Projekt „Bioressursside kõrgema väärindamise huvi tõstmine ja ressursside uuring“

Kagu-Eesti bioressursside uuringu aruanne

30. detsember 2022

Tartu

Projekti rahastati Kagu-Eesti programmist. Uuringut koostas Eesti Maaülikooli ekspertide töörühm: Rando Värnik (projektijuht), Mait Kriipsalu, Allan Kaasik, Kaja Orupõld, Jüri Lillemets ja Kersti Aro.

Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi maamajanduse ökonoomika õppetool
Reg nr 74001086
Fr. R. Kreutzwaldi 1a, Tartu 51006
Tel: +372 731 3014
E-post: rando.varnik@emu.ee
http://www.emu.ee

Sisukord

Sissejuhatus 4
Metoodika 5
1. Põllumajandustootmises, toiduainete ja joogitootmises ning veepuhastusjaamades toodetav biomass 8
1.1 Taimekasvatussektoris toodetav biomass 8
1.1.1 Teravilja-, kaunvilja- ja õlikultuuride kasvatamisel tekkivad kõrvalsaadused ja biolagunevad jäätmed 9
1.1.2 Kartuli, köögivilja ja püsikultuuride kasvatamisel ning kartuli ja köögivilja esmasel töötlemisel tekkivad kõrvalsaadused ja biolagunevad jäätmed 13
1.1.3 Kasutamata rohtne biomass püsirohumaadelt 17
1.2 Loomakasvatussektoris toodetav biomass 19
1.3 Toiduainete ja joogitootmises tekkivad kõrvalsaadused ja biolagunevad jäätmed 33
1.4 Reoveepuhastites tekkiv biomass 36
2. Bioressursside väärindamise võimalikkus Kagu-Eestis 39
2.1 Ettevõtjate huvitatus tootmise kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise alasest koostööst 39
2.2 Biogaasijaamades potentsiaalselt kasutatava põllumajandusloomade sõnniku ja lisasubstraatide kogus ning potentsiaalsete biogaasijaamade asukohad 42
2.2.1 Tööde käik ja ajakulu biogaasijaama rajamisel 48
2.2.2 Biolagunevate jäätmete märgkääritamine Eestis 50
2.2.3 Biolagunevate jäätmete kuivkääritamine Eestis 52
2.3 Muude kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamisvõimalused 53
Kokkuvõte ja arutelu 55
Kasutatud allikad ja materjalid 58
Lisa 1. Telefoniintervjuu küsimustik 59
Lisa 2. Fookusgrupi intervjuul (19.12.2022) osalenud ettevõtjate nimekiri 64
Lisa 3. Küsitletud Kagu-Eesti ettevõtjatel tekkivate kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kogused aastas 65

Sissejuhatus

Taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise direktiivi ((EL) 2018/2001, 11. detsember 2018) kohaselt on biomass põllumajandusest (nii taimsed kui ka loomsed materjalid), metsamajandusest ja sellega seotud tööstusharudest, sh kalandusest ja vesiviljelusest pärit bioloogilise päritoluga toodete, jäätmete ja jääkide biolagunev fraktsioon ning jäätmete, sh bioloogilise päritoluga tööstus- ja olmejäätmete biolagunev fraktsioon. Uuringu eesmärk oli koondada ja süstematiseerida Võru, Valga ja Põlva maakonna (Kagu-Eesti) bioressursside info ja tuua välja soovitused kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise jaamade asukohtadele/paiknemisele, suurusele, põhitoodangule ja üldisele tehnoloogiale. Uuringu sihtrühmaks olid Kagu-Eesti põllumajandusettevõtted (taime- ja loomakasvatajad), toiduainete tootjad (EMTAK 2018 jagu C10) ja joogitootjad (C11) ning ettevõtjad ja maakasutajad, kes on huvitatud olemasolevate bioressursside väärindamisest. Lisaks kirjeldati Kagu-Eesti reoveepuhastite bioressursside andmeid.

Uuring on jaotatud kaheks osaks. Uuringu esimeses osas kaardistati põllumajanduses, toiduainete tootmises ja joogitootmises toodetav ning reoveepuhastites tekkiv biomass ning tuvastati selle liikumine väärtusahelas. Uuringu teine osa sisaldab soovitusi Kagu-Eesti biolagunevate jäätmete väärindamise jaamade asukohtadele/paiknemisele, suurustele, põhitoodangule (biometaan, soojus ja/või elekter vms) ning üldisele tehnoloogiale arvestades jäätmete eeltöötlemise vajadusi.

Metoodika

Uuringu aruandes kasutati Statistikaameti (SA), Keskkonnaameti (KeA), Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli (EPJ), Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA), Põllumajandus- ja Toiduameti (PTA), äriregistri ja Maa-ameti Eesti topograafia andmekogu (ETAK) andmeid (tabel 1) biomassi mahu hindamiseks, telefoniküsitluse valimi koostamiseks ja tulemuste visualiseerimiseks.

Tabel 1. Sekundaarsete andmete kogumise allikad

Andmebaas	**Vajadus**
SA	Põllumajandussaaduste tootmismahu hindamiseks.
KeA KOTKAS infosüsteemi keskkonnalubade register	Suurtes loomakasvatusettevõtetes sõnnikumahu arvutamiseks ja tulemuste kajastamiseks kaardikihtidel.
EPJ	Piimalehmade keskmise aastatoodangu tuvastamiseks vaatlusalustes karjades.
PRIA põllumajandustoetuste ja põllumassiivide register, loomade register ning kliendiregister	Andmed taimekultuuride kasvukohtade ning lautade kohta kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete mahtude arvutamiseks ja tulemuste kajastamiseks kaardikihtidel. Põllumajandustootjate valimi koostamiseks telefoniküsitluse tarbeks.
PTA mahepõllumajandustootjate register	Mahepõllumajandustootjate tuvastamiseks.
Äriregister	Toiduainete ja joogitootjate valimi koostamiseks telefoniküsitluse tarbeks.
Maa-ameti ETAK	Kaardikihtide koostamiseks.

Kagu-Eestis tegutseb 1731 taime- ja loomakasvatajat ning toiduainete ja joogitootjat (seisuga oktoober 2022). Nendest ettevõtetest moodustati 389 ettevõtte suurune valim, mille kujunemise aluseks olid põllumajandustootja kasutatava maa ja karja suurus (põllumajandusloomad arvutati ümber loomühikuteks (LÜ)) ning toiduainete ja joogitootjate 2022. aasta teise kvartali müügitulu suurus (tabel 2). Seega sattusid ettevõtjad valimisse ühe või teise kriteeriumi alusel, kuid samal ajal võis olla ettevõtjal lisaks põllumajandusmaad või -loomi, mis jäid seatud kriteeriumist väiksemaks. Kagu-Eestis tegutseb 417 põllumajandustootjat mahedana (seisuga 20.10.2022), kellest uuringu valimisse sattus 107.

Tabel 2. Uuringu valimi kujunemise kriteeriumid, valimi ja üldkogumi suurus

Valdkond	Selgitus	Valimi kriteerium	Valimi suurus (ettevõtete arv)	Üldkogum (ettevõtete arv)	Üldkogumi mediaan
Taime-kasvatus	Põllukultuurid (teravilja-, kaunvilja-, õlikultuurid, maasikas, maitse- ja ravimtaimed, ristik jne, mustkesa), ha	Alates 100 ha	274	1 172	21,3 ha
	Köögivili, ha	Alates 5 ha	9	240	0,09 ha
	Kartul, ha	Alates 5 ha	25	380	0,13 ha
	Püsikultuurid (viljapuud, marjapõõsad, luuviljalised, vaarikad, mustikad, viinamarjad jne), ha	Alates 20 ha	3	248	0,37 ha
	Rohumaa (püsirohumaa, tagasirajatud rohumaa, karjatamine), ha	Alates 100 ha	62	1 224	8,27 ha
Looma-kasvatus	Piimalehmad (1,0 LÜ)	Alates 50 LÜ	37	145	6 LÜ
	Veised (ammlehmad 0,6 LÜ, mullikad 0,6 LÜ, vasikad 0,2 LÜ)	Alates 100 LÜ	27	360	14,3 LÜ
	Kitsed (0,5 LÜ) ja lambad (0,5 LÜ)	Alates 50 LÜ	30	188	13,5 LÜ
	Sead (emised 0,33 LÜ, kuldid 0,33 LÜ, kesikud 0,33 LÜ, nuumsead 1,0 LÜ, põrsad 0,027 LÜ)	Alates 199 LÜ	4	11	15 LÜ
	Linnud, tk	Alates 2 500 linnust	4	58	25 lindu
Toidu-ainete ja joogi-tootmine	Ettevõtete maksustatav käive (2022. a II kvartali seis)	Alates 50 000 eurost	29	109	
Kokku			389	1 731	

Ettevõtte peamise tegevusala alusel suurem osa uuringu valimisse sattunud ettevõtetest olid taimekasvatajad ja segatootjad (tabel 3). Uuringu valim oli aluseks lisaks teiseste andmete (KeA, PRIA jne) analüüsile ka esmaste andmete kogumisele ehk telefoniküsitluse korraldamisele. Telefoniküsitluse eesmärk oli välja selgitada valimisse sattunud ettevõttes tekkivate kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kogus ning nende käitlemine 2022. ja 2025. aastal. Selleks koostati lühike küsimustik (lisa 1). Küsitlejateks olid üheksa Eesti Maaülikooli tudengit ja õppejõudu. Küsitlus toimus 7.11–5.12.2022. Telefoniküsitlusele vastas 303 ettevõtjat. Kuna ühel ettevõtjal võib olla mitu juriidilist subjekti, siis vastused saadi 328 valimisse kuulunud ettevõtte e subjekti (84,3% kogu valimist) kohta. Küsitlusest keeldumise põhjusena nimetati huvi puudumist teema vastu, põllumajandustootmise tegevuse peatset lõpetamist, viibimist puhkusel ning seda, et ettevõttes ei teki tootmise kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid või neid ei teki sellises koguses, mida võiks väärindada.

Tabel 3. Uuringu valim ja telefoniküsitlusele vastanud ettevõtjate arv

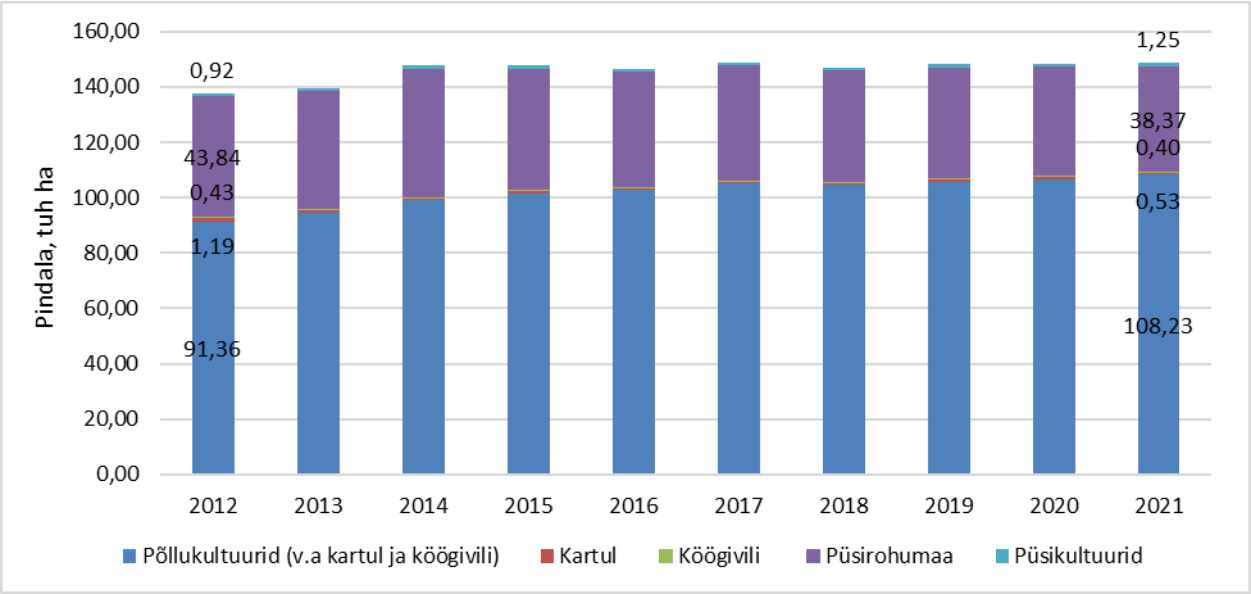
Tegevususala	**Valimi suurus (ettevõtete)**		**Telefoniküsitlusele vastanud ettevõtjate**	
	arv	**osakaal**	**arv**	**osakaal**
Taimekasvatus	218	56,0%	175	57,8%
Loomakasvatus	20	5,1%	16	5,3%
Linnukasvatus	2	0,5%	2	0,7%
Segatootmine	118	30,3%	86	28,4%
Põllumajandus- ja toiduainete tootmine	4	1,0%	3	1,0%
Joogitootmine	4	1,0%	3	1,0%
Toiduainete tootmine	23	5,9%	18	5,9%
Kokkuvõte	389	100,0%	303	100,0%

Lisaks telefoniküsitlusele korraldati nendele ettevõtjatele, kes küsitlemisel väljendasid kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamises alast koostööhuvi teiste ettevõtetega, fookusgrupi intervjuu. Fookusgrupi intervjuu eesmärk oli valideerida uuringu esmaseid tulemusi ning tuvastada Kagu-Eesti ettevõtjate koostöövalmidust uute koostöö- või ärimudelite loomisel ning huvi bioressursside väärindamiseks sobiliku ressursi kasvatamiseks või tootmiseks. Fookusgrupi intervjuu toimus l9. detsembril 2022 Väimelas, kus osales seitse ettevõtjat (lisa 2). Kagu-Eestis kavandamisel olevate biogaasijaamade asukoha, sisendi ja väljundi osas tehti kaks personaalintervjuud asjasse puutuvate ettevõtjatega.

1. Põllumajandustootmises, toiduainete ja joogitootmises ning veepuhastusjaamades toodetav biomass

1.1 Taimekasvatussektoris toodetav biomass

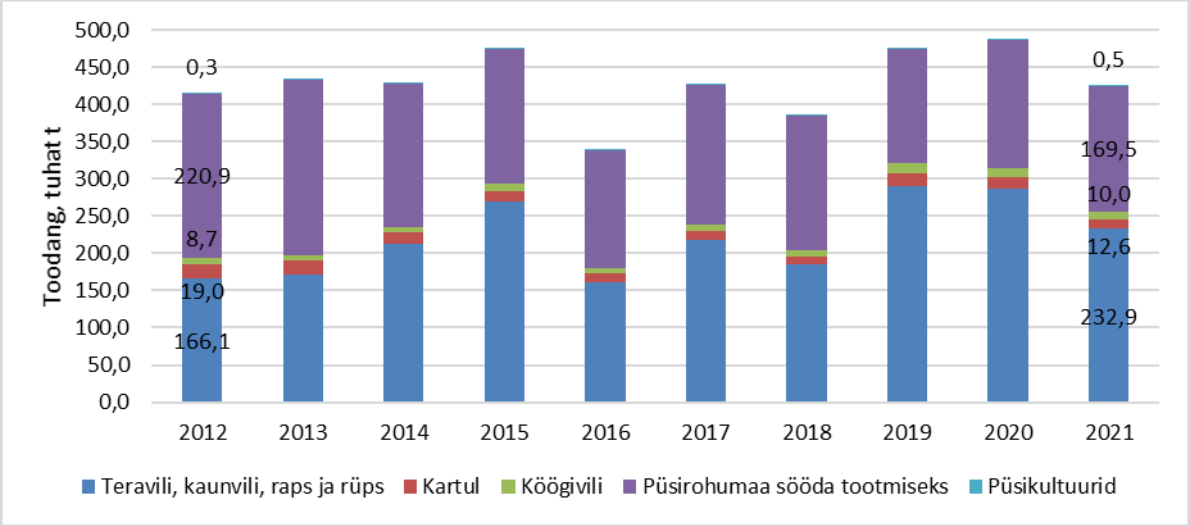
Viimase kümne aasta jooksul on Kagu-Eestis kasutatav põllumajandusmaa pindala suurenenud. Kui 2012. aastal oli kasutatava põllumajandusmaa suurus 91,4 tuhat hektarit, siis 2021. aastal juba 148,8 tuhat hektarit (kasv 11,0 tuhat hektarit, joonis 1), mis moodustab 23% Kagu-Eesti pindalast. Põllumajandusmaa kasutamise struktuur on muutunud vähe. Suurenenud on põllukultuuride (kasv 16,9 tuhat hektarit) ja püsikultuuride kasvupind (kasv 0,3 tuhat hektarit). Kahanenud on aga püsirohumaa (kahanemine 5,5 tuhat hektarit), kartuli (kahanemine 0,7 tuhat hektarit) ja köögivilja kasvupind (kahanemine 0,03 tuhat hektarit).



Joonis 1. Kagu-Eesti kasutatav põllumajandusmaa aastatel 2012–2021, tuhat ha
Allikas: SA tabel PM0281

Maakondade lõikes on kasutatava põllumajandusmaa pindala mõnevõrra erinev. SA andmetel kasutati 2021. aastal põllumajandussektoris Võru maakonnas 61,7 tuhat, Põlva maakonnas 45,2 tuhat ja Valga maakonnas 41,9 tuhat hektarit põllumajandusmaad. Kui kartulit, köögivilju ja muid põllukultuure kasvatati eelkõige Võru ja Põlva maakonnas, siis püsikultuure Valga maakonnas. Ligi pool püsirohumaadest asus Võru maakonnas, veidi üle kolmandiku Valga maakonnas ja ülejäänu Põlva maakonnas.

Suurema osa Kagu-Eesti põllumajanduskultuuride toodangu mahust moodustab teravili, kaunvili, raps ja rüps (2021. aastal 232,9 tuhat tonni). Aastate 2012–2021 lõikes kasvas Kagu-Eestis teravilja, kaunvilja, rapsi ja rüpsi, köögivilja ning püsikultuuride ning kahanes kartuli ja püsirohumaadelt sööda toomise maht (joonis 2).



Joonis 2. Kagu-Eesti põllumajanduskultuuride toodang aastatel 2012–2021, tuhat tonni
Allikas: SA tabel PM0281

Küsitlusandmetele tuginedes hinnanguliselt 55% põllukultuuridest (peamiselt nisu ja õlikultuuridest) ja 80% kartulist müüakse edasi inimtoiduks, 40% põllukultuuridest (peamiselt oder) ja 10% kartulist kasutatakse söödaks ning 5% põllukultuuridest ja 10% kartulist jäetakse seemneks. Rohusööt peaasjalikult kasutatakse oma ettevõttes söödaks või müüakse vähesel määral ka teisetele loomakasvatajatele. Köögivili ja püsikultuuride saadused müüakse inimtoiduks.

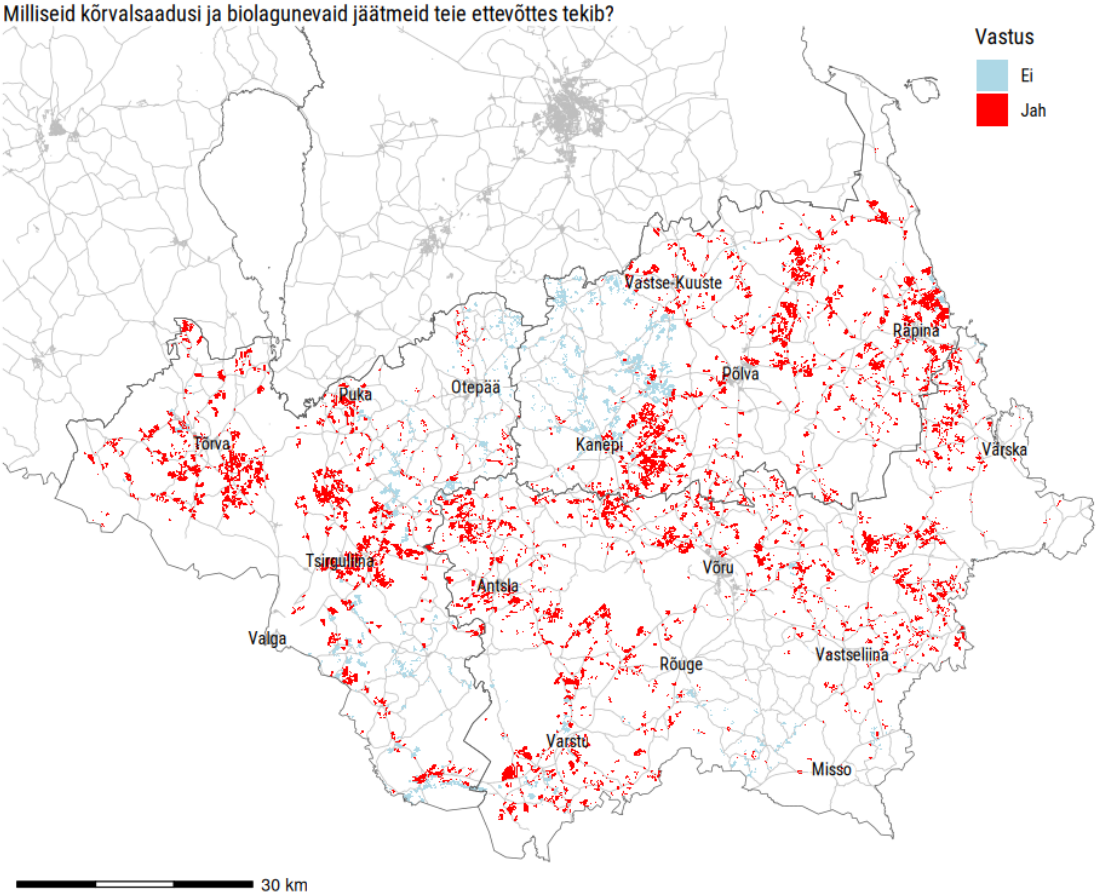
1.1.1 Teravilja-, kaunvilja- ja õlikultuuride kasvatamisel tekkivad kõrvalsaadused ja biolagunevad jäätmed

Küsitlusega saadi vastused 285 ettevõtte kohta, millest 2/3 olid taimekasvatajad ja 1/3 segatootjad. Nende ettevõtete keskmine põllukultuuride kasvupind oli 261,8 hektarit, millest 41% asus Põlva, 38% Võru ja 21% Valga maakonnas.

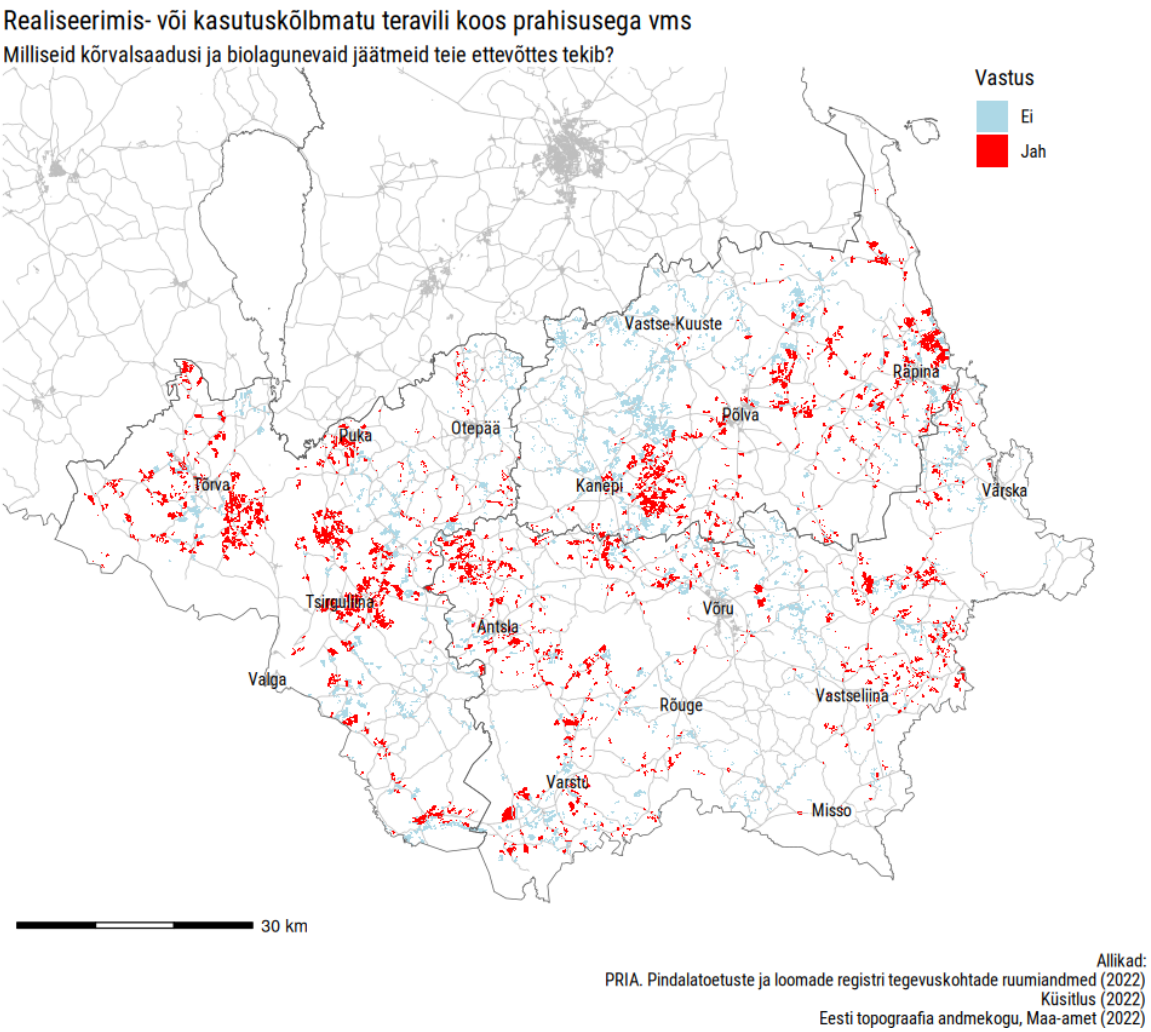
Tera- ja kaunvilja ning õlikultuuride kõrvalsaadusteks ja biolagunevateks jäätmeteks on põhk ja sorteerimisjäätmed. Küsitlustulemustele tuginedes saab öelda, et põhku ja sorteerimisjäätmeid tekib eelkõige Põlva ja Valga maakonnas (joonis 3).

Põhk

Milliseid kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid teie ettevõttes tekib?

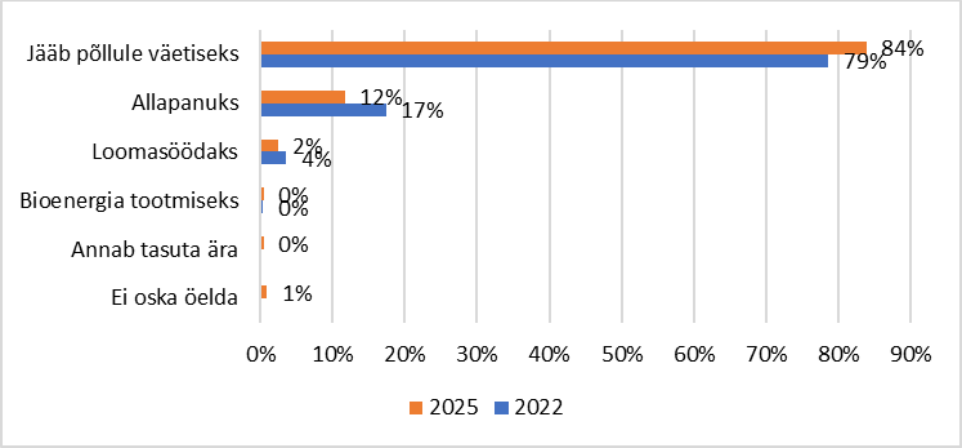


Allikad:
PRIA. Pindalatoetuste ja loomade registri tegevuskohtade ruumiandmed (2022)
Küsitlus (2022)
Eesti topograafia andmekogu, Maa-amet (2022)



Joonis 3. Teravilja-, kaunvilja- ja õlikultuuride kasvupinnad, kus tekib põhku ja sorteerimisjäätmeid

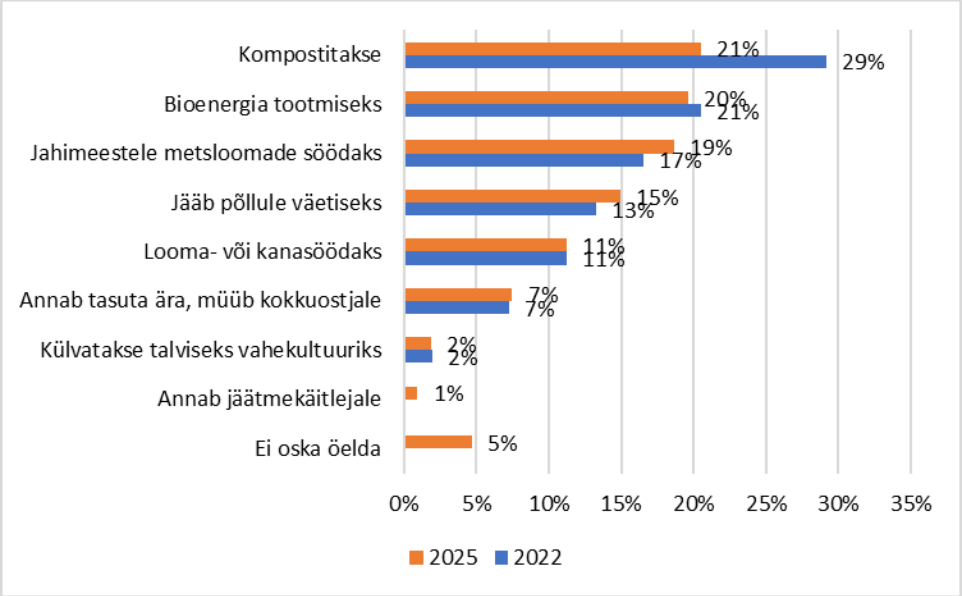
Küsimustikule vastanud teraviljakasvatajatel tekib hinnanguliselt 13 508 tonni põhku aastas. Suurem osa põllumajandustootjatest põhku kokku ei kogu ning valdavalt jäetakse see saagikoristuse käigus hekseldatuna põllule orgaaniliseks väetiseks (joonis 4). Peamiselt segatootjad koguvad põhu kokku ning kasutavad seda loomade söödaks ja/või allapanuks. Üks tootja kasutas põhku ka bioenergia tootmiseks. Kuna lähiaastatel on kõikide tegevusalade fookus rohepöördel ning põllumajandustootmises on mineraalväetiste kättesaadavus halvenenud, on lähitulevikus tõenäoliselt veelgi vähem neid ettevõtjaid, kes põhku kokku koguvad ning põhk jäetakse pigem hekseldatuna põllule väetiseks.



Joonis 4. Põhu kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

Kui põhku tekib kõikidel teraviljakasvatajatel, siis sorteerimisjäätmeid tekib vaid nendel ettevõtjatel, kes ise kuivatavad põllukultuure või pakuvad põllukultuuride kuivatamise teenust. Küsimustikule vastajatel tekib kasutuskõlbmatut teravilja ja sorteerimisjäätmeid kokku 1812 tonni aastas.

Põllukultuuride sorteerimisjäätmete kasutus on oluliselt mitmekesisem kui põhul (joonis 5). 29% küsitletud põllumajandustootjatest märkis, et sorteerimisjäätmed kompostitakse, pärast mida jõuab kompost tagasi põllule. Sellist jäätmete kasutust rakendavad eelkõige ettevõtjad, kel tekib sorteerimisjäätmeid vähe. 21% ettevõtjatest kasutab jäätmeid ise või annab või müüb kellelegi teisele bioenergia tootmiseks. Näiteks kasutatakse sorteerimisjäätmeid kuivatis või kogukonnas soojatootmisel. Märgiti ka müümist läbi kohaliku kokkuostja Eesti Energiale ning bioenergia tootjatele Lätti (üks neist asub Aluksnes ning müüakse hinnaga 8 eurot m^3) ja Leetu. Samuti antakse sorteerimisjäätmeid jahimeestele metsloomade söödaks, looma- või kanasöödaks, antakse tasuta ära või tasu eest kokkuostjale (täpsem sorteerimisjäätmete kasutus oli ettevõtjatele teadmata), aga jäetakse ka põllule väetiseks või harvem kasutatakse põldudel talvise vahekultuuri toitainete bilansi tasakaalustamiseks. Viimast rakendavad mahetootjad. Lähitulevikus sorteerimisjäätmete kasutus väga palju ei muutu. Mõnevõrra kahaneb nende ettevõtjate osakaal, kes kompostib sorteerimisjäätmeid. Samas ettevõtjad lisasid, et kuigi sorteerimisjäätmete kasutusega jätkatakse harjumuspärasel viisil, väljendati soovi neid jäätmeid anda või müüa eelkõige väärindamiseks (bioenergia tootmiseks vms).



Joonis 5. Sorteerimisjäätmete kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

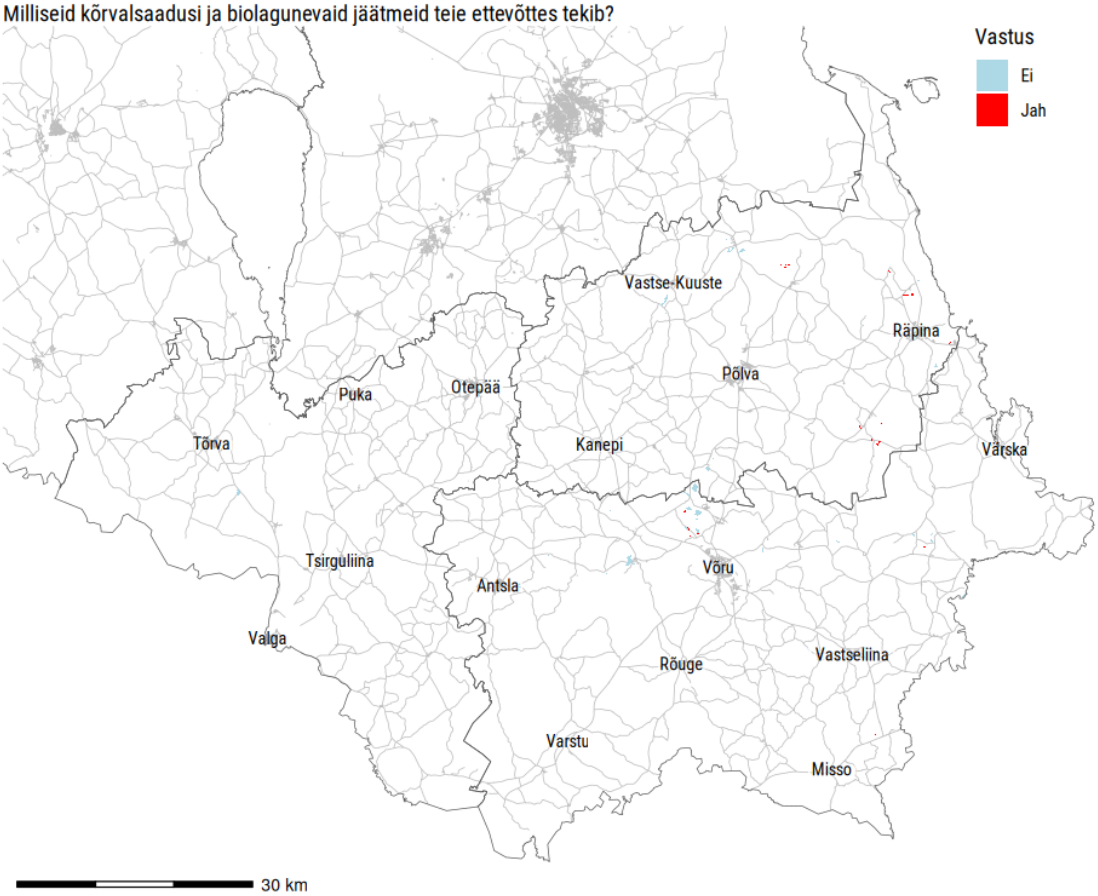
1.1.2 Kartuli, köögivilja ja püsikultuuride kasvatamisel ning kartuli ja köögivilja esmasel töötlemisel tekkivad kõrvalsaadused ja biolagunevad jäätmed

Küsitlusega saadi vastused 80 ettevõtte kohta, kelle keskmine kartuli kasvupind oli 7,4 hektarit, köögivilja kasvupind 8,8 hektarit ja püsikultuuride kasvupind 9,3 hektarit. Nende põllumajandustootjate kartuli, köögivilja ja püsikultuuride kasvupinnast 77% asus Võru, 21% Põlva ja 2% Valga maakonnas.

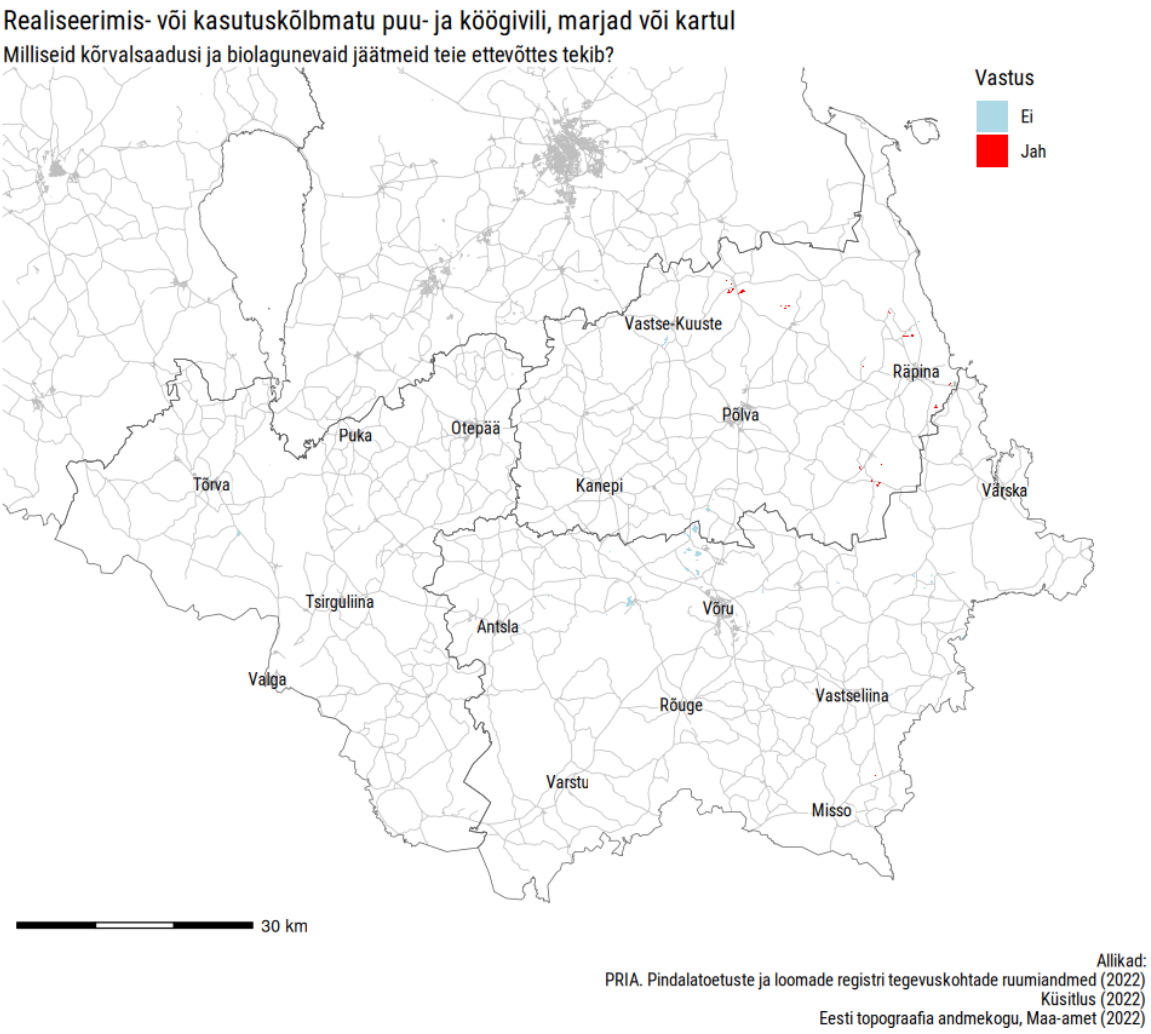
Kartuli, köögivilja ja püsikultuuride kõrvalsaadusteks ning biolagunevateks jäätmeteks on kartuli ja köögiviljade pealsed, realiseerimis- või kasutuskõlbmatu kartul, köögivili, marjad või puuviljad ning kartuli ja köögivilja esmasel töötlemisel tekkivad koored ja selle käitlemise reoveesete. Kui taimede pealseid tekib hinnanguliselt eelkõige Põlva maakonnas, siis realiseerimiskõlbmatut kartulit, marju, köögi- või puuvilju eelkõige Põlva- ja Võru maakonnas (joonis 6).

Köögivilja-, rühvelkutuuride vms kasvatusest pärit taimede pealsed

Milliseid kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid teie ettevõttes tekib?

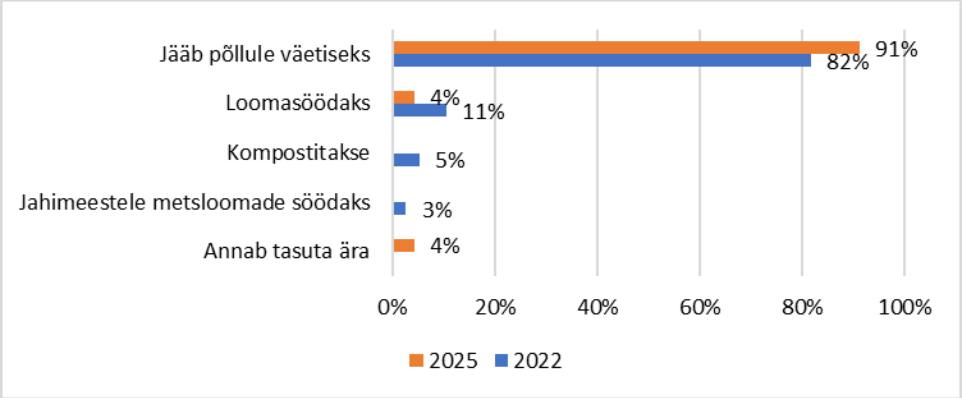


Allikad:
PRIA. Pindalatoetuste ja loomade registri tegevuskohtade ruumiandmed (2022)
Küsitlus (2022)
Eesti topograafia andmekogu, Maa-amet (2022)



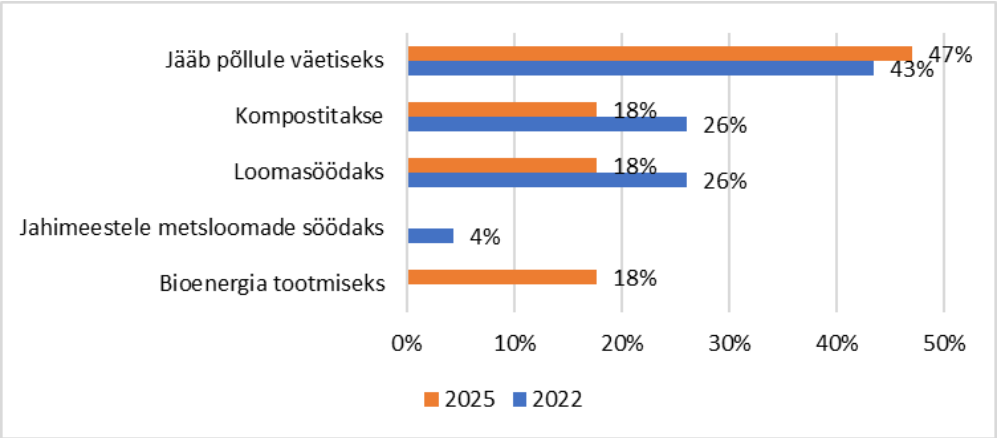
Joonis 6. Kartuli, köögivilja ja püsikultuuride kasvupinnad, kus tekib taimede pealseid ning realiseerimis- või kasutuskõlbmatut toodangut, kartuli ja köögivilja koori ning nende töötlemisest reoveesetet

Küsitletud ettevõtjate hinnangul köögivilja pealseid tekib, kuid kogust ei osatud öelda. Märgiti, et probleemiks on eelkõige kapsalehed, sest neid tekib koguseliselt palju ning need on tugeva tekstuuriga. Piirkonna suuremad kartulikasvatajad ei nimetanud taimede pealseid üle jäävate kõrvalsaadustena. Taimede pealsed purustatakse ja jäetakse põllule. Mõned kartulisordid on aretatud selliselt, kus enne saagikoristust kuivavad nende pealsed täielikult ära ning sisuliselt pealseid ei tekigi. Kartuli ja köögivilja pealsete kasutusvariante nimetati vähe. Küsitletud ettevõtjatest 82% jätab saagikoristuse ajal kartuli ja köögiviljade pealsed põllule orgaaniliseks väetiseks (joonis 7). Väiksem osa ettevõtjatest annab taimede pealsed loomasöödaks, kompostib või annab jahimeestele metsloomade söödaks. Lähiajal taimede pealsete kasutusviisides olulisi muudatusi ette näha ei ole.



Joonis 7. Kartuli ja köögivilja pealsete kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

Realiseerimiskõlbmatut puu- ja köögivilja, marju või kartulit jääb küsitletud ettevõtjatel üle kokku umbes 145 tonni aastas. Sellest suurema osa (100 tonni) moodustab hinnanguliselt kartul, ära visatakse ka peeti ja kaalikat (32 tonni) ning õunu (13 tonni). Üks küsitlusele vastanud ettevõtja märkis, et järjest enam suuremaid köögiviljakasvatajaid Eestis lõpetab tootmise, sest importtoodang on odavam. Seega tulevikus tuleb riknenud ja/või prakeeritud toodang ning esmase töötlemise jäägid (koored) eelkõige vahendusfirmade ladudest. Kasutusvaldkonnad on sarnased taimede pealsete kasutusele. Need kas jäävad põllule, kompostitakse, antakse loomasöödaks või jahimeestele metsloomade söödaks (joonis 8). Lähitulevikus kasutuskõlbmatu toodangu kasutus oluliselt ei muutu, kui siis see, et mõned ettevõtjad suunavad selle bioenergia tootmisesse.



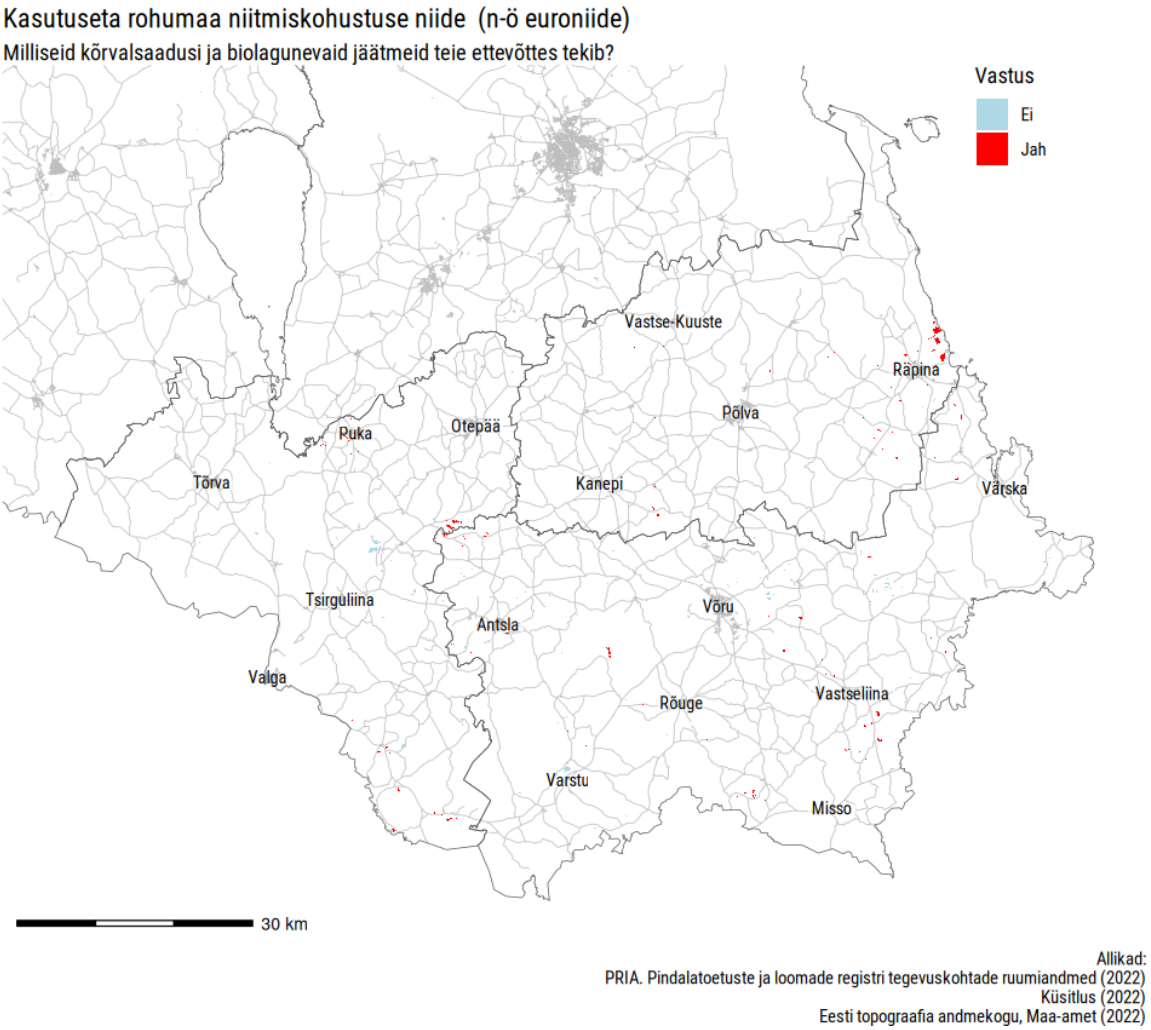
Joonis 8. Realiseerimiskõlbmatu kartuli, puu- ja köögivilja ning marjade kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

Kolmel ettevõtjal tekkis kartuli ja köögiviljade koori sõltuvalt ettevõtte muudest tegevustest 300–2000 tonni aastas, mis kompostitakse kohapeal või antakse vähemalt 80 kilomeetri kaugusel Ilmatsalus asuvasse biogaasijaama biometaani tootmiseks. Ehkki see on ettevõtte jaoks lahendus jäätmetel käitlemisel, siis suure veokauguse tõttu eelistati olukorda, kus jäätmeid saaks anda lähemal asuvasse/rajatavasse biogaasijaama.

Lisaks tekib reoveesetet, mis ühel juhul suunatakse Võru reoveepuhastusjaama. Lähisaastatel kartuli ja köögiviljakoorte kasutus ei muutu, kuigi eelistatakse neid anda tasu eest bioenergia tootmisesse.

1.1.3 Kasutamata rohtne biomass püsirohumaadelt

Valimisse kuulunud ettevõtetel moodustas püsirohumaa keskmiselt 84% rohumaade pindalast. Küsitlusega saadi vastused 240 ettevõtte kohta, keskmise püsirohumaa kasvupinnaga 55,6 hektarit. Nimetatud põllumajandustootjate püsirohumaade kasvupinnast 41% asus Võru, 40% Valga ja 18% Põlva maakonnas. Küsitletud põllumajandustootjate püsirohumaade paiknemine on näha joonisel 9.

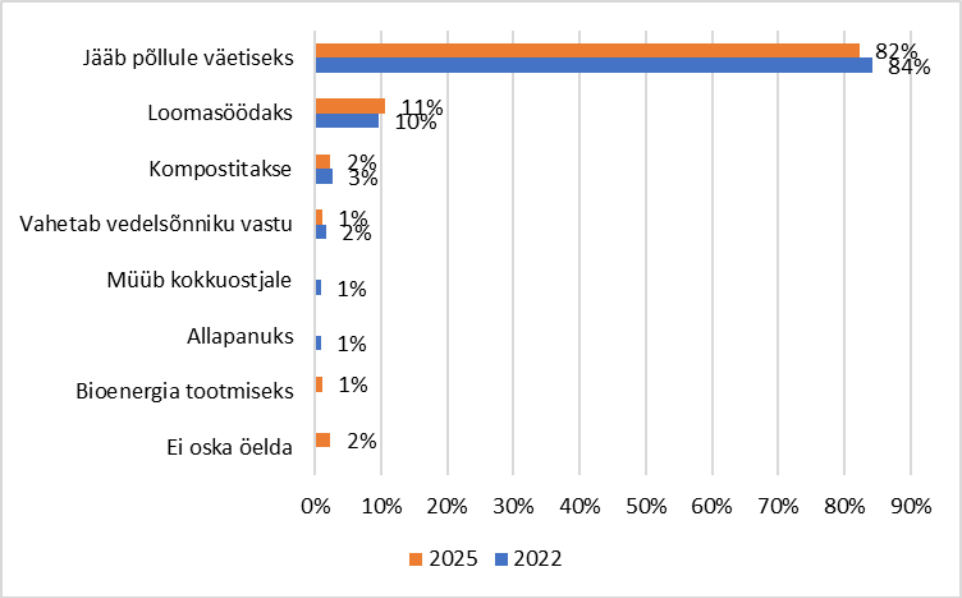


Joonis 9. Püsirohumaa kasvupinnad, kus tekib niitmiskohustuse niide (n-ö euroniide)

Püsirohumaad, millele on ettevõtja PRIAst taotlenud pindalatoetust, peavad toetuse saajad hooldama kas niitmise või muul viisil hooldamise (sh karjatamise ja hekseldamise) teel, mis annab niitmisega sarnase tulemuse. Hekseldamisega alustamine on lubatud alates 5. juulist ning püsirohumaa hooldustegevus peab olema tehtud hiljemalt 20. augustiks. Niide, v.a hekseldatud rohi, peab olema samaks tähtpäevaks ka kokku kogutud. Kuna valdavalt niitmiskohustuse niidet

kokku ei koguta, oli ettevõtjatel keeruline niite kogust nimetada. Küsitluses saadud andmete alusel (üle jääva niite kogus või kui suurel pindalal niidet üle jääb) tekib seda aastas hinnanguliselt 2887 tonni. Arvutades potentsiaalse niite koguse küsitletud taimekasvatajate püsirohumaade pindala alusel (arvestusega 4 tonni hektari kohta) võiks see olla hinnanguliselt 6700 tonni aastas.

Suurem osa küsitlusele vastanutest (84%) hekseldavad rohumaade hooldamise ja toetuse saamise eesmärgil niite ja jätavad selle rohumaale väetiseks (joonis 10). Ühelt poolt on heksli põllule jätmise põhjus selle kasutuse puudumine ning teiselt poolt ebasoodsad looduslikud olud (turvasmullad, jõelammid, keeruline reljeef, väikesed pinnad vms), mis raskendavad heksli kokku kogumist. Ülejäänud ettevõtjad (16% vastanutest) koguvad püsirohumaa niite kokku, et kasutada seda loomasöödaks, loomade allapanuks, kompostimiseks, vahetamiseks vedelsõnniku vastu või müümiseks kokkuostjale, kes realiseerib selle kokku pressituna edasi Lähis-Itta kaamelitele söödaks. Lähitulevikus kasutuseta rohumaa niite kasutus oluliselt ei muutu. Kuna heksli kogumass on üsna suur, on ettevõtjatel ootus selle väärindamiseks.



Joonis 10. Niitmiskohustuse niite kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

1.2 Loomakasvatussektoris toodetav biomass

Viimase kümne aasta jooksul on Kagu-Eestis põllumajandusloomade arv pigem langenud (tabel 4). Langenud on eelkõige lammaste ja kitsede arv 19,3 tuhandelt 13,2 tuhandele isendile ja kodulindude arv 365,7 tuhandelt 319,7 tuhandele. Samuti on langenud piimalehmade arv 13,3 tuhandelt 11,4 tuhandele isendile, kuigi tervikuna on veiste arv püsinud suhteliselt stabiilsena. Viimasest võib järeldada, et piirkonnas on veidi kasvanud lihaveiste kasvatamine. Kasvanud on sigade arv 13,9 tuhandelt 36,7 tuhande isendile (põrsaste arvu arvestamata 23,9 tuhandele).

Tabel 4. Kagu-Eestis põllumajandusloomade ja lindude arv aastatel 2012–2021

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Veised, tuhat	34,7	37,8	38,0	37,8	36,9	36,3	37,8	37,8	36,5	35,8
… piimalehmad, tuhat	13,3	13,9	14,0	13,2	12,7	12,6	12,3	11,9	11,4	11,4
Sead, tuhat	13,9	13,5	16,3	- *	- *	- *	- *	- *	- *	36,7**
Lambad ja kitsed, tuhat	19,3	21,0	21,6	21,0	19,5	18,8	16,1	15,2	14,1	13,2
Kodulinnud, tuhat	365,7	378,0	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	319,7**

*Alates 2015. aastast sigade ja alates 2014. aastast kodulindude andmete avaldamist ei võimalda andmekaitse põhimõte.
Allikas: SA tabel PM09, ** PRIA loomade register (seisuga 31.12.2021)

Maakondade lõikes on põllumajandusloomade arvukus erinev. Kui 2021. aastal oli veiseid, sh piimalehmi kõige enam Põlva maakonnas (vastavalt 14,3 tuhat ja 5,8 tuhat), siis vähem oli neid Valga (vastavalt 12,9 tuhat ja 3,7 tuhat) ja Võru (vastavalt 8,6 tuhat ja 1,9 tuhat) maakonnas. Viimasel kümnendil on maakondade lõikes veiste arv püsinud suhteliselt stabiilsena, siiski Võru maakonnas on toimunud oluline piimalehmade arvukuse langus (2012. aastal 3,2 tuhandelt 2021. aastal 1,9 tuhandele). See-eest on Võru maakonnas suurim lammaste ja kitsede arvukus 5,5 tuhat isendit, (Valga maakonnas 4,1 tuhat ja Põlva maakonnas 3,6 tuhat), mis on kümne aasta jooksul võrreldes teiste maakondaega kahanenud ka kõige vähem (kahanemine 0,8 tuhande isendi võrra).

Suurem osa loomakasvatustoodangust pärineb piimatootmisest (2021. aastal 115,4 tuhat tonni). Aastate 2012–2021 lõikes on vaatamata loomade arvukuse vähenemisele toodangu mahud liha ja piimatootmises kasvanud (tabel 5). Munatoodangus toimus 2019. aastal võrreldes 2018. aastaga järsk langus (vastavalt 57 944 tuhandel munalt 854 tuhandele munale), mis 2021. aastal kasvas 1107 tuhandele munale.

Tabel 5. Kagu-Eestis loomakasvatussaaduste toodang aastatel 2012–2021

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Liha eluskaalus, tuhat t	7,8	6,7	10,1	10,6	13,5	15,6	16,3	19,1	18,8	19,0
... veiseliha eluskaalus, tuhat t	3,5	3,5	5,6	6,0	9,1	4,8	6,8	4,6	4,7	5,0
Liha tapakaalus, tuhat t	4,8	4,0	6,1	6,4	7,6	10,2	10,3	12,8	12,6	12,7
... veiseliha tapakaalus, tuhat t	1,9	1,9	3,0	3,2	4,6	2,5	3,6	2,4	2,5	2,7
Piim, tuhat t	98,6	106,6	107,3	110,7	106,4	112,4	113,1	114,6	116,4	115,4
Munad, tuhat tk	70 334	73 647	48 970	60 969	56 910	59 875	57 944	854	1 176	1 107

Allikas: SA tabel PM10

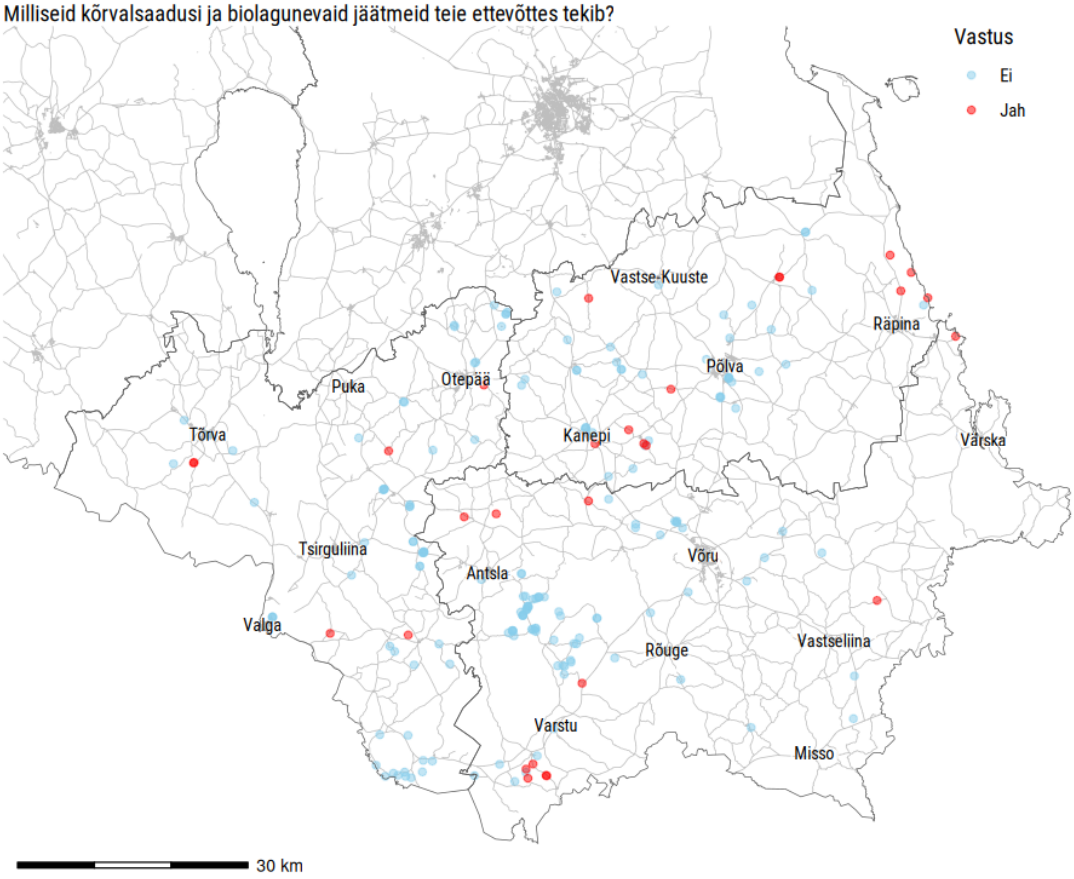
Kogu liha-, piima- ja munatoodang on suunatud inimtarbimiseks. Lihaloomad tapetakse kohalikus tapamajas või müüakse elusloomadena teise loomakasvatusettevõttesse nuumamiseks või tõuloomana.

Küsitlusega saadi vastused 116 loomakasvatusettevõtte kohta, kellest 86% olid segatootjad. Nendes ettevõtetes oli keskmiselt 190 piimalehma, 92,0 LÜ muud veist, 100,2 LÜ lammast ja kitse, 934,1 LÜ siga ning 39404 lindu. Loomakasvatusega tegelevatest ettevõtetest 40% asus Võru, 32% Valga ja 28% Põlva maakonnas.

Loomakasvatuse kõrvalsaadusteks on sõnnik, praakpiim ning surnud põllumajandusloomad (surnud muul viisil kui inimtoiduks tapmise läbi) ja 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused. Biolagunevateks jäätmeteks on samuti põllumajandusloomade söötmisest üle jäänud või riknenud sööt. Jooniselt 11 on näha, et Põlva maakonnas on enim neid loomakasvatuskohti, kus jääb üle või on riknenud heina, silo või muud sööta.

Hein (ülejääk)

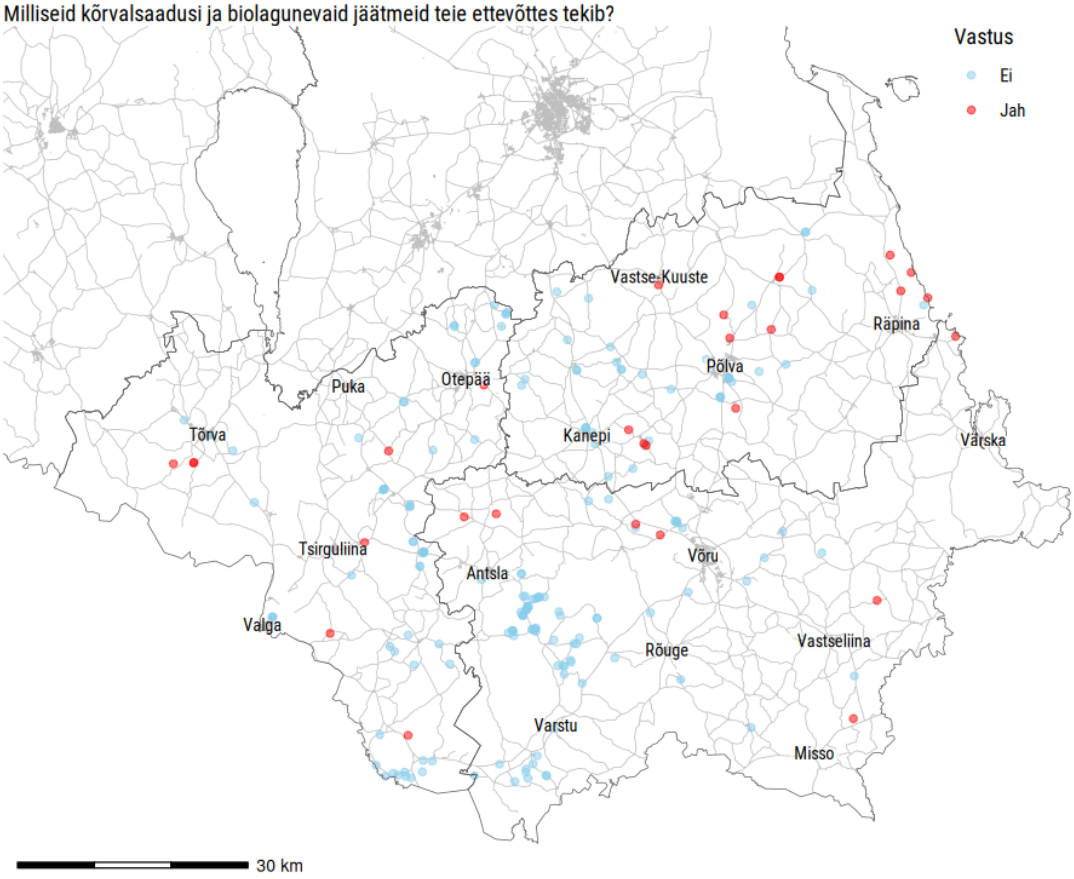
Milliseid kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid teie ettevõttes tekib?



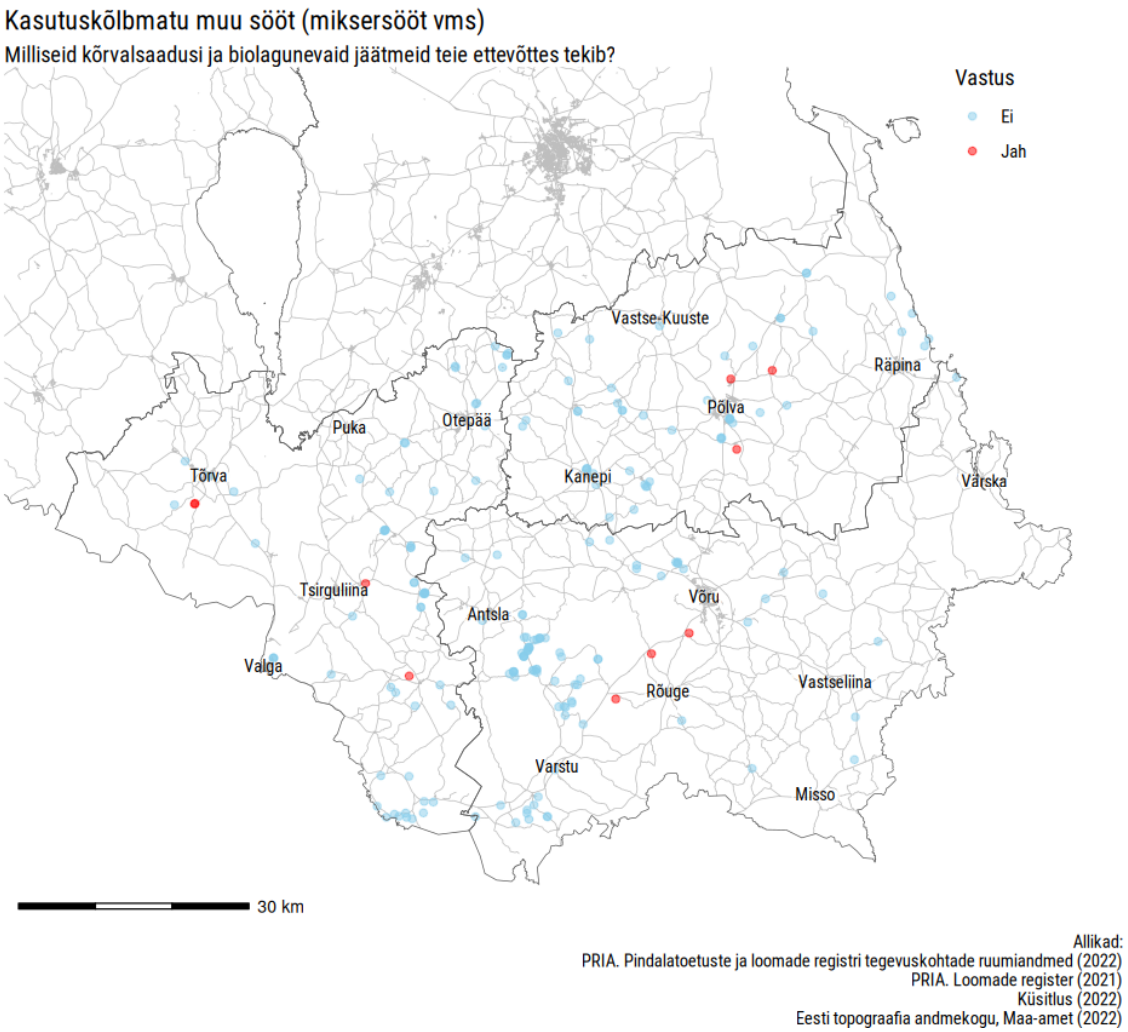
Allikad:
PRIA. Pindalatoetuste ja loomade registri tegevuskohtade ruumiandmed (2022)
PRIA. Loomade register (2021)
Küsitlus (2022)
Eesti topograafia andmekogu, Maa-amet (2022)

Silo (ülejääk)

Milliseid kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid teie ettevõttes tekib?

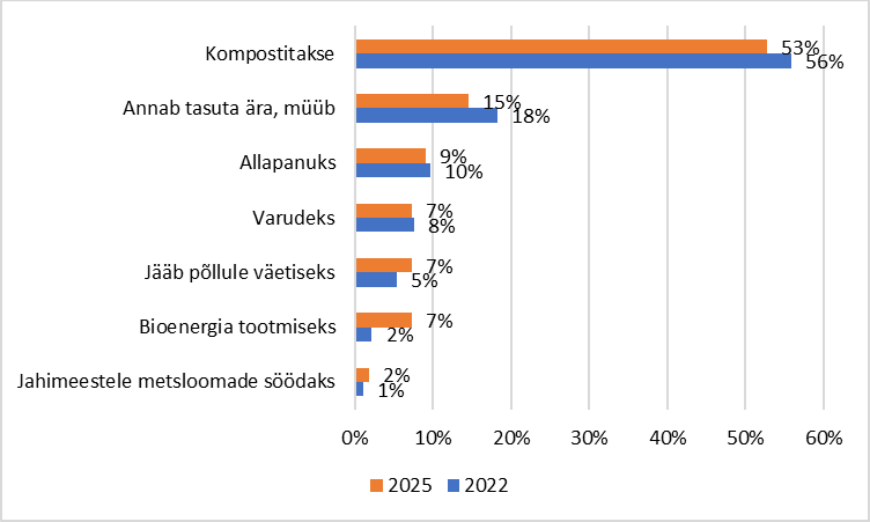


Allikad:
PRIA. Pindalatoetuste ja loomade registri tegevuskohtade ruumiandmed (2022)
PRIA. Loomade register (2021)
Küsitlus (2022)
Eesti topograafia andmekogu, Maa-amet (2022)



Joonis 11. Põllumajandusloomade pidamiskohad, kus tekib heina ja silo ülejääki ning kasutuskõlbmatut sööta

Küsitluse andmetel jääb kolmes maakonnas kokku heina üle hinnanguliselt 242 tonni, silo (ülejääk või riknenud) vastavalt 1800 tonni ja muud sööta 520 tonni aastas. Kasutuskõlbmatu sööt (hein, silo, miksersööt vms) valdavalt (56% vastajatest) kompostitakse koos sõnnikuga, kuid lihaveisekasvatuses jääb ka põllule väetiseks või mõnel juhul (liigne silo) müüakse Ilmatsalus ja Türi vallas tegutsevasse biogaasijaama biometaani tootmiseks. Heina ja silo ülejääk antakse või müüakse loomasöödaks, kasutatakse allapanuks, jääb järgmise hooaja loomasööda varuks või antakse jahimeestele (joonis 12). Lähiaastatel üle jääva või riknenud sööda kasutusviisides olulisi muutusi ette näha ei ole.



Joonis 12. Üle jääva või kasutuskõlbmatu sööda kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

Arvutuslikult tekib kolme maakonna veisekasvatusega tegelevates põllumajandusettevõtetes 316 645 tonni vedelsõnnikut, sellest 56,2% Põlva, 36,1% Valga ning 7,7% Võru maakonnas (tabel 6). Arvestatud on ainult seda osa sõnnikust, mida on võimalik koguda (ladustada). Karjatamisel rohumaadele jääva sõnniku koguseid arvutustes kasutatud ei ole. Sõnniku kogused kalkuleeriti vastavalt maaeluministri poolt 2019. aastal vastu võetud määruse[1] metoodikale. Vedelsõnniku peamiseks allikaks on piimakarjakasvatus (piimalehmad ja osaliselt noorkari).

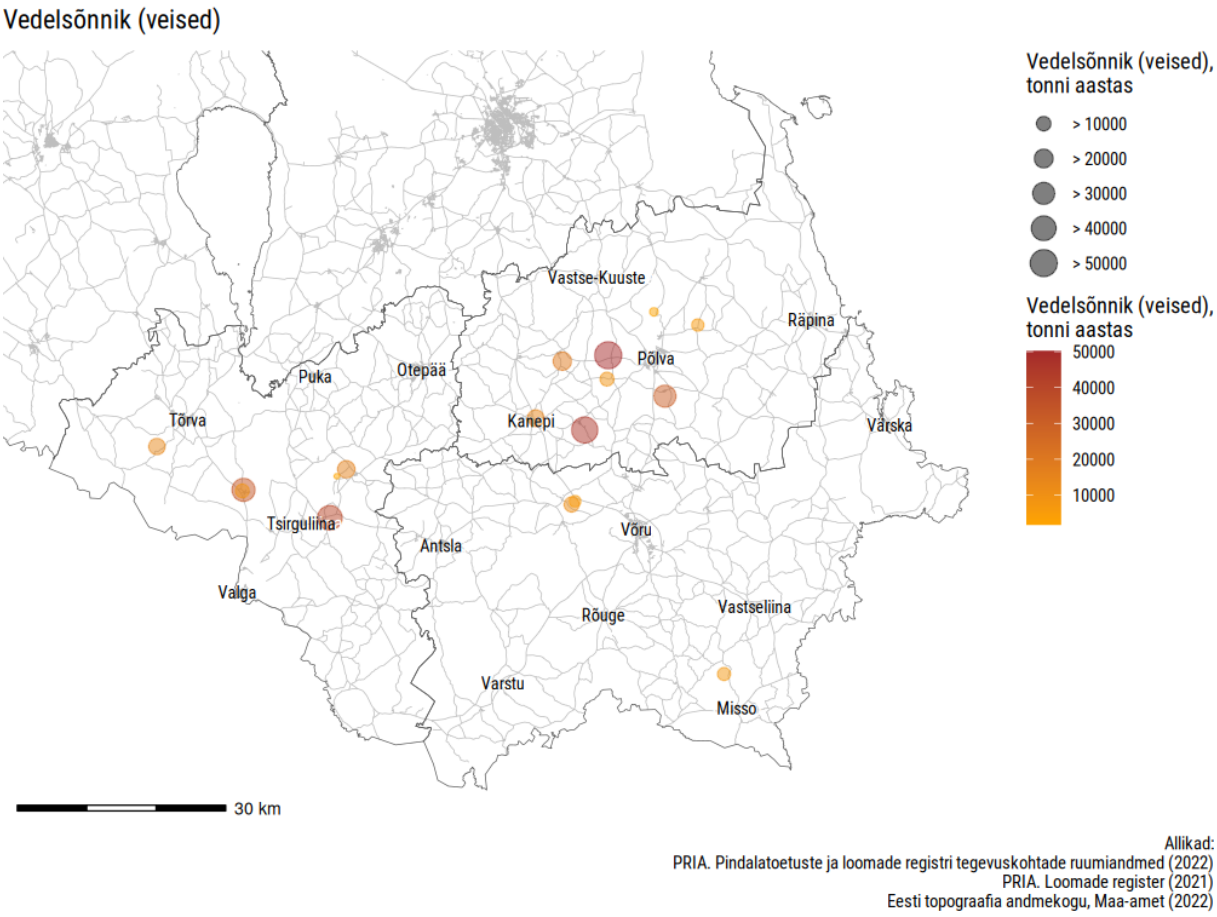
[1] Eri tüüpi sõnniku toitainesisalduse arvutuslikud väärtused, põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid ja sõnnikuhoidla mahu arvutamise metoodika. RT I, 01.10.2019, 11.

Tabel 6. Summaarsed sõnniku kogused loomaliikide (tootmisrühmade) ja maakondade lõikes

Maakond	Looma liik	Vedelsõnnik	Tahesõnnik	Sügavallapanusõnnik
		t/aasta		
Põlva	Piimaveised	161 554	17 411	
	Lihaveised			4 547
	Noorkari*	16 551	34 537	
	Sead	11 632	0	
	Lambad			4 217
	Kitsed			562
	Kodulinnud**			7 608
Valga	Piimaveised	98 198	5 905	
	Lihaveised			9 384
	Noorkari*	16 016	33 070	
	Sead	0	54	
	Lambad			4 630
	Kitsed			264
	Kodulinnud**			7 615
Võru	Piimaveised	23 404	15 238	
	Lihaveised			8 092
	Noorkari*	923	27 613	
	Sead	2851	226	
	Lambad			6 112
	Kitsed			1 003
	Kodulinnud**			22
Kokku	Piimaveised	283 156	38 553	0
	Lihaveised	0	0	22 023
	Noorkari*	33 489	95 219	0
	Sead	14 483	280	0
	Lambad	0	0	14 959
	Kitsed	0	0	1 829
	Kodulinnud**	0	0	15 245

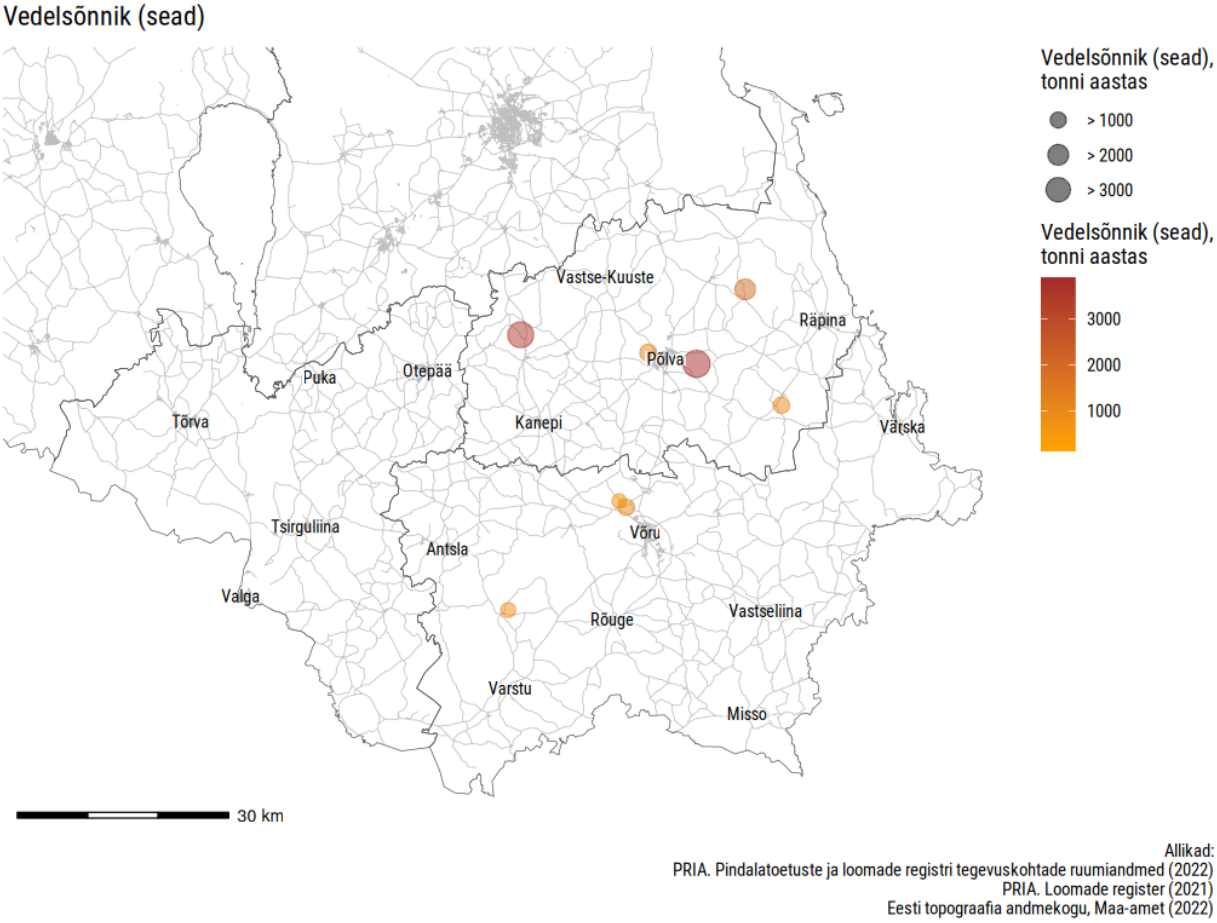
* Summaarselt piima- ja lihaveised ning kõik vanuserühmad.
** Summaarselt kõik linnuliigid ja toodangurühmad.
Allikas: PRIA loomade register (seisuga 31.12.2021)

Joonisel 13 on esitatud selliste piimakarjakasvatusega tegelevate farmide (loomakasvatusehitiste) paiknemine, kus tekkiv vedelsõnnik võiks biogaasijaamadele olla potentsiaalseks põhisubstraadi allikaks.



Joonis 13. Piimakarja (lehmad ja noorkari) vedelsõnniku tekkekohad ja kogused, t/a

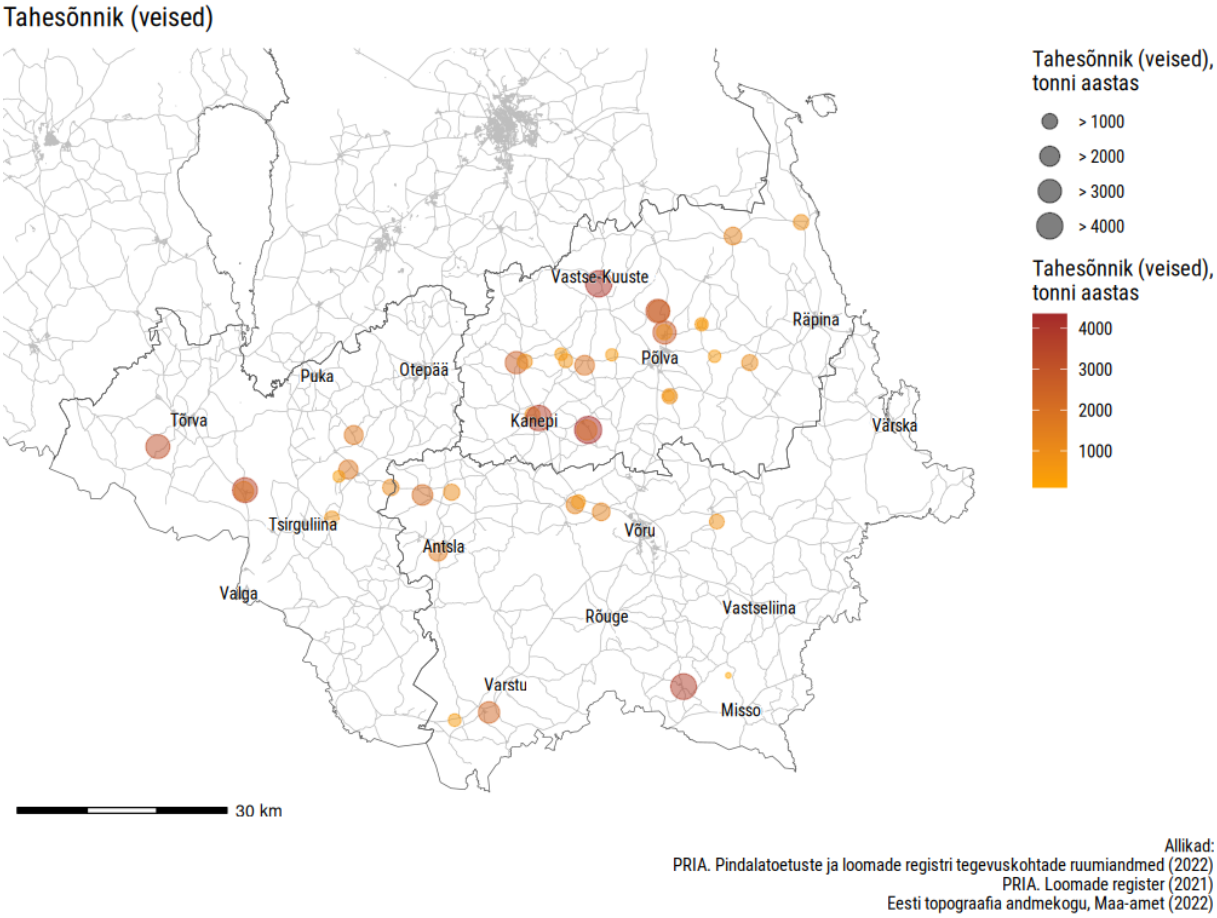
Sigade vedelsõnnikut tekib kolmes maakonnas 14 483 tonni, sellest 80,3% Põlva ning 19,7% Võru maakonnas (tabel 6). Valga maakonnas vedelsõnnikutehnoloogial põhinev seakasvatus puudub. Joonisel 14 on esitatud seakasvatusehitiste paiknemine, kus tekkiv vedelsõnnik võiks biogaasijaamadele olla potentsiaalseks põhisubstraadiks.



Joonis 14. Sigade vedelsõnniku tekkekohad ja kogused, t/a

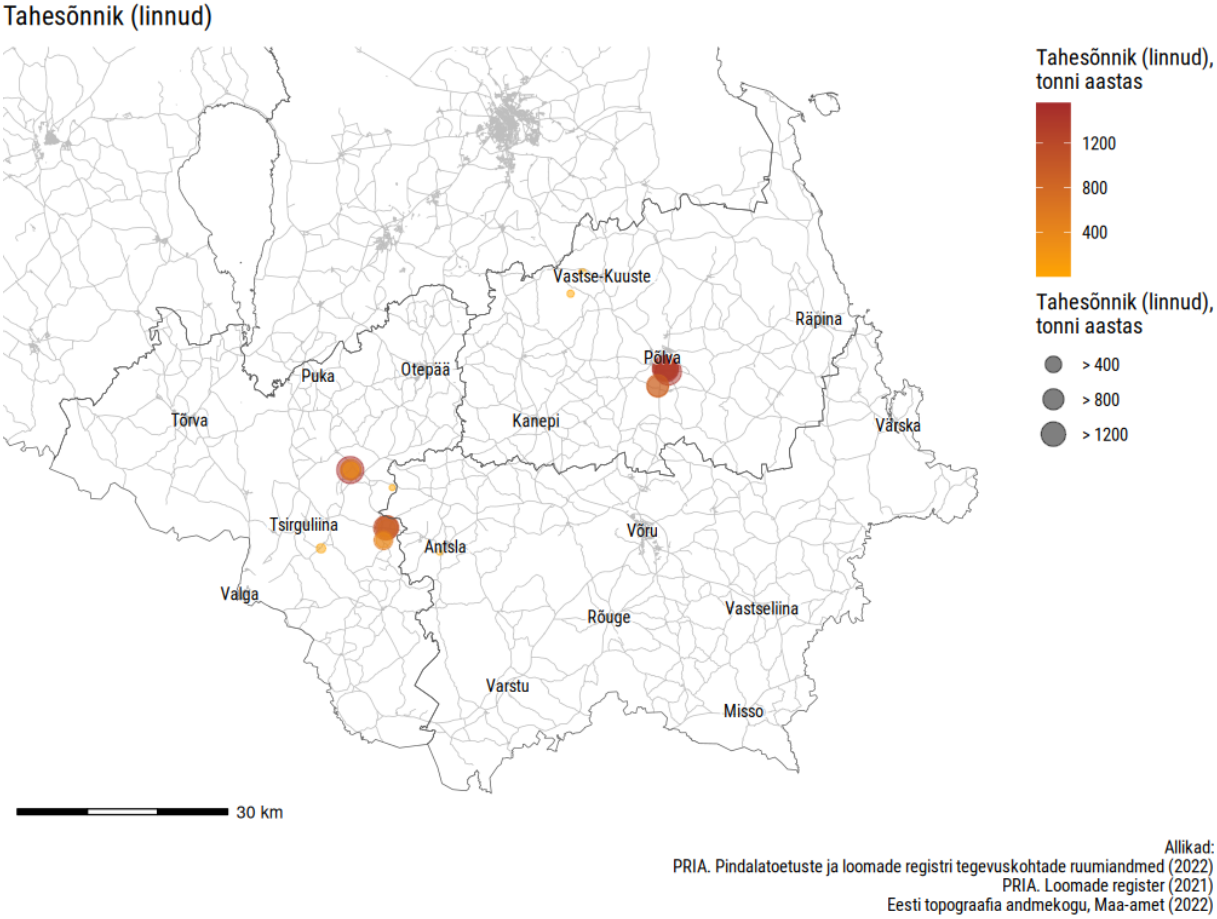
Tahesõnnikul põhinevate tehnoloogiliste lahenduste spekter on veiste tootmis- ja vanuserühmade lõikes mitmekesisem. Tahesõnnikutehnoloogiat rakendatakse peamiselt lihaveiste- ning praegusel ajal vähemal määral ka piimalehmade pidamisel. Paljudes piimafarmides, kus piimalehmad on vedelsõnnikutehnoloogiaga hoonetes, peetakse noorkarja rohke allapanuga rühmasulgudes (tahesõnnik). Summaarselt tekib kolmes maakonnas 155 795 tonni tahesõnnikut, sellest 36,3% Põlva, 31,0% Valga ning 32,7% Võru maakonnas (tabel 6). Arvestatud on ainult seda osa sõnnikust, mida on võimalik koguda (ladustada), karjatamise kestel rohumaadele jäävat sõnnikut arvestatud ei ole. Lihaveisekasvatuses karjatamisperioodi välisel ajal tekkivat tahesõnnikut pole biogaasijaamade lisasubstraadina arvestatud, kuna kogused on väikesed ning teke perioodiline. Joonisel 15 on esitatud loomakasvatusehitiste paiknemine, kus tekkiv tahesõnnik võiks olla biogaasijaamadele potentsiaalseks lisasubstraadi allikaks.

Tahesõnnikul põhinevate seakasvatustehnoloogiate osatähtsus on kolmes maakonnas marginaalne. Kokku tekib aastas vaid 280 tonni sigade tahesõnnikut, seepärast pole seda ka biogaasijaamade lisasubstraadina arvestatud ning joonisel esitatud.



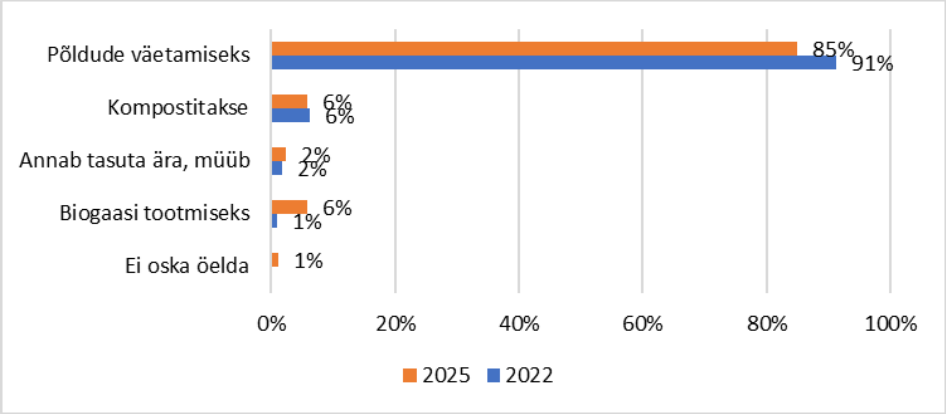
Joonis 15. Veiste tahesõnniku tekkekohad ja kogused, t/a

Kolme maakonna lõikes tekkib linnukasvatuses 15 247 tonni sõnnikut, sellest 49,9% Põlva, 49,9% Valga ning vaid 0,2 % Võru maakonnas (tabel 6). Tulenevalt kasutatavatest pidamistehnoloogiatest on tegemist ainult tahe (sügavallapanu) sõnnikuga, vedelsõnnikut Kagu-Eesti linnukasvatusettevõtetes ei teki. Joonisel 16 on esitatud lindlate paiknemine, kus tekkiv tahesõnnik oleks biogaasijaamadele potentsiaalseks lisasubstraadiks.



Joonis 16. Linnusõnniku tekkekohad ja kogused, t/a

Nii vedel- kui ka tahesõnnikut kasutatakse peaasjalikult põldude väetamiseks (joonis 17). Tahesõnnikut ka kompostitakse. Ühe ettevõtte linnukasvatuse sõnnik suunatakse 130 km kaugusele Türi vallas asuvasse biogaasijaama. Mitmed ettevõtjad planeerivad lähiaastatel oma ettevõttes tekkivat sõnnikut biogaasi tootmise kaudu väärindada. Vastustest selgub, et ettevõtjad, kes kavandavad väärindada veise vedel- ja tahesõnnikut biogaasijamas, planeerivad selle tulemina saadavat digestaati kasutada oma põldude väetamiseks.



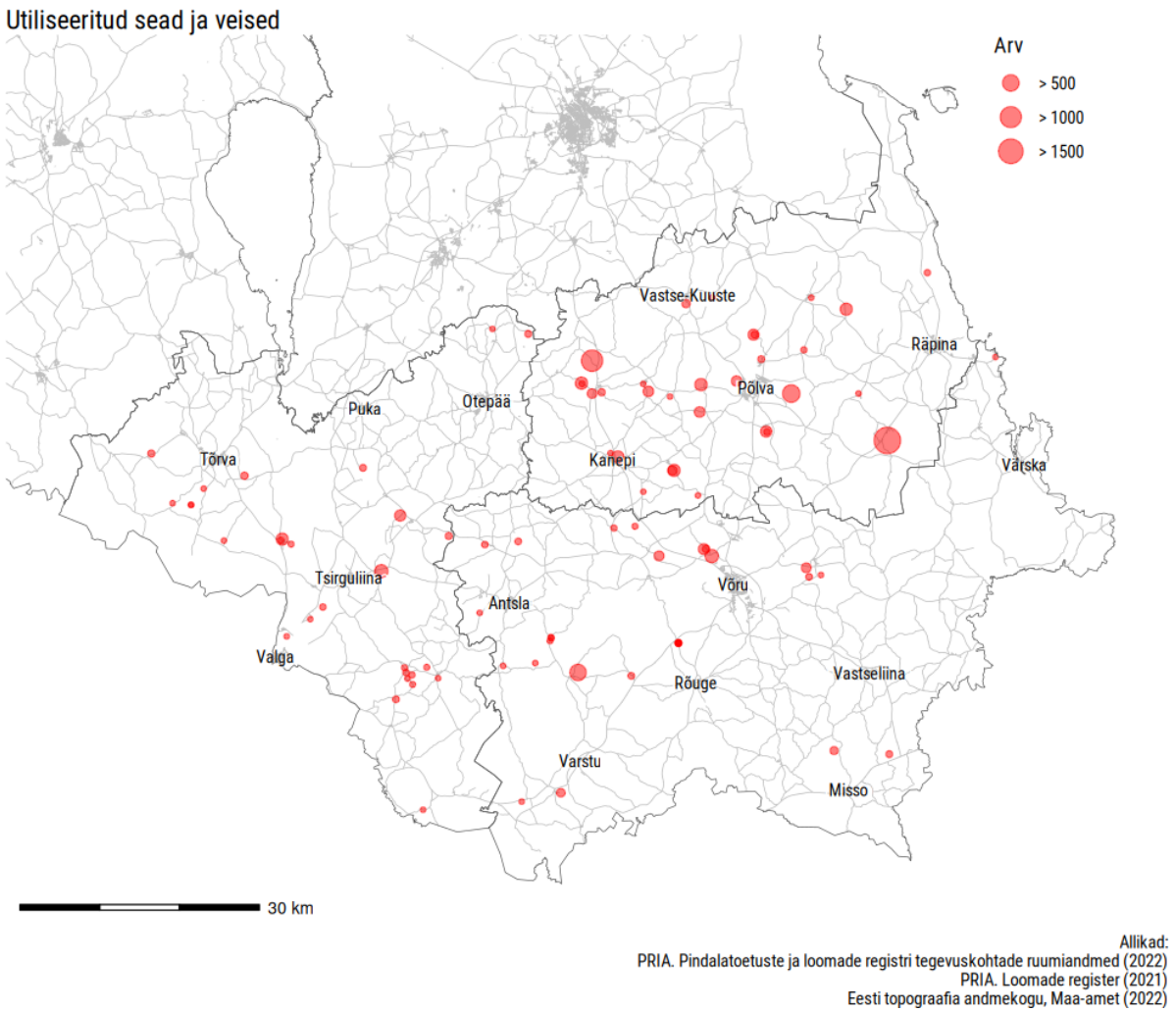
Joonis 17. Vedel- ja tahesõnniku kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

2021. aastal utiliseeriti (anti jäätmekäitlejale) Kagu-Eestis PRIA andmetel 2320 veist ja 4611 siga (joonis 18), mis lähtuvalt looma keskmisest kehamassist moodustab kokku 834 tonni (tabel 7). Utiliseeritud loomade kogukaalust lähtuvalt moodustas 63,2% Põlva, 23,4% Valga ja 13,4% Võru maakonna utiliseeritud veiste ja sigade kaal. Intensiivse loomakasvatuse suurema osatähtsusega maakondades hukkub ka enam loomi.

Tabel 7. Utiliseeritud loomade arv perioodil 31.12.2020-31.12.2021 maakondade lõikes

Maakond	Veised*		Sead**	
	pead	t/aasta	pead	t/aasta
Põlva	1 384	415	3 740	112
Valga	650	195	0	0
Võru	286	86	871	26
Kokku	2 320	696	4 611	138

*Puuduvad andmed vanuserühmade lõikes. Utiliseeritud veise keskmine kehamass arvutustes 300 kg.
**Puuduvad andmed vanuserühmade lõikes. Utiliseeritud sea keskmine kehamass arvutustes 30 kg.
Allikas: PRIA loomade register

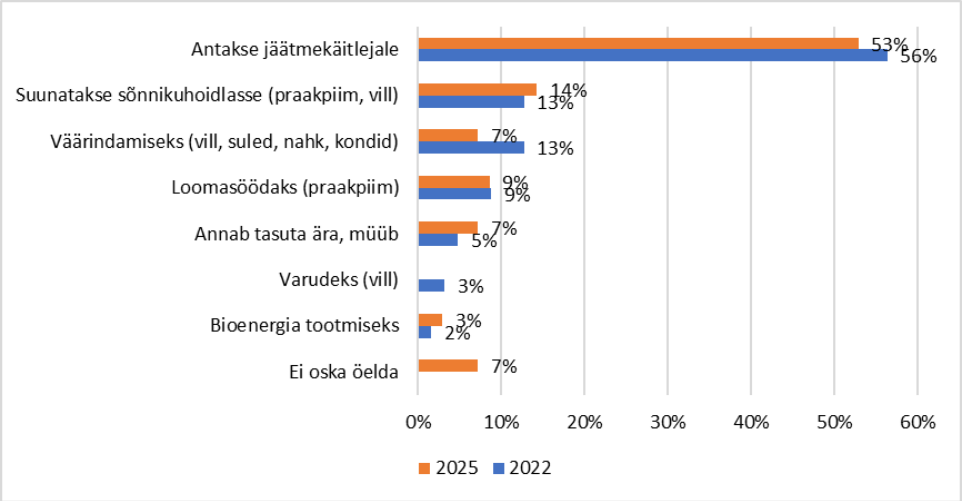


Joonis 18. Utiliseeritud sigade ja veiste arv loomapidamiskohtade lõikes perioodil 31.12.2020-31.12.2021

Küsitluses vastanud ettevõtjatel tekib aastas hinnanguliselt 2207 tonni praakpiima, kaheksa tonni villa ja 108 tonni muid 3. kategooria loomseid kõrvalsaadusi.

Loomsetest kõrvalsaadustest suunatakse praakpiim kas lägahoidlasse või antakse vasikatele söödaks (joonis 19). Surnud põllumajandusloomad käideldakse tasu eest peaasjalikult Väike-Maarjas tegutsevas loomsete kõrvalsaaduste jäätmekäitlustehases AS Vireen, kes Valgamaal teeb korra nädalas surnud põllumajandusloomade kogumisringi. Surnud loomi käideldakse ka Hummulis tegutsevas jäätmekäitlustsehhis. Villa väärindamiseks ei ole sageli väljundit leitud. Villa kompostitakse koos tahesõnnikuga, kuna vill on lämmastikurikas materjal ning sobib pärast kompostimist põllule. Kagu-Eestis tegutseb Villatoode OÜ, kes toodab villagraanulit, mida saab kasutada aias ja katmikalal multši ja väetisena. Samuti väärindatakse villa lõngaks, kasutatakse ehituses soojustusmaterjalina, antakse tasuta ära (kunstitudengitele, kogukonna liikmetele vms), müüakse, antakse jäätmekäitlejale või lihtsalt hoiustatakse mitme aasta villa. Suled suunatakse padjatäiteks või bioenergia tootmisesse. Lihaveise- ja lambanahad antakse väljaspool Eestit tegutsevatele parkalitele, pargitakse ise või müüakse soolatud toornahad Eestis tegutsevale ettevõtjale. Kondid antakse tasu eest Hummuli jäätmekäitlustsehhi, kus tehakse

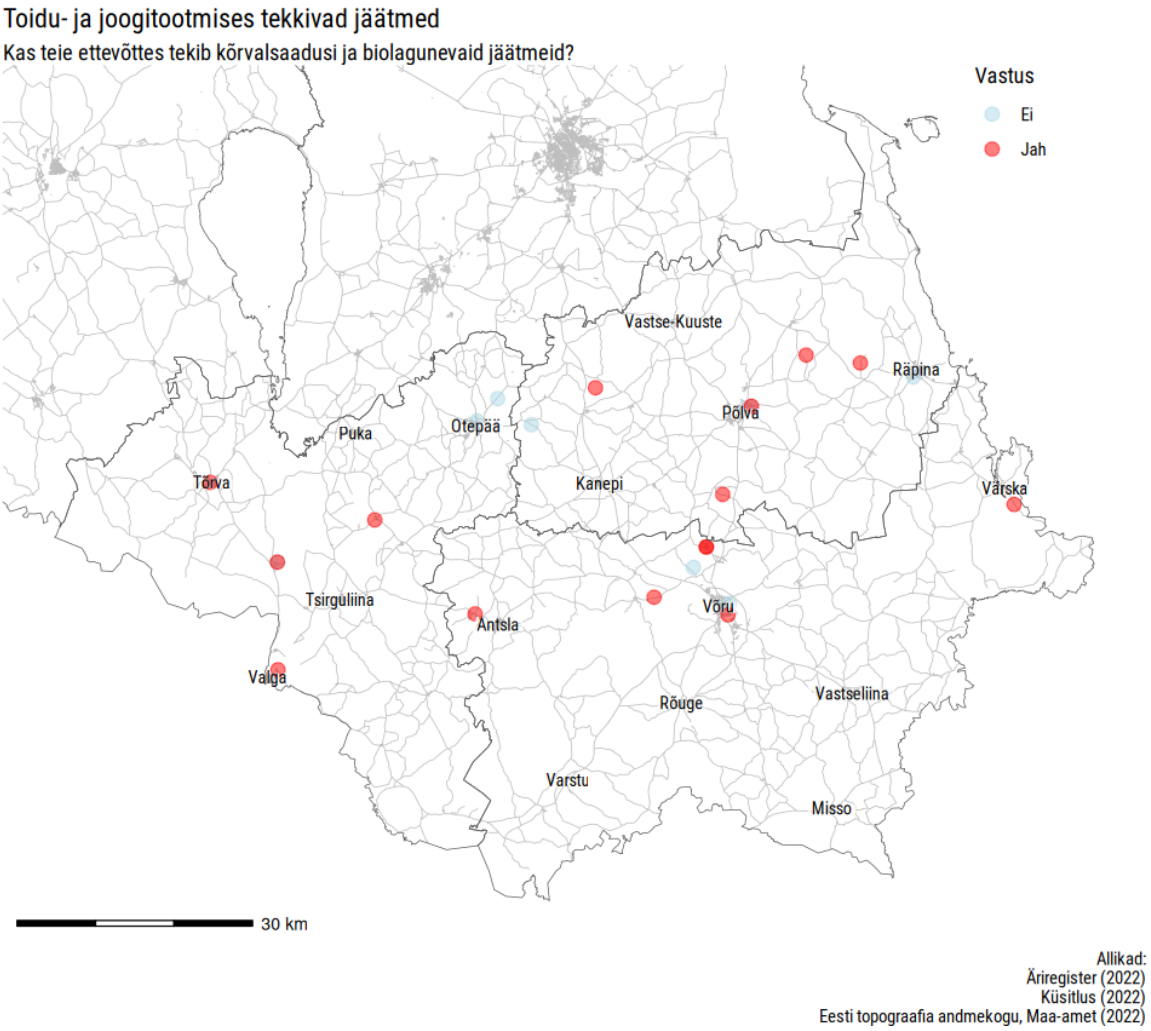
nendest kondijahu, mida saab kasutada mullaparandusainena (orgaanilise väetisena). Muud 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused (tapajäätmed vms) suunatakse samuti Hummuli jäätmekäitlustsehhi, bioenergia tootmisesse või antakse tasuta ära. Lähiaastatel loomsete kõrvalsaaduste kasutus oluliselt ei muutu.



Joonis 19. 1., 2. ja 3. kategooria loomsete kõrvalsaaduste kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

1.3 Toiduainete ja joogitootmises tekkivad kõrvalsaadused ja biolagunevad jäätmed

Küsitlusega saadi vastused 24 toiduainete ja joogitootja kohta, kellest kolm ettevõtet tegeles oma põllumajandustoodangu väärindamisega. 38% toiduainete ja joogitootjatest tegutsesid Põlva, 33% Võru ja 29% Valga maakonnas. Joonisel 20 on esitatud ka need ettevõtted, kes küsitlusele ei vastanud või väitsid, et nende ettevõttes kõrvalsaadusi või biolagunevaid jäätmeid ei teki.



Joonis 20. Küsitluse valimisse kuulunud toiduainete ja joogitootmise ettevõtete tegevuskohad

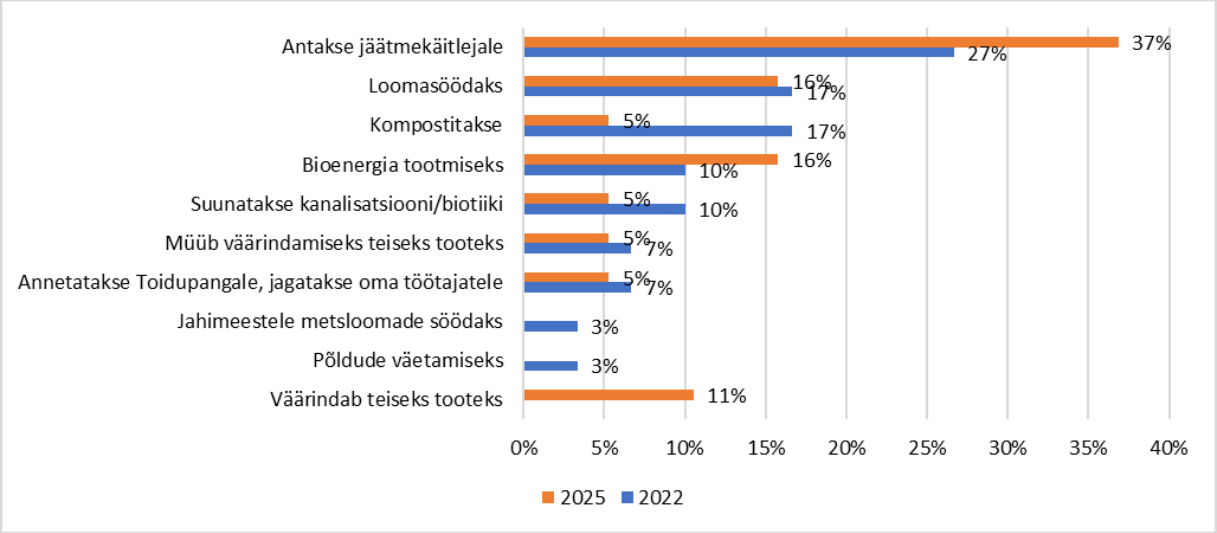
Toiduainete ja joogitootmises tekib kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmetena praak- ja realiseerimisaja ületanud tooteid ning sõltuvalt tootmise valdkonnast muid kõrvalsaadusi ja jäätmeid. Toiduainete ja joogitootmise ettevõtete lõikes on nende kogused väga erinevad (tabel 8), sõltudes tootmise valdkonnast ja mahust. Sarnaselt põllumajandustootjatele ei osanud mitmed ettevõtted kõrvalsaaduste ja jäätmete kogust öelda. Arvutuslikult tekib nimetatud tööstustes kõige enam vadakut (2500 tonni aastas), reoveesetet (2500 tonni aastas) ning puu- ja köögiviljade koori, marjade kesti (2300 tonni aastas, lisa 3). Reoveesete tuleb ettevõtte enda puhastusseadmetest ning seda võidakse käidelda ise või anda olmereoveepuhastitesse.

Tabel 8. Toiduainete ja joogitootmises tekkivate kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kogus küsitluse andmetel

	Ettevõtete arv, kes märkis kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete tekkimist	**Kogus**
Piimatootmise kõrvalsaadused (vadak, pett)	1	2 veokit nädalas, 500 t/a
Lihatootmise kõrvalsaadused (2. ja 3. kategooria loomsed jäätmed, kasutatud toiduõli)	2	28 t/a, 28 t/a
Jahu ja tangainete tootmise kõrvalsaadused (kaerakoored, klii, realiseerimiskõlbmatu jahu)	1	400 t/a, 10 t/a
Valmistoidu tootmine, metsasaaduste kokkuost (puu- ja köögiviljade koored, marjade kestad, munakoored, kohvipaks)	4	0,2 t/a
Toidulisandi tootmise kõrvalsaadus (pressijääk)	1	*
Joogitootmise kõrvalsaadused (õlleraba, püdel mass surnud pärmiga, kääituspõhjad, pressijäägid)	3	15 t/a, 5000 l/a, 180 t/a, 40 t/a
Praaktooted	5	20-100 t/a
Realiseerimisaja ületanud tooted	3	5 t/a
Reoveesete	3	2 veokit nädalas

* Andmeid ei olnud võimalik täpsustada.
Allikas: Küsitlus (2022)

Toiduainete ja joogitootmises antakse kõrvalsaadused ja biolagunevad jäätmed peamiselt jäätmekäitlejale, aga sageli ka loomasöödaks ja kompostitakse (joonis 21). Vähemal määral suunatakse 80 kilomeetri kaugusel Ilmatsalus asuvasse biogaasijaama või oma töötajatele ja jahimeestele metsloomadele söödaks, müüakse väärindamiseks, annetatakse ning suunatakse kanalisatsiooni. Näiteks piimatööstuse vadak kontsentreeritakse ning seejärel müüakse see edasi Poola ettevõttele, kes teeb sellest vadakupulbrit. Lihatööstuses kogutakse tapamajas tekkivad loomsed rasvad kokku ja suunatakse biodiisli tootmiseks Tšehhi ning tapetud põllumajandusloomade mao sisu antakse pärast kompostimist lepingupartneri põldudele väetiseks. Lähiaastatel kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kasutus eriti ei muutu. Eelkõige antakse see jäätmekäitlejatele, kuid võrreldes 2022. aastaga püüavad mõned ettevõtjad leida viise, kuidas tootmise kõrvalsaadusi ise väärindada.



Joonis 21. Toiduainete ja joogitootmises kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kasutus aastatel 2022 ja 2025, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

1.4 Reoveepuhastites tekkiv biomass

Reoveesette anaeroobne kääritamine on suuremates linnades kasutusel, kuid Kagu-Eestis mitte. Eestis kääritatakse setet olmereoveepuhastitest Tallinnas, Tartus, Narvas ja Kuressaares. Reoveepuhasti jaoks on sette anaeroobse kääritamise esmane eesmärk vajadus saavutada sette nõuetekohane stabiliseerimine ning muuta selle edasine töötlemine lihtsamaks. Käärimisel saadav biogaas on lisandväärtus. Iga väiksema reoveepuhasti jaoks kääriti rajada ei ole otstarbekas ega majanduslikult mõttekas. Võru-, Valga- ja Põlvamaa on reovee puhastamise seisukohalt üsna ühesugused: pindala kõigil veidi üle 2000 km^2, elanike arv 30 000 elaniku kandis ning asustustihedus 13–15 elanikku km^2. Andmed reoveesette kohta on tabelis 9. Igas maakonnas on suurim olmereoveepuhasti maakonna keskuses ning 1–2 väiksemat reoveepuhastit, kus on välja arendatud omaette settekäitlus. Väikepuhastid on koondatud nimetuse alla <2000 ie ning neist veetakse tavaliselt sete paakautoga mõnda suuremasse puhastisse. Olmereoveepuhastisse võidakse juhtida ka tööstusettevõtte vett (Põlva) või vastu võtta reoveesetet põllumajandustootja juures asuvast reoveepuhastist.

Tabel 9. Reoveesette hulk Kagu-Eestis

	Projekt-koormus, ie	**Tegelik töö-koormus, ie**	**Reovee-sete, kg/kuiv-aine/d**	**Reovee-sette hulk, m^3/d**	**Muda vanus, d**	**Kuiv-aine, %**	**Stabilisee-rimisviis**
Põlva (sh piimatööstus ja Ahja)	52 000	32 000	1 200	7,80	13	17	Trummel-reaktor
Räpina	2 500	2 000	130	0,80	20	20	Aunad
Põlvamaa väikepuhastid <2000 ie	4 500	600	110	-	-	-	-
Valga	15 000	15 000	1 000	7,00	13	18	Trummel-reaktor
Otepää	4 700	3 500	230	1,25	20	20	Aunad
Tõrva	3 000	2 500	180	1,00	20	20	Aunad
Valgamaa väikepuhastid <2000 ie	4 200	1 400	100	-	-	-	-
Võru*	15 000	15 000	1 000	7,00	13	18	Aunad
Võrumaa väikepuhastid <2000 ie	9 600	2 100	230	-	-	-	-
AS Võru Juust	32 000	32 000	1 000	6,00	15	16	Trummel-reaktor
Kokku	142 500	106 100	5 180	30,85			

Allikas: aqua consult Baltic OÜ (2015)

Arvestades olmereoveepuhastite reostuskoormusse ka AS Võru Juustu koormuse, mis praegu küll oma sette Ilmatsalus asuvasse biogaasijaama viib), on Kagu-Eesti reoveepuhastite summaarne reostuskoormus veidi üle 100 000 ie. See on võrreldav näiteks Tartu reoveepuhastiga, kus kääriti on olemas.

Reoveepuhastist saadakse mitut sorti setteid, millest saadakse erineval hulgal biogaasi. Välja saaks tuua järgmised toormeliigid:
1. Eelsetiti muda (toormuda mehaanilisest setitamisest)
2. Liigaktiivmuda (biomass, mis tekib reovee puhastamisel)
3. Õli- ja rasvapüüniste muda (tuuakse paakautoga reoveepuhastisse, vedel)
4. Puhastisse purgitud (tuuakse paakautoga reoveepuhastisse, vedel või tahendatud)
– muda teistest reoveepuhastitest
– septikusete
– kuivkäimla sisu

Toormuda annab liigaktiivmudast ligikaudu kolm korda rohkem biogaasi. Tehnoloogilises mõttes on toormeks aga pigem liigaktiivmuda.
Üks kuupmeeter liigaktiivmuda (kuivainet 6%, orgaanilist ainet 70%) annab 13 m^3 biogaasi.
Üks kuupmeeter toormuda (kuivainet 10%, orgaanilist ainet 80%) annab 40 m^3 biogaasi.
Palju loeb muda kuivainesisaldus ja vanus ning seadmete seisukord. Mida vanem muda, seda vähem gaasi, sest osa biomassi laguneb juba reovee puhastamise käigus.

Sette kääritamine (biogaasistamine) on kõige kallim settekäitlusmeetod (aqua consult Baltic OÜ, 2015) ning tuleb arvestada, et sette töötlemise kulu peab kajastuma Konkurentsiameti poolt kureeritavas vee hinnas. Regionaalse reoveesette-biogaasijaama puhul lisandub veokulu (sette vedu kääritini ja digestaadi vedu sealt edasi lõppkäitluspaigani).

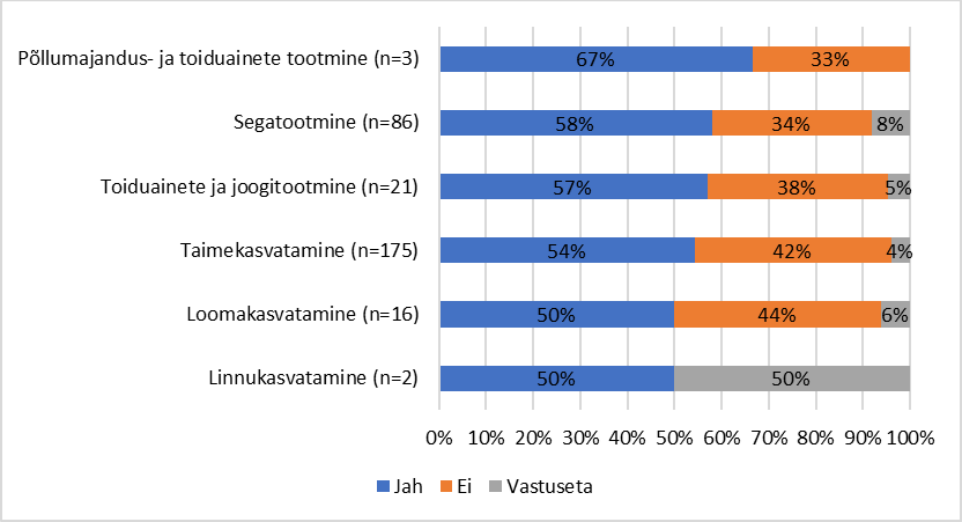
Reoveesette käitlemisel regionaalses biogaasijaamas tuleb arvestada sellega, et:
- Sete peaks olema võimalikult palju tihendatud (kuivaine sisaldus võimalikult suur), et optimeerida selle vedu. Üle tuleks vaadata sette tihendamise seadmed kõigis reoveepuhastites;
- Sete ei tohi talvel läbi külmuda, st seda tuleb ladustada köetavas hoones;
- Kasutuks muutuvad kompostimisele tehtud investeeringud, kui just seadmeid ja väljakuid ei saa kasutusele võtta muul otstarbel (nt biolagunevate jäätmete käitlemisel)
- Digestaadi edasise käitlemise seisukohalt tuleks pigem arvestada reoveesette mono-kääritamisega, kus sellele ei lisata muid jäätmeid, sest sel juhul käsitletakse digestaati kui reoveesette-digestaati, mille turustamine on põllumajandustoormest saadud digestaadist keerulisem.
- Ebaselgeks jääb Põlva piimatööstuse osakaal Põlva reoveepuhasti reostuskoormuses. Kui peaks kättesaamatuks jääma Põlva ja Võru piimatööstuste reoveesete, siis väheneb reoveesette hulk sedavõrd, et ühise reoveesettekääriti rajamine muutub ebaotstarbekaks. Ainus võimalus koormust suurendada on sel juhul võtta reoveesetet veel teistestki maakondadest, nt Elva reoveepuhastist.

- Kagu-Eesti reoveepuhastite summaarne reostuskoormus koos AS Võru Juustu panusega on veidi üle 100 000 ie, mis on võrreldav näiteks Tartu reoveepuhastiga, kus kääriti on olemas. Ehkki AS Võru Juust veab oma sette praegu Ilmatsalu biogaasijaama, on nad näidanud üles huvi veoteekonda lühendada. Seega on endiselt võimalik arvestada ka AS Võru Juustu reostuskoormusega.
- Kui reoveesette-biogaasijaama projektis ei osale AS Võru Juust ega Põlva piimatööstus (tegemist oleks siis pelgalt olmereoveega), siis väheneb reoveesette hulk oluliselt, kuid jääb võrreldavaks Kuressaare reoveepuhastusjaama biogaasijaamaga (ca 40 000 ie), st tehniliselt on see võimalik. Mida väiksem jaam, seda väiksem on summaarne gaasitoodang.
- Reoveesettel põhinevat biogaasijaama tuleks käsitleda kui osa veevärgi taristust, mitte kui gaasi saamise objekti. Elutähtsa teenusena vastutab veega varustamise ja kanalisatsiooniteenuse eest kohaliku omavalitsuse üksus, kes peab tagama teenuse toimepidevuse. Biogaasi saamine on vee-ettevõtte jaoks pigem kaasnev kui esmane eesmärk. Vee-ettevõte peab setet ära andes omama kindlustunnet, et sette käitlemine jätkub ka biogaasireaktori võimaliku avarii või korralise hoolduse korral.
- Suuremate reoveepuhastite paiknemist arvestades on võimaliku reoveesette-biogaasijaama asukohaks pakutud Võru (aqua consult Baltic OÜ, 2015).
- Kui reoveesette-biogaasijaama projektis ei osale Põlva ega Valga reoveepuhastusjaam, kuid see siiski soovitakse rajada, siis piisavalt suure koormuse tagamiseks oleks vaja sellega ühendada Võru reoveepuhasti, AS Võru Juust ning 1–2 lähedal asuvat põllumajandustootjat. Sel juhul ei ole tegu enam monokääritamisega vaid kääritama hakatakse reoveesetet ja läga ning käärimissaadust käsitletakse reoveesette-digestaadina. Selle tee valimisel tuleks lähtuda digestaadi turust, st eelkõige nende samade põllumajandustootjate huvist ja soovist digestaat omale saada. Gaasitoodangu seisukohalt on kooskääritamine pigem positiivne.

2. Bioressursside väärindamise võimalikkus Kagu-Eestis

2.1 Ettevõtjate huvitatus tootmise kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise alasest koostööst

Kagu-Eestis on põllumajandustootjate, toiduainete ja joogitootjate huvi ettevõttes tekkivate kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise vastu kõrge. 55% küsitletud ettevõtjatest on huvitatud nimetatud saaduste väärindamise alasest koostööst teiste ettevõtetega. Koostöö huvi puudub 39% ettevõtjatest ning ülejäänud ettevõtjad oma seisukohta ei väljendanud. Tegevusvaldkondade lõikes huvi või huvi puudumine koostöö vastu oluliselt ei erinenud (joonis 22).



Joonis 22. Huvi kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise alasest koostööst teiste ettevõtetega, osakaal küsitletutest (%)
Allikas: Küsitlus (2022)

Põhjused, miks ollakse või ei olda kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise alasest koostööst teiste ettevõtetega huvitatud, on nimetatud tabelis 10. Koostööaltid ollakse eelkõige seetõttu, et kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete osas juba tehakse koostööd teiste ettevõtetega. Ehk siis need antakse tasuta või tasu eest ära, sõltuvalt kõrvalsaadusest või jäätmetest kas inimestele toiduks, loomasöödaks või väärindamiseks. Samas peamine põhjus, miks koostööst teiste ettevõtetega ei olda huvitatud, on selles, et ettevõttes väärindamiseks kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid ei teki. Need ettevõtted toimivad kas täielikul ringbiomajandusel või kui kõrvalsaadusi või jäätmeid tekibki, siis väga väikeses koguses ning põhjus nende väärindamiseks ei ole perspektiivikas.

Tabel 10. Põhjused, miks ollakse või ei olda kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise alasest koostööst huvitatud, mainitud kordade arv

Põhjused, miks ollakse koostööst huvitatud	**Mainitud kordade arv**	**Põhjused, miks ei olda koostööst huvitatud**	**Mainitud kordade arv**
Juba teeb koostööd	12	Väärindamiseks kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid ei teki	53
Pole vahet, kuhu ettevõtte kõrvalsaadused või biolagunevad jäätmed suunatakse	3	Põhk või sõnnik on eelkõige väetis	27
Soov väärindada kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid	2	Tootmise lõpetamine	7
Katta ettevõtte energiavajadus bioenergia tootmisest	2	Mahetootmine (mahestaatuse säilitamine, oluline on ringmajandus, sest maheväetisena kategoriseeritavaid väetiseid on vähe ja nende hind on kõrge vms)	4
Sõnniku väärindamise kasumlikkus elektriks ja kütteks	1	Ei ole tulus	3
Vedelsõnniku väärindamisel biogaasijaamas hävivad umbrohuseemned	1	Selleks on vaja investeeringuid tehnoloogilisteks uuendusteks, ladustamise tingimuste loomiseks vms	2
Taristu olemasolu	1	Transpordikulu võib osutuda kallimaks kokkuostu hinnast	2
Niite hekseldamine on fossiilkütuse raiskamine	1	Euroniidet on pinnase tõttu keeruline kokku koguda	2
Sorteerimisjäätmeid tekib liialt palju, võtab palju ruumi	1	Villa või nahka juba väärindatakse	2
Ettevõtte ökoloogilise jalajälje vähendamine	1	Huvide konflikt	2
Vähendada survet loodusele	1	Soov toimetada omaette	2
		Sõnnikut ja digestaati ei ole mõtet edasi-tagasi vedada	1
		Teravilja müük otse kokkuostjale	1
		Ei toeta bioenergia tootmist	1

Allikas: Küsitlus (2022)

Küsitletud ettevõtjad nimetasid kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete lõikes erinevaid väärindamise võimalusi ja tingimusi, mille täitmise puhul ollakse nõus koostööd tegema teiste ettevõtetega (tabel 11). Kõige sagedamini nimetati väärindamise võimalusena bioenergia tootmist biogaasijaamas tingimusel, et koostöö peaks sisendi andjale olema kasumlik. Eelkõige võiks toorme kokkuost katta transpordi kulud ja põllumajandustootjad, kes harivad põllumajandusmaad, sooviksid biogaasijaamast vastu saada digestaati. Väljendati huvi ka väiksemahuliste biogaasijaamade rajamise vastu, kuid see läheb vastuollu biogaasijaamade rajamise põhiprintsiipidega, st tasuvuse jaoks peab jaam olema pigem suur, ühtlaselt koormatud ning lähtejäätmed peaksid olema võimalikult ühesugused.

Küsitlusest ilmnesid soodustavad tegurid ja motivaatorid, aga ka need tegurid, mis ei suurenda koostöö valmidust. Järgnevalt kirjeldame neid võimalusi, milles nähakse koostööd. Kuna antud uurimuse eesmärk oli tõsta Kagu-Eesti põllumajandustootjate ja toidutööstuste huvi väärindada tekkivaid kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid, siis kaardistati lähitulevikus võimalikud

rakenduvad bioressursi väärindamise koostööalgatused. Järgnevalt ülevaade võimalikest koostööalgatustest ning nende väärtusahelatest.

Tabel 11. Kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise võimalused ja tingimused

Kõrvalsaadus või biolagunev jääde	**Väärindamise võimalused**	**Koostöö tingimused**
Niitmiskohustuse niide	N-ö heinatehas, rohugraanulite või -pelletite tootmine ekspordiks	Investeeringuvajadus ladustamise ja hoiustamise tingimustesse Kokkuost peaks katma põllult kogumise ja transpordi kulud Tulusus
Kaerakoor	Koostöös uurida väärindamise võimalusi	
Kartuli ja realiseerimis-kõlbmatu köögivili	Bioenergia tootmine biogaasijaamas	Kokkuost peaks katma transpordi kulud Soov olla biogaasijaama osanik
Toiduainete tootmise praaktooted, reoveemuda	Bioenergia tootmine biogaasijaamas	Kokkuost peaks katma transpordi kulud
Põhk	Lokaalne bioenergia tootmine	Kui põhu väärindamisest tekib rohkem väetist, mida põllule viia Organiseeritud kokku kogumine põllult Tulusus
Realiseerimis-kõlbmatu kartul	Bioenergia tootmine biogaasijaamas	
Realiseerimiskõlbmatud marjad		Kokkuost võiks toimuda organiseeritult taluväravas
Riknenud silo	Bioenergia tootmiseks biogaasijaamas	Vastu võiks saada digestaati Tulusus
Sorteerimisjäätmed	Bioenergia tootmiseks biogaasijaamas, lokaalne bioenergia tootmine, graanulite või pelletite tootmine	Investeeringuvajadus ladustamise ja hoiustamise tingimustesse Kokkuost võiks toimuda organiseeritult taluväravas Kokkuost peaks katma transpordi kulud Tulusus Vastu võiks saada digestaati
Surnud põllumajandus-loomad	Lokaalne bioenergia tootmine (tapamaja juurde)	Tulusus
Vedelsõnnik, linnusõnnik	Bioenergia tootmine biogaasijaamas	Kokkuost peaks katma transpordi kulud Nõus ise 10-20 km raadiuses transportima Soov olla biogaasijaama osanik Tulusus Vastu võiks saada digestaati
Veiste, lammaste ja sigade mao sisu, seaharjased	Koostöös uurida väärindamise võimalusi	
Vill	Väetisegraanulite tootmine	Tulusus
Üle jääv hein	Bioenergia tootmine biogaasijaamas või kogukonna katlamajas	Tulusus

Allikas: Küsitlus (2022)

2.2 Biogaasijaamades potentsiaalselt kasutatava põllumajandusloomade sõnniku ja lisasubstraatide kogus ning potentsiaalsete biogaasijaamade asukohad

Arvestades erinevatel põllumajandustootjatel tekkivat biomassi, siis enim kõrvalsaadusi (vedelsõnnikut/tahesõnnikut) tekib piimatootmises, linnukasvatuses ja seakasvatuses (tabel 12), mis kokku moodustab üle 90% kogu piirkonna põllumajanduslikest ja toidu tootmisel tekkivatest biojäätmetest ja kõrvalsaadustest. Ülejäänud biomass moodustab vähem kui 10%.

Tabel 12. Potentsiaalselt kasutatav sõnnik ja lisasubstraadid biogaasi tootmiseks Kagu-Eestis

Bioressurss	**Kuivaine**	**Kogus, t/aasta**		
	%	**Põlvamaa**	**Valgamaa**	**Võrumaa**
Sõnnik				
Vedelsõnnik	5,9	189 737	114 214	27 178
Tahesõnnik	24	37 943	14 407	16 035
Sügavallapanusõnnik (linnusõnnik)	40	7 596	7 605	0
Lisasubstraadid				
Praakpiim	7,0	2 134	0	73
Silo (ülejääk)	23,6	1 277	200	525
Kasutuskõlbmatu muu sööt (miksersööt vms)	33,5	520	0	0
Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu teravili koos prahisusega vms	65	927	544	735
Juustujäägid	75	0	0	100
Pett	8,6	0	0	500
Kartul	21,7	15	0	85
Kartulikoored	21,7	0	0	305
Puu- ja köögiviljade koored, marjade kestad	12,5	0	0	2 002
Praaktooted (marjad, seened)	25	0	0	1
Kääituspõhjad (marjaveinid)	22	0	0	180
Realiseerimiskõlbmatu peet, kaalikas	12	32	0	0
3. kategooria loomsed kõrvalsaadused	50	0	16	92
Õlleraba	20,8	18	0	0
Õlletootmise jääk (vedel mass) surnud pärmiga	15	6	0	0
Praakõunad	16,6	13	0	0
Õunte pressjääk	20	40	0	0

Allikas: Küsitlus (2022), autorite arvutused

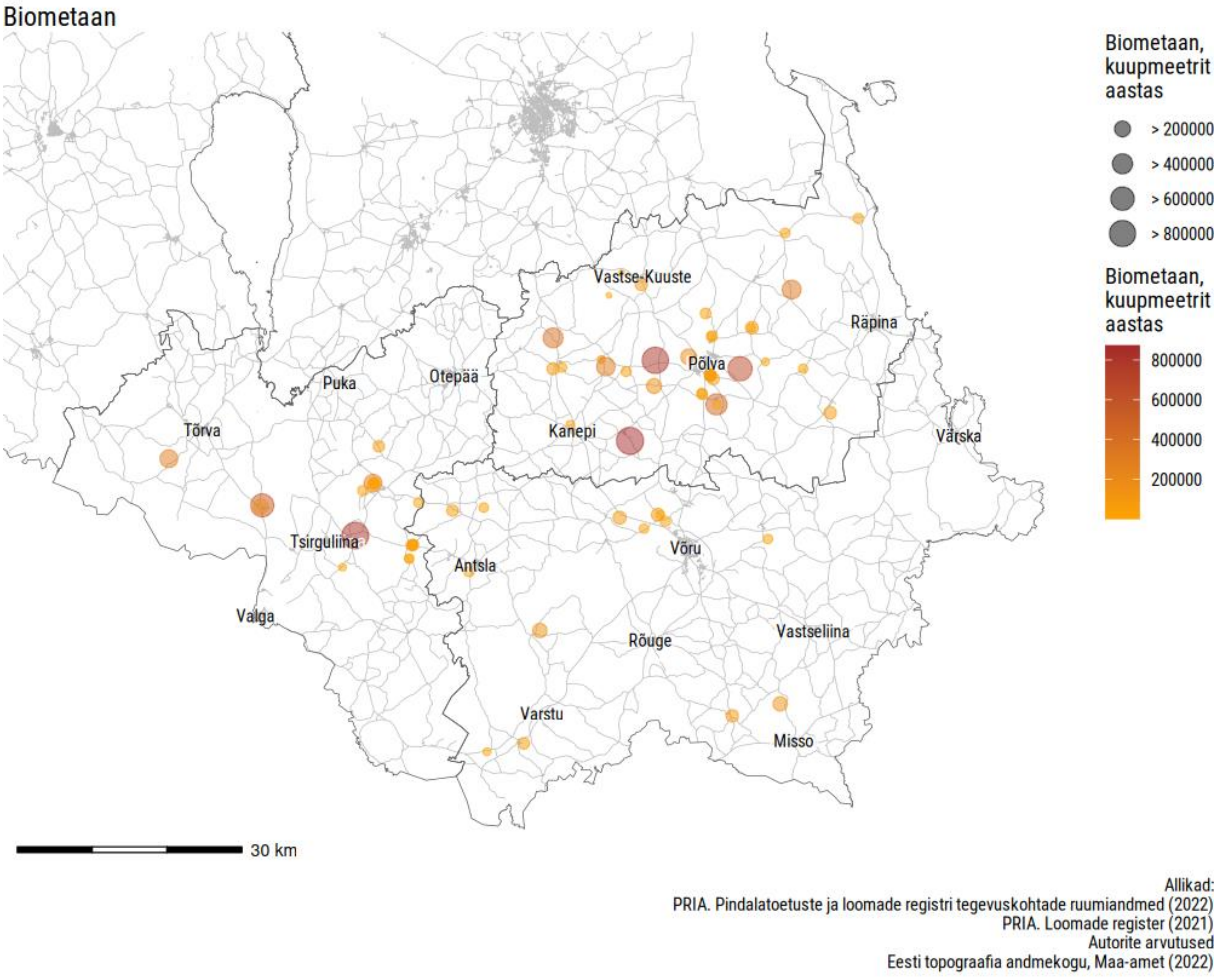
Põllumajandustootmisest pärinevte kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätme väärindamisel on üheks võimaluseks nendest biogaasi (biometaani) tootmine. Biogaasijaama optimaalse funktsioneerimise üks põhieeldusi on toorainete (substraatide) ajas pidev ja mahuliselt ühtlane tarnevoog. Seetõttu on biogaasijaamade rajamine otstarbekas seal, kus eelpool nimetatud tingimus on täidetud. Uuringus käsitletud bioressursside kontekstis on toorme pidev ja ühtlane

voog tagatud eelkõige piimatootmises ja seakasvatuses tekkiva sõnniku baasil. Loomakasvatuse kontekstis ei ole otstarbekas põhisubstraatidena arvestada kõrvalsaadusi (sõnnikut), mille kättesaadavus on perioodiline.

Kalkulatsioonide põhikriteeriumid käesolevas uuringus on järgmised:

1) Piimalehmade arv: >= 50.
2) Munakanade arv: >= 150.
3) Lihaveiseid, lambaid ja kitsi kalkulatsioonides ei arvestatud, kuna nimetatud loomarühmade (tahe- ja sügavallapanu) sõnnik on eeldatavasti saadaval ainult karjatamisperioodi välisel ajal ja suhteliselt väikeses koguses.
4) Põllumajanduslindudest arvestati munakanu ja broilereid.
5) Seakasvatusettevõtetest arvestati vaid vedelsõnniku tehnoloogiaga sigalaid.
6) Utiliseeritud loomi arvestatud ei ole, kuna tulenevalt seadusandlusest on käesoleval ajal biogaasijaamades lubatud kasutada ainult 3. kategooria loomseid jäätmeid termilise töötlemise (70°C, 1h) järgselt.
7) Ühe biogaasi reaktori keskmine maht 4000 m^3, keskmine substraadi viibeaeg 30 päeva (lähteandmeteks võeti 2022. aasta lõpul toimivate Eesti põllumajanduslike biogaasijaamade keskmised näitajad).
8) Märgkääritamise tehnoloogia, substraatide maksimaalne summaarne kuivainesisaldus kääritis 18%.

Hinnates loomakasvatuses, eelkõige piimatootmises tekkiva vedel- ja tahesõnniku mahtu lähtuvalt loomade arvust, kujunevad Kagu-Eesti kontekstis välja biogaasijaamade võimalikud asukohad (joonis 23).



Joonis 23. Loomakasvatusehitiste asukohad, kus tekkiva vedel- ja tahesõnniku kogused (mahud) ja tarnevood on sobilikud kasutamiseks biogaasijaamades ning vastavalt sõnnikutüübile potentsiaalselt sünteesitava biometaani maht, m^3

Biogaasireaktorite arvu kalkulatsioonid maakondade lõikes (tabel 13) tulenevad põhisubstraadi (sõnniku) ressursist (PRIA andmed, kalkulatsiooni põhikriteeriumid). Kuna taimse substraadi (eeskätt silo), toiduainete ning joogitootmise kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kogused lähtuvad küsitluse andmetest (tabel 12), siis tegelik ressurss on kindlasti suurem. Biogaasi tootmisel ei ole käesolevas uuringus substraatidena arvestatud põhku ja heina, sest nende biometaani tootlikkus on madal, selle suurendamine eeldab eeltöötlust ja seetõttu lisainvesteeringuid jaama rajamisel.

Tabel 13. Biogaasi tootmise potentsiaalne ressurss ja võimalike kääritite arv Kagu-Eestis

Parameetrid	Põlvamaa	Valgamaa	Võrumaa
Substraadi maht kokku , m^3/aasta	251 332	142 665	51 789
Substraadi kuivaine, %	10,2	10	13,8
Substraadi kogus, m^3/päev	688,6	390,9	141,9
Viibeaeg, päeva	30	30	30
Kääriti(te) maht kokku, m^3	20 657,4	11 725,9	4 256,6
Kääritite (4000 m^3) arv	5,2	2,9	1,1

Biogaasijaamade rajamine on antud uuringus selgelt väljajoonistuv ärimudel loomakasvatuse kõrvalsaaduste ja taimse biomassi väärindamiseks. Biogaasi tootmise eelistena tõid fookusgrupis osalejad välja sõnniku käitlemisega seotud kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamise ja umbrohuseemnete leviku piiramise, viimane omakorda vähendaks vajadust umbrohutõrje preparaatide kasutamiseks. Ka piimatööstusel tekib väärtuspakkumises võimalus näidata oma toodangu kohta loomakasvatusest pärineva CO_2 emissiooni vähendamist (süsiniku jalajälje vähendamist piima tootmisel).

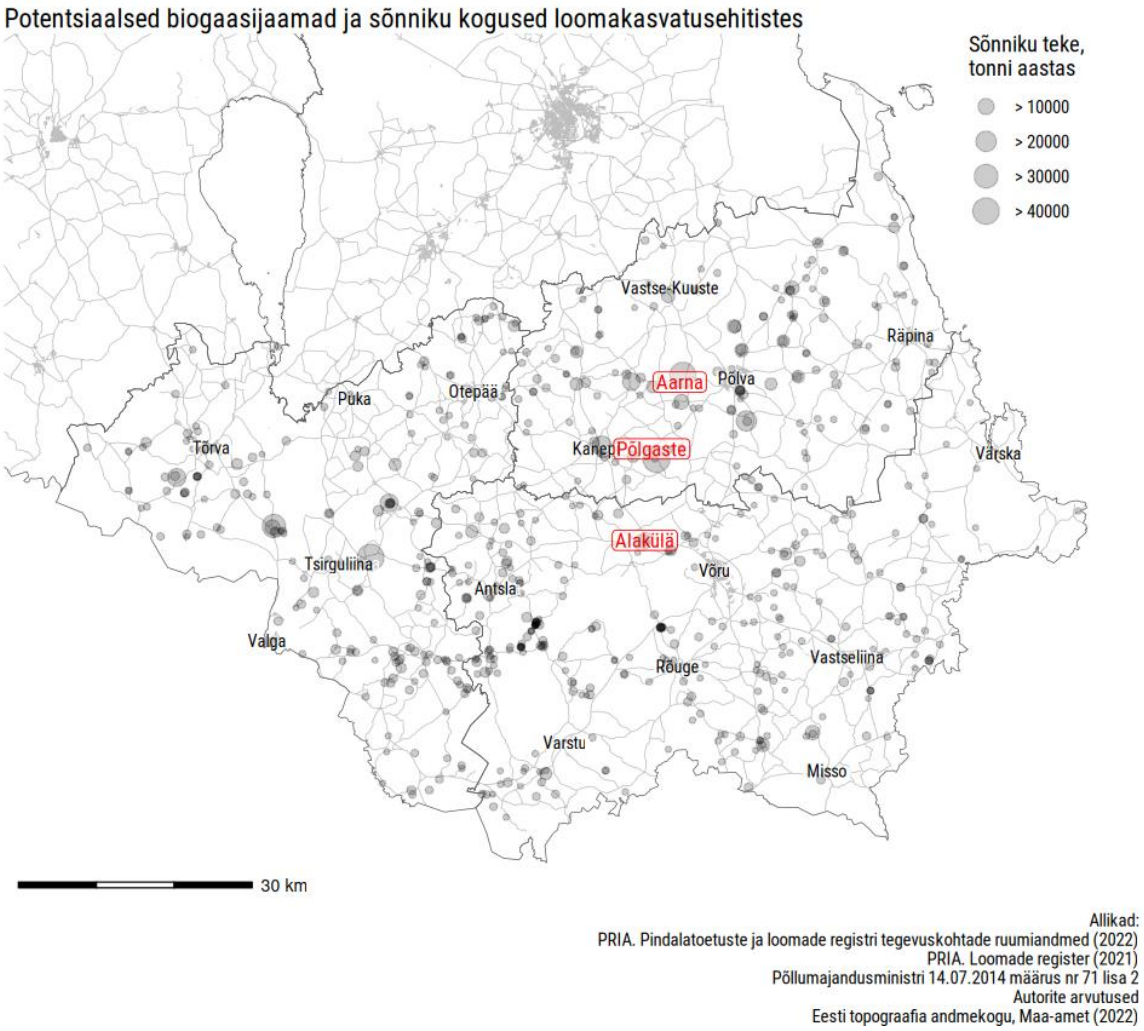
Biojäätmete väärindamiseks on võimalusi, aga selle realiseerimiseks peavad olema täidetud teatud eeldused. Mitmed kõrvalsaadused paiknevad hajusalt. Biojäätmete kõrgemaks väärindamiseks vajalik kogumissüsteem ja logistika tekitab täiendavaid kulutusi (paljude jäätmete puhul on tegemist perioodilise tekkega). Enamus biogaasi tootmiseks olulisemaid kõrvalsaadusi asuvad selgelt piiritletud loomakasvatusehitiste lähedal. Biogaasijaama toimimiseks on vajalik pidev igapäevane biojäätmete või kõrvalsaaduste voog ja tagasi digestaadi transport. Tulenevalt kõrgetest kütusekuludest ja sellega kaasnevast süsiniku heitest transpordil peetakse optimaalseks sisendi veokauguseks 10–15 km. Sisendi optimaalse veokauguse kontekstis tuleb arvestada ka sisendi biogaasi tootlikkust. Nii võib kõrge biogaasi tootlikkusega biojäätmete vedu osutuda ratsionaalseks ka pikemate vahemaade korral kui eelpool viidatud.

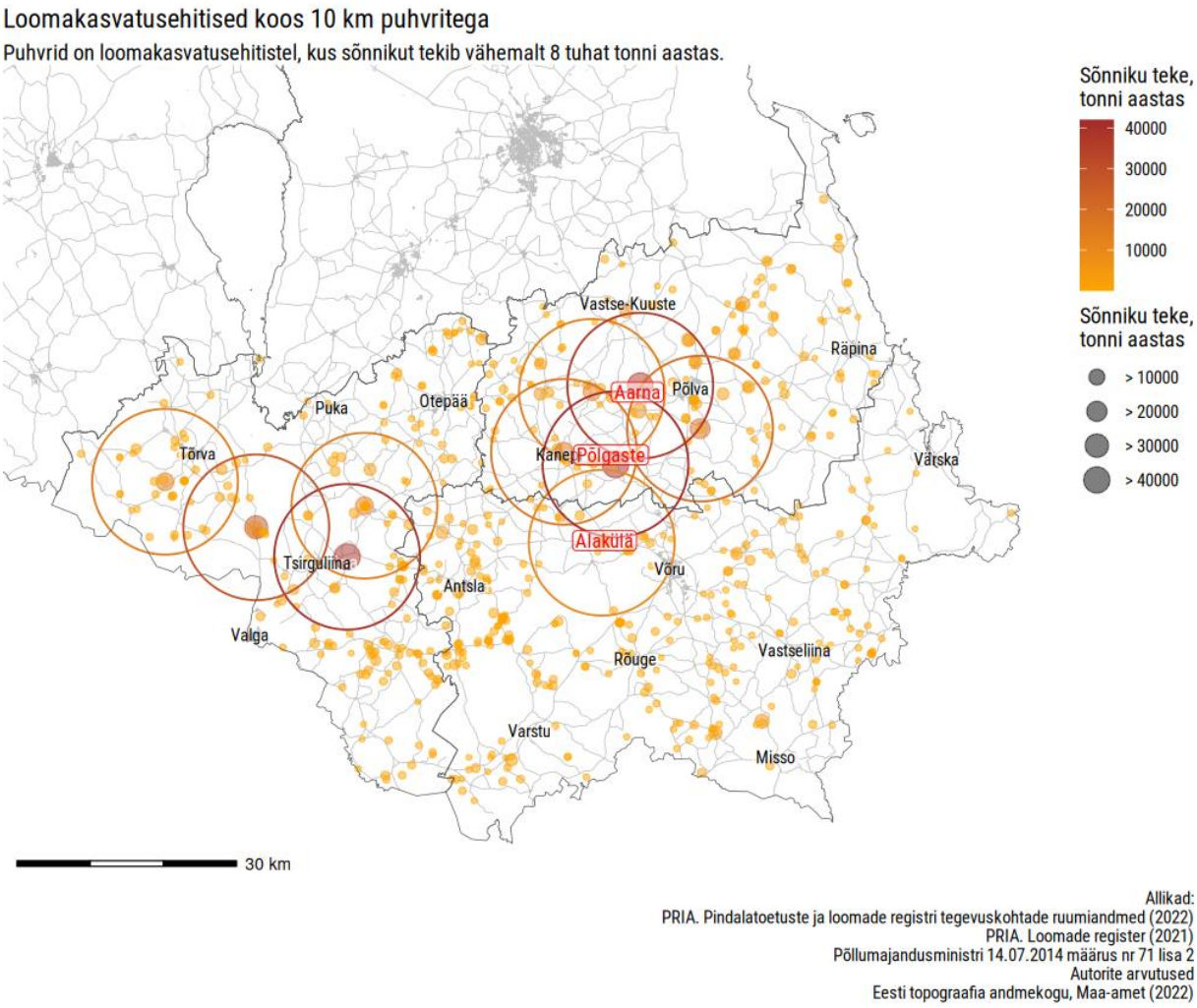
Kui kaardil (joonis 24) vaadelda lähestikku asuvate põllumajanduses tekkivate kõrvalsaaduste võimalike väärindamiskeskuste (biogaasijaamade) vahekaugusi, siis need paiknevad üksteisest ca 20–30 km kaugusel. Analüüsi tulemus konkreetsete juhtumiuuringute mõistes on aruandes kirjeldatud kodeeritult, näiteks ettevõte A ja temaga koostöös toimiv piirkond.

Lähtuvalt eelnevast arutelust, on Põlva maakonnas potentsiaalseks biojäätmete ja kõrvaltoodangu väärindamise võimaluseks biogaasi tootmine Aarna piirkonnas (joonis 24). Järgnevalt esitatud info ettevõtte A biogaasijaama toorme vajadusest, selle koostisest ning väljundi võimsusest pärineb personaalsest intervjuust grupi ettevõtjaga.

Kavandatud on väärindada 142 000 tonni sisendit aastas. Biometaani tootmise põhisisend on hinnanguliselt 104 000 tonni Põlva piirkonna lautade vedelsõnnikut. Lisasubstraatideks on 20 000 tonni tahesõnnikut, 5100 tonni linnusõnnikut, 730 tonni söödajäätmeid, 1200 tonni rohusilo, 600 tonni maisisilo, 1000 tonni õlleraba ning 10 000 tonni vadakut. Biogaasi päevaseks toodanguks on planeeritud ligikaudu 13 000 Nm^3 (normaalkuupmeetrit), milles sisaldub keskmiselt 60% CH_4. Päevane sisendi vajadus on ca 400 tonni ning väljundiks on ka sama palju digestaati. Vadak pärineb Tere Põlva tehasest ja õlleraba A. Le Coq Tartu tehasest. Variandina oli kaalumisel ühendada tootmise asukoht olemasoleva gaasivõrguga, pikkus ca 7 km, mis nõuaks lisainvesteeringuid ca 1,8–2 miljonit eurot. Antud biogaasijaama koguinvesteering on 18 miljonit eurot. Investeeringu teostamisel on planeeritud kaasata investoriks energiamüügi ettevõtteid. Biogaasijaama asukoha ja võimaliku sisendi transpordi ning digestaadi tagasiveo kauguseks on arvestatud maksimaalselt 20–25 km. Toodetavat biometaani on planeeritud kasutada oma grupi ettevõtete masinapargi kütusena ja müüa. Ettevõte otsib alternatiivseid lahendusi ka surnud põllumajandusloomade väärindamiseks, kuid sellega praegu aktiivselt ei tegelda ning see on pigem perspektiivne vaade. Kirjeldatud biogaasijaama ehitus on planeeritud aastatel 2024–2025.

Lisaks on ettevõte A kavandamas täiendavat biogaasijaama Valgamaale Hummuli piirkonda aastatel 2026–2027 koostöös piimatootja ja/või toiduainete tootjaga. Sisendiks on kavandatud 62 000 tonni aastas ning väljundiks 5100 Nm^3 biogaasi päevas.





Joonis 24. Biogaasijaamade võimalikud asukohad Kagu-Eestis arvestades loomakasvatusehitiste paiknemist, tekkivat sõnnikukogust ja 10 kilomeetri puhvertsooni

Personaalse intervjuu käigus piirkonna valimi ettevõtjatega ning fookusgrupis sai kinnitust, et kavandamisel on ka teine võimalik biogaasijaam Põlvamaale Kanepi valda Põlgaste piirkonda. Uuringus nimetame antud näidet tinglikult ettevõtteks B ja temaga koostööd tegevateks ettevõtjateks. Kuivõrd aruande valmimise hetkeks ei ole detailsemad koostöö plaanid avalikustatud, siis täpsustavat infot pole võimalik jagada. Kavandatava biogaasijaama sisendi vajadus on ca 100 000 m^3 aastas.

Fookusgrupi raames arutleti ka mitmete teiste koostööalgatuste teemal, eelkõige biogaasi tootmiseks ning veiste vedelsõnniku väärindamiseks Võrumaal, mida aruandes käsitleme variandina C. Ühes ettevõttes aastas tekkiv 30 000 m^3 ning lähedal asuva ettevõtte täiendav 13 000 m^3 veisesõnnikut aastas on arvestatav kogus sisendiks väiksemamahulise biogaasijaama korral. Lisasubstraatidena on potentsiaalseks sisendiks silo, erinevad köögiviljajäätmed, täiendav sõnnik kolmandatelt partneritelt, tapajäätmed ja võimalik heitveepuhastusjääde. Ettevõtjatel olemas võimalus biogaasi tootmisel tekkiva digestaadi vastuvõtmiseks ja ladustamiseks. Siiski lisaks rajatavale biogaasijaamale eeldab projekt teatud mahus täiendavaid

investeeringuid ka vajalikule taristule. Ettevõtjate hinnangul on valmidus koostööks olemas ning konkreetsete edasiste sammude tegemiseks tuleks alustada läbirääkimisi juba detailsemalt.

Võru piirkonnas tegutseb piimatööstus, kellel on huvi leida alternatiivne väärindmise võimalus juustutootmisel tekkivale reoveele mahus 1000 m^3 päevas, ca 10 000 tonnile praaktoodangule (kuivaine 5%) aastas (830 tonni kuus) ja juustujäätmetele mahus 150 tonni aastas (12,5 tonni kuus). Nimetatud substraadid ja kogused on olulised täiendavaks sisendiks biogaasi tootmisel Võru maakonnas.

Joonisel 24 on esitatud potentsiaalsete biogaasijaamade asukohad tulenevalt küsitlusest, täiendavatest intervjuudest ja fookusgrupi sisendist. Lisaks on samal joonisel esitatud ka muud võimalused biogaasijaamade rajamiseks lähtuvalt olemasolevate loomakasvatusehitiste asukohtadest ning arvestuslikest sõnnikukogustest uuritavas piirkonnas 10 kilomeetri raadiuse puhvertsoonidega, eeldusel, et sõnnikut tekib vähemalt 8000 tonni aastas. Küsitletud väiksemad piimakarjakasvatajad, kellel on vedelsõnnikuhoidla, on huvitatud vedelsõnnikuhoidlast emiteeruva gaasi kinni püüdmisest ja selle kasutamisest ettevõtte vajadusteks (vee, ruumide soojendamiseks vms).

Lisaks eeltoodule ilmnes küsitlusest, et ühel Kagu-Eestis tegutseval lihatoodete tootjal on huvi rajada biogaasijaam või teha koostööd mõne teise 3. kategooria loomaste kõrvalsaaduste väärindamise ettevõttega. Otepää Veevärk on mõelnud oma jäätmetest biogaasi tootmisele ning tekkiva digestaadi kasutamisele haljastuses (mitte inimtoidu tootmiseks).

Küsitluses ja fookusgrupi arutelus selgus, et ettevõtjad ei ole rahul surnud põllumajandusloomade (1. ja 2. kategooria) ja 3. kategooria loomsete kõrvalsaaduste toimiva väärindamisega. Praegu tuleb 1. ja 2. kategooria loomsed kõrvalsaadused utiliseerida enam kui 130 km kaugusel asuvas ASis Vireen. Lubatud on teatud tingimuste täitmisel kasutada nt biogaasijaamas toorainena ainult 3. kategooria loomseid kõrvalsaadusi. Loomse materjali baasil on võimalik toota kõrge lisandväärtusega tooraineid erinevatesse valdkondadesse: farmaatsia-, kosmeetika-, väetise- ja toiduainete tootmisesse. Näiteks loomsetest kõrvalsaadustest saadud rasvade turuhind Euroopas on ca 900–1200 eurot tonn. Kontide põletamisel saadud tuhk sisaldab suures koguses fosforit (ca 40%). Euroopa Liidus on arutlusel loomsete kõrvalsaaduste käitlemist puudutava seadusandluse ja regulatsioonide muutmine, mis omakorda loob võimaluse uute ärimudelite tekkimisele loomsete kõrvalsaaduste töötlemiseks.

2.2.1 Tööde käik ja ajakulu biogaasijaama rajamisel

Põllumajandusliku biogaasijaama või reoveepuhasti juurde kääriti ehitamine peab olema kooskõlas kohalike omavalituste planeeringutega (üld-, detail- ja eriplaneeringuga). Detailplaneeringu koostamine on nõutav linnades, alevites ja alevikes ehitusloakohustusliku hoone püstitamiseks, olemasoleva hoone laiendamiseks ning olulise avaliku huviga või ruumilise mõjuga ehitise ehitamiseks. Ehitusloakohustuslike rajatiste nimekiri on esitatud ehitusseadustiku lisas 1. Soovitatav on võimalikult vara kaasata kohaliku omavalitsuse ehitusnõunik.

Detailplaneeringu koostamisse tuleks kaasata pädev spetsialist, kes aitaks eelprojekti tasemel kavandada biogaasijaama tehnilise lahenduse. Kui detailplaneering on koostatud ja kehtestatud, järgneb tellija koostatud lähteülesande alusel projekteerimishange, ehitushange, järelevalvehange ning lõpuks taotletakse valminud biogaasijaamale kasutusluba.

Biogaasijaama projekteerimisele ja ehitamisele võib teha eraldi hanked. On hea, kui projekteerija ei sõltu ehitajast ning saab pakkuda tehnoloogiliselt parimaid lahendusi. Samas kulub hangete menetlemisele rohkem aega ning tehniliselt parim lahendus ei pruugi olla odavaim. Kui projekteerimine ja ehitamine korraldatakse ühishanke abil, siis projekteerija ja ehitaja töötavad koos ning hangeteks kulub vähem aega. Samas on projekteerija tavaliselt ehitaja alltöövõtja ja temast sõltuv ning tunneb survet pakkuda odavaid ehitajale meelepäraseid lahendusi.

Tabel 14. Hinnanguline ajakulu biogaasijaama rajamisel

Tegevus	**Ajakulu**
Detailplaneering algatamisest kinnitamiseni	üks aasta, kuid võib kesta kauem
Projekteerimistingimuste väljastamine KOV poolt	üldjuhul kuni üks kuu
Keskkonnamõju hindamise menetlemise kestus	12 – 15 kuud
Keskkonnamõju strateegilise hindamise menetlemise kestus	9 – 12 kuud
Uuringud	võib oleneda ilmast või muudest teguritest
Ehitusgeodeetiline uuring, välitööd	1 – 2 nädalat
Ehitusgeodeetiliste uuringute kooskõlastamine	kuni üks kuu
Ehitusgeoloogiline uuring, mille eelduseks on ehitusgeodeetiline uuring	1 – 2 nädalat
Reostuskoormuse uuring	1 – 2 kuud
Hankedokumentide koostamine ja vajadusel kooskõlastamine rahastajaga juhul, kui hanget ei vaidlustaud	1 – 2 kuud
Hankeprotsess hanke väljakuulutamisest lepingu sõlmimiseni	kuni pool aastat
Projekteerimine (sõltuvalt projekti staadiumist)	3 – 12 kuud
Projekti kooskõlastamine	Kuni 6 kuud
Ekspertiisid	1 – 2 kuud, lisauuringute korral pool aastat ja rohkem
Ehitamine (olenevalt seadmete tarnetingimustest ja ilmastikust)	1 – 1,5 aastat
Biogaasijaama käivitamine ja häälestamine	2 – 4 kuud
Kasutusloa saamine	kuni üks kuu

Allikad: Kõrgmaa jt (2016), Ehitusseadustik (RT I, 09.08.2022, 13), Riigihangete juhis 2007

Riigihankeks kuluvat ajakulu (tabel 14) on hinnatud rahandusministeeriumi riigihangete juhises. Iga toiming nõuab aega. Mida koostööaltimad on osapooled, seda vähem aega protsessile kulub. Hanke korraldaja peab arvestama sellega, et kui mõni asjassepuutuv isik ei ole koostööaldis, kulub aega rohkem. Riskantsed tegevused tasub lahutada eraldi hangeteks. Tuleb silmas pidada, et biogaasijaama tehniline seadmestik koosneb väga paljudest seadmetest ning valmib eritellimusel. Vajadus bioenergia järele on Euroopa Liidus suur ning seadmete tootjatel on pikad tarneajad. EKT Ecobio OÜ Maardus asuva biogaasijaama rajamine planeerimisest kuni

valmimiseni 2022. aasta novembris võttis aega seitse aastat. Arvestada tuleb ka sellega, et kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete omanikel on biogaasijaama rajamiseks kuluva aja jooksul kohustusi jäätmete käitlemisel, mis nõuavad investeeringuid ega saa edasi lükkuda. See võib vähendada huvi oma jäätmete loovutamiseks biogaasijaama.

Peale biogaasijaama valmimist ja käivitamist tuleb see sisse töötada. Kui substraadiks on paljude tarnijate eriliigilised jäätmed, võib parimate substraadisegude leidmine ning stabiilse gaasitoodangu saavutamine võtta paar aastat.

2.2.2 Biolagunevate jäätmete märgkääritamine Eestis

Kõikides Eesti põllumajanduslikes biogaasijaamades rakendatakse käesoleval ajal märgkääritamise tehnoloogiat. Selle eelduseks on kääritatava massi pumbatavus ning segamise (pideva homogeniseerimise) võimalus. Tavapäraselt rakendatakse suurtes märgkääritamisel põhinevates reaktorites osalise läbivoolu meetodit, st substraatide segu lisatakse perioodiliselt ning samal ajal eemaldatakse vastav kogus digestaati. Vältimaks substraadi kihistumist reaktori sisu segatakse perioodiliselt. Märgkääritusel põhineva biogaasijaama peamised tehnoloogilised komponendid on:

* Vedelate substraatide eelmahuti(d).

* Tahkete substraatide eelmahuti(d). Eelmahutis hügieniseerimist mittevajavad tahked substraadid (näiteks tahesõnnik) vajadusel peenestatakse, pumbatavuse tagamiseks lisatakse vedelat substraati ning homogeniseeritakse.

* Substraatide segu eelmahuti. Siia saab lisada ka eelnevalt hügieniseeritud substraadid. Lisatavate substraatide kogused sõltuvad nende keemilisest koostisest (peamiselt C:N suhe). Eelmahutis kõik kasutavad substraadid segatakse (homogeniseeritakse) veelkord ning mis kõige olulisem, substraatide segu temperatuur viikse vastavusse kääriti temperatuuriga (38-40°C).

* Põhi- ja järelkääriti(d).

* Biogaasi reservuaarid. Sageli eraldiseisvad biogaasimahutid puuduvad, gaas kogutakse reaktori gaasitiheda kupli alla.

* Niiskuse eemaldamine. Kuna reaktorist väljuv biogaas on temperatuuril 38–40°C ning niiskusesisaldusega 100%, siis tavapäraselt eemaldatakse niiskus temperatuuri alandamisega. Temperatuuri alanemisel gaasi niiskuse mahtuvus väheneb ning vesi kondenseerub.

* Biogaasi puhastamine. Puhastamise aste sõltub biogaasi järgnevast kasutamisest. Juhul kui gaasi kasutatakse elektri- ja soojusenergia koostootmiseks (põletatakse vastavas generaatoris), siis lisaks niiskusele tuleb eemaldada ainult väävelvesinik (H_2S) kui äärmiselt korrosiivne gaas. Selleks on kaks tehnoloogilist lahendust: a) juba vedela substraadi eelmahutisse lisatakse raud(III)kloriidi ($FeCl_3$), mis reageerides kääritis tekkiva väävelvesinikuga moodustab lahustumatu raudsulfiidi (FeS). b) kuivatatud biogaas pumbatakse läbi aktiivsöe filtrite.

Teatavatel juhtudel tuleb biogaasist enne põletamist generaatoris eemaldada ka siloksaanid (gaasilised räniorgaanilised ühendid), mille põlemisel tekib kvartsliiv (SiO_2). Siloksaanid võivad osutuda probleemiks juhul kui substraadiks on olmereovee sete. Biogaasist transportkütuse e biometaani tootmisel (metaani sisaldus > 96%), tuleb sellest eemaldada kõik lisandid. Selleks on erinevaid tehnoloogilisi lahendusi, mida antud juhul ei ole otstarbekas põhjalikumalt kirjeldada.

* Küünal- e avariipõleti. Kuna biogaasi süntees reaktoris on pidev protsess, mida ei ole võimalik "nupu" vajutusega peatada, samuti pole biogaasijaamades tavapäraselt suurt gaasireservuaaride mahtu, siis situatsioonis, kus sünteesitavale biogaasile pole tarbijat (näiteks koostootmisjaama korraline hooldus, vms) tuleb biogaas keskkonna saastamise vältimiseks põletada avariipõletis (metaan vs. süsihappegaas).

* Kääritusjäägi e digestaadi hoidlad.

Üksikasjalikumad tehnoloogiliste lahenduste kirjeldused on leitavad käsiraamatust "Biogaasi tootmine ja kasutamine"[2].

2.2.2.1 Hügieniseerimine

Kui lähtematerjaliks on läga (veiste ja/või sigade vedelsõnnik) või muu põllumajandusest pärit toore, mis ei ole jäätmeseaduse subjekt, võib käärimisjäägi (digestaadi) hõlpsasti põllule laotada. Kui lähtematerjaliks on jäätmed, nt toidujäätmed, toiduainetööstuse jäägid või loomsete kõrvalsaadustena tuntud jäätmed, tuleb teha lisatoiminguid:

1. Pastöriseerida/hügieniseerida loomsete kõrvalsaaduste alla kuuluv lähtematerjal enne kääritamist või kogu käärimisjääk peale kääritamist eraldi seadmes. Selleks tuleb jäätmed purustada 12 mm tükisuuruseni ning kuumutada 70°C juures 1 tunni jooksul.
2. Rakendada toiminguid, mille tulemusena käärimisjääk lakkab olemast jääde ning käärimisjääk tuleb sertifitseerida. See tegevus on vabatahtlik, kuid eelisena hõlbustab digestaadi kasutamist.

Määrus[3] käärimisjäägi sertifitseerimise kohta on olemas ning praktikas läbi proovitud. Sertifitseerimisasutuseks on Eestis SA Taaskasutatavate Materjalide Sertifitseerimiskeskus ning see omab Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskuse akrediteeringut (tunnistus nr PC026 kehtivusega kuni 16.02.2026).

Märgkääritamise tehnoloogiaga biogaasijaam ise ei tööta piisavalt kõrgel temperatuuril, kuna käärimisprotsessi käigus mikroobide elutegevuse tulemusena tekkiva jääksoojuse hulk on väike. See ei taga loomsete kõrvalsaaduste käitlemisel ohutust. Vaja oleks spetsiaalset hügieniseerimissõlme.

[2] http://tek.emu.ee/userfiles/yksused/tek/taastuvenergia_keskus/biogaasiraamat_veebiversioon.pdf
[3] Nõuded biolagunevatest jäätmetest biogaasi tootmisel tekkiva kääritusjäägi kohta. RT I, 19.05.2016, 9.

2.2.2.2 Hügieniseerimissõlm

Hügieniseerimissõlm on olemas AS Tartu Veevärgi kääriti juures, st kogemus selle rajamiseks ja käitamiseks on olemas. Loomsetest kõrvalsaadustest tuleneva bioloogilise riski ära hoidmiseks oleks kindlam, kui hügieniseerimine toimuks kääriti juures vahetult enne eelmahutisse lisamist.

Mõistlik oleks lahendus, mis võimaldab vastu võtta nii vedelat kui ka tahket toorainet: biolagunevaid jäätmeid, toiduainete tootmise kõrvalsaadusi, loomseid kõrvalsaadusi, toidujäätmeid. Vastu võetakse vaid pakendamata jäätmeid. Pakendite eraldamise seade on võimalik vajadusel hiljem juurde ehitada. Selline seade töötab näiteks Torma prügila juures.

Toore liigub läbi vastuvõtumahuti purustisse, kus see peenestatakse <12 mm suuruseks. Edasi liigub püdel mass seguritega varustatud vastuvõtumahutisse. Mass pumbatakse läbi soojusvahetite pastörisaatori esimesse mahutisse. Soojusvaheti tõstab temperatuuri 70–75°Cni. Toore jääb sellesse mahutisse etteantud temperatuuri juures nõutud üheks tunniks. Kokku on komplektis kolm pastöriseerimismahutit. Seega toimub ühe tunni kestel ühe mahuti täitmine, teise mahuti tühjendamine ja kolmandas mahutis pastöriseerimine.

Pastörisaatorist väljuva massi soojuse arvel soojendatakse üles soojusvahetisse sissetulev toore. Lisaenergia tuleb 70°C saavutamiseks juurde anda, üle jääva energia arvelt soojendatakse aga kääritit, mis tõenäoliselt töötab mesofiilses temperatuurivahemikus (36–40°C).

Sellist lahendust tuleks soovitada pigem põllumajanduslikku päritolu toormest biogaasi tootjaile.

2.2.3 Biolagunevate jäätmete kuivkääritamine Eestis

Kui jäätmeis on 18–40 % kuivainet, ei ole nad pumbatavad ning kuivkääritamiseks on tarvis spetsiifilisi reaktoreid. Läbivoolurežiimi rakendamiseks on vaja erilise segamis- ja laadimisseadmestikuga reaktorit, annuste kaupa saab kääritada tunnel- e kambertüüpi reaktorites. Läbivoolurektorite gaasisaagis on suurem, kuid reaktori ehitus keerulisem.

Seni Eestis kuivkääritamisseadmeid ei olnud, kuid 2022. a novembris käivitus Maardus OÜ EKT Ecobio biogaasitehas. Biogaasi tootmise sisendiks on biolagunevad köögi-, söökla-, aia- ja haljastusjäätmed. Planeeritud käitlusvõimsus on 20 000 tonni aastas.

2.3 Muude kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamisvõimalused

Lisaks biogaasi tootmise läbi väärindatavatele kõrvalsaadustele ja biolagunevatele jäätmetele jääb ettevõtjatel üle **põhku** ja **rohumassi**.

Piirkonna biomassi väärindamise kontekstis on oluline arvestada, et küsitluse põhjal suur hulk põhust, mis tekib teraviljakasvatajatel, purustatakse ja viiakse mulda toitainete bilansi parandamiseks. Arvutuslikult võiks eeldada piirkonnas suurt ülejäävat põhukogust, mida tegelikkuses aga ei eksisteeri ja vaid üksikutel tootjatel on põhule rakendus leidmata. Fookusgrupi vestlusest selgus, et üksikutel põllumajandustootjatel, kes kasutavad minimeeritud mullaharimist ja otsekülvi, võib jääda põhku üle. Antud juhul oleks tootjad huvitatud digestaadi saamisest oma põllule ja põhu ära andmisest. Põhku ei ole otstarbekas viia biogaasijaama, põhu biogaasi potentsiaal on tagasihoidlik ja sellest biogaasi tootmine eeldab peenestamist. Teatud tingimustel on võimalik arendada erinevaid koostöömudeleid. Olulisim tingimus on see, et soovitakse koostööd teha usaldusväärsete ja mitte ainult ühepoolset kasu taotlevate partneritega. Küsitletud ettevõtjad märkisid, et Põlvamaal on toodetud **põhupelletit**, kuid probleemiks oli põhu kui tootmissisendi kõrge niiskus. Positiivse näitena võib esile tuua Harjumaal tegutsevat põllumajandustootjat [4], kes toodab põhupelletit. Põhupellet sobib allapanuks hobustele, kodulindudele, multšiks, kütteks ja lemmikloomadele. Ettevõtja toodab põhupelletit eelkõige ekspordiks.

Küsitlusest ja fookusgrupi arutelust selgus, et rohtne biomass niidetavatelt aladelt (peamiselt püsirohumaadelt) on ressurss, mille kasutamiseks otsitakse head lahendust. Rohumaade kasutamisel pooldatakse tulutoovate ärimudelitena rohumassi kõrgemat väärindamist ning selle nimel ollakse valmis loobuma ka toetustest. Küsimus on, kuidas suurendada tulu rohumassist, arvestades erinevaid väärindamise võimalusi. Lisaks kerkis üles teema, et turvasmuldadel, kus toidutootmine on teatud põhjustel raskendatud või pole piisavalt majanduslikult ratsionaalne, oleks tootjatel valmidus kasvatada spetsiaalseid kultuure, mille osas erinevates väärtusahelates (sh biogaasi tootmisel) enam nõudlust. Siinkohal tuleb aga arvestada sellega, et põllumajandusest tekkiva kasvuhoonegaaside heite kontekstis on haritavad turvasmullad üheks oluliseks heite allikaks. Seetõttu soovitatakse turvasmullad võimalusel aktiivsest harimisest välja viia ning asendada vastavad alad näiteks püsirohumaaga.

Püsirohumaalt pärineva biomassi väärindamise üks võimalusi täna on seda müüa põllumeeste ühistule Kevili, kes omab Põhja-Eestis **heinatehast** ning mille toodangut turundatakse kuiva heinana Araabia riikidesse. Selgus, et ettevõtjad oleksid huvitatud väärindamiskeskuse paiknemisest ka Kagu-Eestis, mis vähendaks oluliselt kulutusi transpordile. Märjamaal tegutsev väikeettevõtja[5] toodab **lemmikloomade graanulit,** mis koosneb okaspuu saepurust ja heina biomassist. Graanuli tooraine tuleb looduslikult taastuvast metsast ja heinamaadelt. Küsitluse kohaselt on vastanutel huvi väärindada rohtset biomassi ja ollakse valmis seda enam kasvatama juhul kui seda võimaldab viljelussüsteem.

[4] http://lilliagro.ee/
[5] https://www.ecopellet.ee/

Uuringu läbiviijad on leidnud teaduskirjanduse läbitöötamisel ühe Taani näite, kus rohtset biomassi on väärindatud erinevate väärtusahelatega eritoodeteks. Järgnevalt ülevaade Taani juhtumiuuringu näitel. Antud juhul tuleb rõhutada ka selle näite jätkusuutliku põllumajanduse aspekte, mille puhul tuuakse esile mitmeaastaste kultuuride kasvatamisel väiksemat toitainete kadu ja vähendatud pestitsiidide kasutusvajadust, mis samal ajal toetab mulla struktuuri ja süsiniku sidumist.

Kirjeldatud näites on tegemist rohumassi biorafineerimisega, kus rohumassist toodetakse **proteiini,** mille kvaliteet on sojajahu tasemel. Proteiini saab kasutada söödana linnu- ja seakasvatuses ning see tähendaks võimalusi söödatootmise alternatiivsetele ärimudelitele. Samal ajal on rohtsest toorainest võimalik saada ka kiudaineid söödaks mäletsejatele. Antud juhul on saadud toodetele ka Euroopa Toiduohutusameti heakskiit[6]. Selline lahendus võimaldab arendada kaasaegset ringbiomajanduse kontseptsiooni, täielikult ära kasutades põllumajanduslikku biomassi ja seda mitte ainult toidu ja sööda tootmiseks vaid ka erinevate kemikaalide, materjalide ja bioenergia tootmiseks. Taanis on 2019. aastast jõutud kirjeldatud biorafineerimine skaleerida algselt teadusotstarbel tehtud laborikatsest töötavaks demokeskuseks töötlemisvõimsusega 10 tonni biomassi tunnis. Tänaseks on see töötanud juba kolm hooaega. Sellise keskuse toimimine nõuab väga paljude erinevate osapoolte koostööd. Antud väärtusahelas on võimlik saada jätkusuutlikul viisil sööda ja toidu proteiine, **biokemikaale** ja **biomaterjale**.

Kirjeldatud näide eeldab rohumassi koristamisel ka spetsiaalse tehnoloogia kasutamist ja vastavaid investeeringuid. Kogutud ja peenestatud rohumass suunatakse läbi kruvipressi ja sellest eraldatakse mahl, mida omakorda filtreeritakse. Mahl on proteiinirikas ja sellest saab valmistada läbi täiendavate protsesside söödaks vajalikke valke. Saadavast kiumassist on omakorda võimalik toota nii pakendeid, tekstiili kui ka isolatsioonimaterjale. Protsessis tekkiv nn pruunmahl on kasutatav biogaasijaamades. Jättes kõrvale detailid antud ärimudeli toimimise protsessist, võiks see olla alternatiiviks Kagu-Eestis nii jätkusuutliku põllumajanduse arendamisel kui ka rohumassi väärindamisel kõrgema lisandväärtusega toodeteks. Antud juhul on tegemist tehnoloogia ja ärimudeliga, mille rakendamisvõimaluste väljaselgitamiseks oleks vajalik põhjalikum uurimus ja kohapealne külastus. Taani Ausumgaard'i piirkonna kogukonna koostöömudel rohumassi töötlemisel võiks olla kasulikuks näiteks. Asjakohast infot saab järgnevatelt linkidelt: https://biorefine.dk/, https://www.go-grass.eu/, https://biowert.com/, https://newfoss.com/, https://ausumgaard.dk/baeredygtig-energi/graesprotein/.

[6] Jørgensen, U., Jensen, S. K., Ambye-Jensen. M. (2022) Coupling the benefits of grassland crops and green biorefining to produce protein, materials and services for the green transition. Grass and Forage Science. Volume 77, Issue 4. Pp 295-306. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gfs.12594

Kokkuvõte ja arutelu

Uuringu eesmärk oli koondada ja süstematiseerida Võru, Valga ja Põlva maakonna (Kagu-Eesti) bioressursside info ja tuua välja soovitused kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise jaamade asukohtadele/paiknemisele, suurusele, põhitoodangule ja üldisele tehnoloogiale. Uuringu sihtrühmaks olid Kagu-Eesti põllumajandusettevõtted, toiduainete tootjad ja joogitootjad. Andmeallikateks olid riiklikud andmebaasid ning täiendavalt korraldati sihtrühma hulgas telefoniküsitlus ja fookusgrupi arutelu.

Kagu-Eestis on kasutatava põllumajandusmaa suurus 148,8 tuhat hektarit. Suurem osa põllumajanduskultuuride toodangu mahust moodustab teravili, kaunvili, raps ja rüps (2021. aastal 232,9 tuhat tonni). Taimekasvatuse kõrvalsaadusteks ja biolagunevateks jäätmeteks on põhk, sorteerimisjäätmed, köögivilja- ja rühvelkultuuride pealsed, realiseerimis- või kasutuskõlbmatu puu- ja köögivili, marjad ja kartul, kartuli ja köögiviljade külmtöötlemisel nende koored, reoveesete ning niitmiskohustuse niide. Kõige sagedamini taimekasvatuse kõrvalsaadused või biolagunevad jäätmed jäetakse põllule väetiseks ja kompostitakse. Hinnanguliselt tekib taimekasvatuses kõrvalsaadusena kõige enam põhku (13 508 tonni aastas), puudust tunnevad ettevõtjad kõige rohkem püsirohumaade niite väärindamise võimalustest.

Kolmes maakonnas kasvatatakse 35,8 tuhat veist (sh 11,4 tuhat piimalehma), 36,7 tuhat siga, 13,2 tuhat lammast ja kitse ning 319,7 tuhat kodulindu. Suurem osa loomakasvatustoodangust pärineb piimatootmisest (2021. aastal 115,4 tuhat tonni). Loomakasvatuse kõrvalsaadusteks on sõnnik, praakpiim ning surnud põllumajandusloomad (surnud muul viisil kui inimtoiduks tapmise läbi) ja 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused. Biolagunevateks jäätmeteks on põllumajandusloomade söötmisest üle jäänud või riknenud sööt. Hinnanguliselt tekib loomakasvatuses kõige enam vedelsõnnikut (331 128 tonni aastas). Sõnnik kasutatakse peaasjalikult põldude väetamiseks, loomsed kõrvalsaadused antakse jäätmekäitlejale ning üle jäänud või riknenud sööt tavaliselt kompostitakse. Ettevõtjad tunnevad puudust eelkõige loomsete kõrvalsaaduste väärindamise võimalustest.

Toiduainete ja joogitootmises tekib biolagunevate jäätmetena praak- ja realiseerimisaja ületanud tooteid ning sõltuvalt tootmise valdkonnast muid kõrvalsaadusi ja jäätmeid. Arvutuslikult tekib nimetatud tööstustes koguseliselt kõige enam vadakut (2500 tonni aastas), reoveesetet (2500 tonni aastas) ning puu- ja köögiviljade koori, marjade kesti (2300 tonni aastas). Tekkivad kõrvalsaadused ja jäätmed antakse peamiselt jäätmekäitlejale.

Küsitletud põllumajandus-, toiduainete ja joogitootjate hinnangul 2025. aastal kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kasutus väga palju ei muutu, kuigi 55% küsitletud ettevõtjatest on huvitatud nimetatud saaduste väärindamise alasest koostööst teiste ettevõtetega. Kõige sagedamini nimetati väärindamise võimalusena bioenergia tootmist biogaasijaamas tingimusel, et koostöö peaks sisendi andjale olema kasumlik.

Kui mitmetes Põhja-Euroopa riikides on piirkondlikud koostöömudelid energeetilise sõltumatuse, piiratud ressursside efektiivsema majandamise ja säästlike lahenduste kasutamisel väga levinud, siis Eestis on alles viimastel aastatel täheldatav märkimisväärne koostöö huvi kasv. Varustuskindlus, energialahenduste jätkusuutlikkus ja piirkondlik toimepidevus

muutusid eriti oluliseks 2022. aastal. Seetõttu on oluline näha võimalusi ning töötada välja tulevikku suunatud lahendusi "tööstussümbioosis" ka Kagu-Eestis piirkonnas. Ringbiomajandus kui ärimudel on keeruline kontseptsioon, mis võimaldab üheltpoolt täita keskkonna ja jätkusuutlikkuse kriteeriume aga teisalt suunab meid targalt tegutsema ning nägema biolagunevates jäätmetes ja ka vähemväärtuslikes kõrvalsaadustes väärtust.

Kuigi antud uurimuse käigus tuvastasime mitmeid kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid, siis tegelikkuses ei saa me neist rääkida kui jääkidest, mis jäävad ootele. Tegelikkuses on põllumajandustootmises märkimisväärne hulk kõrvalsaadusi biolagunevaid jäätmeid tänase mullaviljakuse taastamise ja süsinikusidumisega põllumajandustegevusega seotud. See osa mis jääb üle, ei ole selgelt kvantifitseeritav, sest selle osas pole seni vajadust olnud. Niipea kui kujuneb nõudlus ja huvi kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete osas, tekib neile ka hind ja huvi kvantifitseerida koguseid. Biojäätmete ja kõrvalsaaduste osas on oluline arvestada, et sageli on tegemist perioodiliselt tekkiva sisendiga, mis kõikidel juhtudel ei ole regulaarne. Teisisõnu, taimsete biolagunevate jäätmete tekkimise perioodid (pealsed, põhk, rohumass jms) ja selle kasutusvõimalused alati ei kattu ning nende biomassi kvaliteedi säilitamist ei tohi alahinnata.

Kui loomakasvatuse kõrvalsaadusi (vedelsõnnikut, tahkesõnnikut jms) ja biolagunevaid jäätmeid tekib aastas suhteliselt stabiilse voona igapäevaselt, siis 3. kategooria loomsete jäätmete ja praakpiima tekkes ei ole alati selget seaduspärasust ning seetõttu nendele kasutusotstarbe leidmine on raskendatud. Kui utiliseeritud 1. ja 2. kategooria loomsete kõrvalsaaduste osas on olemas selge ja kontrollitav arvestussüsteem, siis praakpiima ja 3. kategooria loomsete kõrvalsaaduste osas seda ei ole. Täna otsivad ettevõtjad loomsete kõrvalsaaduste kasutamisele rakendust iseseisvalt aga ettevõtjale majanduslikult kasulikku süsteemi pole väljakujunenud, tõenäoliselt peatselt muutuv seadusraam avab selleks uued teed.

Küsitlusest ilmneb andmete kogumise raskuspunkt. Paljud ettevõtjad vastavad, et neil jääb üle niidet või põhku, kuid ei oska hinnata koguseid. Mitmed ettevõtjad nimetasid biomassi koguse, mis kõrvalsaadusena (näiteks põhk) tekib, aga see ei pruugi iseloomustada konkreetselt seda osa, mis jääb väärindamata. Konkreetsete ärimudelite loomisel tuleb läbi viia koostööst huvitatud ettevõtjatega detailsem analüüs koguste ja tingimuste täpsustamiseks. Mitmete teiste riikide kogemus viitab sarnasele asjaolule, et ärimudeli loomisel on vajalikud sisendite koguste ja nende kasutuse, kvaliteedi täpsustused igal konkreetsel juhul. Seega väärtusahelate puhul ärimudelite arendamiseks on oluline logistikakulude optimeerimine ning digitaalsete biolagunevate jäätmete kauplemissüsteemi tekkimine, mis looks eeldused kiiresti leida nõudluse puhul lahendus pakutavatele põllumajandustootmise kõrvalsaadustele või biolagunevatele jäätmetele.

Lokaalse tööstuse arendamine ja selleks võimalike koostöömudelite loomine on hädavajalik bioressursside ja tekkivate jäätmete väärindamiseks. Selleks, et kogukonnas ringbiomajandust arendada on vaja konkreetsete ettevõtjate initsiatiivi ning kohapealse kogukonna elanike vahelist koostööd ja soovi sellesse panustada. Edukate koostöömudelite toimimiseks on vaja täita väga palju eeldusi ja peamised neist on seotud selgete huvide kaardistamise, kohustuste, vastutuse ja kontrollifunktsiooni võtmisega.

Piirkondlikud lahendused on väljakutseks ka tehnoloogiate pakkujatele, mis eeldab eraldi projekteerimist vastavalt piikonna vajadustele ja võimalustele. Tarvis on siduda planeeringutega tööstussümbioosis erinevate ettevõtjate sisendite (energia, soojuse jms) vajadus mõne teise ettevõtte poolt saadud väljundiga. Näiteks biogaasijaamast saadavat biometaani võib kasutada piirkonnnas masinate- ja transpordikütusena, soojuse ülejäägi võib suunata näiteks kasvuhoonete kütmiseks või mõne muu valdkonna/tööstusharu sisendiks.

Piirkonna bioressursside kaardistamise ja ettevõtjate küsitluse alusel selgus, et suuremates kogustes on saadaval biogaasi tootmise kaudu väärindatavat biomassi. Arvestades biogaasi tootmist märgkääritites on olemas vajalik regulaarselt tekkiv sisend suuremate piimakarjakasvatuste üksuste juures. Analüüsi käigus selgusid potentsiaalsed biogaasijaamade asukohad (Aarna, Põlgaste ja Alakülä), mille puhul on arvestatud toimimiseks vajaliku sisendi koguse vajadust, veokaugust ja tekkiva digestaadi ladustamise ning kasutamise võimalusi. Iga konkreetse näite puhul on biogaasijaama sisendi ja väljundi kogus sõltuv konkreetsetest kokkulepetest, mille kohta infot uuringu koostajad täiel määral ei oma. Kagu-Eestis on ettevõtjaid, kes saadavad tekkivad kõrvalsaadused praegu teistesse Eesti biogaasijaamadesse, kuid võiks anda selle tulevikus sisendiks lähemal asuvatele jaamadele. Senini toiminud kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kasutuskohad ja väärtusahelad võivad muutuda piirkonda tekkivate alternatiivsete võimaluste korral.

Reoveepuhastites tekkivat biomassi (reoveesetet) saab stabiliseerida anaeroobsel kääritamisel ja seega võiks see olla potentsiaalseks sisendiks biogaasijaamale. Reoveesette ja põllumajandusliku lähtematerjali kooskääritamisel tekkivat käärimisjääki käsitletakse reoveesette-digestaadina, mille kasutamisele kehtivad erinõuded. Sel juhul kerkib küsimus ka reoveesette-digestaadi turust, huvist ja soovist digestaati tarbida.

Uuringu koostajad ei välista muude biomassi ja kõrvalsaaduste väärindamise võimalusi ja koostöö kombinatsioonide tekkimist, sealhulgas enesele/ettevõttele energia- ja soojatootmist väiksemas mahus. Soovituslik on koostööl põhinevate koostöömudelite ja võrgustike (ettevõtted, kohalik omavalitsus, kogukond) tekke soodustamine, võimaluste pakkumine vajalike tehnoloogiate arendamiseks koostöös ülikoolidega ning soodsamate investeerimisvõimaluste loomine.

Suurt tähelepanu tuleb pöörata kogukondlike koostöö ärimudelite loomisel kogukonna kaasamisse ja õigeaegsele informeerimisele nii kavandatavate plaanide tutvustamisel kui ka tagasiside andmisel. “Mitte minu tagahoovis” sündroomi vältimiseks on vaja tegevustesse õigeaegselt kaasata eksperte vastavate arutelude ja seminaride ettevalmistamiseks ja läbiviimiseks.

Kasutatud allikad ja materjalid

aqua consult baltic OÜ (2015). Regionaalsete reoveesette käitlemise lahenduste väljatöötamine ja jäätmete lakkamise kriteeriumite väljatöötamine reoveesette kohta, I osa.

Ecopellet OÜ. https://www.ecopellet.ee/ (29.12.2022)

Eesti Põllumeeste Keskliit (2009). Biogaasi tootmine ja kasutamine. Tartu. http://tek.emu.ee/userfiles/yksused/tek/taastuvenergia_keskus/biogaasiraamat_veebiversioon.pdf

Ehitusseadustik. RT I, 09.08.2022, 13.

Eri tüüpi sõnniku toitainesisalduse arvutuslikud väärtused, põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid ja sõnnikuhoidla mahu arvutamise metoodika. RT I, 01.10.2019, 11.

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv (EL) 2018/2001, 11. detsember 2018, taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise kohta.

Jørgensen, U., Jensen, S. K., Ambye-Jensen. M. (2022). Coupling the benefits of grassland crops and green biorefining to produce protein, materials and services for the green transition. Grass and Forage Science. Volume 77, Issue 4. Pp 295–306. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gfs.12594

Kõrgmaa, V., Tenno, T., Gross, M., Kriipsalu, M., Kivirüüt, A., Maastik, A., Tamm, P., Värk, V., Karabelnik, K., Terase, H. (2016). Juhend reoveepuhasti rajamise või ümberehitamise korraldamiseks. Töö tellis Keskkonnaministeerium ning rahastas SA Keskkonnainvesteeringute Keskus. Tallinn.

Lilli Agro. http://lilliagro.ee/ (29.12.2022)

Nõuded biolagunevatest jäätmetest biogaasi tootmisel tekkiva kääritusjäägi kohta. RT I, 19.05.2016, 9.

Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet. www.pria.ee (21.12.2022)

Riigihangete juhis 2007. Evelin Karindi-Kask, Aime Võsu, Veiko Vaske ja Toomas Laigna, projekt 2004/006–270.02.02

Technopolis (2021). Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring, osa 3: jäätmevaldkonna tulevikuvisioon. 2020-2021. Tallinn/Tartu.

Lisa 1. Telefoniintervjuu küsimustik

Projekt „Bioressursside kõrgema väärindamise huvi tõstmine ja ressursside uuring“

Projekti läbiviimist rahastatakse Kagu-Eesti programmist

Küsimustik Kagu-Eesti põllumajandus-, toiduainete ja joogitootjale

Küsitluse eesmärk on välja selgitada teie ettevõttes tekkiva kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kogus ning nende käitlemine täna ja 2025. aastal. Kõrvalsaadused põllumajanduses on näiteks taimede pealsed, põhk, sõnnik vms, toiduainete tootmises sõltuvalt valdkonnast vadak, 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused vms ning joogitootmises sõltuvalt valdkonnast õlleraba vms. Biolagunevad jäätmed on kõik jäätmed, mis lagunevad mikroorganismide abil aeroobselt või anaeroobselt. Biolagunevad jäätmed põllumajanduses on näiteks kokku kogutud, kuid kasutuseta jäänud rohumaa niide, raisku läinud sööt (silo vms), raisku läinud teravili, puu- ja köögivili, surnud põllumajandusloomad, praakpiim vms, toiduainete ja joogitootmises toiduainete ja jookide valmistamisel ja töötlemisel tekkinud jäätmed, sh praaktooted, realiseerimisaja ületanud tooted, puu- ja köögiviljade koored, marjade kestad vms.

Küsitluse tulemusena kaardistatakse Kagu-Eesti põllumajandusest, toiduainete ja joogitootmisest pärineva bioressursi maht ja selle kasutus.

Ettevõttega seotud andmeid käsitletakse konfidentsiaalsena ning tulemused esitatakse üldistatud kujul. Uuringu tulemusi tutvustatakse hiljemalt 2023. a jaanuaris Võrumaa Arenduskeskuse korraldataval seminaril.

Kaldkirjas tekst on küsitlejale teadmiseks ja küsitlemise sujuvamaks läbi viimiseks.

Üldinfo

1a. Milline on teie ettevõtte peamine toodang või toode? *Kui ettevõtja on segatootja või ettevõttel on mitu tegevusala, siis märkida iga tegevusala toodang või toode eraldi reale.*

1b. Milline on teie ettevõtte peamine toodang või toode?

2a. Palun hinnake, kui suur on sellel aastal teie ettevõttes tootmismaht tonnides? *Kui ettevõtja on segatootja või ettevõttel on mitu tegevusala, siis märkida iga tegevusala toodangu maht eraldi reale.*

2b. Palun hinnake, kui suur on sellel aastal teie ettevõttes tootmismaht tonnides?

3a. Palun hinnake, mitu tonni teie ettevõtte selleaastasest tootmismahust …

Kui ettevõtja on segatootja või ettevõttel on mitu tegevusala, siis märkida iga tegevusala tootmismahu kasutus eraldi reale.

… te tarbite või müüte inimtoiduks?

… te kasutate või müüte söödaks?

… te kasutate või müüte seemneks, paljundusmaterjaliks?

… te töötlete ümber teiseks tooteks?

… te kasutate või müüte muuks otstarbeks? *(märkida)*

3b. Palun hinnake, mitu tonni teie ettevõtte selleaastasest tootmismahust …

… te tarbite või müüte inimtoiduks?

… te kasutate või müüte söödaks?

… te kasutate või müüte seemneks, paljundusmaterjaliks?

… te töötlete ümber teiseks tooteks?

… te kasutate või müüte muuks otstarbeks? *(märkida)*

Kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete teke ja käitlus täna

4. Milliseid kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid teie ettevõttes tekib? Hinnanguliselt kui palju? *Märkida tonnides. Kui ettevõtja on segatootja või ettevõttel on mitu tegevusala, siis märkida vastused ühte veergu.*

Põhk

Köögivilja-, rühvelkultuuride vms kasvatusest pärit taimede pealsed

Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu teravili koos prahisusega vms

Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu puu- ja köögivili, marjad või kartul

Kasutuseta rohumaa niitmiskohustuse niide (n-ö euroniide)

Hein (ülejääk)

Silo (ülejääk)

Kasutuskõlbmatu muu sööt (miksersööt vms)

Vedelsõnnik (läga)

Tahe- või sügavallapanusõnnik

Praakpiim

Surnud põllumajandusloomad

Vill

Suled

Muud 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused (nahad, sarved, karvad vms)

Vadak

Õlleraba

Puu- ja köögiviljade koored, marjade kestad

Praaktooted

Realiseerimisaja ületanud tooted

Põllumajandusest pärit bioressursside käitlemise reoveesete

Muu *(märkida)*

5. Mida te teete ettevõtte kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmetega? *Kui ettevõtja on segatootja või ettevõttel on mitu tegevusala, siis märkida vastused ühte veergu. Märkida võib mitu vastust.*

Vastusevariandid: Ei tee midagi; Kompostitakse; Põldudele väetiseks; Söödaks; Antakse jäätmekäitlejale; Suunatakse bioenergia tootmisesse; Väärindatakse muul viisil; Muu *(märkida)*

Põhk

Köögivilja-, rühvelkultuuride vms kasvatusest pärit taimede pealsed

Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu teravili koos prahisusega vms

Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu puu- ja köögivili, marjad või kartul

Kasutuseta rohumaa niitmiskohustuse niide (n-ö euroniide)

Hein (ülejääk)

Silo (ülejääk)

Kasutuskõlbmatu muu sööt (miksersööt vms)

Vedelsõnnik (läga)

Tahe- või sügavallapanusõnnik

Praakpiim

Surnud põllumajandusloomad

Vill

Suled

Muud 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused (nahad, sarved, karvad vms)

Vadak

Õlleraba

Puu- ja köögiviljade koored, marjade kestad

Praaktooted

Realiseerimisaja ületanud tooted

Põllumajandusest pärit bioressursside käitlemise reoveesete

Muu *(märkida)*

Kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete teke ja käitlus aastal 2025

6. Palun hinnake, milliseid kõrvalsaadusi ja biolagunevaid jäätmeid tekib teie ettevõttes aastal 2025 kõige enam?

Põhk

Köögivilja-, rühvelkultuuride vms kasvatusest pärit taimede pealsed

Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu teravili koos prahisusega vms

Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu puu- ja köögivili, marjad või kartul

Kasutuseta rohumaa niitmiskohustuse niide (n-ö euroniide)

Hein (ülejääk)

Silo (ülejääk)

Kasutuskõlbmatu muu sööt (miksersööt vms)

Vedelsõnnik (läga)

Tahe- või sügavallapanusõnnik

Praakpiim

Surnud põllumajandusloomad

Vill

Suled

Muud 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused (nahad, sarved, karvad vms)

Vadak

Õlleraba

Puu- ja köögiviljade koored, marjade kestad

Praaktooted

Realiseerimisaja ületanud tooted

Põllumajanduslike bioressursside käitlemise reoveesete

Muu *(märkida)*

7. Mida te teeksite ettevõtte kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmetega aastal 2025? Vastusevariandid: Ei tee midagi; Kompostitakse; Põldudele väetiseks; Söödaks; Antakse jäätmekäitlejale; Suunatakse bioenergia tootmisesse; Väärindatakse muul viisil; Muu *(märkida)*

Põhk

Köögivilja-, rühvelkultuuride vms kasvatusest pärit taimede pealsed

Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu teravili koos prahisusega vms

Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu puu- ja köögivili, marjad või kartul

Kasutuseta rohumaa niitmiskohustuse niide (n-ö euroniide)

Hein (ülejääk)

Silo (ülejääk)

Kasutuskõlbmatu muu sööt (miksersööt vms)

Vedelsõnnik (läga)

Tahe- või sügavallapanusõnnik

Praakpiim

Surnud põllumajandusloomad

Vill

Suled

Muud 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused (nahad, sarved, karvad vms)

Vadak

Õlleraba

Puu- ja köögiviljade koored, marjade kestad

Praaktooted

Realiseerimisaja ületanud tooted

Põllumajanduslike bioressursside käitlemise reoveesete

Muu *(märkida)*

8. Kas olete lähiaastatel huvitatud oma ettevõttes tekkivate kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete väärindamise alasest koostööst teiste ettevõtetega?

Jah. Millistel tingimustel? *(märkida)*

Ei

Suur aitäh!

Lisa 2. Fookusgrupi intervjuul (19.12.2022) osalenud ettevõtjate nimekiri

Nimi	**Ettevõte**
Margo Must	Tursa Talu Margo Must
Silver Rauk	Silver Rauk FIE
Vello Pai	Mahepai OÜ
Rivo Sepping	Valio Eesti AS Võru Juustutööstus
Tiit Niilo	Nopri Talu
Tarmo Timmi	Jaagumäe OÜ, Jaagumäe Agro OÜ
Toomas Pihu	Võhandu Põllumajanduse OÜ

Lisa 3. Küsitletud Kagu-Eesti ettevõtjatel tekkivate kõrvalsaaduste ja biolagunevate jäätmete kogused aastas

Kõrvalsaadused ja biolagunevad jäätmed	Kogus, tonni
Põhk	13 508
Köögivilja-, rühvelkultuuride vms kasvatusest pärit taimede pealsed	tekib
Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu teravili koos prahisusega	1 812
Realiseerimis- või kasutuskõlbmatu puu- ja köögivili, marjad või kartul	145
Kasutuseta rohumaa niitmiskohustuse niide	2 887*
Hein (ülejääk)	242
Silo (ülejääk)	1 800
Kasutuskõlbmatu muu sööt	520
Vedelsõnnik (läga)	331 128**
Tahe- või sügavallapanusõnnik (sh linnusõnnik)	118 110**
Praakpiim	2 207
Surnud põllumajandusloomad	64
Vill	8
Suled	tekib
Muud 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused	108
Vadak	2 500
Õlleraba	15
Puu- ja köögiviljade koored, marjade kestad	2 300
Teraviljatoodete kõrvalsaadused	410
Praaktooted	620
Biomassi käitlemise reoveesete	2 500
Realiseerimisaja ületanud tooted, munakoored, kohvipaks, toiduõli	tekib

* Arvutatud püsirohumaa niite mass, arvestades saagikusega 4 tonni hektari kohta kui vastatud rohumaa pindala.

** Arvutatud kogused PRIA andmete alusel küsitluse valimi kohta (peatükk 1.2)

Tekib - koguseliselt ei osanud küsitletud vastata.

Allikas: Küsitlus (2022), autorite arvutused