks ekspordivõimekus ja ligipääs suuremate turgudele. Hetkel on turba kasutusvaldkonnad suhteliselt traditsioonilised ja pigem vähe spetsiifilist oskusteavet nõudvad. Vaatamata aiandusturba ekspordi kõrgele kasumlikkusele³⁵ jääb praeguse turbatootmise juures siiski selle olulise ressursi kogu potentsiaal realiseerimata. Sellest tulenevalt jäid detailsemaks vaatluseks sõelale kolm suunda, kus võiks olla potentsiaali suurema lisandväärtuse loomiseks:

- 1) Turbal põhineva süsiniku potentsiaal energiasalvestites
- 2) Soode- ja turbarabade bioressursil põhinevad tervisetooted
- 3) Kasutatud turbamaardlatele uue funktsiooni andmine metsamarjade kasvatusena (marjade töötlemine läheb 1. fookusvaldkonna alla)

Neist esimene eeldab veel teadus-arendustööd, enne kui suuremamahulise tootmise rajamise juurde jõuda. Teise puhul on oluline arendada müügi- ja just eelkõige ekspordivõimekust, väikestel tervisetoodete tootjatel ka koopereeruda spetsiifilisemate seadmetesse investeerimisel. Kolmas ehk kasutatud turbamaardlatele uue elu andmine metsamarjade kasvatuste rajamise läbi võiks rakenduda esimese ja teisega sümbioosis. Pikemas perspektiivis tuleks soode ja rabade majandamise planeerimisel arvestada ka rahvusvahelist süsinikuemissioonide reguleerimise trendi, mille tulemusel võib tulevikus muutuda kõige tulusamaks nende taastamine ja mitte midagi tegemine³⁶.

Turbal põhineva süsiniku potentsiaal energiasalvestites

Suure eripinnaga poorseid süsinikmaterjale (eripind kuni 2500 m²/g) kasutatakse ülikõrge energia ja võimsustihedusega elektrit salvestavate seadmete – superkondensaatorite, vesiniku ja metaani adsorberite, Li- ja Na-ioon patareide, polümeerelektrolüüt-membraan kütuseelementide (PEMFC) valmistamiseks (Lust jt., 2020). Nimetatud otstarbel konkureerimiseks peab süsiniku lähtematerjal olema võimalikult odav, stabiilse koostisega ning seepärast on kontsentreeritult ladestunud enam-vähem fikseeritud omadustega toore eelistatud pidevalt uuesti moodustuvate toormete (biomass, biojätmed, jms) ees, mille kasutamine eeldab regulaarselt tootmisprotsessi tehnoloogiliste parameetrite muutmist, mis masstootmise korral on väga aeganõudev ja kulukas (Lust jt., 2020). Seega võiks kaaluda ülikalli ja keskkonnaohtliku kõrgel temperatuuril kloori manulusel SiC-st süsiniku sünteesi asendamist palju odavama turbast süsiniku sünteesi ja Co- N₂ tsentritega aktiveerimisega. Kahjuks jääb nimetatud materjalide katalüütiline aktiivsus veel alla Pt nanoklastritega aktiveeritud standardmaterjalidele (Pt-Vulcan), mis viitab vajadusele veelgi jätkata turbast sünteestatud materjalide järelaktiveerimise alaseid süstemaatilisi uuringuid. (Lust jt., 2020, lk 14).

2020. aastal lõppenud RITA MAARE uuringu koondaruandes³⁷ toodi järeldustena välja, et Eesti hästilagunenud turvas sobib lähteaineks mikro-mesoporse süsiniku tootmiseks. Sellisest turbast sünteestatud ning järelaktiveeritud materjalide baasil on võimalik koostada keskmise energia- ja võimsustihedusega elektrilise kaksikkihi kondensaatoreid (EDLC). Spetsiaalselt töödeldud osaliselt grafitiseeritud süsinikud sobivad ülihästi Na-ioon patareide negatiivselt laetud elektroodideks. Samas ei sobi see materjal kasutamiseks Li-ioon patareides. Turbast sünteestatud süsinikku on ka perspektiivne kasutada vesiniku ja metaani adsorberites selleks, et muuta vesiniktehnoloogia täiesti plahvatuskindlaks igapäevases laiatarbe kasutuses.

³⁵ <https://www.aripaev.ee/top/2021/12/21/parnumaa-top-uus-tulija-naitas-koigile-kandu>

³⁶ <https://novaator.err.ee/1608166018/soode-laiaulatuslik-taastamine-aitaks-vahendada-susiniikuheidet>

³⁷ https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2020/11/MAARE_l%C3%B5pparuanne_koond.-22.11.pdf

Antud materjalid näitasid keskpäraseid tulemusi ka PEMFC-des, kui neid kasutati hapniku redutseerimise katalüsaatorinena. Autorid nentisid, et projekti lühiajalisuse ja piiratud finantsvahendite tõttu on vajalikud edasised pikemaajased põhjalikumad uuringud EDLC-de ja PEMFC omaduste optimeerimiseks (Lust jt., 2020). Nimetatud uuringust ja selle autoritelt saab küsida ka spetsiifilisemat-tehnilisemat teavet selle väärtusahela potentsiaali ja võimalike riskide kohta.

Majanduslikust ja sünergia loomise aspektist on oluline rõhutada, et kondensaatorite tootmiseks sobib kasutada Eesti soode hästilagunenud turvas, ehk just see Eesti turbamaardlate vanem, tugevasti lagunenud nn mudaturvas, mis seni jääb suuresti kasutamata³⁸. Turupotentsiaal ja nõudlus energiasalvestistes kasutamiseks on olemas, kuid pakkumise ja konkurentsi osas on informatsioon puudulik (Eerma jt., 2020).

Nimetatud RITA MAARE projekti käigus hinnati ka Eesti maapõueressursside kohast teadmust ning turba kohta anti järgnevad hinnangud: geoloogilised teadmised varude kohta väga head, teadmised kaevandamise kohta väga head, töötlemis- ja tehnoloogilised teadmised (süsiniku tootmise kohta) head, teadmised kasutamisevõimaluste kohta (energiasalvestistes) head, teadmised keskkonnamõjude kohta (suuremahulise tootmise korral) rahuldavad, teadmised sotsiaalmajandusliku mõju kohta rahuldavad, teadmised maailmaturu vajaduse kohta väga head (Eerma jt., 2020, lk 5). Siinkohal tuleks uuesti meelde tuletada, et miskipärast siiski suuremad turbakaevandused kuuluvad välisomanikele, ehk kohalik tehnoloogiline teadmine on olemas, kuid mitte oskus ise kogu väärtusahelat juhtida. Sotsiaalne- ja keskkonnamõju varieeruvad ka Eesti piires sõltuvalt konkreetsest asukohast (maardlate lõikes) ja planeeritavast tehnoloogiast (Eerma jt., 2020, lk 14-17).

Soode- ja turbarabade bioressursil põhinevad tervisetooted

Tervisetoodetes ja terviseprotseduurideks spa'des kasutatakse **balneoloogilist turvast** – see on hästilagunenud (vähemalt 40%) humiainete rikas looduslik turvas. Mitteametlik aastane kaevandamisemaht on Civitta uuringu (2020) kohaselt u 3000 t. Sama uuring toob ka detailsemalt välja turba potentsiaalseid kasutusvaldkondi- ja vorme tervisetoodete- ja teenuste valdkonnas.

Peamised balneoloogilise turba kaevandamisega seotud väljakutsed on seotud turba kaevandamise lubadega ja kaevandamistechnoloogia puudumisega (hetkel valdavalt käsitsi, labidaga), järgnevad tooraine mikrobioloogia ja toote säilivusega seotud küsimused (Civitta, 2020). 2020. aastal valminud Eesti turba andmebaas³⁹ aitas olulise sammu edasi balneoloogilise turba asukohtade kaardistamisel. Balneoloogilise turba töötlemiseks vajalikke spetsiifilisi seadmeid, nt desintegraatoreid eelpeenestamiseks, seadmeid humiainete ekstraktide tootmiseks, jms on vaid vähestel ettevõtjatel. Ühe lahendusena pakub Haapsalus asuv Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskus (TERE KK)⁴⁰ täna ettevõtjatele lisaks nõustamisele näiteks ka desintegraatoriga balneoloogilise turba eelpeenestamise teenust ning ka konkreetse ettevõtte huvist lähtuva loodustoodete toimeuuringute läbiviimist. Väärtusahelas ekstraktidest edasi lõpptoodete poole liikudes aga vajavad ettevõtjad juba nt kosmeetika tootmiseks sobivaid ruume ja sisseseadet, mis väiketootjale on samuti arvestatavaks kulubarjääriks. Hetkel nähakse tihti lahendust suurematelt kosmeetikatootjalt allhanke tellimises, kuid üks võimalus võiks olla ka sarnaste huvidega ettevõtjate klasteri loomine, millele võiks olla võimalik ka EL struktuurifondidest toetust taotleda. (refereeritud Civitta, 2020 uuringust)

³⁸ https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2020/11/MAARE_l%C3%B5pparuanne_koond.-22.11.pdf

³⁹ <https://turba.geoloogia.info/>

⁴⁰ <https://terekk.ee/>

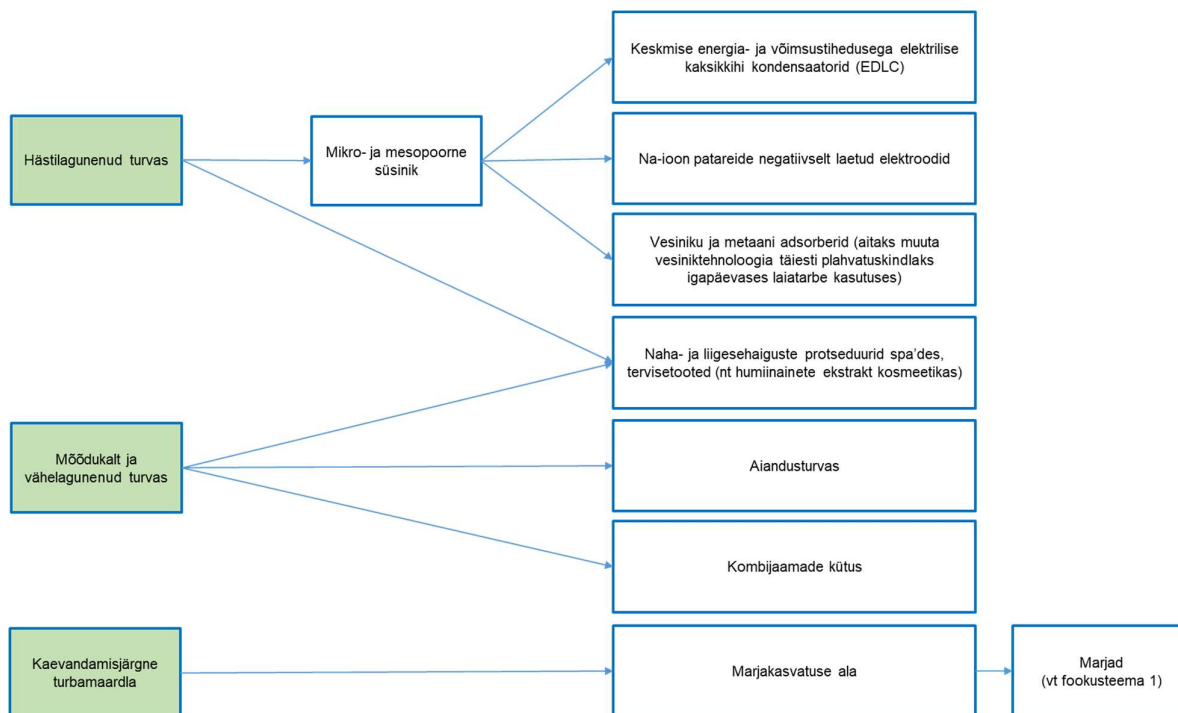
Kasutatud turbamaardlates metsamarjade kasvatamine

Märgalade looduslikest kasvupaikadest korjamise aastaseid mahte on hinnatud järgnevalt: jõhvika puhul 900-1500 t/a, pohlal kuni 250 t/a, mustikal kuni 3500 t/a⁴¹. Korje toimub enamasti eraisikute (või FIE) poolt, kes müüvad marjad edasi kokkuostjale. Eestis tegeleb korje, kokkuostu ja müügiga nt Tartumaal AS Saarek Productions, Marjaveski OÜ ja Martella OÜ, Valgamaal Pure Forest OÜ, Põlvamaal Figuraata OÜ ja E-Sahver OÜ. (Civitta, 2020) Lisaks imporditakse kultuurmustikat, jõhvikat ja pohla aastaringiselt.

Samas, neid marju võiks kasvatada ka kasutusest välja jäänud turbaaladel. Peamised marjad, mis selleks võiks sobida ongi nende looduslikule kasvukeskkonna põhjal **jõhvikas, rabamurakas, pohl, mustikas, sinikas ja kukemari**. Ühe näitena on teada, et kultuurmustikate ja jõhvikate kasvatusega tegeleb Tartumaal paiknev Marjasoo Talu (Sümbio OÜ)⁴². See ei ole aga kahjuks võimalik suurel osal juba eksploateeritud turbamaardlatest, kus kogu marjakasvatuseks sobiv maapinna kiht on juba eemaldatud. Seega eeldab selline sümbioos pikemat maakasutuse perspektiivi, mis võtab arvesse ka kaevandamisjärgset maapinna kasutust ning lisaks ka konkreetse asukoha spetsiifilisi tingimusi.

Kui looduslikest kasvupaikadest korjamine toimub enamasti käsitsi ja kasutades lihtsamaid abivahendeid, nt käsikombain/reha, siis vanadel turbaaladel kasvatades oleks võimalik saavutada lisaefektiivsust ka läbi suurema mehhaniseerituse. Suurema lisandväärtuse andmiseks tuleks ettevõtjaid toetada ka marjade säilitamise ja järeltöötlemisvõimekuste arendamisel (sellest täpsemalt 1. fookusteema all).

Joonis 3.1. Soode ja turbarabade majandamise väärtusahelate üldskeem



⁴¹ Civitta, 2020 kaudu viidatud https://www.envir.ee/sites/default/files/bioclim_lopparuanne.pdf

⁴² <https://marjasoo.ee>

Peamised valideerimist vajavad väljakutsed on toodud tabelis 3.2. ja hetkel turbakaevandusega tegelevad ettevõtted Pärnumaal tabelis 3.3. Turbaväljadele laiema, tervikliku kasutuse leidmine ja ellurakendamine sõltub kõigepealt maardlate omanike motivatsioonist midagi kaevandamisele lisaks teha (või lasta partnerettevõttel teha). Neil endil suure tõenäosusega puudub selleks kompetents ja ka huvi - see võib tunduda pigem lisatüli olemasoleva suhteliselt rentaabli turba kaevandamise ja pakendamise kõrval. Seega on oluline, et turbavälja omanik ja marjakasvatajast partnerettevõtte leiaksid mõlemapoolselt motiveeriva ärimudeli, millest mõned üldistavad näited on toodud joonisel 3.2.

Tabel 3.2. Peamised valideerimist vajavad väljakutsed ja edasised tegevused

<p>Kõrgtehnoloogiliste süsinikutoodete valmistamiseks puudub kohapealne kompetents</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● MAK saaks aidata leida arenduspartnereid ülikoolidest ● MAK saaks luua kontakte valdkonna iduettevõtjatega, kes arendavad oma tehnoloogiat väljaspool ülikoole ja omavad tihti ka paremat ülevaadet turunõudlusest <p>Tuleb siiski arvesse võtta, et tehnoloogiad on alles arendamisel ja kiireid vastuseid ei pruugi ka ülikoolist saada. Võiks aga mõelda nt ühiselt suuremate rahvusvaheliste grantide taotlemise peale, nt Horizon Europe, jms.</p>
<p>Tervisetoodete valdkonnas müügi- ja turundusvõimekus, eelkõige just ekspordi vaates, on pigem tagasihoidlik</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Müügi- ja turundusvõimekuse toetamine MAK'i poolt, sh mujal toimuvatele sobivatele koolitustele suunamine (k.a. väljaspool Eestit). ● Ettevõtjatevaheline koostöö eksporditurunduse osas, nt kreemide komponendid, jms. (erinevad koostöövormid). ● Mitmel toote/teenuse puhul „eksport“ juba Eestisse jõudnud välisturistile kohapeal teenust osutades.
<p>Tervisetoodete valdkonnas on turbatoodete kasutamisel ranged korjamis ja hoiustamisnõuded</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● MAK'i tugi spetsiifiliste korjamis- ja hoiustamisseedmete soetamisel (kui korjamisel saab koostööd, siis hoiustamisvõimekus peaks olema ilmselt igal ettevõttel omal kohapeal) ● Mitmepoolselt kasulike koostöövormide otsimine turbamaardlate omanikega
<p>Vähene teadlikkus potentsiaalsest majanduslikust kasust</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Turbamaardlate omanikele (ja marjakasvatajatele) luua Exceli-põhine tööriist, millega nad saaksid oma konteksti arvestades lihtsalt esmase ligikaudse tasuvusanalüüsi teha
<p>Marjakasvatuse rajamise ja opereerimise alal puudub turbakaevandajatel endil kompetents (sh vastavate ärimudelite ja tasuvusanalüüside koostamisel)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Turba kaevandamisega tegelevate ettevõtete kokku viimine metsamarjade kasvatamise ekspertidega (MAK'i poolne tugi võrgustumisel) ● MAK'i poolne tugi tasuvusanalüüside koostamisel (täpsustamisel)
<p>Marjakasvatuse rajamiseks puudub turbakaevandajatel ja vastava maa omanikel motivatsioon</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Turba kaevandamisega tegelevate ettevõtete kokku viimine potentsiaalsete metsamarjade kokkuostjate ehk klientidega (MAK'i poolne tugi võrgustamisel ja terviku väärtusahela ülesehitamisel)

Tabel 3.3. Turba tootmisega tegelevad ettevõtted, kellega valideerimist alustada (Allikas: Äripäeva Pärnumaa TOP 2021, väljavõte turba tootmisega tegelevatest ettevõtetest)

KOHT	NIMI	PUNKTISUMMA	MÜÜGITULU 2020, EURODES	KASUM ENNE MAKSE 2020, EURODES	TEGEVUSALA	KOHT EELM.	JUHATUS	PÕHIOMANIKUD
2	Nurme Turvas AS	85	6 827 262	1 881 930	Turba tootmine	36	Mikk Sarv	Streng OÜ 100%
3	Biolan Baltic OÜ	90	9 767 924	1 437 288	Turba tootmine	13	Teppo Juhani Rantanen, Rainer Rebane, Juha Pekka Olavi Kariniemi, Timo Juhani Rähkä, Mauri Hendrik Kariniemi	Biolan Oy 72%, Favorit Tuote Oy 10%
6	Kekkiä-BVB Eesti OÜ	138	14 272 630	607 779	Turba tootmine	86	Jukka Antero Merta, Ly Lauringson, Raoul Johanson	Kekkiä Oy 100%
9.-10.	Jiffy Products Estonia AS	153	5 342 451	982 990	Turba tootmine	71	Karmo Leemet, Albert Ruiters	Jiffy B.V, 100%
23	Asb Greenworld Eesti OÜ	217	7 353 822	776 854	Turba tootmine	27	Michaela Aurenz, Jüri Tiidermann, Thomas Kramer	Asb Grünland Helmut Aurenz GmbH+Co 100%
33	Tootsi Turvas AS	233	21 877 560	130 639	Turba tootmine	99	Matti Sami Petteri Puuronen, Marika Tammi	Neova Oy 100%
46	Treffex AS	279	5 786 821	204 572	Turba tootmine	79	Karmo Leemet, Ronald Dmitrijev, Ruwan Krishatha Rajapakse	Jiffy Products Estonia AS 100%

Ekspertid, kellega konsulteerimist võiks edaspidi kaaluda

Enn Lust, Tartu Ülikooli Keemia Instituut, enn.lust@ut.ee

Kosmeetikatootjad ja tervisevaldkonna eksperdid Civitta (2020) uuringu raportis

Mudel A: Turbamaardla omanik ja kaevandaja teeb kõik ise

Partnerid: marjakasvatuse tehnoloogia ja oskusteabe pakkujad	Tegevused: marjakasvatus	VP: Metsamarjade müük, mis on küll kasvatatud, kuid looduslähedastes tingimustes	B2B otsekontakt	Kliendid: marjade kokkuostja (või töötaja, või tarbija)
	Ressursid: Kasutusest väljas turbamaardla, marjakasvatuse oskusteave ja tehnoloogia		Transport korraldatud kas müüja või kokkuostja poolt	
Kulu: Investeeringud marjakasvatuse rajamisse, igapäevase opereerimise kulud, sh korjamine			Tulu: marjade müük (hulgi või jae)	

Mudel B: Mudel turbamaardla omaniku vaatest, kus kõik tegevused teeb partner (marjakasvataja)

Partnerid: marjakasvataja	Tegevused: administratiivsed	VP: Metsamarjade kasvatamiseks sobiv koht (ei pea aiandusturvast vedama teise kohta)	B2B otsekontakt	Kliendid: marjakasvataja
	Ressursid: kasutusest väljas marjakasvatuseks sobiv maa (endine turbamaardla)		Turbamaardla omanik ei tegele saagi transpordiga	
Kulu: alternatiivkulu – sama maa ei saa olla samaaegselt kasutatud millekski muuks			Tulu: marjakasvatuseks sobiva maa rent (nt hektaripõhiselt või % genereeritud tulust)	

Mudel C: Marjakasvataja vaatest, väärtusahel laiendatud töötlemise suunas

Partnerid: turbamaardla omanik	Tegevused: marjade kasvatamine, korjamine, esmane ja spetsiifiline järeltöötlemine	VP: looduslikes tingimustes (mahedalt?) kasvatatud marjadest tehtud komponendid	B2B otsekontakt	Kliendid: marjadest tehtud ekstraktide jm komponentide kasutajad (toit, kosmeetika)
	Ressursid: marjade kasvatamise ja töötlemise oskusteave		Transport kasvandusest töötlusse ja sealt kliendile	
Kulu: Investeeringud marjakasvatuse rajamisse Investeeringud marjade eel- ja järeltöötlusesse Nii kasvanduse kui töötamise igapäevase opereerimise kulud			Tulu: marjaekstraktide- ja komponentide müük	

Joonis 3.2. Näiteid võimalikest ärimudelitest kasutatud turbaalade kasutamisel marjakasvatuseks

Kokkuvõte ja soovitused edasisteks tegevusteks

Fookuses olnud kolme valdkonna puhul on igapäevael rakendamisel oma väljakutsed. Mitmed neist on ka varasemates aruteludes ja raportitest läbi käinud, kuid hetkel selgusetu, et kuhu nende lahendamiseks on jõutud. Seetõttu võik olla üks esimesi samme vaadata üle uuesti, et mis on juba varem planeeritud, kuid seni tegemata. Otsustada, kas endiselt relevantne ja kui jah, siis kõigepealt ära teha (nt keerukamate järeltöötlemisseadmete olemasolu, vajaduse ja ühiskasutuseks valmisoleku kaardistamine).

Nii seni planeeritud kui uute tegevuste puhul sobib hästi lähtuda varasema valideerimiseminari tulemusel formuleeritud neljast prioriteetses laiemast eesmärgist:

- 1) Loodusressursside kaevandamist ja korjamist reguleeriva keskkonna kujundamine;
- 2) Loodusressurssidest tervisetoodete tootjate tootearendusevõimekuse tõstmine;
- 3) Hoiustamise, töötlemise ja tootmise tehnoloogilise võimekuse suurendamine;
- 4) Lõpptoodete tootjate ekspordimüügi- ja turunduse soodustamine.

Fookusvaldkonniti võtta otse ühendust peamiste osapooltega (igas valdkonnas <10) eesmärgiga valideerida ja täpsustada probleemi olemust ja kaasata neid lahenduste otsimise algfaasis. (nt ei ole mõtet palgata turbaväljade marjakasvatuseks kohandamise konsultanti kui nende maade omanikud ei ole sellest huvitatud)

Kuna tegu on konkurentidega, siis eelneva info kogumise formaadi osas tasuks eelistada personaalset suhtlust fookusgrupi uuringule. See võiks olla näiteks poolstruktureeritud (veebi)intervjuu vormis, kus mõned põhiküsimused ja 1-2 lk taustamaterjal on ette saadetud. Mõnede ettevõtete puhul ilmselt oluline kaaluda, kas õigem on kaasata tegevjuht või omanik.

Kui eelnevate intervjuude tulemusel on näha põhimõttelist huvi, siis järgnevalt tuleks kasuks korraldada huvilisi kaasates (veebi)seminar valdkonna ekspertidega, kes aitaks läbi kaaluda võimalikku kasu ja riske.

MAK'id võiks omalt poolt toetada tasuvusanalüüside läbiviimist (näiteks eelpoolmainitud Exceli tööriista pakkumise ja selle kasutamise juhendamise näol). Tasuvusanalüüsi võiks vaadata kahel tasemel, esmalt, väärtuse loomise üldloogikat ja suurusjärke ning kui selle tulemusel nähakse perspektiivi, siis minna edasi detailidesse juba koos valdkonda tundva eksperdiga.

➤ EELDUSTE VALIDEERIMINE VÕIMALIKULT VARAJASES FAASIS

Biojätmed energiakandjaks valdkonnas tasuks üldetailse kaardistamise asemel võtta fookus samuti suurematele biojätmete tekitajatele/haldajatele (<10, need siis loomafarmid, veekäitlusettevõtted ning jäätmekäitlejad) ning koguda poolstruktureeritud intervjuu käigus infot nende valmisoleku kohta oma biojätmeid väärdama hakata. Kuna tehnoloogia on olemas ja ka Eestis juba rakendatud, siis oluline on aru saada juurpõhjustest, et miks seda seni tehtud pole.

➤ KESKENDUDA SUURE MÕJUGA TEGEVUSTELE (võimalikult kiiresti võimalikult suure mõju saavutamise piiratud ressursside tingimustes)

Valdkondadeüleselt koostöö ülikoolide ja teiste kompetentsikeskustega. MAK'id on seda ju läbi oma tegevuse alati teinud, kuid võibolla aeg-ajalt on hea värske pilguga peale vaadata, et kas see on olnud edukas ja kuidas võiks saada seda veel efektiivsemaks.

Uurida täpsemalt ka mujal Eestis juba katsetatud lahendusi. (Näiteks TFTAK on juba EAS'i rahastuse toel töötanud välja kaerajoogi (<https://janekaerajook.ee>). On ebatõenäoline, et sama asja väljatöötamist toetataks mitu korda ja samuti ebaefektiivne, et seda hakata ise uuesti arendama Lääne-Eestis.)

- AIDATA LEIDA ÕIGE KOMPETENTSIGA INIMESI

Koostöö TÜ Pärnu Kolledžiga ja teiste koolidega õppekava arendamisel just valitud fookusvaldkondi silmas pidades.

Koostöö Ettevõtlusinkubaatoriga (nt fookusvaldkondade põhiselt viia läbi häkatone, kus kohalikud ettevõtjad kirjeldavad nende väljakutseid ja annavad lahendusideede esmast tagasisidet.

- TUUA VALDKONDA VÄRSKET VERD (nii ideid kui tööjõudu)

Lisaks ettevõtjatele võiks Maakondlik arenduskeskus tõsta ka kohalike elanike teadlikkust uute tehnoloogiate kasutusvõimalustest ja nendega seotud riskidest, riskide maandamise võimalustest. Viimasel ajal on mitmed ettevõtjate taastuvenergeetika ja biomajandusega seotud plaanide elluviimine jäänud kohalike elanike vastuseisu taha (nn mitte-minu-tagaaias ehk NIMBY sündroom)

- KOGUKONNA KAASAMINE PLANEERIMISE FAASIS (+KOGUKONNAGA TULU JAGAMISE MUDELID)

Kui nt ESTBAN (äriinglite võrgustik) korraldab Pärnus oma aastakoosoleku, siis teha neile selle raames ka ülevaade (Lääne-Eesti juurtega iduettevõtete *pitchimine*).

Kas puhkajate seas võiks olla ka potentsiaalseid (välis)investoreid?

- TUUA PIIRKONDA INVESTEERINGUID

Geograafiliselt hajusalt paiknevate ja suhteliselt väikese mahuga tootjate puhul on peamine võimalus suurema efektiivsuse ja kõrgema konkurentsivõime saavutamiseks koostöö. Koostöövõrgustik peaks olema ärimudeli oluline osa ning see võib katta kõiki väärtusloome etappe tootearendusest, kasvatamisest, korjamisest, säilitamisest, eel- ja järeltöötlustest kuni turunduse ja müügini. Erinevas vormis koostööks võiks olla ka oluliselt lihtsam erinevatest meetmetest toetust saada.

- ÄRIMUDELITE JA VÄÄRTUSAHELATE VAATES KESKENDUDA KOOSTÖÖ TÕHUSTAMISELE

Kasutatud allikad

- Ainsaar, L., Kansi, K., Eerma, D., Timpmann, K., Poltimäe, H. (2020). RITA MAARE: Maapõueressursside efektiivsemate, keskkonnasõbralikumate ja säästvamate kasutusvõimaluste väljatöötamine. [<https://fond.egt.ee/fond/egf/9403>]
- Al-Qahtani, A., Parkinson, B., Hellgardt, K., Shah, N., Guillen-Gosalbez, G. (2021). Uncovering the true cost of hydrogen production routes using life cycle monetisation. *Appl. Energy*, vol. 281, p. 115958.
- Arengustrateegia Pärnumaa 2035+. Tegevuskava 2019-2023(25). (2019). Pärnumaa Arenduskeskus ja Pärnumaa Omavalitsuste Liit.
- Ayodele, F.O., Mohammad, N., Mustapa, S.I., Ayodele, B.V. (2020). An overview of economic analysis and environmental impacts of natural gas conversion technologies. *Sustain.*, vol. 12, no. 23, pp. 1–18.
- Binder, M.L.M., Kraussler, M., Kuba, M. (2018). Hydrogen from biomass gasification. *IEA Bioenergy*. IEA Bioenergy.
- Civitta (2020). Lääne-Eesti märgalade tervisetoodete hetkeolukorra analüüs. Lõpparuanne. [<https://www.sasak.ee/est/projektid/laane-eesti-margalade-tervisetoodete-hetkeolukorra-analuus>]
- Cormos, A.M., S. Szima, S. Fogarasi, C.C. Cormos (2018). Economic assessments of hydrogen production processes based on natural gas reforming with carbon capture. *Chem. Eng. Trans.*, vol. 70, pp. 1231–1236.
- Eerma, D., Timpmann, K., Poltimäe, H. (2020). RITA MAARE: Eesti peamiste maapõueressursside sotsiaalmajanduslik analüüs. [<https://fond.egt.ee/fond/egf/9403>]
- Eesti Arengufond. (2015). Biometaani tootmine ja kasutamine transpordikütusena - väärtusahel ja rakendustepanekud.
- Eesti vesinikuressursside kasutuselevõtu analüüs. Lõpparuanne. Mai 2021. Civitta, SEI, KBFI, 389 lk. [<https://mkm.ee/sites/default/files/lopparuanne-vesinikuressursside-kasutamise-analuus-final-1.pdf>]
- Gangopadhyay, N., Hossain, M.B., Rai, D.K., Brunton, N.P. (2015). A review of extraction and analysis of bioactives in oat and barley and scope for use of novel food processing technologies. *Molecules*, 20(6), 10884-10909.
- Joller-Vahter, L., jt. (2021). Uudsed võimalused Eesti biomajanduse väärtusahelate mitmekesistamiseks ja lisandväärtuse tõstmiseks. RITA AdvalBioec projekti TP3 raport. [<https://taltech.ee/biomajandus>]
- Kers, J. jt. (2020a). Eesti biomajanduse ressursside hetkeseisu analüüs. ADDVALBIOEC uuringu tööpaketi 1.1 vaheanalüüs. Tallinn/Tartu. [<https://taltech.ee/biomajandus>]
- Kers, J. jt. (2020b). Eesti biomajanduse innovatsioonisüsteemi analüüs ADDVAL-BIOEC uuringu tööpaketi 1.3 vaheanalüüs. Tallinn/Tartu. [<https://taltech.ee/biomajandus>]
- Lust, E., Thomberg, T., Paalo, M., Siimenson, C. (2020). RITA MAARE: Turbast suure eripinnaga aktiveeritud söe tootmine. [<https://fond.egt.ee/fond/egf/9407>]
- Mulder, M., Perey, p., Jose, M.L. (2019). Outlook for a Dutch hydrogen market: Economic conditions

and scenarios, no. 5.

NutriLoop (2021). Biojätmete kogumis- ja käitluspotentsiaali uuring Saare maakonnas, Teostaja: NutriLoop OÜ, Tellijad: Saaremaa Vallavalitsus ja Saaremaa Arenduskeskus.

Orru, M. (koostaja) (1992). Eesti turbavarud, Eesti Geodeesiakeskus, Tallinn.

Pasqualone, A., Delvecchio, L. N., Gambacorta, G., Laddomada, B., Urso, V., Mazzaglia, A., ... & Miceli, G. D. (2015). Effect of supplementation with wheat bran aqueous extracts obtained by ultrasound-assisted technologies on the sensory properties and the antioxidant activity of dry pasta. *Natural product communications*, 10(10), 1934578X1501001026.

Pereira, C.G., Meireles, M.A.A. (2010). Supercritical Fluid Extraction of Bioactive Compounds: Fundamentals, Applications and Economic Perspectives. *Food and Bioprocess Technology* volume 3, p. 340–372.

SEI (2020). Lääne-Eesti bioressursside kaardistus. Käsikirjaline materjal.

Sovova, H., Stateva, R.P. (2011). Supercritical fluid extraction from vegetable materials. *Reviews in Chemical Engineering* 27(3-4):79-156. DOI:10.1515/REVCE.2011.002

Värnik, R., Aro, K., Kiiska, T., Kriipsalu, M., Orupõld, K. (2021). Põllumajanduses ja kalanduses tekkivad kõrvalsaadused, toidujätmed, toidukadu ja tootmiskadu: Eesti biomajanduse võimalused. RITA AdvalBioec projekti teemakokkuvõte.