Interreg Baltic Sea Region

Co-funded by the European Union

CIRCULAR ECONOMY
CiNURGi

Taimetoitainete ringlustamine Läänemere piirkonnas

Praegune olukord ja tulevikuperspektiivid

Sari Luostarinen (koostaja)

Luke Natural Resources Institute Finland · RI.SE Research Institutes of Sweden · green circle · METK Maaelu Teadmuskeskus · IUNG Institute of Soil Science and Plant Cultivation State Research Institute · Organe Institute ApS · JKI Julius Kühn-Institut · Zemnieku Saeima



Interreg projekti CiNURGi (BSR #C049) aruanne, 2025

Interreg Baltic Sea Region

Co-funded by the European Union

CIRCULAR ECONOMY CiNURGi

This #MadeWithInterreg project helps drive the transition to a green and resilient Baltic Sea region and is part of the EU-funded Interreg Baltic Sea Region (BSR) core project #C049, titled CiNURGi, under the 2021-2027 PROGRAMME, Priority 3: Climate-Neutral Societies, Objective 3.1: Circular Economy.

Projektis teevad koostööd organisatsioonid järgnevatest riikidest: Rootsi, Taani, Eesti, Soome, Saksamaa, Läti, Leedu ja Poola.

Projekti koduleht: https://interreg-baltic.eu/project/cinurgi

Projekti LinkedIn leht: https://www.linkedin.com/showcase/cinurgi

Võrguväljaanne : pdf ISBN 978-9908-9711-8-6

DOI: 10.5281/zenodo.23670544

Taimetoitainete ringlustamine Läänemere piirkonnas

Praegune olukord ja tulevikuperspektiivid

Interreg projekti CiNURGi (BSR #C049) aruanne, 2025

Sari Luostarinen (koostaja)[1*]

[1] Natural Resources Institute Finland (Luke), Tietotie 4, 31600 Jokioinen, Finland

*vastutav autor

Kaasautorid:
Tampio, Elina[1]; Laakso, Johanna[1]; Köster, Tiina[2]; Raivo, Vettik[2]; Tamm, Kalvi[2]; Melnalksne, Zanda[3]; Grudovska, Iveta[3]; Akstinas, Edmundas[4]; Wach, Damian[5]; Skowron, Piotr[5]; Borzecka, Magdalena[5]; Mocny, Krystian[5]; Schick, Judith[6]; Foged, Henning Lyngsø[7]; de Morais Lima, Priscila[8]; Dzemedzionaite, Vaida[8]; Cordeiro, Cheryl Marie[8]; Sindhøj, Erik[8]

1. Natural Resources Institute Finland
2. Centre of Estonian Rural Research and Knowledge (METK)
3. Farmers' Parliament (ZSA)
4. Green Circle LT
5. Institute of Soil Science and Plant Cultivation –State Research Institute,
6. Julius Kühn-Institut
7. Organe Institute ApS
8. RISE Research Institutes of Sweden

Originaalväljaande pealkiri: Nutrient recycling in the Baltic Sea Region – State-of-the-art and the way forward. Report from CiNURGi project, Interreg BSR #C049.

Aruande valmimise aasta: 2025.

Orginaalväljaande veebiaadress: https://doi.org/10.5281/zenodo.17483354

Tõlge eesti keelde ja toimetamine: Raivo Vettik, Tiina Köster ja Kalvi Tamm. Maaelu Teadmuskeskus, 2026.

Viitamine:

Luostarinen, S. (ed.) 2025. Nutrient recycling in the Baltic Sea Region – State-of-the-art and the way forward. Report from CiNURGi project, Interreg BSR #C049. https://doi.org/10.5281/zenodo.17483354

Eessõna

CiNURGi (*Circular Nutrients for a Sustainable Baltic Sea Region*) on Interregi Läänemere piirkonna projekt, mille eesmärk on kiirendada taimetoitainete ringlustust kogu piirkonnas. Projekt edendab taristu, tehnoloogia ja poliitika tugevdamise kaudu taimetoitainete taaskasutamist ja ohutut tagastamist põllumajanduse, omavalitsuste ja tööstuste materjalivoogudest. CiNURGi projekti eesmärgid on kooskõlas HELCOM-i Läänemere piirkonna taimetoitainete ringlustuse strateegiaga, Euroopa rohelise kokkuleppe raames koostatud ELi ringmajanduse tegevuskavaga ja Põllult-lauale strateegia taimetoitainete lõimitud majandamise tegevuskavaga. Projekt kestab novembrist 2023 kuni oktoobrini 2026.

Käesolev aruanne on koostatud projekti 1. tööpaketi, 1. tegevuse raames, milles kaardistatakse taimetoitaineid sisaldavad biojäätmed ja nende praegune käitlemine Läänemere piirkonnas. Kirjeldatakse praegust piirkonna olukorda taimetoitainete ringlustuse osas, andes lähtepunkti olukorda parandavate abinõude rakendamiseks ja võimaldades piiriülest õppimist osalevates riikides, kusjuures arvestada tuleb sellega, et ringlustuse areng on neis riikides erinevates etappides.

Tunnustame meie konsortsiumi, 24 partneri ja 13 assotsieerunud organisatsiooni panust Taanist, Eestist, Soomest, Saksamaalt, Lätist, Leedust, Poolast ja Rootsist. Nende pühendumus ja asjatundlikkus olid projekti edenemiseks hädavajalikud.

Lisateavet CiNURGi ja selle tegevuste kohta leiate meie projekti kodulehelt: https://interreg-baltic.eu/project/cinurgi/

Erik Sindhøj & Cheryl Cordeiro, CiNURGi Projekti koordinaatorid
RISE – Research Institutes of Sweden

Sisukord

Kokkuvõte ... 1
1 Sissejuhatus ... 2
2 Taimetoitainete ringlustuse hetkeolukord Läänemere piirkonnas ... 4
2.1 Soome ... 4
2.1.1 Taust ... 4
2.1.2 Praegused tavad ... 5
2.1.3 Taimetoitainete ringlustust edendavad poliitikameetmed ... 8
2.1.4 Taimetoitainete ringlustuse väljakutsed ... 9
2.2 Eesti ... 10
2.2.1 Taust ... 10
2.2.2 Praegusesd tavad ... 11
2.2.3 Taimetoitainete ringlustust edendavad poliitikavahendid ... 13
2.3 Läti ... 16
2.3.1 Praegused tavad ... 16
2.3.2 Toitainete ringlustuse väljakutsed ... 18
2.4 Leedu ... 19
2.4.1 Taust ... 19
2.4.2 Praegused tavad ... 22
2.5 Poola ... 28
2.5.1 Taust ... 28
2.5.2 Praegune olukord ... 28
2.5.3 Taimetoitainete ringlustusega seotud määrused ... 31
2.5.4 Taimetoitainete ringlustuse väljakutsed ... 32
2.5.5 Kokkuvõte ... 32
2.6 Saksamaa ... 33
2.6.1 Taimetoitainete ringlustust edendavad poliitikavahendid ... 33
2.6.2 Praegune olukord ... 34
2.7 Taani ... 44
2.7.1 Taust ... 44
2.7.2 Praegused tavad ... 44
2.7.3 Taimetoitainete poliitika ... 47
2.8 Rootsi ... 49
2.8.1 Taust ... 49
2.8.2 Praegune olukord ... 51
2.8.3 Taimetoitainete ringlustuse väljakutsed ... 55
3 Riikliku taimetoitainete ringlustuse eelnõu ... 66

3.1 Taimetoitainete ringlustuse võimalikkuse kaardistamine 67
3.2 Taimetoitainete ringlustuse eesmärkide seadmine 67
3.3 Taimetoitainete ringlustuse edendamine 68
3.4 Edusammude jälgimine 69
3.5 Rakendamine ja vastutus 69
3.6 Rahastamine 70
3.7 Kooskõla Eli ja piirkondlike poliitikatega 70
4 Järeldused 72

Kokkuvõte

Käesolevas, 1. tööpaketi, 1. tegevuse aruandes antakse ülevaade taimetoitainete ringlustuse olukorrast Läänemere piirkonnas (BSR). Põhjalikumalt kirjeldatakse Soome, Eesti, Läti, Leedu, Poola, Saksamaa, Taani ja Rootsi viimaseid arenguid riikide tasemel. Aruande eesmärk on kirjeldada taimetoitainete ringlustuse hetkeseisu, et riigid saaksid üksteiselt õppida, puudujääke süsteemselt kõrvaldada ja taimetoitainete ringlustust edendada.

Kogu Läänemere piirkonnas on märkimisväärne potentsiaal lämmastiku ja fosfori tagastamiseks põllumajandusse erinevatest põllumajandusest, omavalitsustest- ja tööstusest pärinevatest taimetoitaineid sisaldavatest biojäätmetest. Praegu on nimetatud materjalivoogude käitlemise tavad erinevad ja sageli optimeeritud pigem jäätmekäitluseks kui taimetoitainete taaskasutamiseks. Mõned riigid töötavad jäätmete liigiti kogumise täiustamise kallal, eriti just biojäätmete suuremas mahus eraldi kogumise osas.

Sageli on taimetoitainete ringlustuse suurendamist piirav tegur majanduslik teostatavus. Biojäätmete senisest täielikum töötlemine nõuab suuri investeeringuid ja tulemuseks on sageli ringväetised, mis ei suuda konkureerida mineraalväetiste hinna ja kasutamismugavusega. Reoveesettest saadavate taimetoitainete kasutamist piiravad eeskätt regulatsioonid ja kvaliteedi tagamise vajadus.

Enamikus riikides puudub järjepidev ja võrreldavate tulemustega taimetoitainete ringlustuse seire. taimetoitainete ringlustuse edenemise jälgimiseks ja toetust vajavate tahkude välja selgitamiseks soovitab aruanne välja töötada igale Läänemere piirkonna riigile seiresüsteem, mille eest vastutab selleks määratud ja piisavate ressurssidega organisatsioon, kasutades võimalikult hästi ära andmeid taimetoitaineid sisaldavate biojäätmete päritolu ja käitlemise kohta.

Taimetoitainete ringlustuse edendamiseks riiklikul ja piirkondlikul tasandil võib juhendina kasutada taimetoitainete ringlustuse strateegiat. Kuigi Läänemere piirkonnal on juba HELCOM-i piirkondlik taimetoitainete ringlustuse strateegia, puuduvad peamiselt riiklikud strateegiad, milles oleksid sätestatud üksikasjalikumad eesmärgid. Seetõttu on Läänemere piirkonna riikidele riiklike strateegiadokumentide väljatöötamiseks antud vastavad juhendid.

Märksõnad

Toitainete ringlustus; ringmajandus; Läänemere piirkond; fosfor; lämmastik; töötlemine; poliitikavahendid; seireindikaatorid.

1 Sissejuhatus

Sari Luostarinen, Natural Resources Institute Finland (Luke)

Toiduainete ja sööda tootmisel on kõige enam vaja taimetoitaineid, mis on olulised taimede kasvuks ja suure saagikuse saavutamiseks. Peamised vajalikud taimetoitained on lämmastik ja fosfor, kuid vaja on ka kaaliumi ja paljusid mikrotoitaineid. Käesolevas aruandes keskendutakse lämmastikule ja fosforile.

Kaasaegses põllumajanduses kasutatakse peamiselt mineraalväetisi. See tähendab, et fosfor kaevandatakse mineraalidena ja lämmastik seotakse atmosfäärist vesinikuga, et toota ammoniaaki. Mineraalse fosfori varud on kättesaadavad ainult maailma teatud piirkondades, millest paljud on poliitiliselt ebaliberaalsed ning see tekitab potentsiaalseid riske fosfori kättesaadavuse ja hinna osas. Lämmastikväetiste tootmine tugineb energiamahukale protsessile, milles kasutatakse peamiselt maagaasi, mistõttu asuvad tootjad riikides, kus on suured maagaasivarud. See on osutunud riskiks ka nende riikide poliitilise ebaliberaalsuse tõttu. Lisaks on murettekitavad mineraalväetiste tootmise ja kasutamise keskkonnamõjud.

See on üks põhjustest, miks taimetoitainete ringlustus pälvinud tähelepanu osana ringmajandusest. Taimetoitainete ringlustuse idee seisneb selles, et taastada ja taaskasutada inimtegevuses juba kasutatud materjalides olevaid taimetoitaineid. Ideaaljuhul saavutataks väetiste tootmise keskkonnamõju vähenemine. Praktikas tähendab taimetoitainete ringlustus põllumajandus-, kohalikke omavalitsuste (KOV) ja tööstustegevuses esinevate taimetoitainete kindlakstegemist ning nende taakasutamiseks tõhusate ringlustamismeetodite kavandamist ja rakendamist, , minimeerides samal ajal keskkonnakahjusid.

Meie ühiskonna sektorite tootmis- ja tarbimistegevuse tulemuseks on erinevat tüüpi jäätmed ja kõrvalsaadused. Mõned neist on rikkad taimetoitainete poolest ja seetõttu taimetoitainete ringlustuseks sobivad. Põllumajanduses saab loomasõnnikut ja erinevaid taimseid tooraineid ringlusse võtta ja taimetoitained taaskasutada. Olmejäätmetest sorteeritud biojäätmed ja reoveepuhastuses tekkivad setted on rikkad taimetoitainete poolest ja potentsiaalseks allikas viimaste taaskasutamiseks. Tööstusprotsessid võivad tekitada mitmesuguseid taimetoitaineterikkaid kõrvalsaadusi, eriti toiduainetööstuses.

Mõned neist ringlustatavatest biojäätmetest on otse taaskasutatavad, näiteks sõnnikut saab otse kasutada väetisena, kuid enamik neist vajab töötlemist, et vähendada mahtu, tagada hügieeni- ja muud kvaliteedinõuded ning/või eraldada taimetoitaineid erinevateks lõpptoodeteks. Paljud biojäätmed on juba töödeldud, kuid sageli mitte taimetoitainete tõhusa ringlustuse eesmärgil, vaid selleks, et neid jäätmeid kõrvaldada võimalikult vähese kahjuga. Siiski võetakse taimetoitaineid ringlusse juba ka praegu, kuigi sageli üsna ebatõhusal viisil. Seetõttu on taimetoitainete ringlustuse parandamiseks vaja teada, millised on viimased arengud selles valdkonnas, et muuta protsessid senisest tõhusamaks.

Käesolevas aruandesse on riikide põhiselt koondatud andmeid taimetoitainete ringlustuse kohta Läänemere piirkonnas. Järgmistes peatükkides kirjeldatakse, kuidas erinevaid ringlustatavaid biojäätmeid praegu käideldakse, kui tõhusad on ringlustuse meetmed ja millised on peamised takistused, mis takistavad tõhusamate meetmete rakendamist. Aruanne sisaldab ka esialgset

piirkondliku taimetoitainete ringlustuse strateegiat, mida saab kasutada lähtepunktina, kui soovitakse edendada ja rakendada taimetoitainete ringlustust igas piirkonnas/riigis senisest tõhusamalt.

2 Taimetoitainete ringlustuse hetkeolukord Läänemere piirkonnas

Läänemere piirkonna riigid on taimetoitainete ringlustuse osas erinevates arenguetappides. Isegi taimetoitainete ringlustuse mõiste võib olla erinevalt tõlgendatav, kuna mõned riigid on juba pikka aega olnud selles valdkonnas väga aktiivsed, teised aga alles hakkavad mõistma taimetoitainete ringluse parandamise ideed mitte ainult heitkoguste vähendamise, vaid ka taaskasutamise seisukohast. Käesolevas peatükis kirjeldatakse taimetoitainete ringlustuse uusimaid arenguid Läänemere piirkonna ELi liikmesriikides.

2.1 Soome

Sari Luostarinen, Elina Tampio & Johanna Laakso, Natural Resources Institute Finland (Luke)

2.1.1 Taust

Alates 2010. aastal Läänemere tegevuskava tippkohtumisel vastu võetud deklaratsioonist on Soome püüdnud olla taimetoitainete ringlustuse eeskujuks. Toonase peaministri Matti Vanhaneni juhitud töörühma memorandumis (MMM 2011) on loetletud eesmärgi saavutamiseks vajalikud meetmed, millest peamised on: 1) taimetoitainete hoolikas ja tõhus kasutamine, 2) biojäätmete tekke minimeerimine, 3) taimetoitainete tõhus ja ohutu ringlustus ning 4) taimetoitainete taaskasutamine veekogudest.

Sellest ajast alates ja mitme valitsuse programmi raames on taimetoitainete ringlustus olnud pidevalt valdkond, mida toetatakse riiklikest vahenditest. Keskkonnaministeerium on pakkunud projektide rahastamist ja investeeringutoetust taimetoitainete ringlustuse edendamiseks eelkõige reovee ja jäätmekäitluse valdkonnas. Põllumajandus- ja metsandusministeerium on toetanud ringväetiste kasutuselevõttu põllumajanduses nii eraldi vahendite kui ka ühise põllumajanduspoliitika kaudu. Majandus- ja tööhõiveministeerium on samuti osalenud suurtesse biogaasijaamadesse investeerimise toetamisel ja vastutanud biogaasiprogrammi eest, mis hõlmab ka taimetoitainete ringlustuse eesmärke ja meetmeid.

Hetkel rahastatakse järgmisi tegevusi: 1) taimetoitainete ringlustuse toetus biogaasijaamadele, mis töötlevad loomade sõnnikut ja/või veekogude taastamisest saadud taimset biomassi (Põllumajandus- ja metsandusministeerium), 2) Ahti programm, sh teadus-, arendus- ja investeerimistoetused taimetoitainete ringlustuseks, toetus meetmetele Archipelago (Saarestiku) mere valgalas (Keskkonnaministeerium) ja 3) investeerimistoetus taludele (Põllumajandus- ja metsandusministeerium) ja suurtele biogaasijaamadele (Majandus- ja tööhõiveministeerium). Lisaks on veel palju muid RDI (Research, Development, and Innovation) projektide rahastamisvahendeid ning riiklikud ühise põllumajanduspoliitika meetmed, mis sisaldavad toetusi orgaanilise biomassi ja ringlustatud taimetoitainete kasutamiseks taludes.

Kuigi Soomes on taimetoitainete ringlustuse toetamine olnud viimastel aastatelstabiilselt kõrge, on praktikas edasiminek olnud loodetust aeglasem. Kiiremat arengut takistavad sageli majanduslikud põhjused. Ringväetiste turg on endiselt väike ja sõnniku puhul on peamiseks kasutamisviisiks olnud otsene kasutamine põldudel. taimetoitaineterikaste biojäätmete töötlemine paremini kasutatavateks ja kontsentreeritumateks toodeteks ei ole olnud piisavalt

efektiivne, kuna tarbijad ei ole valmis nimetatud toodete eest maksma nii kõrget hinda, et katta tootmisega kaasnevad kulud. Seega töödeldakse enamik taimetoitaineterikkaid kõrvalsaadusi pigem lihtsamate (ja vähemkulukate) lahenduste abil nagu anaeroobne lagundamine, kompostimine ja mehaaniline eraldamine. Suuremates töötlemisettevõtetes põhjustab see logistika kulude ja keerukuse suurenemist, kuna on vaja leida piisavalt ladustamisruumi ja kasutusvõimalused väetamiseks mõeldud toodetele. Mõnes töötlemisettevõttes toodetakse ka kõrgtehnoloogilisi tooteid, kuid tootja võib saada parema hinna pigem tööstuslikust kasutamisest kui põllumajandusest. Näiteks müüakse mõned biogaasitehaste lämmastikurikkad kontsentraadid tselluloosi- ja paberitööstuse reovee puhastamiseks.

Muud takistused on seotud kahjulike ühendite esinemise võimaliku riski ning ringväetiste ladustamise ja kasutamise praktilise korraldusega. Mure kahjulike ühendite pärast on peamiselt seotud reoveesettest toodetud ringväetiste puhul , kuigi üheski läbiviidud uuringus ei ole tuvastatud kahjulikku mõju põllukultuuridele ja nende kvaliteedile. Paljud suuremad kokkuostjad keelduvad endiselt ostmast põllukultuure, mida on väetatud reoveesettest valmistatud ringväetisega. 2024. aasta sügisel tekitas ringväetiste võimalik saastatus arutelu, kui ilmus uudis, et toidupoodide biojäätmeid töötlevas biogaasijaamas on kääritusjäägis tuvastatud suures koguses plastikut.

Põllumajandusettevõtted võivad keelduda ringväetiste kasutamisest ka seetõttu, et need nõuavad põllumajandustavade muutmist. Vaja on sobivat ladustamisvõimalust, kuid mitte kõikidel taludel ei ole näiteks vedel-- või tahesõnnikumahuteid, mida saaks kasutada ringväetiste hoiustamiseks. Hoidlad võivad olla ka liiga kaugel põldudest, kus tooteid kasutatakse. Ringväetiste kasutamise huvi võib piirata ka sobivate masinate või töövõtuteenuste puudumine. Enamik põllumajandusettevõtteid on harjunud kasutama mineraalväetisi, mida annustatakse koos seemnete külvamisega. Mõned põllumajandustootjad ei soovi kasutada raskeid laotamismasinaid oma põldudel, kuna need tihendavad mulda. Kokkuvõtteks, ringväetiste tehnoloogiad, logistika ja rakendamine vajavad veel Soomes arendamist.

2.1.2 Praegused tavad

Soomes on taimetoitainete ringlustuse seireks välja töötatud vastav mõõdik. Selle esimene versioon avaldati 2022. aastal ja see on kättesaadav Soome Loodusvarade Instituudi (Luke) statistikaosakonnas (https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/ravinteiden-kierratyksen-indikaattori). Eesmärk on ajakohastada mõõdikut iga kolme aasta tagant, et lõpuks moodustuks ajasari. Kuna keerukas on saada andmeid biomassi, selle töötlemise ja lõppkasutuse kohta , materjalivoo kohta päritolukohast lõppkasutuseni, on oodata, et nimetatud indikaatorit tuleb ajakohastamise käigus ka edasi arendada. Järgnevalt on esitatud andmed vastavalt väljatöötatud indikaatorile (Luostarinen et al. 2023).

Loomasõnnik

Suurem osa Soomes toodetud sõnnikust (98%) kasutatakse põllumajanduses väetisena. Ainult umbes 7–8% sõnnikust töödeldakse, kas taludes või suuremates rajatistes. Töödeldud sõnnikust Kaks kolmandikku (2/3) kasutatakse samuti põllumajanduses väetisena, ülejäänu suunatakse peamiselt aiandusse ja koduaedadesse.

2023. aastal läbis anaeroobse lagundamise umbes 410 000 t sõnnikut. Suurem osa sellest sõnnikust, 72%, töödeldakse väiksemates taludes (aastane sõnniku töötlemise võimekus 12 000 t või vähem), mis keskenduvad peamiselt energia tootmisele talu enda vajadusteks (tavaliselt

soojuse ja elektri koostootmine). Samuti kasutatakse taimetoitaineid samas talumajapidamises. Mõned talude tasemel töötavad tehased toodavad sõidukikütust (biometaan) oma tarnejaamades. Kokku toodavad talude biogaasijaamad aastas umbes 60 GWh energiat (andmed aastate 2023–2024 kohta). Talude biogaasijaamades on suurim sõnniku osakaal veiste vedelsõnnikul (84%), muud sõnnikuliigid on väikese osakaaluga. Enamik põllumajandusettevõtteid käitab sõnnikut koos muude toorainetega, nagu jäägid rohumaadelt või toiduainetööstuse kõrvalsaadused.

Viimasel ajal on Soomes täheldatud uuenenud huvi põllumajanduskooperatiivide biogaasijaamade ja suuremate tsentraliseeritud biogaasijaamade vastu. Põllumajanduskooperatiivide jaamade aastane töötlemisvõimekus on tavaliselt 20 000 – 40 000 t sõnnikut ning sageli on nende eesmärk toota sõidukikütust ja jaotada digestaat partnertalude vahel. Mõnikord võivad nad osa taimetoitaineid müüa ka naabertaludele (ilma töötlemata või pärast mehaanilist separeerimist). Talude biogaasijaamades on digestaadi separeerimine haruldasem ja alla 50% jaamadest on investeerinud separaatoritesse.

Hetkel on Soomes üks suurem tsentraliseeritud biogaasi tehas, mis töötleb peamiselt sõnnikut (koguvõimsus 150 000 t), kuid ehitatakse veel kahte suurt tehast (võimsusega 240 000 t ja 420 000 t) ja veelgi rohkem on kavandamisel. Muud olemasolevad Soome tsentraliseeritud tehased, mis käitlevad väikeseid sõnnikukoguseid, keskenduvad muude biolagunevate toorainete töötlemisele ning sõnnikul on aastases toorainekoguses vaid väike osa.

Kuigi olemasolev tsentraliseeritud sõnnikupõhine biogaasitehas ja üks ehitatavatest tehastest investeerivad digestaadi separeerimisse ja kontsentreerimisse, kavatsevad enamik teisi tsentraliseeritud tehaseid lihtsalt tagastada vedelsõnniku-taolise digestaadi loomakasvatustaludele, mis varustavad tehaseid sõnnikuga. taimetoitainete ringlustuse seisukohast on väljakutseks see, et taimetoitainete piirkondlik ümberjaotamine on väike või puudub üldse, kui sõnnikus olevad taimetoitained lihtsalt „külastavad" biogaasi tehast ja naasevad samadesse taludesse. Tõenäoliselt on digestaadis ümberjaotamiseks rohkem taimetoitaineid kui sisendmaterjalis, kuna tsentraliseeritud biogaasi tehased võtavad biogaasi saagikuse suurendamiseks ja väravatasude saamiseks sageli vastu ka muid biojäätmeid peale sõnniku. Lisaks ei ole mingit garantiid, et loomakasvatustalud soovivad saada tagasi sama palju taimetoitaineid, kui nad sõnnikuna oma ettevõttest ära viisid. Seega võib plaan „taimetoitained loomakasvatustaludele lihtsalt tagasi anda" osutuda praktikas võimatuks ning tsentraliseeritud biogaasijaamad peavad taimetoitaineid ümber jaotama ka muudele taludele ja võib-olla ka töötlema digestaati, et parandada nende müüki, ladustatavust ja transporditavust.

Muudest töötlemistehnoloogiatest kasutatakse kompostimist eelkõige kodulindude (6% kodulindude sõnnikust), hobuste (30% hobuste sõnnikust) ja karusloomade (70% karusloomade sõnnikust) sõnniku puhul. Osa kodulindude sõnnikust kuivatatakse ja granuleeritakse (6%).

Reoveesetted

Reoveesetete töötlemine on Soomes üsna rangelt reguleeritud, et tagada nende ohutu lõppkasutus. Praeguse kasutatav töötlemistehnoloogia ei pruugi aga olla parim lahendus taimetoitainete ringlustuseks, see on pigem üks võimalus, kuidas kõrvaldada setted kõige lihtsamal ja vähem kahjulikul viisil.

Suurem osa Soome reoveesetetest (76%) lagundatakse anaeroobselt kas reoveepuhastites või biogaasi tootmisega tegelevates jäätmekäitluskeskustes. Anaeroobset lagundamist kasutatakse kas ainsa töötlemismeetodina või koos kompostimisega, mille käigus ka separeeritakse lagundatud massist tahe fraktsioon. Kompostimist kasutatakse ka reoveesetete otsesel töötlemisel (17%), kuid selle roll on vähenemas. Vähemal määral kasutatakse reoveesetete keemilist töötlemist või põletamist.

Umbes 40% reoveesettest kasutatakse põllumajanduses ringväetistena. Selle kasutamine põllumajanduses on piiratud mitte niivõrd väetisainete seaduse (711/2022) ja väetisainete määruse 964/2023 nõuete tõttu, vaid pigem toiduainete töötlemise ettevõtetele kehtestatud piirangute tõttu. Paljud suured põllusaadusi ostvad ettevõtted ei võta neid vastu, kui on kasutatud reoveesettest valmistatud väetist. 46% reoveesettest suunatakse seetõttu muudele kasutusviisidele, näiteks haljastuseks. 14% algsest reoveesettest suunatakse paksendamise ja kuivatamise käigus tagasi reoveepuhastusprotsessi ja ringleb seega reoveepuhastites.

Reoveesettest pärit taimetoitainetest suunatakse Soomes põllumajanduses kasutamiseks hinnanguliselt 45% fosforist ja 42% lämmastikust.

Bioloogilised olmejäätmed

Bioloogilisi olmejäätmeid kogutakse Soomes kodumajapidamistest, toitlustusettevõtetest, restoranidest ja toidupoodidest. Bioloogiliste olmejäätmete sorteerimist võiks oluliselt parandada, kuna ligikaudu 55% neist põletatakse või ladestatakse endiselt segaolmejäätmetena. Kogutud bioloogilistest olmejäätmetest 60% läbib anaeroobse lagundamise ja 40% kompostitakse, kusjuures lagundamine on üha enam kasutusel. Seega saab kompostimist kasutada jäätmete käitlemise järeltöötlemisena.

Kogutud bioloogilistest olmejäätmetest suunatakse 54% põllumajandusse väetisena ja 23% kasutatakse näiteks haljastuses. 23% kogumassist muundatakse gaasilisteks ühenditeks (süsinikku ja lämmastikku sisaldavad ühendid), mis väljuvad ringlusest. Kõikide Soome biogaasitehaste puhul, kus toimub kooslagundamine reoveesettega, on bioloogilistest olmejäätmetest saadud ringväetiste kasutamine põllumajanduses osaliselt piiratud.

Soomes taaskasutatakse bioloogiliste olmejäätmete taimetoitainetest hinnanguliselt 70% fosforist ja 63% lämmastikust põllumajanduslikuks otstarbeks.

Tööstuslikud kõrvalsaadused

Soomes toodetud loomsetest kõrvalsaadustest (ABP) 51% (peamiselt tapamajade jäätmed ja loomakorjused) suunatakse loomsete kõrvalsaaduste töötlemisettevõtetesse ja töödeldakse vastavalt ELi loomsete kõrvalsaaduste määruse nõuetele. Osa loomsetest kõrvalsaadustest võib töödelda muul viisil, näiteks 7% loomsetest kõrvalsaadustest (kalakasvatuse kõrvalsaadused) kääritatakse, 2% komposteeritakse ja 40% töödeldakse muul viisil. Muud töötlemisviisid hõlmavad erinevaid meetodeid sõltuvalt loomsete kõrvalsaaduste liigist, kus lahjendatud reovee fraktsioonid suunatakse reoveepuhastisse ja rasvarikkad saadused kasutatakse biokütuse (biodiisli) tootmiseks, samas kui mõned loomsed kõrvalsaadused kasutatakse karusloomade söödana või põletatakse.

Muudest toiduainete töötlemise kõrvalsaadustest läheb 42% kogusest otse põllule, 20% kääritatakse, 2% kompostitakse ja 36% töödeldakse muude meetoditega, näiteks põletatakse või kasutatakse biokütuse tootmiseks.

Kõigist toiduainetööstuse kõrvalsaadustest kasutatakse 29% põllumajanduses väetisena. 42% läheb muudeks otstarveteks, näiteks sööda või biokütuse tootmiseks, ja 29% kaob gaasiliste ühenditena, sõltuvalt kasutatud töötlemismeetodist.

Soomes suunatakse põllumajandusse väetisena ringlusse vaid 29% loomsete kõrvalsaaduste fosforist ja 19% lämmastikust. Mõnede kõrvalsaaduste kasutamine loomasöödana pakub aga veel ühe ringlustuse võimaluse läbi sõnniku. Lisaks sellele jõuab reoveepuhastusse ja näiteks biodiisli tootmisse suunatud kõrvalsaaduste lämmastik ja fosfor tõenäoliselt tagasi ringlusse olmejäätmete töötlemise kaudu kas reoveesetete või biojäätmetena.

2.1.3 Taimetoitainete ringlustust edendavad poliitikameetmed

Soome on rakendanud mitmeid poliitikameetmeid taimetoitainete ringlustuse edendamiseks. Paljud neist on seotud üleväetamise piiramise ja keskkonnamõju vähendamisega, aga ka ringväetiste tootmise ja kasutamise toetamisega.

Väetamise regulatsioon sätestab, milliseid väetisi ja millistes kogustes on Soomes lubatud kasutada. Samuti on regulatsiooniga sätestatud taimetoitainete ringlustuse arendamine.

Väetiseseaduse (711/2022) eesmärk on tagada, et kõik Soomes turule viidud väetised oleksid ohutud, hea kvaliteediga ja sobivad taimekasvatuseks. Seaduse eesmärk on ka edendada väetamiseks sobivate kõrvalsaaduste kasutamist, tingimusel et neil on tõestatud positiivne mõju taimede kasvule ja need ei kahjusta ega ohusta inimesi, loomi, taimi ega keskkonda.

Põllumajandus- ja metsandusministeeriumi määrus väetiste tootmise kohta (964/2023) reguleerib väetiste tootmiseks kasutatavaid tooraineid, tootmisprotsesse ja toodete omadusi. Määruses ja selle lisades on sätestatud nõuded ja piirväärtused toote funktsionaalsete kategooriate ja lubatud koostisosade kohta, sarnaselt ELi väetiste määrusega. Näiteks muutuvad piirväärtused lisandite (klaas, metall, plast) suhtes järk-järgult rangemaks, et anda aega ringväetiste tootmise protsessi arendamiseks.

Valitsuse määrus teatavate põllumajandusest pärit heitkoguste piiramise kohta (1250/2014, tuntud ka kui „nitraatide määrus") on suunatud lämmastiku heitkoguste vähendamisele, mis tekivad sõnniku ja muude orgaaniliste väetiste ladustamisel ja kasutamisel ning anorgaaniliste väetiste kasutamisel. Määrus kehtib kogu Soomes ja kõigis taludes ning rakendab nitraadidirektiivi (91/676/EMÜ). Näiteks talude sõnnikuhoidlate miinimumnõuete puhul võib kaaluda põllumajandusettevõtte tasemel või muul viisil töötlemist, kui töötlemine vähendab ladustatavat kogust.

Valitsuse määrus fosforit sisaldavate väetisete ja sõnniku kasutamise kohta (64/2023), nn „fosforimäärus", on esimene rangem määrus fosforväetiste kasutamise kohta Soomes. Eesmärk on vähendada fosforikoormust veekogudes ja vähendada kõrgeimat fosforikontsentratsiooni põldudel, tagades samal ajal põllukultuuride fosforivajaduse. Määrus reguleerib fosforväetiste kasutamist põllumajanduses, aianduses, haljasaladel ja maastikuhoolduses. See sisaldab põllumajanduses kasutatavate fosforväetiste, sealhulgas sõnniku maksimaalseid lubatud

koguseid sõltuvalt mullast ja põllukultuurist. Dekreedi 5. jaos edendatakse otseselt fosfori ringlustust, lubades väikest fosforikogust kõrge fosforisisaldusega põllumaadel, kui sõnniku- või digestaadipõhine toode taaskasutatakse fosfori eraldamisel eraldi fraktsioonina.

Soome pakub ka erinevaid toetusi taimetoitainete ringlustuse toetamiseks. Kõige uuenduslikumad poliitikavahendid pakuvad mõjupõhist rahastamist. taimetoitainete ringlustuse edendamiseks biogaasi tootmise kaudu on aastatel 2024–2026 ette nähtud tegevustoetused. Toetused antakse konkursi teel sõnnikut töötlevatele biogaasijaamadele ja saadava toetuse suurus sõltub jaamas töödeldud sõnniku fosfori kogusest, mis tarnitakse mitte sõnnikuga varustajale, vaid muudele taludele. Konkursil eelistatakse biogaasijaamu, mis asuvad tiheda loomakasvatusega piirkondades ja/või maksimaalse ökoloogilise seisundiga pinnaveekogude läheduses, ning mis kasutavad kaasaegseid tehnoloogiaid (minimaalselt TS 25%, kuid lisapunkte antakse TS >80%). Esimese pakkumise tulemusel said toetuse viis biogaasijaama. Uus pakkumiste voor on kavandamisel ja käimas on läbirääkimised sarnase toetuse avamiseks teistele sõnnikutöötlemise tehnoloogiatele.

Järgmise kümne aasta jooksul katsetatakse Lõuna-Soome saarestiku mere valgalas veel üht mõjupõhist rahastamisviisi, mis on seotud taimetoitainete ringlustusega. Eesmärk on kaasata põllumajandusettevõtted katseprojekti, pakkudes toetust põldude kõrge fosforisisalduse vähendamiseks. Rahastamine ei reguleeri, kuidas vähendamine peaks toimuma, vaid meetodid jäävad põllumajandustootjate otsustada. Toetus makstakse välja, kui valitud põllulappide fosforisisaldus väheneb. Muudatuste jälgimiseks võtab keskkonnaamet mullaproove.

RDI-rahastamine on alates 2012. aastast saadaval nii Põllumajandus- ja metsandusministeeriumi kui ka Keskkonnaministeeriumi kaudu. Samade vahenditega on toetatud ka investeeringuid olemasolevate töötlemisettevõtete taimetoitainete ringlustuse parandamiseks. Praegu on need rahastamisvahendid kättesaadavad kuni 2027. aastani.

Riikliku ühise põllumajanduspoliitika kava sisaldab ringmajanduse edendamise meedet. See pakub taludele toetust sõnniku ja ringväetiste tehnoloogia kasutamiseks, hüvitades muldaviimise kulud. Eesmärk on tagada heitkoguseid vähendavate väetamismetoodikate (vedelsõnniku ja digestaadi kohene muldaviimine) laialdasem kasutamine ja orgaanilise aine lisamine põllumaale.

2.1.4 Taimetoitainete ringlustuse väljakutsed

Hoolimata sellest, et Soomes on taimetoitainete ringlustuse edendamiseks tehtud palju tööd, ei kulge tegelik rakendamine nii hästi, kui loodetud. Peamine põhjus on taimetoitainete ringlustuse tegevuse majanduslikkus.

Kvaliteetsete ringväetiste tootmine nõuab märkimisväärseid investeeringuid, mis tõstab toodete tegelikku hinda. Seetõttu ei tehta kõrgtehnoloogiaga ringväetiste tootmiseks väga palju pingutusi. Samas ei ole ka põllumajandusettevõtted (välja arvatud mahepõllumajandusettevõtted) piisavalt huvitatud ringväetiste kasutamisest. Võrreldes mineraalväetistega nõuavad ringväetised tavaliselt spetsiaalseid hoiustamis- ja kasutamismeetodeid, mis ei pruugi olla kergesti rakendatavad, eriti just taimekasvatusele spetsialiseerunud taludes. See vähendab ka talude valmisolekut ringväetiste eest rohkem maksta. Ringväetiste transportimise ja kasutamise teenused on arendamisel ja juba kättesaadavad, kuid põllumajandustavade muutmine on suur väljakutse. Praeguses

majandusolukorras ei ole paljud talud valmis ringväetiste käitlemistehnoloogia rakendamise eest lisakulutusi tegema.

Kehtivates keskkonnaalastes õigusaktides on töötlemise nõue sätestatud üsna tagasihoidlikud. Hoolimata sellest, et on kindlaks tehtud sõnniku ülejäägiga piirkonnad ja pinnaveekogud on märkimisväärselt taimetoitainetega koormatud, ei nõuta töötlemisettevõtete keskkonnalubades piisavalt, et ettevõtted korraldaksid ringväetiste nõuetekohast kasutamist. Seetõttu ei töötle paljud suured biogaasijaamad kääritamisjääke kontsentreeritumateks toodeteks, vaid kasutavad sageli vaid mehaanilist separeerimist. Seega on töötlemisettevõtete jaoks probleemiks vähekontsentreeritud digestaadi transportimine pikkade vahemaade taha. Uute suuremahuliste sõnnikupõhiste biogaasi tootmisettevõtete tekkimisega võib see probleem ja sellega kaasnev soovimatu keskkonnakahju risk veelgi suureneda.

Nii majanduslike kui ka regulatiivsete probleemide leevendamise kui ühiskonna toetuse abil tuleks suurendada ringväetiste osakaalu väetiseturul.

Investeeringutoetused, mis on suunatud ringväetiste tootmisse ja nende toodete kasutamise suurendamisse taludes, on praegu liiga lühiajalised. See muudab taimetoitainete ringlustuse tuleviku ebamäärasemaks ja vähendab investeerimisvalmidust. Vajalik muutus peaks olema süsteemne, mis nõuab paljude poliitikavahendite samaaegset kasutamist, millest mõned on juba kasutusel, kuid teisi saab veel edasi arendada. Samal ajal peaks ettevõtjatele edastatav sõnum olema ühtne: taimetoitainete ringlustus peaks alati olema jätkusuutlikult lahendatud ka siis, kui kavandatakse taimetoitaineterikka biomassi muid kasutusviise, näiteks taastuvenergia tootmiseks.

Kasutatud kirjandus

Luostarinen, S., Laakso, J., Tampio, E., Skyttä, A. & Lehtonen, E. 2023 Ravinteiden kierrätyksen tilastointi ja seuranta : Ensimmäinen indikaattori ja kehittämisehdotukset (Statistics and monitoring of nutrient recycling). Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 107/2023, Natural Resources Institute Finland, Helsinki, Finland. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-823-2

MMM 2011. Suomesta ravinteiden kierrätyksen mallimaa (Finland as a model country for nutrient recycling). Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio 5/2011. Ministry of Agriculture and Forestry, Finland. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-649-3

2.2 Eesti

Tiina Köster, Raivo Vettik & Kalvi Tamm, METK

2.2.1 Taust

Eestis pärineb suurem osa ringväetiste toorainest loomakasvatusest. Samal ajal suureneb mitmesugustest bioloogilistest materjalidest saadava kääritamisjäägi kogus, kuna kasvanud on huvi avada uusi suuri biogaasijaamu, ning on oluline leida viise kääritamisjääkide väärtustamiseks orgaaniliste väetistena. taimetoitainete ringlustuse võimalikud mahud kasvavad ka toidujäätmete eraldi kogumise suurenemise tõttu. Seevastu komposteeritud reoveesetete

kasutamine väetisena on rangelt reguleeritud, kuid ka siin otsitakse lahendusi, kuidas suunata taimetoitaineterikkad setted tagasi ringlusse.

2.2.2 Praegusesd tavad

Loomasõnnik

Umbes 85,1% sõnnikust kasutatakse orgaanilise väetisena otse põldudel. Ülejäänust enamus kasutatakse biogaasi tootmisettevõtetes (vt allpool; Värnik et al. 2023).

Mõnes suuremas põllumajandusettevõttes vedelsõnnik separeeritakse mehaaniliselt. Separeeritud vedel fraktsioon viiakse otse põllule orgaanilise väetisena. Osa separeeritud tahefraktsioonist hügieniseeritakse kompostimise teel ja kasutatakse loomalautades allapanumaterjalina. Teine osa tahefraktsioonist viiakse väetisena otse põllule.

Mõned talud kasutavad vedelsõnniku hapestamist ladustamise ajal, et suurendada selle väävlisisaldust ja vähendada ammoniaagi kadu.

Valdavalt laotatakse vedelsõnnik põldudele ilma töötlemiseta. Eestis laotatakse suurem osa vedelsõnnikust mulda viimise teel (sisestus- ja segamislaotus) ja väiksem osa pinnale laotamise teel (paisk- ja lohisvooliklaotus) (Tabel 1). Ammoniaagi kadude vähendamiseks paisk- ja lohisvooliklaotusega laotatavast vedelsõnnikust on seda võimalik hapestada..

Tabel 1. Vedelsõnniku laotustehnoloogiate kasutamine põllumajandusmaal Eestis. Proportsioonid on arvutatud Eesti taludes kasutatava vedelsõnniku koguhulga alusel vastavalt tehnoloogiatele

Laotamistehnoloogia	Osatähtsus, %
Paisklaotus	2.33
Lohisvooliklaotus	17.22
Segamislaotus	40.17
Ribas-segamislaotus	6.19
Avalõhesse-sisestuslaotus	23.29
Sulglõhesse-sisestuslaotus	10.79

Biogaasijaamad

Eesti põllumajanduslike biogaasijaamade peamine tooraine on veisesõnnik, vähemal määral kasutatakse ka sea- ja linnusõnnikut (Värnik jt 2023). Kogu sõnnikuressursist kasutatakse biogaasi tootmiseks 14,9%.

Biogaasijaamades kasutati kokku 384 359 tonni toorainet. Erinevad sõnnikud moodustavad sellest 73,9% (284 158 tonni) ja lisasubstraadid (tabel 2) 26,1% (100 201 tonni; Värnik jt 2023). Sõnniku biogaasijaamades oli lisasubstraatide suurim osakaal toiduainetööstuse jäätmetel, mis moodustasid 61 279 tonni (tabel 2).

Tabel 2. Peamiselt sõnnikut sisendina kasutatavates biogaasijaamades kasutatud lisasubstraatide kogus (t) ja osakaal jaama sisendite mahust (Värnik et al. 2023)

Lisasubstraat	Kogus, t	Osakaal kogu sisendite mahust*	
		Keskmine, %	Vahemik, %
Silojäägid ja rohusilo	20 730	5.7	2.15–9.30
Teravilja sorteerimisjäätmed	2165	0.6	0.00–1.03
Toiduainetööstuse jäätmed	61 279	16.8	0.07–35.45
Köögiviljajäätmed	8651	2.4	0.00–3.45
Rasv	2073	0.6	0.00–1.51
Pärm	942	0.3	0.00–0.84
Puidu väärindamise jääk	4362	1.2	0.00–3.93
Kokku	100 201	26.1	10.01–46.24

* Kogu sissetulevast substraadist

Reoveesetted lagundatakse eraldi biogaasi tootmisjaamades. Kogu reoveesettest kasutatakse tänapäeval Eestis biogaasi tootmiseks 45% (Mõtte jt 2024).

Elering AS poolt 2023. aastaks väljastatud päritolusertifikaatide kohaselt toodeti Eestis 210,6 GWh biometaani, millest 33,6 GWh toodeti reoveesettest, 61,7 GWh loomasõnnikust, 42,0 GWh toiduainetööstuse jääkidest, 69,9 GWh biojäätmetest ja 3,3 GWh muust biomassist. Sõltuvalt biotoorme liigist on biogaasi tootmiseks realiseeritud 3–45% (keskmiselt 16%). Erinevatest toorainetest nagu toidujäätmed, reoveesetted ja sõnnik realiseeritakse vastavalt 37%, 45% ja 13%. Siinjuures tuleks tähelepanu pöörata ka sellele, et toidu- ja biojäätmete tulemused on arvutatud biogaasi tooraine teadaoleva koguse ja toodetud biometaani koguste põhjal (Sepp et al. 2024).

Hea ja üsna unikaalne näide kogu Eestis kogutud biomassi käitlemisest on Tallinna lähedal asuv EKT Ecobio tehas. Tehas saavutas täisvõimsuse 2024. aastal, töödeldes päevas 80 tonni sisendmaterjali, st üle 20 000 tonni köögi- ja sööklajäätmeid aastas, tootes üle 1,52 miljoni m³ biometaani ja üle 19 000 tonni vedelväetist (eraldatud vedel fraktsioon), mis laotati Harju maakonnas asuvatele põldudele. Biometaani kasutati Tallinna Linnatranspordi (TLT) gaasibusside kütusena, mis sõitsid sellega 2,3 miljonit kilomeetrit. Suurem osa toorainest kogutakse Tallinna ümbrusest, kuid osa tuleb ka mujalt Eestist. Tooraine puhastatakse plastist ja desinfitseeritakse. Eraldatav tahke fraktsioon on kavas töödelda ja turustada taimede kasvusubstraadina.

Tartu Biogas AS toodab biogaasi tootmise kõrvalsaadusena ka sertifitseeritud kääritamisjääki. Tooraine kogus on aastas umbes 120 000 tonni (36 500 tonni biojäätmeid pluss põllumajanduslikud kõrvalsaadused, nagu sõnnik, silo, õled, toiduainetööstuse vadak). Aastane kääritamisjäägi toodang on 120 000 tonni.

<u>Komposteerimisjaamad</u>

Eestis kompostitakse osa reoveesettest, kuid settel põhinevad kompostid ei ole väetisena kasutamiseks sertifitseeritud.

Kuus prügilat/jäätmeettevõtet on sertifitseeritud biolagunevatest jäätmetest komposti tootjad. Teave toodetud komposti koguse kohta on kättesaadav kolme ettevõtte kohta:

- Väätsa Prügila AS – 22 000 t/a (biolagunevate jäätmete käitlemine ja komposti tootmine)
- Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskus AS – 35 000 t/a komposti
- Paikre OÜ – 10 000 t/a komposti

2.2.3 Taimetoitainete ringlustust edendavad poliitikavahendid

Toetused

Eesti investeeringutoetus talude keskkonna- ja kliimapoliitika eesmärkide saavutamiseks ajavahemikul 2023–2027 hõlmab meetmeid, mis on seotud taimetoitainete ringlustusega (Riigi Teataja avaldas määrust selgitava kirja: RT I, 11.03.2025, 10) (PRIA, 2025).

Kliimamuutuste leevendamine ja nendega kohanemine: energiasääst (nt tehnoloogiad vedelsõnniku või komposti soojuse taaskasutamiseks).

Vee ja õhu kvaliteedi parandamine: vedelsõnniku ja kääritamisjäägi separeerimise tehnoloogiate ostmine.

Bioloogiline mitmekesisuse ja muldade kaitset soodustavad mineraalväetiste asendamine orgaaniliste väetistega kompostimistehnoloogiate soetamise kaudu. See hõlmab kogumiskanalitega kompostimisplatse ja biotöötlemisjaama, mis tagab pinnavee ja põhjavee kaitse, taimedel, sõnnikul, reoveesettedel ja vermikompostil põhinevat kompostimist, komposti- ja heina segistid, purustid ja sõelumismasinad, konveieril põhinevad pidevlaadijad, komposti katteid – kattelaotajad ja rullid, õhutajad ja niisutusseadmed, temperatuuri, niiskuse ja CO_2 mõõtmise seadmed.

Lisaks viidi läbi katseprojekt, mille raames toetati mõningaid omavalitsusi biolagunevate jäätmete konteinerite ja kompostrite ostmisel kodumajapidamistele (Biojäätmete liigiti kogumiseks toetuste andmise tingimused ja kord; RT I, 14.09.2023, 1).

Määrused

Tahesõnniku kompostimine põldudel aunades on reguleeritud Eesti veeseaduse (2024) §-ga 165. Sama seaduse §-s 166 on sõnniku kompostimine reguleeritud üksikasjalikumalt:

1. Sõnniku kompostimine käesoleva seaduse tähenduses on sõnniku aeroobne lagundamine, mille käigus orgaaniline aine laguneb mikro- ja makroorganismide toimel. Käesoleva seaduse tähenduses ei käsitata sõnniku kompostimisena kompostimist kompostimisseadmes.

2. Sõnnikut tohib kompostida eelkõige sõnnikuhoidlas või haritaval maal aunas. Väljaspool ettevõtte sõnnikuhoidlat olevat kompostitava sõnniku kogust ei arvestata sõnnikuhoidla mahutavuse osana.

3. Aunas on lubatud kompostida ainult sügavallapanusõnnikut, mille kuivainesisaldus on aunastamisel vähemalt 25 protsenti. Kompostitava sõnniku kuivainesisaldus määratakse

ühesuguse tehnoloogiaga toodetud sõnnikust tootja kulul enne aunastamise alustamist vähemalt kord kahe aasta jooksul ühest proovist akrediteeritud laborianalüüsi meetodiga.

4. Sõnniku kompostimiseks auna rajamisest ja selle asukohast tuleb teavitada Keskkonnaametit, esitades teatise keskkonnaotsuste infosüsteemi kaudu enne aunastamise alustamist.

5. Kompostimine põllul aunas on lubatud sellises mahus, mille puhul ei ole ületatud samale põllule laotada lubatud taimetoitainete piirnormid, mis on sätestatud käesoleva seaduse § 161 lõigetes 1 ja 8. Kompostitava sõnniku auna kõrgus auna rajamise ajal võib olla kõige rohkem kaks meetrit ja auna kuju peab välistama sademevee kogunemise aunale.

6. Kompostitav sõnnik tuleb aunast põllule laotada 24 kuu jooksul pärast aunastamise alustamist.

7. Komposti aunast äravedamise järel tuleb rohumaal asunud auna alus haljastada järgmise vegetatsiooniperioodi alguseks. Uut kompostitava sõnniku auna ei tohi paigutada samasse kohta viie aasta jooksul pärast laotamist.

8. Käesoleva paragrahvi lõikes 4 nimetatud teatise andmekoosseisu ja teatise esitamise korra kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega.

Reoveesetete töötlemist ja kasutamist reguleerib Eesti veeseadus (2024), mille § 172 sätestab reoveesetete kasutamise eeskirjad haljasalade loomisel, taastamisel ja põllumajanduses.

1. Haljastuses, rekultiveerimisel ja põllumajanduses lühikese raieringiga madalmetsa kasvatamisel tohib kasutada ainult stabiliseeritud või stabiliseeritud ja hügieniseeritud reoveesetet.

2. Reoveesete käesoleva jao tähenduses on reoveest füüsikaliste, bioloogiliste või keemiliste meetoditega eraldatud vee ja tahke aine segu.

3. Põllumajanduses, välja arvatud lühikese raieringiga madalmetsa kasvatamine, tohib kasutada ainult stabiliseeritud ja hügieniseeritud reoveesetet.

4. Haljastuses, rekultiveerimisel ja põllumajanduses kasutatav reoveesete peab vastama käesoleva paragrahvi lõike 5 alusel kehtestatud kvaliteedi piirväärtustele ning muudele nõuetele.

5. Haljastuses, rekultiveerimisel ja põllumajanduses kasutatava reoveesette kvaliteedi piirväärtused ning kasutamise nõuded kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega.

Seaduse § 173 sätestab reeglid reoveesetete kasutamise arvestuse pidamiseks:

1. Reoveesette kasutaja peab pidama reoveesette kasutamise kohta päevikut või kandma andmed põlluraamatusse.

2. Päeviku ja põlluraamatu pidamise kohustus ei laiene füüsilisele isikule reoveesette omatarbeks kasutamise korral.

3. Reoveesette käitleja, kes on jäätmekäitleja jäätmeseaduse tähenduses, peab pidama päevikut sette töötlemise ja kasutamiseks andmise kohta.

4. Reoveesette kasutaja ja käitleja peavad säilitama reoveesette kasutamise või käitlemise andmeid viis aastat.

Määrus „Reoveesettest toote valmistamise nõuded" (RT I, 14.04.2023, 10) reguleerib reoveesettest valmistatud toodete nõudeid. Lisaks muudele nõuetele sätestab § 20 reoveesettest valmistatud toodete kasutamise eeskirjad:

Reoveesettest valmistatud toote kasutamiskohad on järgmised:

1. põllumajandusmaal, mida kasutatakse põllumajandustoodete tootmiseks ja lühikese raieringiga madalmetsa kasvatamiseks;

2. haljastuses kõrg- või madalhaljastuse rajamiseks või selle parandamiseks haljasaladel ja haljasvööndites;

3. rekultiveerimisel maavara kaevandamisega rikutud maa-ala või mõnel teisel viisil rikutud maa-ala korrastamiseks või taaskasutamiseks ettevalmistamisel või prügilate katmiseks.

Aladel, kus on kasutatud reoveesettest valmistatud toodet, ei tohi:

1. aasta jooksul pärast laotamist kasvatada köögivilja- või marjakultuure ning ravim- või maitsetaimi;

2. kahe kuu jooksul pärast laotamist karjatada loomi või varuda loomasööta.

Määrus „Haljastuses, rekultiveerimisel ja põllumajanduses kasutatava reoveesette kvaliteedi piirväärtused ning kasutamise nõuded" (RT I, 06.06.2023, 6) reguleerib reoveesette kvaliteedi piirväärtusi ja reoveesette kasutamise nõudeid.

Reoveesetete ressurss on oluline tegur biogaasijaamade ehitamisel, kuna see aitab saavutada ELi kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamise ja energiaeesmärke. Biogaasi tootmine võimalik ka suuremates Eesti reoveepuhastites.

Reoveesetted võib sertifitseerida väetisena, kui need vastavad määruses „Nõuded biolagunevatest jäätmetest biogaasi tootmisel tekkiva kääritusjäägi kohta" (RT I, 14.04.2023, 9) sätestatud nõuetele.

Kasutatud kirjandus

Estonian Water Act, 2024. https://www.riigiteataja.ee/en/eli/ee/501102024003/consolide/current

PRIA 2025. Põllumajandusettevõtja keskkonna- ja kliimapoliitika eesmärkide saavutamise investeeringutoetus. Meede KK1 I voor EAFRD, Riiklik ÜPP SK 2023-2027. https://www.pria.ee/toetused/keskkonna-ja-kliimapoliitika-eesmarkide-saavutamise-investeeringutoetus#prioriteedid-ja-nende-eesmargid

RT I, 14.04.2023, 10. Reoveesettest toote valmistamise nõuded. https://www.riigiteataja.ee/akt/128072017004?leiaKehtiv

RT I, 06.06.2023, 6. Haljastuses, rekultiveerimisel ja põllumajanduses kasutatava reoveesette kvaliteedi piirväärtused ning kasutamise nõuded. https://www.riigiteataja.ee/akt/106082019007?leiaKehtiv

RT I, 14.04.2023, 9. Nõuded biolagunevatest jäätmetest biogaasi tootmisel tekkiva kääritusjäägi kohta. https://www.riigiteataja.ee/akt/119052016009?leiaKehtiv

RT I, 11.03.2025, 10. Perioodi 2023–2027 põllumajandusettevõtja keskkonna- ja kliimapoliitika eesmärkide saavutamise investeeringutoetus. https://www.riigiteataja.ee/akt/111032025010

RT I, 14.09.2023, 1. Biojäätmete liigiti kogumiseks toetuste andmise tingimused ja kord. https://www.riigiteataja.ee/akt/114092023001

Värnik, R., Kriipsalu, M., Kaasik, A., Orupõld, K., Raave, H., Aro, K. 2023. Kääritusjäägi (digestaadi) ohutus, sobivus mullaparandaja või väetisena kasutamiseks ja kääritusjäägi kasutamise majanduslik tasuvus. Uuringu lõpparuanne. Eesti Maaülikool. Tartu.

Sepp, V., Konist, A., Teiter, S., Kask, Ü., Mõtte, M., Järvik, O., Saaroja, A., Reinik, J., Kuusk, I., Ummik, M-L., Krupenski, I. and Laht, J. 2024. Kestliku biogaasi tootmise ja kasutuselevõtu suurendamise võimaluste analüüs. Kokkuvõte. Hetkeolukorra analüüs, aprill, 2024. Tartu Ülikool RAKE, Tallinna Tehnikaülikool, Kliimaministeerium.

2.3 Läti

Zanda Melnalksne & Iveta Grudovska, Farmers' Parliament (ZSA)

2.3.1 Praegused tavad

Loomasõnnik

Läti taludes sõltub sõnniku käitlemise metoodika peamiselt loomaliigist, talu suurusest, tehnoloogilisest tasemest ja asukohast.

Enamikul juhtudel sõnnikut ei töödelda. Sõnnik ladustatakse ja kasutatakse põldudel vastavalt keskkonnaalastele piirangutele ja õigusaktide nõuetele. Sõnniku laotamiseks ja mulda segamiseks kasutatakse lubatud ja sobivaid tehnoloogiaid. Lätis on vaid mõned piirkonnad, kus esineb sõnniku taimetoitainete ülejääk (kriitilised kohad). Need asuvad suurte talude ja biogaasijaamade ümbruses. Need teevad koostööd kohalike teiste taludega, selleks et viia taimetoitaineid nende põldudele vältimaks üleväetamist.

Osa sõnnikust kompostitakse koos muude sobilike materjalidega. Sõnnikukomposti kasutatakse üldjuhul põllumaade väetamiseks.

Sõnnikut kääritatakse ka eraldi või koos muude materjalidega biogaasijaamades. Lätis on 42 biogaasijaama.

Läti suurim linnukasvatusettevõte on investeerinud säästvatesse sõnniku käitlemise tehnoloogiatesse. SIA EGG ENERGY investeeris 2015. aastal üle 10 miljoni euro biogaasi ja väetise tootmise ettevõttesse. Tootmine põhineb täielikult linnusõnnikul. Biogaasi tootmisettevõtte elektrivõimsus on 2 MW, mis toodab aastas ligikaudu 16 miljonit kWh elektrit. Koostootmisjaam toodab ka soojusenergiat, mis võrdub toodetud elektrienergia kogusega. Linnusõnniku tarnib AS Balticovo, mis on Põhja-Euroopa suurim munade ja munatoodete tootja. Kääritamisjäägid muundatakse väärtuslikuks väetiseks, vedelaks ammooniumsulfaadi kontsentraadiks (6 000 m^3/aastas) ja granuleeritud tahkeks fraktsiooniks (10 000 t/aastas).

Reoveesetted

Praegu kompostitakse Lätis reoveesetted koos tugiainetega. Komposti kasutatakse põllumajanduses ning muude lõppkasutajate seas on ka näiteks omavalitsuste rohealad ja prügilad. Kahe reoveepuhasti setted töödeldakse biogaasi tootmisjaamades.

Lätis on heaks kiidetud reoveesetete käitlemise kava aastateks 2024–2027, mille raames kavandatakse reoveesetete käitlemise ümberkorraldamist ja parandamist. Kavas on luua reoveesetete töötlemiskeskuste võrgustik, et edendada majanduslikult tasuvat reoveesetete töötlemist.

Reoveesetete käitlemise kava rakendamine aastateks 2024–2027 tagab, et kõik Lätis tekkivad reoveesetted käideldakse ühtsete põhimõtete alusel. Reoveesetete käitlemise kord näeb kava ette tsentraliseeritud korraldust, mis põhineb avalikel veemajanduse (veevarustus ja kanalisatsioon) teenuseosutajatel, kuna reoveesetete tekkimine on nende teenuse lahutamatu osa. Kavas tehakse ettepanek koguda kogu Läti territooriumil reoveepuhastusseadmetes tekkinud reoveesetted ja transportida need töötlemiseks (vee eemaldamine ja muu töötlemine) suurematesse rajatistesse, mis asuvad teatud piirkondades. Kuna mitte kõik piirkonnad ei suuda koguda piisavalt reoveesetet, et muuta kohalik töötlemisinfrastruktuur majanduslikult tasuvaks, on kavas reoveesetete käitlemist veelgi tsentraliseerida, luues reoveesetete töötlemiskeskused 27-mes piirkonnas. Piirkondadest, kus reoveesetete kogused on väikesed ja seetõttu töötlemiskeskusi ei looda, on kavas reoveesetted transportida lähimasse töötlemiskeskusesse naaberpiirkonnas.

Kavas on sätestatud, et töötlemismeetodi valib iga keskuse käitaja. Kava väljatöötamise käigus läbi viidud uuringud ja arvutused näitasid, et praeguste ELi ja Läti õigusaktide nõuetekohased reoveesetete käitlemise kõige madalamate kuludega töötlemismeetodid on kompostimine või nn külmfermentatsioon, mille puhul reoveesetteid ladustatakse 12 kuud. Sel viisil töödeldud reoveesetteid saab kasutada mullaparandusainena, tagades seeläbi taimetoitainete tagasipöördumise ringlusse looduslike protsesside kaudu. Kavas soovitatakse valida muda töötlemiseks majanduslikult kõige soodsamad meetodid, et minimeerida mõju veemajandusteenuste tariifidele. Samal ajal lubab heakskiidetud kava omavalitsustel või töötlemiskeskuste käitajatel kalduda kõrvale kindlaksmääratud tsentraliseerimismudelist ja töötlemismeetodist, kui tehniline ja majanduslik analüüs õigustab teist valikut. Näiteks on võimalik kombineerida mitu soovitatud muda töötlemiskeskust üheks või suunata muda biogaasi tootjatele.

Biogaasi tootmine

Läti Keskstatistika portaali (Central Statistics Portal) 2023. aasta andmete kohaselt on Lätis kaks reoveesetete töötlemiseks mõeldud biogaasijaama ja 40 muudest toorainetest biogaasi tootmiseks mõeldud biogaasijaama.

Biogaasitehaste intensiivne arendamine Lätis algas 2009. aastal, kui kehtestati soodustariifid biogaasi koostootmisel toodetud elektrienergia eest ja hakati pakkuma investeeringutoetust biogaasitehaste ehitamiseks. Soodustariif on olnud peamine toetusvahend, mis tagab biogaasist toodetud elektrienergia garanteeritud ostuhinna. Toetusperiood oli tavaliselt 10–20 aastat. Teine sarnane meede oli kohustuslik ostukomponent (OIK), millega kehtestati soodustariifid taastuvatest allikatest, sealhulgas biogaasist toodetud elektrienergiale. ELi

rahastamisprogrammid on pakkunud investeerimistoetust biogaasiprojektidele, eelkõige maapiirkondades. Kõik nimetatud toetussüsteemid on praegu peatatud.

Viimastel aastatel (kuni 2024. aastani) on Läti biogaasisektorit iseloomustanud mitu suundumust:

- Poliitika muutus – Läti on järk-järgult loobunud soodsast toetustariifide süsteemist ja liikunud turupõhisemate mehhanismide suunas.
- Tooraine mitmekesistamine – kuigi algselt sõltusid paljud jaamad suuresti energiakultuuridest (eriti maisist), on toimunud üleminek põllumajandusjäätmete, sõnniku ja olmejäätmete suuremale kasutamisele.
- Biometaani tootmine – suureneb huvi biogaasi kvaliteedi parandamiseks biometaani tasemele, et seda saaks suunata maagaasivõrku või kasutada sõidukite kütusena, mis on kooskõlas ELi taastuvenergia direktiividega.
- Integreerimine jäätmekäitlusega – suurem rõhk biogaasitehastele kui ringmajanduse lahendusele, eriti olmejäätmete ja põllumajandusjäätmete puhul.
- Jätkusuutlikkusele keskendumine – rangemad jätkusuutlikkuse kriteeriumid biogaasi tootmisele, rõhutades elutsükli jooksul tekkivaid kasvuhoonegaaside heitkoguseid ja vältides konkurentsi toiduainete tootmisega.

Kõige ajakohasema ja üksikasjalikuma teabe saamiseks Läti biogaasisektori arengu ja toetusmehhanismide kohta soovitame pöörduda Läti Biogaasi Assotsiatsiooni, Majandusministeeriumi või Läti Keskkonnakaitse ja Regionaalarengu Ministeeriumi poole.

2.3.2 Toitainete ringlustuse väljakutsed

Läti taimetoitainete ringlustussektoril on mitmeid väljakutseid. Need on seotud andmete kättesaadavuse, regulatsioonide, töötlemisettevõtete majandusliku olukorra ja jäätmekäitluse tähtsuse tajumisega.

Toetuskavade muutused tekitavad majanduslikku ebakindlust, mis viib investeeringute edasilükkamiseni. See on selgelt näha biogaasisektoris, kus biometaani turu arenguga seotud väljakutsed on põhjustanud aeglase kasvu biometaani tootmises, mis on mõeldud võrku suunamiseks ja transpordiks. Toetusmehhanismid ei ole piisavad just suurte investeeringute jaoks ning seadusandlusega seotud väljakutsed ja koostöö võrguoperaatoritega vähendavad investeeringuid veelgi. Tehnilised ja halduslikud takistused võrku ühendamisel mõnes piirkonnas põhjustavad probleeme elektri, soojuse või gaasi müügil. Need väljakutsed aeglustavad ka taimetoitainete ringlustuse edendamist. Ka avalikkuse suhtumine ei ole alati soodne. Uute biogaasi ja muude tööstusettevõtete vastu on kohalikul tasandil mõningast vastuseisu, kuna kardetakse ebameeldiva lõhna ja ka liikluse suurenemist. Samal ajal on sektorite vahel konkurents biomassi ressursside pärast, eriti suurte ja ühtlaste biomassi koguste pärast.

Toitlustus- ja toiduainete tootmise sektorites puudub ühine arusaam jätkusuutliku jäätmekäitluse küsimustest. Samuti puudub riigis ühine toidujäätmete kogumise süsteem, mille korraldamine võiks algatada keskkonnateadlikuma suhtumise toidujäätmete käitlemisse ja parandada taimetoitainete ringlustust. Üldiselt toetaks tihedam sektoritevaheline integratsioon

jäätmekäitluse, põllumajanduse ja kaugküttesüsteemide vahel taimetoitainete ringlustuse uute algatuste arendamist Lätis.

Lisaks on taimetoitainete ringlustuse potentsiaali ja selle rakendamise jälgimiseks vaja palju andmeid. Lätis ei ole teave orgaaniliste jäätmete (väljaspool põllumajandust) koguste ja liikide kohta piisavalt kättesaadav.

2.4 Leedu

Edmundas Akstinas, Green Circle LT

2.4.1 Taust

2024. aastal oli Leedu põllumajandustoodang 3,8 miljardit eurot ja saagikoristus toimus 2,8 miljonil hektaril põllumajandusmaal. Peamised põllumajandustooted on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. Põllumajandussaaduste tootmine Leedus. Põllukultuuride saak, pügatud vill, piimatoodang, kogutud munad, tapmiseks müüdud loomad ja kodulinnud

		2020	2021	2022	2023	2024
Põllukultuuride saak | tonnides[1, 2, 3]	Teraviljad	6,935,409	5,621,328	6,013,990	5,997,112	6,197,028
	Suhkrupeet (toiduainete tööstusele)	948,475	865,468	728,064	1,041,213	951,200*
	Raps	967,043	904,394	896,029	814,978	863,257*
	Köögiviljad (põllul ja kasvuhoones)	225,699	246,196	266,763	223,353	-
	Puuvilja- ja marjaaiad	72,042	56,058	74,317	54,842	-
	Kartul	302,604	204,624	231,825	274,48	298,000*
Pügatud vill | 100 kg		2,887	2,654	2,898	2,847	
Piimatoodang | tonnides		1,491,676	1,476,887	1,521,936	1,472,973	
Kogutud munad | milj ühikut		881.2	876.1	816.6	831.2	
Tapmiseks müüdavad loomad ja kodulinnud | tuhandetes tonnides Liha, kokku, Rümba mass		275.9	259.5	261.6	249.7	

2024. aastal oli Leedus kasvatatud kariloomade arv 623 522 veist, 497 091 siga, 10 655 316 kodulindu, 127 876 lammast ja 13 984 kitse (tabel 4).

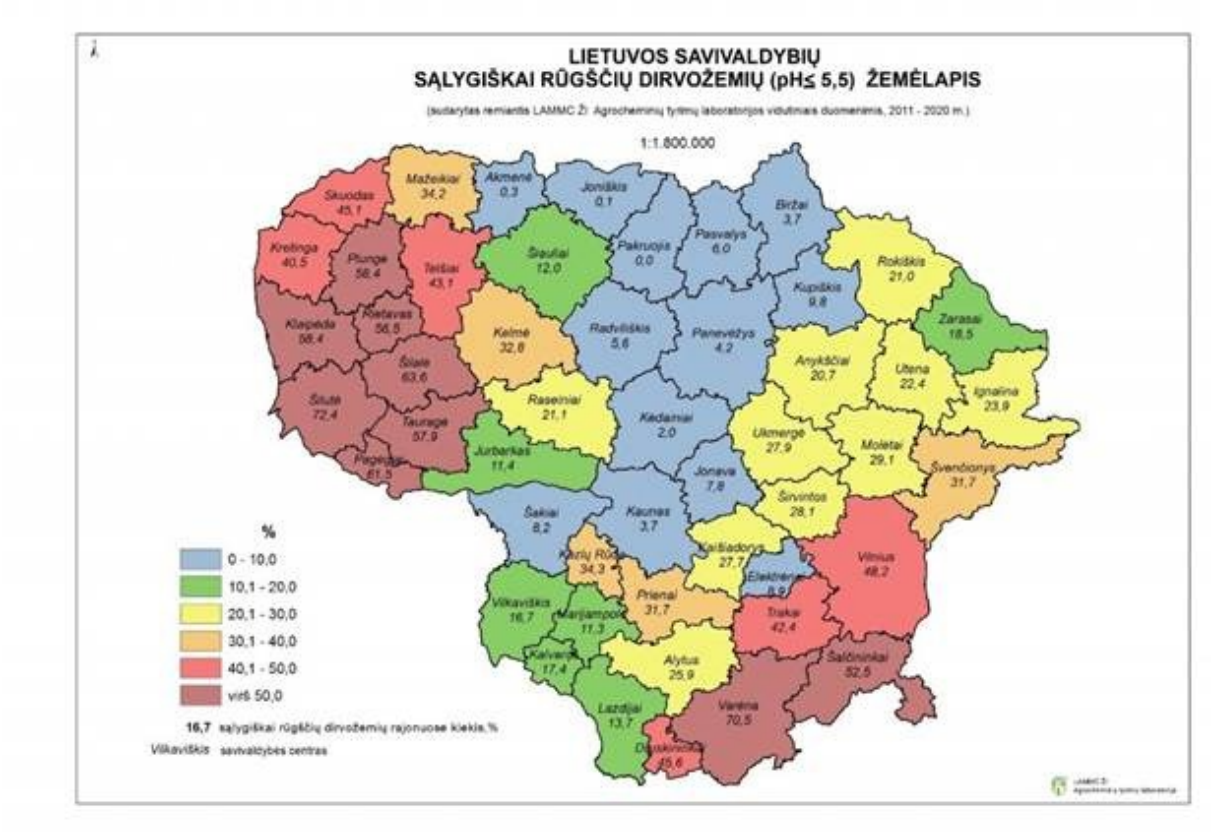
Tabel 4. Loomade arv leedus 2020-2024. aastal.

		Leedu Vabariik			
		Veised, kokku	Sead	Lambad	Kitsed
Loomade ja lindude arv aasta alguses, ühikut	2024	623,522	497,091	127,876	13,984
	2023	641,924	517,421	135,636	14,994
	2022	628,705	573,840	136,909	14,690
	2021	629,505	580,389	140,568	14,746
	2020	634,582	550,835	152,137	15,149

Põllumajandustootmist mõjutavad mullatüübid ja omadused. Uuringute andmed näitavad, et suure osa Leedu põllumajandusmaast moodustavate muldade happesus suureneb ning need protsessid on kõige intensiivsemad Lääne- ja Ida-Leedus.

Aastatel 2000–2011 oli Lääne-Leedus 36,3% happelisi muldasid (pH≤5,5), mis 2012–2019 aastaks kasvas 46,6%ni. Ida-Leedus suurenes happeliste muldade osakaal 24,0%lt 30,0%ni ja Kesk-Leedus 4,3%lt 7,5%ni. Kümne aasta jooksul oli happeliste muldade osakaalu suurim kasv Šilalė (19,0%), Tauragė (18,5%), Prienai (15,0%), Kazlų Rūda (10,7%) ja Šilutė (10,4%) omavalitsuste piirkonnas.

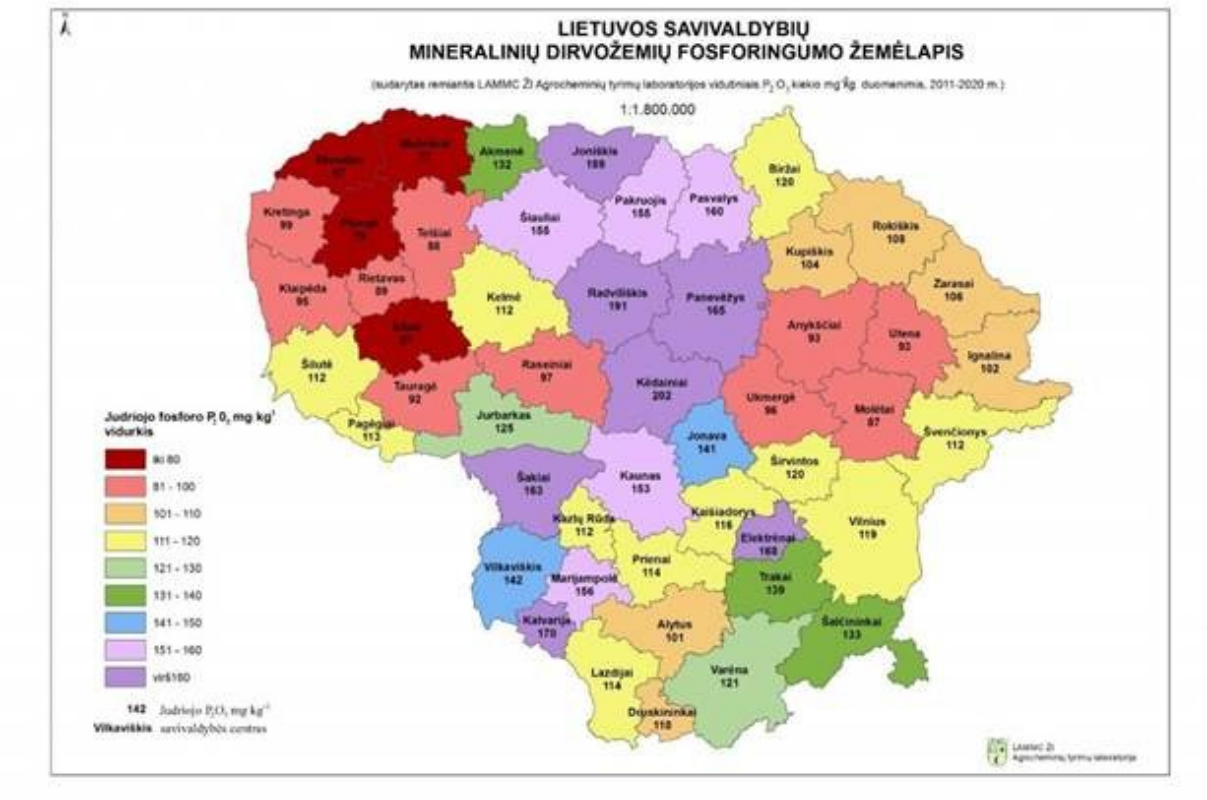
Praegu on happeliste muldade osakaalu suurim kasv (joonis 1) Šilutė omavalitsuses (72,4%), Varėna maakonnas (70,5%), Šilalė maakonnas (63,6%), Pagėgiai maakonnas (61,5%), Plungė maakonnas (58,4%), Tauragė maakonnas 57,9%, Rietavas maakonnas 56,5% ja Šalčininkai maakonnas 52,5%. See näitab, et riigis toimub intensiivne muldade hapestumine ja happelisi alasid ei lubjata piisavalt. Tulevikus on sellistel lupjamata muldadel raske tagada põllukultuuride saagikuse stabiilset kasvu ja mõnes piirkonnas võib saagikus isegi väheneda.



Joonis 1. Leedu muldade pH

Seoses fosforväetamise vajadusega Leedus on Joniškise, Radviliškise, Panevėžyse, Kėdainiai, Šakiai ja Kalvarija omavalitsuste mullad keskmise liikuva fosfori koguste poolest kõige rikkamad (P_2O_5 >160 mg/kg; joonis 2). Võrreldes nendega on Skuodas, Mažeikiai, Plungė ja Šilalė omavalitsuste muldades liikuva fosfori sisaldus poole väiksem (P_2O_5 < 80 mg/kg).

Mullad, mis kuuluvad kolme fosforirühma – kõrge, väga kõrge ja äärmiselt kõrge kontsentratsiooniga (P_2O_5 > 150 mg/kg) – on suhteliselt fosforirikkad. Keskmiselt moodustavad sellised alad 30% kogu Leedust ja Kesk-Leedust 46,7%. Suhteliselt kõrge fosforisisaldusega mullad leiduvad järgmistes omavalitsustes: Kėdainiai – 76,3%, Joniškis – 69,5%, Radviliškis – 68,5%, Kalvarija – 56,3%, Elektrėnai – 55,7%, Šakiai – 54,8%, Panevėžys – 53,7%.



Joonis 2. Muldade fosforisisaldus Leedus

Lämmastik on üks tähtsamaid taimedele vajalikke keemilisi elemente. Kuna see on mullas väga liikuv, viiakse uuringuid läbi igal aastal enne taimede kevadist väetamist ja sügisel pärast saagikoristust. Vaatlused on näidanud, et viimastel aastatel on talved olnud lumeta või on lumikate püsinud väga lühikest aega, mistõttu nitraat-lämmastik leostub novembris ja talvel kiiresti sügavamatesse mullakihtidesse. Seetõttu on kevadel 0–60 cm paksuses kihis vähem mineraallämmastikku kui 10–15 aastat tagasi.

Palju mineraalseid lämmastikuühendeid leidub suurema saagikusega maadel, mis asuvad intensiivse tootmisega taludes, kus kasvatatakse selliseid põllukultuure nagu raps ja köögiviljad, samuti suurte loomakasvatusettevõtete lähedal asuvatel põllumaadel. Kevadel leidub siin mineraalseid lämmastikuühendeid 80–140 kg/ha ja sageli üle 200 kg/ha. Võrdluseks: enamikus taludes on mineraalse lämmastiku sisaldus 40–80 kg/ha, madala tootlikkusega taludes ja viljatutel maadel aga ainult 28–45 kg/ha.

Põllumajandusmaa 0–60 cm paksuses mullakihis koguneb mineraalset lämmastiku (Nmin) keskmiselt 53,5 kg/ha (joonis 3). Siiski esineb erinevusi riigi eri piirkondades. Ida-Leedu eristub eriti madala Nmin sisaldusega – 0–60 cm paksuses mullakihis on see keskmiselt umbes 38,4 kg/ha, samas kui Lääne- ja Kesk-Leedus on see vastavalt 56,2 ja 67,8 kg/ha. Seda mõjutavad mitmed tegurid: suurtes kogustes sademeid suvekuudel – kuni 292 mm, samas kui Lääne-Leedus on see näitaja vastavalt 163 mm, samuti valdavalt kerge mullalõimis ja madalam põllukultuuride tootmise intensiivsus.



Joonis 3. Muldade lämmastiku seisund Leedus

2.4.2 Praegused tavad

Loomasõnnik

Vastavalt HELCOM-i deklaratsioonile, mille Leedu allkirjastas 2013. aastal, on vaja järgida riiklikke norme loomasõnniku ja vedelsõnniku taimetoitainete (N, P) koguste osas, et tagada asjakohane ja keskkonnasõbralik väetamine, mis ei ületa 170 kg lämmastikku või 25 kg fosforit hektari kohta.

2016. ja 2020. aastal oli levinuim sõnnikulaotamise meetod paisklaotamine, mille järel sõnnik segatakse mulda kuni 4 tunni jooksul pärast laotamist. 2020. aastal kasutasid paisklaotamist kõige enam talud, mille kasutatav põllumajandusmaa oli 5–10 hektarit (2016. aastal põllumajandusettevõtted, mille kasutatav põllumajandusmaa oli 2–5 hektarit). Väga vähesed talud kasutasid sisestusmeetodit, mille korral vedelsõnnik sisestatakse mulda tekitatud lõhedesse.

2020. aastal ladustas 34 600 talu sõnnikut avatud aunades selleks ettenähtud alal. See moodustab 60% kõigist sõnnikuhoidlat kasutavatest taludest.

2020. aasta loenduse andmetel hoiavad enamik talusid (92%) lüpsilehmi lõastatuna laudas, kus on sõnniku või vedelsõnniku eemaldamine. Ainult väike osa talusid (7%) peab lüpsilehmi lautades vabapidamisel, kus on sõnniku või vedelsõnniku eemaldamine. Muud sõnniku või vedelsõnniku eemaldamisega pidamisruumide tüübid moodustavad vähem kui 1% lüpsilehmade pidamisruumidest.

2020. aasta loenduse andmete kohaselt peab enamik talusid (79%) muid veiseid lõastatuna laudas, kus on sõnniku või vedelsõnniku eemaldamine. Märkimisväärselt väiksem osa talusid(16%) peab muid veiseid sõnniku või vedelsõnniku eemaldamisega vabapidamislaudas . 6% taludest peab muid veiseid kogu aeg väljas. Muud tüüpi ruumid, kus on sõnniku või vedelsõnniku eemaldamine, moodustavad 4% kõigist muude veiste pidamise kohtadest.

2020. aasta loendusandmete kohaselt peavad enamik talusid (88%) aretussigu hoonetes, kus on kõva põrand (ilma sügavallapanuta) või hoonetes, kus kogu pind on kaetud sügavallapanuga. 16% taludest peab sigu põrandatel, mis on täielikult või osaliselt restpõrand.

2020. aastal peeti enamikus taludes (87%) muid sigu ruumides, mille põrand on kõva (ilma sügavallapanuta) või ruumides, kus kogu pind on kaetud sügavallapanuga. 11% taludest peab emiseid põrandatel, mis on täielikult või osaliselt restpõrand.

Munakanu kasvatatakse peamiselt suurtes linnukasvatusettevõtetes (1,281 miljonit loomakohta ehk 33% kõigist loomakohtadest). Kõige vähem (0,491 miljonit loomakohta) kasvatatakse munakanu välitingimustes või muud tüüpi ruumides. Enamik talusid (16 300 talu, 1,511 miljonit loomakohta) märkis, et nad kasvatavad kanu põrandal sügavallapanul.

Kohalike omavalitsuste ja tööstuse reoveesetted

Leedus oli reoveesetete ladestamine prügilasse keelatud, sõltumata nende töötlemise meetodist. Seetõttu on vaja uusi töötlemis- ja taaskasutus-/kõrvaldamisviise. Leedu on juba hakanud rakendama head tava reoveesetete taaskasutamiseks osana ringmajandusest. Riik on järjekindlalt arendanud setete käitlemise infrastruktuuri. Keskkonnakaitseameti 2019. aasta aruande kohaselt töödeldi reoveesetteid 12 fermentatsiooni- ja kuivatusrajatises, üheksas komposteerimisrajatises ja kahes kuivatusrajatises. 2017. aastal kasutati suurim osa käideldud reoveesettest – 48,3% – väetamiseks, 38,7% komposteeriti, 7,4% ladestati prügilates, 5,2% kõrvaldati muul viisil ja ainult 0,3% põletati.

Reoveesetted on paljudes toiduainetööstuse valdkondades (nt liha- ja kalatöötlemine, puuviljade, köögiviljade, teraviljade, toiduõlide, kakao, kohvi, tee ja tubaka ettevalmistamine ja töötlemine, konserveerimine, pärmi ja pärmi ekstrakti tootmine, melassi tootmine ja kääritamine, piim, suhkur) paljulubav tooraine taimetoitainete ringlustuseks. Reovee käitlemise määrus nõuab, et reovee puhastamisel saadud muda, reoveepuhastites kogunenud rasv ja muud reovee puhastamisel tekkinud jäätmed tuleb üle anda jäätmekäitlusettevõtetele ja käidelda vastavalt kehtestatud nõuetele. Erandid kehtivad juhul, kui jäätmeid on võimalik käidelda tekkekohas koos reovee puhastamisel tekkinud rasvaga või teistelt ettevõtetelt saadud reoveesetete käitlemiseks vajaliku täitematerjaliga, või kui reoveepuhastusseadmeid käitab joogivee tarnija ja reovee käitleja.

Toiduainetööstuses sõltuvad muda kogus ja kvaliteediparameetrid osaliselt toodetavatest toodetest, tootmismahtudest ja kasutatavatest tehnoloogiatest. Näiteks liha- ja kalatööstuses

kasutatakse vett suurtes kogustes, kuna see on oluline hügieeninõuete tagamiseks. Flotatsioonitankides kogunenud muda on rasvarikas, seetõttu erinevad selliste jäätmete omadused ja riskid puu- ja köögivilja töötlemise ettevõtete jäätmetest, mis võib mõjutada heade jäätmekäitlusmeetodite valikut.

Töötlemata reoveesetted on ebastabiilsed ning neis sisalduvad orgaanilised ja anorgaanilised ained ning elusorganismid suurendavad nende kasutamisega seotud ohte. Selle probleemi lahendamiseks kasutatakse orgaanilise aine stabiliseerimiseks bioloogilisi, füüsikalisi ja keemilisi meetodeid, mis vähendavad sette negatiivset mõju keskkonnale ja jäätmetega seotud riske. Reoveesetete taaskasutamise võimalused taimetoitainete ringlustuse eesmärgil sõltuvad reoveesetete kvaliteedist. Ühelt poolt on reoveesetete koostis rikas taimetoitainete, eriti fosfori ja lämmastiku poolest. Reoveesetetest vabaneb lämmastik aeglaselt, mistõttu saab neid pärast stabiliseerimist tagasi viia mulda väetise ja mullaparandajana. Teisalt võib see materjal suurendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid. Toiduainetööstuse reoveesetted võivad sisaldada raskmetalle (nikkel, vask, tsink, plii jne), patogeene, ravimeid ja muid soovimatuid aineid, mis muudab sellise materjali kasutamise väetiste tootmisel potentsiaalselt ohtlikuks keskkonnale ning loomade ja inimeste tervisele. Ka liigsete taimetoitainete keskkonda eraldumine võib avaldada negatiivset mõju veekogudele ja mullale, mis sunnib otsima alternatiivseid ohutuid viise sette kasutamiseks. Seetõttu on väetamiseks mõeldud töödeldud reoveesetete kvaliteedikontroll ja saasteainete vähendamiseks kasutatavad ennetusmeetmed kohustuslikud aspektid, mis võimaldavad setteid tõhusalt kasutada.

Reoveesetteid saab kasutada Leedu taastuvate energiaallikate mitmekesistamiseks, et vähendada sõltuvust fossiilkütustest nende põletamise kaudu. Oluline on rõhutada, et selline kasutamine võimaldab sageli hiljem ekstraheerida väärtuslikke taimetoitaineid väetamiseks, kuid praktikas seda alati ei juhtu.

Kuivatatud muda saab põletada kütusena. Leedus on juba kasutusel rajatised, kus toodetakse reoveesetete graanuleid, mida kasutatakse biokütusena. Selline töötlemine vähendab jäätmete kogust, parandab transpordi ja ladustamise ökonoomsust ning lahendab soovimatu lõhna probleemi. Kuivatatud ohutuid muda graanuleid kasutatakse mõnikord väetisena, kuid sagedamini biokütusena.

Reoveesetete põletamise soojusmahtuvus on sarnane puidu omaga (≈20–22 MJ/kg SM), kuid energiabilanss on sageli null, kuna kütuse ettevalmistamine ja põletamine nõuavad ligikaudu sama palju energiat kui reoveesetete põletamisel saadakse. Oluline on ka põletamisprotsessi korraldamine, sest reoveesetete graanulite ladustamise tingimused ja kestus võivad suurendada nende niiskustaset ja seega nõuda sama kütusekoguse põletamisel rohkem energiat. Kasutatavad tehnoloogiad, logistika ja ülemäärase soojuse kasutamine mõjutavad samuti selle protsessi kasumlikkust.

Viimasel ajal on akadeemilise kogukonna tähelepanu pälvinud „sete energiaks" süsteemid, mille eesmärk on positiivne energiabilanss ja mis püüavad ühendada kolm võtmeaspekti: sette töötlemine, energia tootmine ja ressursside taaskasutamine. Selle protsessi käigus saab kasutada mitte ainult protsessi käigus vabanevaid gaase, vaid ka tuhka ja räbu (näiteks tsemendi, betooni või väetiste tootmiseks).

Kui muda põletamine toimub mono-põletusjaamades, kus põletatakse ainult muda, võib saadud tuhk sisaldada umbes 2–6% fosforit ja seda saab kasutada väetamiseks.

Muda kütusena põletamisel saab saadud tuhka tagasi suunata ringmajandusse, seega on kütuse koostis oluline. Viimasel ajal on ELis muutunud tavalisemaks muda põletamine koos muude materjalidega, nagu toiduainetööstuse tooted, olmejäätmed jne. Selline tuhk sisaldab sageli vähem fosforit ja lõpptoode sisaldab muid aineid, mis raskendavad fosfori eraldamist. Siin võib aga ka esineda erandeid, nagu reoveesetete ning liha- ja luujahu kombinatsioon.

Reoveesetted on suurepärane tooraine, millest saab taimetoitaineid ja energiat. Leedus kasutatakse reoveesetteid peamiselt põllumajanduses komposti tootmiseks ning viimastel aastatel on üha suuremaid koguseid põletatud. Kuigi Leedu reoveepuhastid ei kasuta uusi ja kaasaegseid taimetoitainete ringlustuse meetodeid, on paljudes uuritud valdkondades täheldatud ringmajanduse põhimõtete edukat rakendamist. Leedus tekib aastas hinnanguliselt 1

2.4.3 Taimetoitainete ringlustust edendavad poliitikameetmed

Leedu „Sõnniku ja vedelsõnniku käitlemise keskkonnanõuded" lubavad sõnniku kasutamist väetamiseks. Need sisaldavad kvaliteedinõudeid ja piiranguid lämmastiku koguste ja kasutamise ajavahemike osas. Riiklik Taimekaitseamet on kehtestanud järgmised kasutamise piirangud:

•Toitainete kogukasutus:

- N – 210 kg/ha
- P_2O_5 – 90 kg/ha
- K_2O – 240 kg/ha

•Kui on olemas mulla analüüsil põhinev väetamiskava:

- N -250 kg/ha
- P_2O_5 – 150 kg/ha
- K_2O – 300 kg/ha

•Kui väetamine põhineb ainult sõnniku/vedelsõnniku kasutamisel:

- N - 170 kg/ha

On täheldatud, et täpsemad põllumajandustavad võimaldavad lubada väetamistsüklis sõnniku ja vedelsõnniku kasutamist suuremas koguses.

„Reoveesetete kasutamise nõuded väetamiseks" kehtestavad eeskirjad ja suunised reoveesetete kasutamisele põllumajanduses. Kuigi tegemist on rangelt reguleeritud protsessiga, on see üks populaarsemaid reoveesetete kasutamise meetodeid riigis.

Riiklik „Väetiseseadus" ja „Riiklik väetisete loetelu" lubavad turul kasutada loomasõnniku ja linnusõnniku baasil valmistatud väetisi, loomasõnniku baasil anaeroobselt kääritatud biomassi (kääritatud jääke) ja loomseid kõrvalsaadusi. Selliste väetiste nõuded põhinevad ELi väetiseseadustel (EÜ) 2019/1009 ja (EÜ) 142/2011.

Need poliitikad suunavad investeeringuid Leedus. Kõige paljulubavam suund on praegu sõnniku anaeroobne kääritamine. Selles sektoris on käimas suured investeeringud:

(i) Agrokoncernase piimatootmiskompleks „Future Farm”: Piimatootmine „Tuleviku talus” Miežaičais (Radviliškise piirkond) algab 2026. aasta esimeses kvartalis. Üheksas laudas hakkab elama 10 000 veist, neist 4000 on lüpsilehmad. Talu toodab päevas 140 tonni piima. See on 85 miljoni euro suuruse investeeringuga pikaajalise strateegia esimene etapp; kümne aasta jooksul ehitatakse veel neli sellist kompleksi Kuršėnais, Anykščiais, Naisiais ja Akmenės. Kokku lüpstakse seal 20 000 lüpsilehma (lisaks 4000 uuendatud lautades) ja toodetakse 950 tonni piima päevas. Projekti raames on kavas ehitada ka piimatöötlemistehas. „Tuleviku talu” omab 3200 hektarit maad ja kompleks laiub 52 hektaril. Igas laudas peetakse umbes tuhat looma. Lubatakse, et siin järgitakse ringmajanduse põhimõtteid ja kasutatakse biogaasi elektrijaamu.

(ii) Akola Group: Akola Groupi hallatav Kaišiadorysi linnukasvatusettevõte ehitab biometaanil töötava elektrijaama, kus töödeldakse toiduainete tootmisel tekkivaid orgaanilisi jäätmeid. Elektrijaama, mis peaks tööle hakkama 2026. aasta esimeses kvartalis, kavatsetakse investeerida 19,4 miljonit eurot. Linnukasvatuses on maagaasi tarbimine väga suur, kuna linnud vajavad kasvamiseks stabiilset soojust ja hooneid köetakse gaasiga. Biometaan võiks paljudel juhtudel asendada maagaasi. Kaišiadorys linnukasvatusfarm ja teised Akola kontserni hallatavad ja/või selle läheduses asuvad põllumajandusettevõtted töötlevad oma jäätmed biometaanijaamades. Hinnanguliselt töödeldakse aastas kuni 120 000–140 000 tonni sõnnikut ja muid orgaanilisi jäätmeid. Igal aastal toodab see biokütuse tehas üle 285 000 tonni kääritatud jäätmeid. Eeldatakse, et biokütuse tehas võimaldab vähendada keskkonda paisatava CO_2 kogust ligikaudu 29 000 tonni võrra aastas.

(iii) Sellised investeeringud suurendavad kindlasti vajadust uute ringväetiste tootmistehnoloogiate järele. Praegu on kõige paljulubavamad tehnoloogiad biogaasi käärimisjäägi väärtustamiseks: (i) biogaasisüsteemis eraldatud ja kogutud ammoniaagi ringlustus ja (ii) käärimisjäägil põhinevate orgaanilis-mineraalsete väetiste tootmine. Need tehnoloogiad on kõige suurema potentsiaaliga kasutamiseks suuremahulistes tootmisvõimsustes.



Joonis 4. Digestaadipõhine orgaanilis-mineraalne väetis

Reoveesetete käitlemine on suunatud fosfori taaskasutusele. Kuigi esialgsed investeeringud on alles arengu algjärgus, on reoveesetete tarnijad praegu uurinud järgmisi võimalusi:

(i) reoveesetete põletustehnoloogiad, millele järgneb fosfori ja kaaliumi eraldamine reoveesetete tuhast;

(ii) pürolüüsiprotsessid, mille käigus saadakse biokütus ja fosfor eraldatakse;

(iii) struviidi tootmistehnoloogiad.

2.4.4 Taimetoitainete ringlustuse väljakutsed

Kõikidel eespool kirjeldatud tehnoloogiatel on enam-vähem selge tee turule, välja arvatud reoveesettest saadav biokütus, mida lubatakse lähitulevikus FPR EC 2019/1009 alusel. Reoveesetete suurimaks väljakutseks on turu vastuvõtt: kuigi toote hügieniseerimise ja ettevalmistamise tehnoloogiad arenevad kiiresti, võtab tarbijatele selliste väetiste ohutuse ja atraktiivsuse tõestamine toiduainete ahelas prognooside kohaselt aastaid, kui mitte aastakümneid. Seetõttu tuleb eraldada palju investeeringuid katsetuste ja kommunikatsioonistrateegiate jaoks. Biogaasi käitlemisjäägid on turul juba aktsepteeritud, kusjuures Läti ettevõte A/S Balticovo on edukalt rakendanud nii ammoniaagi kogumise kui ka käitlemisjääkide granuleeritud tooteid, mida tarnitakse Balti turule. Praegune tegelik väljakutse on tagada selliste tehnoloogiate laiaulatuslikum rakendamine Leedus.

Kasutatud kirjandus

Ministry of Agriculture of the Republic of Lithuania: https://zum.lrv.lt/lt/

Ministry of Environment of the Republic of Lithuania: https://am.lrv.lt/lt/

Lithuanian Centre for Agricultural and Forestry Sciences: https://www.lammc.lt/lt

State Enterprise Agricultural Data Centre: https://zudc.lt/

State Data Agency: https://osp.stat.gov.lt/

Description of Environmental Requirements for Manure and Slurry Management, approved by Order No. 14 of the Minister of Environment of the Republic of Lithuania and the Minister of Agriculture of the Republic of Lithuania of 14 July 2005. D1-367/3D-342 (with the latest amendments) “On the approval of the description of environmental requirements for manure and slurry management”: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.260167/asr

Rules and advice on smart farming: https://zum.lrv.lt/uploads/zum/documents/files/LT_versija/Veiklos_sritys/Maisto_sauga_ir_kokybe/Nitratu_direktyvos_igyvendinimas/PUTP_leidinys_2007.pdf

Order No. 19 of the Minister of Agriculture of the Republic of Lithuania and the Minister of the Environment of the Republic of Lithuania of 19 December 2001 452/607 “On the Approval

of the Requirements for the Protection of Waters from Pollution by Nitrogen Compounds from Agricultural Sources"

Law of the Republic of Lithuania on Water

The "Programme for the Reduction of Water Pollution from Agricultural Sources" approved by Order No. 3D-686/D1-676 of the Minister of Agriculture of the Republic of Lithuania and the Minister of the Environment of the Republic of Lithuania of 9 December 2008

"Determination of the Content of Nitrogen and Phosphorus in Manure and Slurry of Cattle, Pigs, Poultry (Meat and Laying Hens), Sheep, Goats" Final Report.

Requirements for the Use of Sewage Sludge for Fertilization. https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.9CBE5CE3AE91

Environmental requirements for Manure and Slurry Management. https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.AE113D1C5ECF

National Fertilizing Products Act of Lithuania. https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/ff770612199611e9bd28d9a28a9e9ad9

National Fertilizing Product Identification List of Lithuania. https://vatis.vatzum.lt/tresiamiejiProduktai

2.5 Poola

Damian Wach, Piotr Skowron, Magdalena Borzęcka & Krystian Mocny, Institute of Soil Science and Plant Cultivation (IUNG)

2.5.1 Taust

Toitainete ringlustus mängib olulist rolli Poola üleminekul ringmajandusele, mis on kooskõlas Euroopa Liidu eesmärkidega. Rõhk on asetatud sõnniku, reoveesetete ja biolagunevate jäätmete käitlemisele, mille eesmärk on mitte ainult keskkonnakahjude vähendamine, vaid ka ressursside kasutamise optimeerimine. Poolas pööratakse suurt tähelepanu tööstusjäätmete käitlemisele, mis tuleneb tööstussektori olulisest rollist riigi majanduses. Võetud meetmete eesmärk on muuta seni koormaks olnud jäätmed väärtuslikuks tooraineteks, mis võimaldab neid tootmisprotsessides uuesti kasutada (Andrzejewska-Górecka jt 2019).

2.5.2 Praegune olukord

Loomasõnnik

2024. aastal avaldas Poola statistikaamet aruande pealkirjaga „Põllumajanduse tootmisvahendid 2022/23. põllumajandusaastal". Aruanne sisaldab muu hulgas teavet sõnniku kasutamise kohta, mida mõistetakse kui materjali, mis varustavad taimi taimetoitainetega ja parandavad mullaviljakust. Aruanne sisaldab andmeid erinevate sõnnikuliikide kohta.

Andmed sõnniku kasutamise kohta 2022/23. aastal on saadud talude integreeritud statistika (R-SGR 2023) uuringu esialgsete tulemuste põhjal. Tulemused näitavad, et sõnnikut tekib Poolas 416 000 talus. Kogusena 45,019 Mt (tabel 5).

Linnusõnnikut tekib Poolas 41 000 talus kogumahuga 671 000 t. Eraldi kogutud uriini (vedel sõnnik) kasutatakse väetisena 51 400 talus kogumahuga 7,573 miljonit m^3. Vedelsõnnik tekib 54 100 talus kokku 17,409 miljonit m^3. Poolas paistavad orgaaniliste väetiste kasutamise poolest silma kolm vojevoodkonda: Mazowieckie, Podlaskie ja Wielkopolskie. Nendes kolmes vojevoodkonnas domineerib sõnniku kasutamine, mis on seletatav intensiivse loomakasvatuse suure kontsentratsiooniga.

Tabel 5. Sõnnikukogused põllumajandusaastal 2022/2023 (Means of production in agriculture in the 2022/23 farming year, Statistics Poland, Warszawa 2024). Vojevoodkonnad

VOJEVOODKONNAD	Sõnnikukogus			
	Tahesõnnik	Linnusõnnik	Uriin	Vedelsõnnik
	tuhandetes tonnides		tuhandetes m^3	
POOLA	45 019.3	671.0	7 573.2	17 409.2
Dolnośląskie	652.1	35.6	130.5	154.7
Kujawsko-pomorskie	3 241.0	46.9	535.2	1 121.9
Lubelskie	4 122.2	35.1	296.7	610.6
Lubuskie	549.3	14.6	31.0	122.6
Łódzkie	3 812.8	49.9	450.5	1 232.6
Małopolskie	962.7	17.4	332.4	239.4
Mazowieckie	7 332.7	114.4	1 234.7	3 265.0
Opolskie	906.7	19.7	266.1	496.7
Podkarpackie	603.8	31.3	188.7	123.9
Podlaskie	7 225.4	41.8	1 688.9	4 453.9
Pomorskie	2 030.7	42.5	374.2	1 017.1
Śląskie	780.8	8.8	162.5	191.1
Świętokrzyskie	950.9	24.8	121.4	184.5
Warmińsko-mazurskie	3 005.8	35.5	602.4	1 482.8
Wielkopolskie	8 059.0	131.7	1 119.1	2 496.7
Zachodniopomorskie	783.4	20.8	38.9	215.7

Sõnnikut kasutatakse ka põllumajanduslikes biogaasijaamades biogaasi toorainena. Poola põllumajandusliku biogaasi tootmist haldava riikliku põllumajanduse tugikeskuse andmetel moodustasid orgaanilised väetised 2022/2023. aastal umbes 18–19% põllumajanduslikes biogaasijaamades kasutatud lähteainest. 2022. aastal käideldi biogaasijaamades 930 000 m^3 vedelsõnnikut, 95 000 tonni tahesõnnikut ja 48 000 tonni linnusõnnikut, 2023. aastal olid vastavad kogused 1 033 000 m^3, 119 000 tonni ja 61 000 tonni, mis näitab biogaasijaamades kääritamisele läinud sõnniku koguste suurenemist.

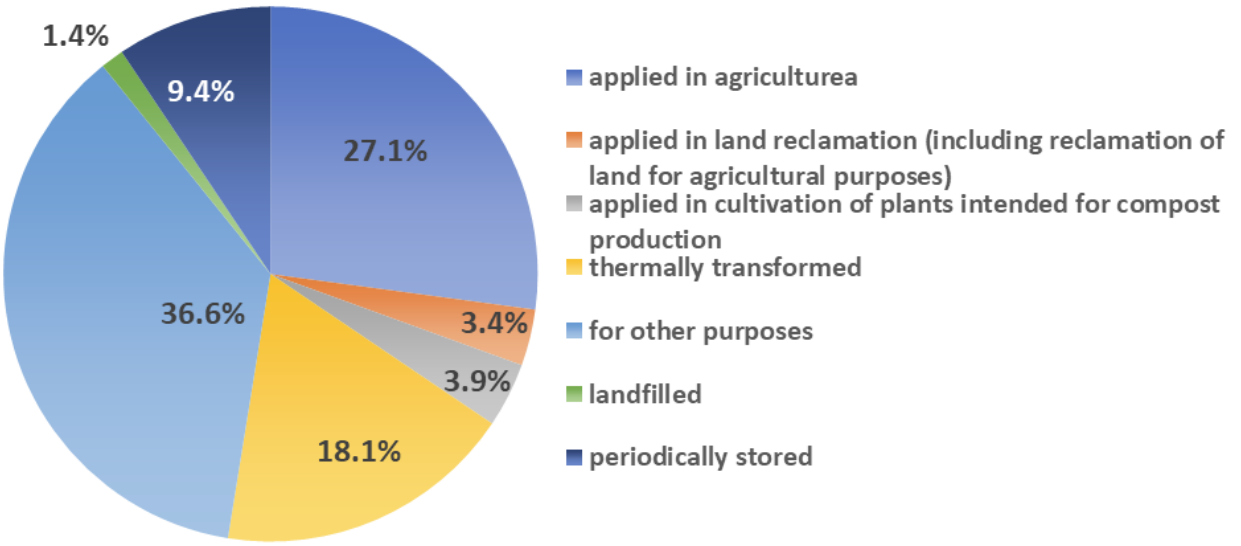
Olmereovee setted

Olmereovesi on peamiselt kodumajapidamistest ja muudest olmetegevustest pärinev reovesi, mis võib olla segatud tööstusreovee ja/või vihmaveega. Reovee kogumise ja puhastamisega tegelevad omavalitsused. Viimastel aastatel on Poolas vee- ja reoveehalduse parandamiseks oluliselt arendatud reoveepuhastuse infrastruktuuri. Ehitati uusi reoveepuhastusjaamu, moderniseeriti olemasolevaid rajatisi, eelkõige taimetoitainete eemaldamise osas, laiendati reoveevõrku ja eemaldati kasutusest vananenud rajatised. Nende meetmete tulemusena on

suurenenud puhastatava reovee kogus, kasutades ka taimetoitainete eemaldamise täiustatud meetodeid.

Reoveepuhastusprotsessis tekivad reoveesetted, mis moodustuvad muu hulgas reoveepuhasti fermentatsioonimahutites (digestaatorites). Selle sette kogus ja koostis sõltuvad kasutatavast puhastustehnoloogiast. Tänu kõrgele orgaaniliste ainete ja biogeensete elementide sisaldusele, võib sellel settel olla praktiline rakendus – muu hulgas väetisena, lämmastiku ja fosfori allikana, komposti tootmise toorainena ning ka degradeerunud alade taastamise materjalina.

Nõuetekohase reoveesetete käitlemise tähtsus on eriti oluline ringmajanduse, energiatõhususe ja taastumatute mineraalressursside, eelkõige fosfori taaskasutuse kontekstis. Aastatel 2000–2022 suurenes reoveesetete tootmine Poola olmereoveepuhastites umbes 63%. Samal ajal rakendatakse üha enam termilisi töötlemistehnoloogiaid, mis võimaldavad praegu töödelda üle viie korra rohkem setteid kui 2010. aastal ja vähendavad vajalikku ladustamisruumi (joonis 5). 2022. aastal moodustasid reoveesetted 57% antud aastal toodetud sette kogumassist (580 700 tonni kuivainet), millest 18% (105 200 tonni kuivainet) töödeldi termiliselt ja ainult umbes 1% (8 200 tonni kuivainet) ladustati reoveepuhastite territooriumil (Statistics Poland 2023).



Joonis 5. Olmereoveepuhastite reoveesetete käitlemine 2022. aastal (Resources, use, pollution and protection of waters, Chapter 3 Environment 2023, Statistics Poland, Warszawa 2023)

Kohaliku omavalitsuse poolt liigiti kogutud biojäätmed

2022. aastal suunati Poolas 8,2 miljonit tonni omavalitsuste poolt kogutud olmejäätmeid taaskasutusse, mis moodustas 61% kõigist omavalitsustes tekkinud olmejäätmetest. Sellest 3,6 miljonit tonni (27%) võeti uuesti ringlusse, 2,7 miljonit tonni (20%) töödeldi termiliselt energia saamiseks ja 1,9 miljonit tonni (14%) suunati bioloogilisele töötlemisele, näiteks kompostimisele ja anaeroobsele lagundamisele.

Suurjäätmete eraldi kogumine püsib 10–15% tasemel, kuid 2022. aastal lähenes see selle vahemiku alumisele piirile ja moodustas 12%. Suurim osa selektiivselt kogutud jäätmetest olid biolagunevad jäätmed (36%) ja muud fraktsioonid (17%), sealhulgas segapakendijäätmed (11%),

mitmest materjalist pakendid, kasutatud elektri- ja elektroonikaseadmed, ohtlikud jäätmed ja tekstiilid.

2022. aastal koguti keskmiselt 142 kg jäätmeid elaniku kohta, sealhulgas 51 kg biolagunevaid jäätmeid. See on kasvanud võrreldes 2021. aastal kogutud 49 kg-ga (Statistics Poland 2023).

Poola paneb üha enam rõhku olmejäätmete bioloogilisele töötlemisele, sealhulgas kompostimisele ja anaeroobsele lagundamisele. Viimane võimaldab mitte ainult väärtuslike taimetoitainete taaskasutamist, vaid ka biogaasi tootmist taastuva energia allikana (Szczepański ja Waszczyłko-Miłkowska 2022).

Tööstusjäätmed

2022. aastal tekkis Poolas 115 miljonit tonni tööstusjäätmeid (välja arvatud olmejäätmed), peamiselt kaevandamisest (53,3%), töötlevast tööstusest (18,6%) ja energeetikast (11,6%). Umbes 48% jäätmetest taaskasutati, 42% ladestati prügilasse ja 7% utiliseeriti muude meetoditega (Statistics Poland 2023).

Toidu- ja loomsete jäätmete käitlemise valdkonnas kohaldab Poola loomsete kõrvalsaaduste kohta kehtivaid ELi määruse (EÜ/1069/2009) põhimõtteid. Tööstuslikud biojäätmed töödeldakse peamiselt biogaasijaamades. Muud jäätmed saadetakse komposteerimisjaamadesse või kasutatakse otse orgaaniliste väetistena.

2.5.3 Taimetoitainete ringlustusega seotud määrused

Poolas on jäätmekäitlusega seotud kõige olulisem õigusakt jäätmeseadus (vastu võetud 14. 12. 2012) (Journal of Laws 2013, item 21) ja selle rakendusmäärused. Selle seaduse kohaselt on kõik jäätmed liigitatud ja üksikutele jäätmerühmadele on antud asjakohased numbrilised koodid. Seadus reguleerib jäätmekäitluse meetodeid, sealhulgas nn taaskasutamist. Jäätmed, mis potentsiaalselt vastavad põllumajandusliku käitlemise tingimustele, võivad olla R10 või R3 taaskasutuse objektiks.

R10 taaskasutus on „muldade töötlemine, mis toob kasu põllumajandusele või parandab keskkonda". Praktikas tähendab see otsest kasutamist väetamiseks või degradeerunud muldade taastamiseks. See reguleerib, millised jäätmeliigid võivad olla taaskasutuse objektiks ja millistel tingimustel (pinnaseliigid, kasutamise meetod). Selline jäätmekäitlus peab olema kooskõlas ka väetiste ja väetamise seadusega (Journal of Laws 2007 No. 147 item 1033). R10 taaskasutuse objektiks võivad olla: kaltsiumi sisaldavad jäätmed, reoveesetted, suures koguses orgaanilist ainet sisaldavad jäätmed, välja arvatud reoveesetted ja mineraaljäätmed.

R3 taaskasutamine hõlmab nende orgaaniliste ainete taaskasutamist, mida ei kasutata lahustitena. Need võivad olla nii toiduainete töötlemisettevõtetes tekkinud orgaanilised jäätmed kui ka taludes või restoranides tekkinud jäätmed. R3 taaskasutamine võib toimuda kompostimise, gaasistamise (osalise põletamise) või pürolüüsi teel, st jäätmete põletamine anaeroobsetes tingimustes või minimaalse hapniku kasutamisega. R3 taaskasutamise protsessi käigus võib toota ka tooteid, mida kasutatakse väetamiseks või tööstuspiirkondade vaesunud muldade taastamiseks.

Lisaks R3 ja R10 taaskasutamise meetoditele võivad jäätmetootjad jäätmed taimetoitainete ringlusse suunata kahel viisil: tunnistades jäätmed väetiseks või mullaparandusaineteks või tunnistades jäätmed kõrvalsaaduseks.

Esimesel juhul peavad tooted vastama kindlatele kvaliteedinõuetele ja mitte ületama turule viimiseks lubatud saasteainete (raskemetallid ja mikrobioloogilised saasteained) koguseid. Selliste väetisainete (mineraalsed, orgaanilised, orgaanilis-mineraalsed väetised ja mullaparandusained) kohta on üksikasjalikud suunised esitatud seaduses Act on Fertilizers and Fertilization (Journal of Laws 2024, item 1261)

Teisel juhul peavad jäätmed, mis tunnistatakse kõrvalsaaduseks, vastama mitmetele jäätmeseaduses kirjeldatud nõuetele, näiteks peab aine olema tootmisprotsessi lahutamatu osa ja selle edasine kasutamine peab olema kindel.

2.5.4 Taimetoitainete ringlustuse väljakutsed

Poola peamised väljakutsed taimetoitainete ringlustuse valdkonnas hõlmavad regulatsiooni, toetuste ning oskusteabe ja koostöö suurendamisega seotud küsimusi.

Poola regulatsioonid toetavad juba taimetoitainete ringlustust, eriti seoses sõnniku ja reoveesetetega. Ringmajandust reguleerivad õigusaktid on olemas, kuid nende rakendamine on keeruline, kuna tuleb täita kehtestatud nõudeid ja õigusaktide tõlgendamisel esineb mõningaid lahknevusi.

Ringväetiste bioloogilise tooraine töötlemise kulud on kõrged ja see mõjutab ringväetiste lõpphinda. Töötlemiseks sobiva biomassi kättesaadavus ei ole paljudel juhtudel pidev, mis raskendab tootmise järjepidevuse tagamist.

Olemas on rahalised toetusprogrammid, nagu ELi fondid ja riiklikud toetused taimetoitainete ringlustuse tehnoloogiatele, kuid need on sageli ebapiisavad või raskesti kättesaadavad, eriti väiksematele ettevõtetele. Samuti puuduvad ühtsed majanduslikud mehhanismid, mis julgustaksid ettevõtteid investeerima ringlustusse suuremas mahus.

Poolas areneb orgaaniliste jäätmete ringlustusega seotud tehnoloogiasektor ning ülikoolid ja uurimisinstituudid viivad läbi projekte selles valdkonnas. Siiski on vaja laialdast koostööd teaduse ja ettevõtluse vahel ning väiksemate ettevõtete juurdepääsu kaasaegsetele tehnoloogiatele. Taimetoitainete tõhusate taaskasutamise tehnoloogiate arendamiseks on vaja täiendavaid uuringuid ja rahastamist.

Lõppkasutajate huvi ringväetiste vastu on praegu väike. Ringväetiste hinnad ei ole mineraalväetistega võrreldes konkurentsivõimelised, eriti arvestades hinna ja taimetoitainete suhet.

Samuti on vaja täiendavaid meetmeid, et tõhusamalt sorteerida ja töödelda olme- ja tööstusjäätmeid ning parandada ringlustatud taimetoitainete transpordi ja jaotamise logistikat.

2.5.5 Kokkuvõte

Poolas on suur potentsiaal ja nõudlus tehnoloogiapõhiste rajatiste järele reovee puhastamiseks, sõnniku käitlemiseks ja orgaaniliste jäätmete töötlemiseks. Sellise tehnoloogia arendamine mõjuks positiivselt taimetoitainete ringlustuse tõhususele Poolas. Kuid hoolimata tehnoloogilisest toetusest seisab Poola endiselt silmitsi väljakutsetega, mis on seotud ringlustuse

ahela lünkadega, piiratud rahaliste stiimulitega ja vajadusega paremini kasutada kaasaegseid jäätmekäitlusmeetodeid. Edasised meetmed peaksid keskenduma taaskasutusprotsesside optimeerimisele, avaliku ja erasektori koostöö tõhustamisele ning tõhusamate toetusmehhanismide kasutuselevõtule, et sulgeda taimetoitainete ringe ja vähendada nende kadusid keskkonda.

Kasutatud kirjandus

Andrzejewska-Górecka D. A., Duchnowska E., Poniatowska A. 2019. Potencjał wykorzystania biotechnologii w zarządzaniu odpadami w Polsce, Polski Instytut Ekonomiczny, ISBN 978-83-66306-46-2

Statistics Poland. 2023. Environment 2023. Statistics Poland. ISBN 0867-3217. stat.gov.pl

Statistics Poland. 2024. Means of production in agriculture in the 2022/23 farming year. Statistics Poland.

Szczepański K., Waszczyłko – Miłkowska B. 2022. Biologiczne przetwarzanie komunalnych bioodpadów zbieranych selektywnie w 2020 r. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy IOŚ-PIB

Regulation (EC) No. 1069/2009 of the European Parliament and of the Council laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No. 1774/2002 (Animal by-products Regulation).

2.6 Saksamaa

Judith Schick, Julius Kühn-Institute (JKI)

2.6.1 Taimetoitainete ringlustust edendavad poliitikavahendid

Saksamaal on varem rakendatud mitmeid programme, et edendada ja suurendada taimetoitainete ringlustust ning edendada ringmajandust.

Rohkem kui kümme aastat tagasi võttis Saksamaa vastu ressursitõhususe programmi (*German Resource Efficiency Programme - ProgRess*), millele järgnes 2016. aastal ProgRess II. Programmi eesmärk on täita Saksamaa säästva arengu eesmärgid, muuta tooted ja tarbimine ressursitõhusamaks ning laiendada ringmajandust. Programmi raames on fosfori taaskasutamine tunnistatud üheks oluliseks komponendiks ressursitõhusa ringmajanduse loomisel. Sellest tulenevalt võttis liiduvalitsus endale kohustuse jätkata uute fosfori taaskasutamise tehnoloogiate tööstusliku rakendamise ja levitamise toetamist (BMUB 2016). Üks programmis määratletud eesmärk oli oluliselt suurendada teisestest allikatest pärineva fosfori tõhusat taaskasutamist hiljemalt kümme aastat pärast uue reoveesetete määruse (*Sewage Sludge Ordinance - AbKlärV*) jõustumist 2017. aastal.

Saksamaa haridus- ja teadusministeerium käivitas rahastamismeetme „Piirkondlik fosfori ringlustus" (RePhoR), et aidata kaasa uue reoveesetete määruse rakendamisele, pakkudes innovaatilisi tõhusaid lahendusi piirkondlikuks fosfori ringlustuseks (BMBF n.d.).

Põllumajandus-, toidu- ja regionaalse identiteedi föderaalministeerium (BMLEH) käivitas programmi „Jätkusuutlikud taastuvad ressursid" (*Nachhaltige Erneuerbare Ressourcen, FPNR*), mille eesmärk on rahastada teadus- ja arendustegevust eelkõige põllumajanduse, metsanduse ja jäätmekäitluse valdkonnas biomassi jätkusuutliku tootmise ja kasutamise alal (BMEL 2024).

Biogaasi tootmise seisukohast toetab BMLEH rahaliselt kontseptsioone, mille eesmärk on suurendada sõnniku osakaalu biogaasijaamades ja vähendada loomakasvatusest pärit heitkoguseid (FNR n.d.).

2.6.2 Praegune olukord

Loomasõnnik

Hinnanguliselt toodetakse Saksamaal igal aastal umbes 150–190 Mt sõnnikut. Aastal 2021 kasutati umbes 60 Mt biogaasi tootmise kaas-substraadina, ülejäänud kogused kasutati otse orgaanilise väetisena põllumajandusmaadel (FNR, n.d). Biogaasitehaste digestaati kasutatakse tavaliselt ka orgaanilise väetisena. Mõlemat toodet, sõnnikut ja digestaati, on võimalik enne põllumajandusmaadel kasutamist eeltöödelda.

Paljulubav töötlemistehnika on separeerimine, mis on üsna kulutõhus. Protsessi käigus jagatakse vedelsõnnik/kääritamisjääk vedelaks ja tahedaks fraktsiooniks (6–25% toorainest). Projekti tulemuste aruandes on märgitud, et vedel fraktsioon sisaldab 40–47% vähem kuivainet kui algmaterjal (Meyer 2024). Tavaliselt jääb vedel fraktsioon talusse, samas kui tahedat fraktsiooni on pikemate vahemaade taha vedada kulutõhusam . Tahe fraktsioon sisaldab suhteliselt palju fosforit ja süsinikku ning seda saab kasutada orgaanilise väetisena näiteks piirkondades, kus põllumajandusloomade asustustihedus on madalam ja põllumajandusmaade taimetoitainete tase ka sageli madalam. Alternatiivina on võimalik kasutada seda biogaasi tootmise substraadina (Meyer 2024).

Hetkel puuduvad andmed selle kohta, millises ulatuses sõnnikut praegu eraldatakse ja edasi kasutatakse.

Suhkrupeedilehed

Suhkrupeedilehtede põllult eemaldamiseks on olemas tehnoloogiad. Need on aga liiga kulukad ja neid kasutatakse ainult suurtes taludes (Vogt et al. 2008). Seetõttu jäävad suhkrupeedilehed sageli põllule ja viiakse otse mulda taimetoitainete ja huumuse tootmise suurendamiseks. Lisaks saab suhkrupeedilehti teatud koguses kasutada söödana (otseselt või silona) ja biogaasi tootmiseks kasutatavate substraatide lisandina (*Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e.V. 2023*). Andmed suhkrupeedilehtede osakaalu kohta, mida praegu kasutatakse väetisena, biogaasi substraadina või söödana, ei ole Saksamaa kohta kättesaadavad.

Teraviljapõhk

Teraviljapõhul on Saksamaal palju võimalikke kasutusvaldkondi. Suurem osa põhust kasutatakse praegu põllumajanduses. Põhku kasutatakse orgaanilise PK-väetisena ja huumusallikana põllumajandusmaadel, kuhu see lisatakse vahetult pärast saagikoristust. Loomakasvatuses kasutatakse põhku allapanu või söödana, aga ka (tahe) sõnniku taimetoitainete sidujana (Pfeiffer et al. 2019).

Taastuvressursina kasutatakse põhku ka pakenditööstuses ja ehitusmaterjalide tööstuses. Lisaks kasutatakse põhku praegu taastuva soojusenergia või biometaani tootmiseks (Pfeiffer et al. 2019).

Viidates Weiser et al. (2011) ja DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum) andmebaasile (võrdlusaasta 2015) on Pfeiffer et al. (2019) märkinud, et Saksamaal toodetakse igal aastal 33–38 Mt põhku. Arvestades mullakvaliteedi tagamiseks ja allapanu valmistamiseks vaja mineva põhu kogust , võiks hinnanguliselt 5–13 Mt kasutada muudel eesmärkidel.

Reovee setted

Saksamaal võib reoveesetteid töödelda ühe või mitme alltoodud meetodiga, sõltuvalt nende edasisest kasutusotstarbest:

•Paksendamine

•Nõrutamine

•Kuivatamine

•Konditsioneerimine

•Hügieniseerimine

Pärast töötlust käideldakse praegu suurem osa setetest termiliselt (põletatakse või gaasistatakse), ülejäänud osa kasutatakse enamasti otse põllumajanduses. Reoveesetete otsese kasutamise tähtsus põllumajanduses on Saksamaal uute väetiste ja jäätmete seaduste tõttu siiski järk-järgult vähenemas.

2019. aastal kasutati 17% Saksamaa reoveesettest põllumajanduses. 2022. aastal vähenes see osakaal 14%ni, samas kui 80% kogunenud settest töödeldi termiliselt (Sichler et al. 2021, Destatis 2024).

Tulevikus on oodata suuri muutusi reoveesetete fosfori ringlustuse osas, kuna muudetud reoveesetete määrus (AbfKlärV) sätestab, et alates 2029. aastast tuleb reoveesettest fosfor uuesti ringlusse võtta, kui selle kontsentratsioon on üle 2%. Lisaks keelatakse alates 2029. aastast sette otsene kasutamine põllumajanduses reoveepuhastite puhul, mille võimsus on üle 100 000 populatsiooni ekvivalendi (pe- population equivalents), ja alates 2032. aastast üle 50 000 pe. Kohustuslik on ainult fosfori taaskasutamine, kuid paljud fosfori taaskasutamisele suunatud protsessid taaskasutavad ka teisi taimetoitaineid (Sichler et al. 2021).

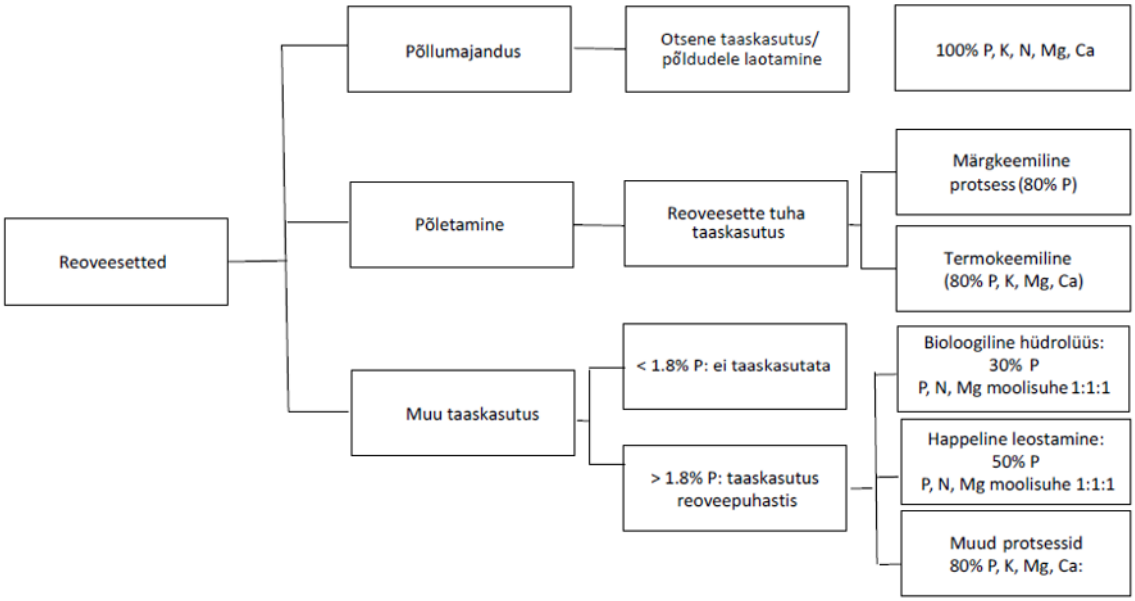
Vastavalt Saksamaa reoveesetete määrusele (*Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost [Klärschlammverordnung –AbKlärV*]) peab taaskasutama vähemalt 80% reoveesetete tuhas (SSA) sisalduvast fosforist ning reoveesetete puhul kasutatavad tehnikad peavad taaskasutama vähemalt 50% selles sisalduvast fosforist või vähendama fosfori sisaldust setetes alla 2%. Määruse kohaselt algab fosfori taaskasutamine pärast reovee töötlemise lõppu. Seetõttu meetodid struviidi sadestamiseks ei kuulu tehnilises mõttes protsesside hulka, mille eesmärgiks on fosfori taaskasutamine.. Need meetodid võivad siiski viia fosfori sisalduse vähenemiseni reovees alla 2% piirmäära, mistõttu ei ole pärast reovee töötlemise lõpetamist edasine ringlussevõtt kohustuslik.

Näitena on esitatud järgmised stsenaariumid ja võimalused reoveesetete taaskasutamiseks. Fosfori taaskasutamise võimalikud variandid hõlmavad otsest kasutamist põllumajanduses ning taaskasutamist reoveesetete tuhast ja setetest. Setetest ja tuhast taaskasutamiseks on võimalikud järgmised variandid (Sichler et al., 2021; joonis 6):

- Bioloogilise hüdrolüüsiga sadestamine reoveepuhastusseadmetega, kus eraldatakse orgaaniline fosfor . Antud metoodika eeldab fosfori vähendamist 30% võrra.

- Sadestamine reoveesetete happelise ekstraheerimisega võimaldab saavutada kõrge taaskasutamise määra (u 50%).

Muude protsesside, termokeemilise või metallurgilise töötlemise ja karboniseerimise puhul on fosfori, kaaliumi, magneesiumi ja kaltsiumi taaskasutamise määr 80 %. Tuleb märkida, et neid protsesse ei pruugita reoveepuhastusseadmetes tingimata rakendada.



Joonis 6. Erinevad reoveesetete ja reoveesetete tuha taaskasutamise ja ringlustuse meetodid Saksamaal (Sichler et al. 2021)

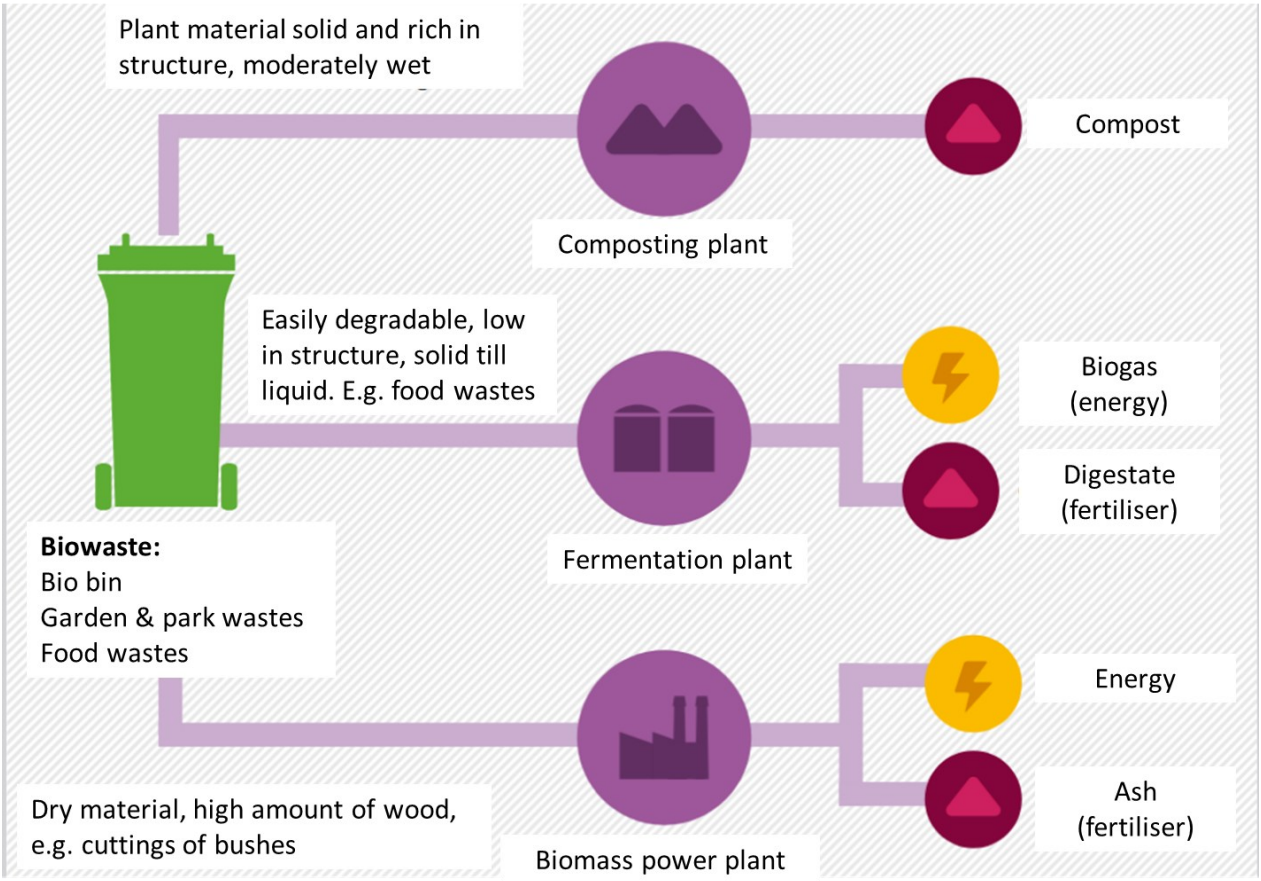
Liigiti kogutud biojäätmed, aiandusjäätmed ja söökla- ja köögijäätmed

Biojäätmetel on palju rakendusalasid ning biojäätmete koostis ja omadused määravad nende kõige mõistlikuma kasutuse (joonis 7, UBA 2024):

- Aiandusjäätmed ja toidujäätmed sobivad anaeroobseks lagundamiseks ja lagundamisjäägi edasiseks kasutamiseks (nt väetisena);

- Ligniini- ja tselluloosirikkad taimsed materjalid sobivad komposti tootmiseks;

- Puidusisaldusega jäätmed võib kompostida või kasutada energia tootmiseks, nt biomassil töötavates elektrijaamades.



Joonis 7. Olmebiojäätmete võimalik kasutamine Saksamaal (UBA 2024)

Vastavalt määrusele põllumajanduses, metsanduses või aianduses tekkivate biojäätmete taaskasutamise kohta (*Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf Böden [BioAbfV]*, tuleb biojäätmed (kui need ei kuulu erandi alla) enne nende kasutamist või ringväetiste tootmiseks kasutamist desinfitseerida (§ 3, (1)).

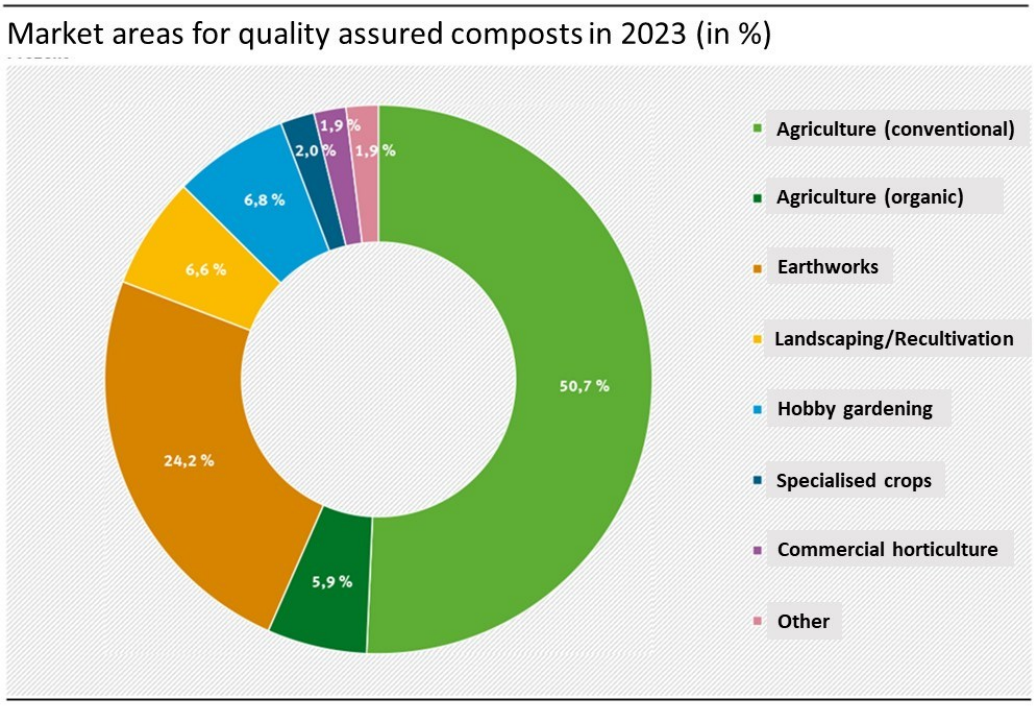
Desinfitseerimine tähendab biolagunevate materjalide biotehnoloogilist töötlemist desinfitseerimise eesmärgil järgmiste meetodite abil:

- pastöriseerimine vastavalt lisa 2 punktile 2.2.1,
- aeroobne desinfitseerimine vastavalt lisa 2 punktile 2.2.2 (termofiilne kompostimine),
- anaeroobne desinfitseerimine vastavalt lisa 2 punktile 2.2.3 (termofiilne anaeroobne lagundamine) või
- mis tahes muu desinfitseerimine vastavalt lisa 2 punktile 2.2.4.

Praegu kompostitakse umbes 50 % Saksamaa kodumajapidamiste biojäätmetest, mistõttu nende energiapotentsiaal jääb kasutamata. Seetõttu on tulevikus kavas biolagunevaid jäätmeid üha enam kasutada anaeroobseks lagundamiseks, kasutades nii nende energia- kui ka materjalipotentsiaali. Eriti suur potentsiaal lagundamiseks on majapidamisjäätmetel (biojäätmed). Lagundamisjäägid omakorda saab kasutada väetisena (joonis 6). Vastavalt

föderaalse Kompostikvaliteedi ühingu (*Bundesgütegemeinschaft Kompost BGK*) andmetele kasutatakse peaaegu kogu digestaati praegu väetisena.

57% kogu biojäätmete kompostist kasutatakse taludes väetisena (joonis 8; UBA 2024). Mineraalväetiste asendamine digestaatide ja kompostiga on üks võimalik rakendusvaldkond. Taimetoitainete koostise järgi on biojäätmete kompostid tavaliselt orgaanilised NPK-väetised, samas kui aiandusjäätmed on orgaanilised PK- või NPK-väetised, kuna nende kuivaine N-sisaldus on sageli alla deklareeritud väärtuse 1% (DM). P- ja K-sisaldus on tavaliselt üle 0,3% P_2O_5 ja 0,5% K_2O. Kui need miinimumväärtused ei ole täidetud, klassifitseeritakse kompostid mullaparandusainetena (Möller & Schultheiss 2014).



Joonis 8. Komposteeritud biojäätmete erinevad kasutusviisid Saksamaal 2023. aastal (UBA 2024)

Loomsed kõrvalsaadused

Loomsete kõrvalsaaduste kasutamine sõltub tootekategooriatest (BMEL 2022):

- 1. kategooria (kõrgeima riskiga materjal) tuleb põletada ja tuha võib ladestada jäätmetena;
- 2. kategooria (keskmise riskiga materjal) võib kompostida või biogaasi tootmisel kääritada. Lõpptooteid võib kasutada orgaaniliste väetiste või mullaparandusainete tootmiseks. Sama kehtib ka 3. kategooria materjalide kohta;
- 3. kategooria (madala riskiga materjal) võib kasutada nii väetiste kui mullaparandajatena, samuti ka põllumajandusloomade, karusloomade või koduloomade sööda tootmiseks rangete tingimuste ja piirangute alusel vastavalt määrusele (EÜ) nr 999/2001 ning toiduseaduse suunistele.

Tabelis 6 on esitatud loomsete kõrvalsaaduste osakaal eri kategooriates 2023. aastal. Ülevaade erinevatest loomsetest kõrvalsaadustest valmistatud toodetest on esitatud tabelis 7 ja nende kasutamise ülevaade on tabelis 8.

Tabel 6. Loomsete kõrvalsaaduste tooraine Saksamaal

Kategooria	2023 (t)
1	683 288
2	199 958
1+2	883 246
Loomakorjused	406 640
3	1 851 762
LM (loomse päritoluga toiduained, mida ei kasutata enam toiduks)	117 492
Kokku	2 852 500

Tabel 7. Loomsetest kõrvalsaadustest valmistatud tooted Saksamaal (Beer 2023)

Tooted	2023 (t)
Valgud C1	150 964
Valgud C2	42 834
Valgud C3 (vtP*)	412 714
Kõrned (toiduaine)	9 713
Valgud kokku	*616 225*
Loomarasv C1	71 439
Loomarasv C2	24 404
Loomarasv C3	281 683
Searasv/loomarasv	78 303
Rasvad kokku	*458 349*

* vTP = verarbeitetes tierisches Protein (töödeldud loomne proteiin)

Tabel 8. Loomsetest kõrvalsaadustest valmistatud toodete kasutamine Saksamaal (tonnides, Beer 2023)

Toode	Toiduained	Sööt	Tehniline kasutus [1)]	Biodiisel	Termiline kasutus
Valgud C1					150 964
Valgud C2			42 834		
Valgud C3		345 661	66 863		
Toit (Greave) (kõrned)	1 420	8 293			
Loomarasv C1				71 439	
Loomarasv C2				24 404	
Loomarasv C3		39 199	96 065	135 434	3 618
Toidurasv	10 627	24 974	6 712	6 712	

1) Väetis (valgud) või keemiatööstus (rasvad)

Esimese kategooria valke kasutatakse tavaliselt termilistes protsessides, st tsementitehastes ja muudes energiamahukates tehastes kütuse asendajana. Teise kategooria valke kasutatakse väetistena, mida toodetakse spetsialiseerunud ettevõtete poolt survesteriliseerimisega, et saavutada termilisest kasutamisest oluliselt suurem lisandväärtus. Kolmanda kategooria töödeldud loomsed valgud (vtP) kasutatakse peamiselt söödana (lubatud alates 2021. aastast) vesiviljeluses, karusloomade ja põllumajandusloomade kasvatuses. Kolmanda kategooria valkude majanduslikult kõige olulisem turg on lemmikloomatoidu tootmine. Näiteks toidukvaliteediga rasv kasutatakse peaaegu eranditult lemmikloomatoiduna. Väetisena kasutatakse praegu 16,2% C3 valkudest. Töödeldud loomsete valkude eksport on viimastel aastatel järk-järgult suurenenud. 2023. aastal oli ligikaudu pool kõigist töödeldud loomsetest valkudest C3 päritolu eksportkaubad.

2023. aastal kasutati 1. ja 2. kategooria loomseid rasvu ainult biodiisli tootmise toorainena. 3. kategooria rasvu kasutatakse söödana (14,3%), keemiatööstuses (35%) ja biodiisli tootmiseks (49,4%). Suurim osa toidurasvadest (veise-, sea- ja linnurasv) kasutatakse biodiisli tootmiseks (40,4%), 15% toiduna ja 35,2% söödana. 9,4% kasutati keemiatööstuses. Kõikide kategooriate rasvu kasutatakse biodiisli tootmiseks. Suurem osa biodiisli tootmiseks kasutatavatest loomsetest rasvadest veetakse ELi naaberriikidesse (vt ka tabel 9).

Tabel 9. Loomsete rasvade kasutamine biodiisli tootmiseks Saksamaal (tonnides, Beer 2023).

Kategooria	Kogus (t)	Kasutus väljaspool Saksamaad (t)
1	71 439	40 329
2	24 404	16 637
3	135 434	133 638
Toit	28 732	23 942

Õlleraba

Üldiselt on õllerabal palju võimalikke rakendusi. Seda saab kasutada väetisena või loomasöödana, samuti energia tootmiseks biogaasijaamades. Separeeritud õlleraba tahedat fraktsiooni saab kasutada ka termiliselt (Möller & Schultheiss 2014). Saksamaal kasutatakse õlleraba praegu peaaegu eranditult veiste, lammaste, kitsede ja sigade söödana (TLL 2015).

Vadak

Vadak sisaldab suures koguses kaaliumi, kaltsiumi, magneesiumi ja muid mineraaltoitaineid ning mikroelemente. Vadaku koostis sõltub loomaliigist ja tootmisprotsessist.

Vadaku kasutusvaldkonnad on mitmekesised. Põllumajanduses kasutatakse seda proteiinirikka söödana seakasvatuses, taimetoitainena (tavaliselt pihustades või vastavaid tehnikaid kasutades vedelväetisena) või ka fungitsiidina või viirusetõrjevahendina taimekaitseks (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen n.d.; Möller & Schultheiss 2014, LfL 2012). Vadaku transportimine teistesse piirkondadesse on selle kõrge veesisalduse tõttu ebamajanduslik (Möller & Schultheiss 2014). Teave selle kohta, kui palju vadakut põllumajanduses ringlusse võetakse, ei ole kättesaadav.

Viinamarjade pressimisjäägid

Viinamarjade pressimisjääke kasutatakse praegu mitmel viisil: põllumajanduses väetisena, loomasöödana või biostimulaatorina. Viinamarjade pressimisjääke on üldjuhul lubatud ringlusse võtta viinamarjaistanduses, kust need pärinevad. Pressimisjäägid tuleb laiali puistata, neid ei tohi kuhjata hunnikutesse. Kui pressimisjäägid võetakse ringlusse 5 päeva jooksul pärast nende tekkimist, loetakse neid DüV kohaselt põllukultuuri jääkideks, mitte väetiseks. Seega ei ole vaja selle kasutamist dokumenteerida. Viinamarjade pressimisjäägi kasutamist muudele aladele tuleb arvestada ja dokumenteerida kasutatud taimetoitainete sisaldust. Põllumaale või rohealadele laotamisel tuleb järgida tahke sõnniku või komposti laotamise eeskirju (LWK 2022).

Viinamarjade pressimisjääkidest toodetakse mitmesuguseid väetisi ja taimede kasvustimulaatoreid. Nende toodete mitmekesisust peegeldavad näiteks ettevõtte Biovin pakutavad tooted (Biovin 2018):

- Bio-mullastimulaator ja pikaajaline väetis
- Bio-NPK-väetis 10-3-5
- Humulus TK42+, vedel (humiinhappe ekstrakt taimede tugevdamiseks)
- Bio-NK-väetis 7-2
- Bio-väetis 9N
- Bio-väetis 6-2-2, vedel

Lisaks on tõestatud, et viinamarjade pressimisjääkide ekstraktide kasutamine „alternatiivse fungitsiidina" vase asemel on tõhus (Ökolandbau 2025). Siiski ei kasutata neid ekstrakte praegu laialdaselt.

Andmed selle kohta, millises ulatuses kasutatakse viinamarjade pressimisjääke söödana või väetise/biostimulaatori tootmiseks, ei ole kättesaadavad.

Kasutatud kirjandus

Beer, J. 2024 Statistik 2023: Weniger Rohmaterial verarbeitet. Tierische Nebenprodukte Nachrichten (TNN II/2024), page 22-25.

BGK 2014. Gärreste im Ackerbau effizient nutzen. https://www.kompost.de/uploads/media/Gaerreste_im_Ackerbau_effizient_nutzen_HUK_06_2014.txt.pdf

Biovin 2018 https://biovin-naturprodukte.de/?page_id=239

BMEL 2024 Förderprogramm Nachhaltige Erneuerbare Ressourcen. https://foerderung.fnr.de/fileadmin/Projekte/2023/fpnr/downloads/FNR_Broschuere_Foerderprogramm_2024.pdf

BMEL 2022 Tierische Nebenprodukte. https://www.bmleh.de/DE/themen/tiere/tiergesundheit/tierische-nebenprodukte/tierische-nebenprodukte_node.html

BMBF n.d. BMBF funding measure RePhor. https://www.bmbf-rephor.de/en/support-measure/

BMUB 2016 German Resource Efficiency Programme II Programme for the sustainable use and conservation of natural resources. https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/german_resource_efficiency_programme_ii_bf.pdf

Destatis 2023 Wasserwirtschaft: Entsorgungswege des Klärschlamms aus der biologischen Abwasserbehandlung 2022. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-

FNR n.d.MUD-Projekte. BMEL unterstützt innovative Biogaskonzepte zur Verärung von Wirtschaftsdüngern. Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Tabellen/ks-016a-klaerschlamm-verwert-art-2022.html

FNR n.d. Wirtschaftsdüngervergärung. Energetische und emissionsmindernde Nutzung von Wirtschaftsdüngern. https://biogas.fnr.de/wirtschaftsduenger/wirtschaftsduengervergaerung

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen n.d. Tabelle: Grundstoff Molke – genehmigte Anwendungen. https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/pflanzenschutz/hausgarten/grundstoffe/grundstoff-molke.pdf

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2022 Information Düngeverordnung (DüV) 2020 im Weinbau. https://www.landwirtschaftskammer.de/gartenbau/beratung/duengung/basisinfos/weinbau.htm

LfL 2012 Heimische Eiweißfuttermittel in der Schweine- und Geflügelhaltung. Möglichkeiten und Grenzen. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_43356.pdf

Meyer, C. 2024 Separation von Wirtschaftsdünger sinnvoll nutzen. https://www.landundforst.de/landtechnik/duengetechnik/separation-wirtschaftsduenger-sinnvoll-nutzen-571728

Möller, K., & Schultheiß, U. 2014 Organische Handelsdüngemittel im ökologischen Landbau: Charakterisierung und Empfehlungen für die Praxis (KTBL-Schrift No. 499). Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.

Ökolandbau 2025 Alternative Fungizide aus Traubentrester als Kupferersatz für den Ökolandbau. https://www.oekolandbau.de/forschung/alternative-fungizide-aus-traubentrester-als-kupferersatz-fuer-den-oekolandbau/

Pfeiffer A., Mertens A., Brosowski A. & Thrän D. 2019 DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum (Ed.). Marktschreier 4.0. Der Stromarkt in Deutschland. https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Broschueren/DBFZ_Strohmarkt_in_Deutschland.pdf

Sichler T., Adam C., Montag D.& Barjenbruch M. 2021 Nährstoffrückgewinnung aus Klärschlamm: Eine Betrachtung zukünftiger Verwertungsszenarien für Deutschland. In: O. Holm, P. Quicker & S. Kopp-Assenmacher (eds.), Verwertung von Klärschlamm 4. (pp. 252-265). Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH.

TLL 2015 Biertreber. Wertvolles heimisches Eiweißfutter für Rinder. https://www.tlllr.de/www/daten/publikationen/merkblaetter/mb_biertr.pdf

UBA 2020. Bioabfälle. https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/bioabfaelle#nutzung-der-garreste-und-des-komposts

UBA 2024 Bioabfälle. https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/bioabfaelle

Vogt R., Gärtner, S., Münch, J., Reinhardt, G., & Köppen S. 2008 Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Projektdatenbank/BMU-Biogasprojekt_2008-Gesamtband.pdf

Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e.V. 2023 Die Zuckerrübe ist ein vielseitiger und nachwachsender Rohstoff. https://www.zuckerverbaende.de/wp-content/uploads/2023/07/WVZ_Infodienst_Rohstoff-Zuckerruebe_Verwertung_Juli23-1.pdf

2.7 Taani

Henning Lyngsø Foged, Organe Institute

2.7.1 Taust

Taanis on Läänemere piirkonna suurim loomade tihedus – 1,59 loomühikut hektari põllumajandusmaa kohta (Euroopa Komisjon 2023). Ligikaudu 61% Taani territooriumist on haritav maa, mis on üle kahe korra rohkem kui ELi keskmine (Euroopa Komisjon 2022). Rahvastikutihedusega 141 inimest ruutkilomeetri kohta on Taani piirkonna suuruselt teine riik Saksamaa järel (Euroopa Komisjon 2025). Need tegurid tingivad lämmastiku ja fosfori intensiivsema ringluse võrreldes teiste Läänemere piirkonna riikidega. Taani on siiski pühendunud keskkonna terviklikkuse säilitamisele, mida motiveerivad nii rahvatervise kui ka majanduslikud kaalutlused. taimetoitainete ringlustus mängib olulist rolli saaste ja kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamisel ning on Taani vee tegevuskava (*Water Action Plan*) lahutamatu osa, milles on sätestatud konkreetsed eesmärgid taimetoitainete kadude vähendamiseks.

2.7.2 Praegused tavad

Hetkel kättesaadavate andmete kohaselt on Taani põllukultuuride tootmise taimetoitainete vajadus hinnanguliselt umbes 380 kt lämmastikku ja 53 kt fosforit (Foged 2024). Sellest vajadusest 216 kt lämmastikku ja 48 kt fosforit saadakse loomasõnnikust, 4 kt ja 1 kt vastavalt reoveesettest ning 22 kt ja 10 kt muudest jäätmetest ja kõrvalvoogudest, sealhulgas toidu- ja tööstusjäätmetest. Mineraalväetised annavad lisaks 238 kt lämmastikku ja 11 kt fosforit. Selle tulemusena tekib hinnanguliselt 100 kt lämmastiku ja 17 kt fosfori ülejääk, mis eraldub keskkonda. Lisaks ei taaskasutata reovees olevat umbes 22 kt lämmastikku ja 5 kt fosforit; enamik lämmastikust muundub lämmastikgaasiks (N_2), fosforist saab aga inertne ühend. Põllumajandus moodustab ligikaudu 90% kogu lämmastiku ringlusest ja 78% fosfori ringlusest.

<u>Põllumajandus</u>

Esimene veealane tegevuskava võeti vastu juba 1985. aastal, see oli nn NPO-kava (N = lämmastik, P = fosfor ja O = hapnik). Kava keskendub põllumajanduses rakendatavatele meetmetele ning hilisemad kavad on neid meetmeid järk-järgult karmistanud ja laiendanud ning viinud vastavusse ELi poliitikaga, sealhulgas nitraadidirektiiviga (Euroopa Komisjon 1991) ja veepoliitika raamdirektiiviga (Euroopa Komisjon 2000).

Kogu Taani territoorium on ELi nitraatide direktiivi kohaselt määratud nitraaditundlikuks alaks. Igal aastal antakse välja juhised väetamiskavade koostamiseks, mis hõlmavad erinevate põllukultuuride maksimaalselt lubatud lämmastiku- ja fosforväetamise määra ning loomasõnniku standardväärtusi (*Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri 2022*). Kõik põllumajandusettevõtted peavad esitama taimetoitainete arvestuse, et lubatud väetamiskvoot ei ületaks põllumajandusettevõtte jaoks kehtestatud maksimumkogust, arvestades loomasõnniku tootmist ja põllukultuuride kasvatamise kava. Lisaks on Taanis eripäraks see, et loomasõnnik, muud orgaanilised väetised ja orgaaniliste jäätmete töötlemise lõpp- ja kõrvalsaadused, mida kasutatakse väetamiseks, on seotud nn põllumõjuga, mis on minimaalne nõue konkreetse orgaanilise või biopõhise väetise lämmastikusisalduse arvestamiseks. Põllumõju sõltub orgaanilise väetise liigist ja on tavaliselt umbes 75%, mis tähendab, et

põllumajandustootjad ei ole tavaliselt vastutavad selliste väetiste 25% lämmastikusisalduse eest (*Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø 2025*).

2016. aastal kehtestati fosforväetiste kasutamise ühtne maksimummäär. Piirang on 30–35 kgP/ha, sõltuvalt loomasõnniku või muu orgaanilise või biopõhise väetise liigist (*Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø 2025*). Fosforväetamise määrus ületab seega märkimisväärselt HELCOMi soovitust, mille kohaselt loomasõnnikuga väetamisel ei tohiks fosforisisaldus ületada 25 kg/ha (HELCOM 2021). Määrus ei ole põhjustanud Taanis väetamispraktikates suuri muutusi ning mineraalse fosforväetise tarbimine (*Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Landbrugsstyrelsen, 2023*) on jäänud suhteliselt muutumatuks, mistõttu Taani kuulub ELi riikide hulka, kus on suurim põllumajandusmaal kasutatava fosfori saldo hektari kohta.

Sõnnikuhoidlate nõuded kehtestati juba esimese veealase tegevuskavaga. Üldiselt tähendavad need nõuded, et loomakasvatusettevõtetel peab olema üheksa kuu hoiumaht, et loomasõnnikut saaks laotada põllule taimede kasvu tipp-perioodil, tagamaks taimede võimalikult suur taimetoitainete omastamine ja vältimaks leostumist. Sõnnikuhoidlate ehitamiseks on välja töötatud üksikasjalikud standardid, et tagada nende veekindlus ja piisav suurus vastavalt loomakasvatuse mahule. Suurel osal vedelsõnnikuhoidlatest on tihe katus, mis vähendab oluliselt ammoniaagi heitkoguseid. Loomapidamishoonetes ei ole sõnniku ladustamismahutid lubatud ja vedelsõnnikukanalite maksimaalne sügavus võib olla 0,6 meetrit (sigalates) ja 1,2 meetrit (veiselautades). Sõnnikuhoidlad registreeritakse ja neid kontrollitakse iga 10 aasta järel, et tagada nende vastavus nõuetele.

Enamik loomasõnnikut laotatakse põllule alates 1. veebruarist tingimusel, et pinnas ei ole külmunud, lumega kaetud, veega küllastunud ega üleujutatud, kuni suve keskpaigani, mõningate eranditega loomasõnniku laotamiseks kuni 15. novembrini. Veiste vedelsõnniku laotamine toimub kas lohisvoolik- või sisestuslaotusega, see on nõutav umbes 25% pindalast. Muldaviimise nõude võib asendada hapestatud vedelsõnniku lohisvooliklaotamisega või vedela osa separeerimisega. Veiste vedelsõnniku paisklaotamine on inimeste tervise ja ammoniaagi heitkoguste vähendamise eesmärgil keelatud alates 2001. aastast.

Arvestades eespool kirjeldatud nõudeid ja tavasid võib taimetoitainete kadu sõnniku kasutamisel väetisena olla hinnanguliselt 49 kt lämmastikku ja 9 kt fosforit (Foged 2024), mis on tingitud loomasõnniku taimetoitainete ringlustuse ebaefektiivsusest. Kuigi Taani on hea näide taimetoitainete kõrgest taaskasutusest põllumajanduses, on veel palju ruumi edasiseks parandamiseks. Selle tulemusena on põllumajandussektoril oluline roll taimetoitainete ringlustuse suurendamises.

Tööstuslikud kõrvalsaadused

Taani suhteliselt kõrge loomakasvatustoodang annab lisaks loomasõnnikule ka suuri koguseid jäätmeid ja kõrvalsaadusi surnud loomade ja tapamajade jäätmete näol, vastavalt umbes 75 000 ja 535 000 tonni (Foged 2014). Neid jäätmeliike kasutatakse muu hulgas liha- ja luujahu tootmiseks. Varem võis seda kasutada loomade kõrge väärtusega söödakomponendina, kuid veterinaarsetel põhjustel on seda nüüd lubatud kasutada ainult lemmikloomatoidus, mistõttu suur osa nimetatud jäätmemahtudest on saadaval väetisepelletite tootmiseks, mida hinnatakse eriti sertifitseeritud mahepõllumajanduses.

Taani piimatootmises ei teki märkimisväärseid koguseid orgaanilisi jäätmeid, kuna kõik piima koostisosad töödeldakse tõhusalt otsetarbimiseks mõeldud toiduaineteks või funktsionaalsete toiduainete koostisosadeks.

Samuti ei peeta puu- ja köögiviljade töötlemise kõrvalsaadusi jäätmeteks, vaid neid kasutatakse üldiselt piimalehmade täissöödasegu koostisosadena või sigade märgtoidu retseptides.

Olmejäätmed

Taanis on lubatud kasutada reoveesetteid väetamiseks, tingimusel et nendes sisalduvate soovimatute ainete sisaldus jääb alla kehtestatud piirväärtuste (*Miljø- og Ligestillingsministeriet* 2018). Igal aastal kohaldatakse seda tava umbes 80 000 t reoveesetete suhtes. Selle praktika väärtus taimetoitainete ringlustuse seisukohast on siiski küsitav, kuna enamik reoveesetete lämmastikust on orgaaniliselt seotud ja veetustamise tõttu piirdub see toorvees sisalduva lämmastikusisalduse osaga. Seega muundub enamik reovees sisalduvast lämmastikust nitrifikatsiooni-denitrifikatsiooni teel gaasiliseks molekulaarseks lämmastikuks ja settes leiduv ülejäänud osa ei ole taimedele kergesti kättesaadav.

Lämmastiku eraldamine on keskkonna-, kliima- ja majanduslikust seisukohast küsitav. See ei ole mitte ainult väärtusliku lämmastiku raiskamine, vaid ka töötlemine kulutab energiat. Lisaks kaob osa lämmastikust töötlemise käigus naerugaasi N2O heitmetena, mis on üks võimsamaid kasvuhoonegaase. Samamoodi on reoveesetete fosforisisaldus reeglina reoveepuhastuse käigus keemiliselt sadestatud, mis on oluliselt vähendanud taimede jaoks kättesaadava fosfori hulka. Lisaks sellele laotatakse reoveesetted reeglina põldudele vastavalt põllukultuuride lämmastikuvajadusele, mis põhjustab fosforiga üleväetamist. Üllataval kombel ei ole Taanis reoveepuhastusseadmetele kehtestatud taimetoitainete arvestamise ega ringlustuse nõuet.

Alates 1. juulist 2021 jõustus seaduslik nõue, mis kohustab kõiki Taani leibkondi sorteerima toidujäätmeid eraldi. Samuti nõuab see omavalitsustelt selleks kogumissüsteemide loomist. Süsteem rakendati täielikult esmakordselt 2024. aastal, mil oli veel võimatu saada usaldusväärset ja kindlat teavet selle fraktsiooni taimetoitainete koguste kohta. Samuti ei ole omavalitsused kohustatud toidujäätmete taimetoitainete koguseid arvestama ega ole neil eesmärki neid ringlusse võtta. Siiski ei ole kahtlust, et kodumajapidamistest eraldatud toidujäätmed sisaldavad märkimisväärses koguses taimetoitaineid, mis on väetamise seisukohast kõrge kvaliteediga. Praktikas suunavad omavalitsused toidujäätmed eraviisilistesse biogaasijaamadesse, kus need kääritatakse koos loomasõnnikuga eespool nimetatud 25% kääritamise piirangu raames.

Anaeroobne lagundamine

Taanis on 173 biogaasijaama, millest 92 on põllumajanduslikud biogaasijaamad (Biogas Danmark 2025). Sektor kasvab aastas kahekohalise numbriga ja 2024. aastal töödeldakse biogaasijaamades veidi üle 40% kogu loomasõnnikust (Biogas Danmark 2025). Biogaasijaamad on peamiselt suuremahulised ja piirkondlikult organiseeritud, kogudes loomasõnnikut paljudest taludest ja toimides piirkondliku taimetoitainete ümberjaotuskeskusena. Taani kogu loomasõnniku toodangu (Foged 2024) ja biogaasijaamade arvu põhjal võib öelda, et hinnanguliselt lagundavad Taani põllumajanduslikud biogaasijaamad aastas 15–16 Mt loomasõnnikut.

Taani põllumajanduslikud biogaasijaamad mängivad väga olulist rolli taimetoitainete ringlustuses. Taastuvenergia tootmise subsideerimise tingimused sisaldavad kriteeriumit, et vähemalt 75% sisendbiomassist peab olema loomasõnnik, ülejäänud osa võivad moodustada muud tüüpi biojäätmed. Erandiks on energiakultuurid, mis võivad üksi moodustada kuni 4% biogaasi tootmiseks kasutatavast toorainest, ning alates 2025/26. aastast on maisi ja maisisilo kasutamine täielikult keelatud. Taani Jäätmemäärus (*Sludge Ordinance*) (*Miljø- og Ligestillingsministeriet* 2018), mis hõlmab kodumajapidamiste, asutuste ja ettevõtete jäätmeid, sealhulgas bioloogiliselt töödeldud jäätmeid, töödeldud reovett ja reoveesetteid, sätestab, et selliste jäätmete osakaal võib olla kuni 25% (kuivainena) biogaasijaama toormest, kui kasutada koos loomasõnnikuga kääritamiseks, tingimusel, et need vastavad soovimatute ainete piirnormidele. Põllumajanduslikes biogaasijaamades on tavaline praktika kääritada sõnnikut koos muude jäätmete ja biomassiliikidega, sealhulgas põhuga (töödeldud reovesi ja reoveesetted siia hulka ei kuulu). Saadud kääritamisjäägi käitlemine ja kasutamine on reguleeritud nagu loomasõnniku puhul. Sel viisil on põllumajanduslike biogaasijaamade kääritamisjäägi kvaliteet väga usaldusväärne, mis on seaduslik viis jäätmetes sisalduvate taimetoitainete põllumajandusse tagasisuunamiseks ilma keerulise jäätmete lõppseisundi heakskiitmise menetluseta.

Biogaasijaamade kogu digestaat ei lähe tagasi tarnivatele loomakasvatustaludesse, vaid suur osa sellest tarnitakse spetsialiseerunud taludesse kuni 100 km kaugusele, kus seda kasutatakse väärtusliku ja tõhusa väetisena.

2.7.3 Taimetoitainete poliitika

Taimetoitainete poliitika mängib Taani poliitikas olulist rolli. Poliitilised läbirääkimised Taani eesmärgi saavutamiseks vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid 70 % võrra aastaks 2030 (võrreldes 1990. aasta tasemega) viisid 2024. aastal „Rohelise Taani lepingu" sõlmimiseni. See leping hõlmab põllumajanduse kliimamaksu ja sellel on eeldatavasti märkimisväärne mõju Taani isevarustatusele taimetoitainete osas. Kavas on seatud eesmärgiks vähendada lämmastiku kadu 13 780 tonni võrra ja muuta 2030. aastaks ligikaudu 15% riigi haritavast maast väetamata metsadeks ja muudeks looduslikeks aladeks. Prognooside kohaselt on isevarustatus lämmastiku osas 55% ja fosfori puhul 109%. Suuremas mahus ringlussevõtt ja 100% isevarustamine on teostatavad poliitilised valikud.

ELi üldise poliitilise eesmärgi – ringmajanduse saavutamine taimetoitainete valdkonnas – saavutamine tooks kaasa märkimisväärseid eeliseid meie keskkonnale, kliimale, tervisele, mullale, bioloogilisele mitmekesisusele, loodusele, kriitilistele toorainetele ja üldisele heaolule. Taani on fosfori osas sellele eesmärgile lähedal ning saavutamise võtmeks on piirkondlikud ümberjaotamise stiimulid.

Lämmastiku puhul pakuvad kolm peamist fookusvaldkonda teostatava tee edasi:

- Esiteks on otstarbekas nihutada põllukultuuride toiteainete tarve põllukultuuride majanduslikult optimaalselt lämmastikuga varustamiselt ühiskonnale optimaalsele lämmastikuga varustamisele. See tähendaks ligikaudu 15% väiksemaid lämmastikväetiste doose, vähendades seeläbi lämmastiku nõudlust 57 kt võrra. Seda lähenemisviisi rakendati Taanis aastatel 1999–2015 ja see ei mõjutanud oluliselt põllukultuuride tootlikkuse statistikat.

- Teiseks saab loomade sõnniku arvestamata lämmastiku osakaalu järk-järgult vähendada poole võrra, kasutades olemasolevaid sõnniku käitlemise tehnoloogiaid laiemalt.

- Kolmandaks on märkimisväärne potentsiaal põllukultuuride vaheldumise muutmisel, et lisada rohkem lämmastikku siduvaid kultuure, võtta kasutusele taastavad põllumajandustavad ja kasutada mikroorganisme, mis jäljendavad lämmastikku siduvate taimede võimet absorbeerida lämmastikku otse atmosfäärist ja mobiliseerida fosforit mullas.

Lisaks sellele on oluline, kuid ka õiglane ja mõistlik, et reoveepuhastid ja jäätmete kogumise ettevõtted vastaksid samadele taimetoitainete ringlustuse standarditele kui põllumajandussektor.

Kasutatud kirjandus

Biogas Danmark 2025. Biogas Outlook 2025.

European Commission 2025. Population density. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00003/default/table

European Commission 2023. Agri-environmental indicator - livestock patterns. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_livestock_patterns

European Commission. 2022. Farms and farmland in the European Union – statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics

European Commission. 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj/eng

European Commission. 1991. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/676/oj/eng

Foged, Henning Lyngsø. 2024. Potentials for higher recycling of nutrients in organic wastes from farming, industry and households - The current situation and scenarios for future development in Danish NUTS2 regions. Report. Organe Institute.

HELCOM. 2021. Amendments to Part II Annex III “Criteria and measures concerning the prevention of pollution from land-based sources” of the 1992 Helsinki Convention. HELCOM Recommendation 42-43/2. https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/10/HELCOM-Recommendation-42-43-2.pdf

HELCOM. 2020. The use of national manure standards. HELCOM Recommendation 41/3. https://helcom.fi/wp-content/uploads/2020/04/Rec-41-3.pdf

Miljø- og Ligestillingsministeriet. 2018. Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål. BEK nr 1001 af 27/06/2018. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/1001

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Landbrugsstyrelsen, 2023. Rapport over solgt gødning (In English: Report on fertilizer sold). Planperioden 2021/2022.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, 2022. Bekendtgørelse om jordbrugsvirksomheders anvendelse af gødning (In English: Decree on the use of fertilisers by agricultural enterprises). BEK nr. 1142 af 10/07/2022.

Regeringen. 2024. Aftale om et grønt Danmark (In English: Agreement on a green Denmark).

Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø. 2025. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. Planperioden 1. august 2025 til 31. juli 2026 (In English: Guidance concerning fertilisation and harmony regulations. Planning period 1 August 2025 to 31 July 2026). https://lbst.dk/Media/638914601066008119/Vejledning_om_goedskning_og_harmoniregler_2025_2026.pdf

2.8 Rootsi

Priscila de Morais Lima, Vaida Dzemedzionaite, Cheryl Marie Cordeiro and Erik Sindhøj, Research Institutes of Sweden (RISE)

2.8.1 Taust

Rootsi on pikka aega rakendanud meetmeid taimetoitainete kadude vähendamiseks, et võidelda eutrofeerumise vastu, kuid strateegiad, mis on selgesõnaliselt suunatud taimetoitainete ringlustusele, on tekkinud alles viimastel aastatel. Varasemad poliitikad keskendusid fosfori eemaldamisele olmejäätmete puhastusseadmetes, mis levisid laialdaselt, vähendades oluliselt heitmeid pinnavetesse.

Sõnniku kasutamist põllumajandussektoris reguleeritakse Rootsi Põllumajandusameti määrusega, mis käsitleb põllumajanduse keskkonnamõjusid seoses taimetoitainetega (*Statens jordbruksverks föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring*, SJVFS 2019:25). Need eeskirjad kehtivad kogu riigis ja on rangemad kui ELi nitraatide direktiivi nõuded, mis muidu kehtivad ainult määratletud nitraaditundlikel aladel. Rootsi seadusandluse kohaselt ei tohi sõnniku ja muude orgaaniliste väetistega anda rohkem kui 22 kgP/ha/a (keskmiselt viie aasta jooksul), lisaks üldisele sõnnikuga antavale ülempiirile 170 kgN/ha/a. Loomade tihedus on reguleeritud ka olemasoleva laotamisalaga, seostades loomade arvu sõnniku fosforikogusega. Need meetmed tegid Rootsist ühe esimestest fosforipõhise sõnnikuregulatsiooni kasutuselevõtjaid Euroopas.

Arutelu reoveesetete kasutamise üle on samuti tugevalt mõjutanud taimetoitainete ringlustuse poliitikat Rootsis. Pärast ulatuslikke investeeringuid fosfori eraldamisse reoveepuhastites, pöörati tähelepanu tekkinud reoveesetete kvaliteedile. Mure ohtlike ainete, nagu raskmetallide, ravimite ja PFAS-i pärast viis programmide loomiseni, mille tulemusena väheneksid elementide ja ohtlike ainete vood veepuhastusjaamadesse. Programme rakendati kohalike reovee teenuste osutajate poolt riiklike üldiste vee- ja reoveesüsteemide eeskirjade (*Allmänna bestämmelser för brukande av den allmänna vatten- och avloppsanläggningen, ABVA*) alusel, mis annavad omavalitsustele õiguse reguleerida ja piirata kanalisatsiooni juhitavaid heitmeid. Riikliku keskkonnaagentuuri Naturvårdsverket ja Rootsi vee- ja reoveeühenduse Svenskt Vatten juhiste

toel tegid munitsipaalettevõtted koostööd tööstuste ja kodumajapidamistega, et kõrvaldada ohtlikud ained enne nende sattumist kanalisatsioonivõrku. Need programmid vähendasid oluliselt raskmetallide kontsentratsiooni reoveesetetes (Malmqvist et al., 2006, Svenskt Vatten 2023). Sellele tuginedes käivitas Svenskt Vatten koos toiduainetööstusega 2008. aastal REVAQ sertifitseerimissüsteemi. REVAQ ületab õigusaktide nõudeid, rõhutades ohtlike ainete vähendamist, seiret ja jälgitavust allika suunas, samal ajal kooskõlastades SPCR 120 sertifitseerimissüsteemiga, mis kehtestab kvaliteedistandardid kääritatud jäätmetele ja kompostile. Koos moodustavad SPCR 120 ja REVAQ raamistiku toodetavate ringväetiste kvaliteedi ja ohutuse tagamiseks, kuigi avalikkuse usaldust ei ole veel täielikult võidetud ja jätkuvad poliitilised arutelud selle üle, kas reoveesetete kasutamisele tuleks kehtestada rangemad piirangud või keelud.

Poliitilised vastutusalad on jaotatud mitme asutuse vahel. Rootsi Keskkonnakaitseamet (Naturvårdsverket) teostab järelevalvet jäätmete, reoveesetete ja keskkonnaalaste eeskirjade üle; Rootsi Põllumajandusamet (Jordbruksverket) haldab ühise põllumajanduspoliitika rakendamist, väetamise eeskirju ja taimetoitainete tasakaalu nõudeid; ning Rootsi Kemikaaliamet (KEMI) reguleerib ohtlikke aineid. Omavalitsused mängivad keskset rolli reovee puhastamisel ja toidujäätmete kogumisel. Selline rollide jaotus peegeldab tugevat keskkonnaalast juhtimist, kuid toob kaasa ka koordineerimisprobleeme.

Viimastel aastatel on Rootsi püüdnud tugevdada taimetoitainete ringlustustuute vahendite abil. Riiklikus ringmajanduse strateegias (2020, Regeringen Diarienumret M202001133) on taimetoitainete taaskasutamine esile tõstetud prioriteedina. Alates 2024. aastast peavad kõik omavalitsused rakendama toidujäätmete kogumist ning riiklikud eesmärgid näevad ette, et 2030. aastaks tuleb vähemalt 75% reovees sisalduvast fosforist ringlusse võtta kas muda taaskasutamise või tuha taaskasutamise teel (viimased muudatused jäätmemääruses 2020:614). Biogaasi tootmist on edendatud investeeringutoetuste ja taastuvenergia kavade kaudu, kuigi piiratud võimsus sõnniku ja biojäätmete töötlemiseks on endiselt kitsaskohaks.

Vaatamata varasematele poliitilistele jõupingutustele ja kehtivale raamistikule on endiselt olulisi väljakutseid. Kuigi riiklikul tasandil on fosfori kasutamine tasakaalus, on Rootsi piirkondades märgatav taimetoitainete tasakaalustamatuse probleem: lõunaosas asuvates loomakasvatuspiirkondades (Småland, Halland, Västra Götaland) on fosfori ülejääk, samas kui Skåne ja Mälardalen põllukultuuride tootmispiirkonnad sõltuvad imporditud mineraalväetistest (Akram et al. 2019; Metson et al. 2022). See ebakõla suurendab vajadust teatud taimetoitainete töötlemise ja ümberjaotamise järele, et pakkumine oleks paremini kooskõlas põllukultuuride nõudlusega. Rootsi ei suutnud täita ka riiklike heitkoguste ülemmäärade direktiivist (NECD) tulenevat 2020. aasta ammoniaagi vähendamise eesmärki ning veel ei ole vastu võetud kava, mis tagaks ambitsioonikamate 2030. aasta kohustuste täitmist. See lünk rõhutab nii ammoniaagi heitkogustega tegelemise kiireloomulisust kui ka võimalust suurendada lämmastiku ringlustust, muutes kaod põllumajanduse ressursiks. Reguleerimise ebakindlus reoveesetete osas koos põllumajandustootjate madala vastuvõtlikkusega mõningate ringväetiste suhtes piirab veelgi setete turule sisenemist.

Kokkuvõttes võib esile tuua Rootsi fosforipõhiste eeskirjade varajase kasutuselevõtu ja aastakümnete pikkuse proaktiivse keskkonnapoliitika, kuid ka lahendamata süsteemsed takistused. Kuigi ambitsioonid ja juhtimisvõime on endiselt tugevad, piiravad rakendamist infrastruktuuri puudujäägid, piirkondlikud tasakaalustamata taimetoitainete vood ja

vastuolulised avaliku arvamuse seisukohad. Nende väljakutsete lahendamine on taimetoitainete Rootsis ringlustuse potentsiaali realiseerimisel otsustava tähtsusega.

2.8.2 Praegune olukord

Rootsis tekib põllumajandusest, omavalitsustest ja tööstusest suuri koguseid taimetoitaineterikkaid biojäätmeid, mis võiksid aidata kaasa taimetoitainete ringlustusele, kuid nende materjalide praegune kasutamine on sektorite ja piirkondade lõikes ebaühtlane. Sõnnik on domineeriv lämmastiku ja fosfori allikas ning suurem osa sellest võetakse kasutusele põllumaale otsese laotamise teel. Siiski on veel palju võimalusi selle ringlustuse tõhususe parandamiseks, täiustades laotamistehnikaid ja töödeldes sõnnikus olevaid taimetoitaineid, et neid saaks liiaga piirkondadest ümber jaotada vaegusega piirkondadesse. Reoveesetteid on pikka aega põllumajanduses taaskasutatud, kuigi avalik arutelu ja regulatiivne ebakindlus on aeglustanud nende rolli taimetoitainete ringlustusel. Biojäätmete ringlustus on laienemas, eriti seoses 2024. aasta kohustusega jäätmeid eraldi koguda, kuid käitlemisvõimsused digestaadi ja biogaasi jaoks on endiselt piiratud. Tööstuslikud kõrvalvood, eriti metsandus- ja toiduainetööstusest, on täiendavad, kuid alakasutatud taimetoitainete allikad. Kokkuvõttes, kuigi Rootsil on tugev regulatiivne raamistik ja ambitsioonikad eesmärgid, sõltub taimetoitainete praktiline ringlustus endiselt suuresti mõnest voost ja tehnoloogiast, millel on märkimisväärne potentsiaal laienemiseks ja mitmekesistumiseks.

Loomasõnnik

Loomasõnnik on Rootsis suurim ringlustatava lämmastiku ja fosfori allikas, sisaldades üle 80 510 t lämmastikku ja 17 440 t fosforit, mis moodustab üle poole igal aastal põllumaale laotatavatest taimetoitainetest (SCB 2023). Peaaegu kogu sõnnik viiakse tagasi põllumaale, peamiselt vedel- või tahesõnnikuna, kuid ringlustuse efektiivsust piirab taimetoitainete kadu ladustamise ja kasutamise käigus. Enamik vedelsõnnikust laotatakse lohisvoolikute abil (74%), samas kui 20% laotatakse endiselt paisklaotusega, mis põhjustab suuremaid ammoniaagiheiteid. Umbes 76% vedelsõnnikust laotatakse kasvavatele põllukultuuridele, optimeerides taimetoitainete omastamist. Ülejäänu laotatakse taimestikuta põllumaale ja segatakse kas kohe (10%) või nelja tunni jooksul (10%), mis vähendab oluliselt ammoniaagi kadusid ja parandab lämmastiku kasutamist. Hoolimata nendest üldiselt headest käitlemistavadest on siiski vaja suurendada taimetoitainete ringlustusttoitainete kasutamise efektiivsuse parandamise kaudu, eelkõige ammoniaagi heitkoguste vähendamiseks riiklikul tasandil ja põllumajandusest pärit taimetoitainete üldiste kadude piiramiseks.

Hoolimata eeskirjadest, mis seovad loomade tiheduse fosfori laotamisemahuga, on piirkonniti fosfori kasutamine sageli tasakaalust väljas. Põhiprobleemiks on sõnniku väike lämmastiku ja fosfori suhe võrreldes põllukultuuride vajadustega, mis toob kaasa fosfori ülemäärase kasutamise, kui lämmastikku kasutatakse agronoomiliselt optimaalsel tasemel. Aja jooksul on see põhjustanud fosfori kuhjumist muldadesse ja püsivaid ülejääke piirkondades, kus loomade tihedus on suur, eeskätt Lõuna-Rootsis, samal ajal kui piirkonnad, kus domineerivad põllukultuurid, ehk siis peamiselt Kesk- ja Põhja-Rootsis, sõltuvad endiselt imporditud mineraalväetistest. Rootsi taimetoitainete voogude analüüsid näitavad, et suur osa loomade sõnnikus sisalduvast fosforist loomadega tihedalt asustatud piirkondades kas kuhjub mulda või kandub ära taludest (Linderholm et al. 2012; Lorick et al. 2021). Põllumajanduses suureneb fosfori leostumise oht kõrge fosforitasemega mullas, eriti kui sõnnikut kasutatakse juba P-rikkas mullas (Svanbäck et al. 2013). Laiemas plaanis on loomade suur tihedus otseselt seotud püsiva

lämmastiku- ja fosforiliiaga, mis peegeldab loomakasvatuse ja taimekasvatuse struktuurilist tasakaalustamatust (Svanbäck et al. 2019).

Nende probleemide kõrvaldamiseks on vaja sõnnikut töödelda transporditavaks väetiseks, mille abil saaks viia taimetoitaineid liiaga piirkondadest vaegusega piirkondadesse. Sellised meetodid nagu separeerimine, taimetoitainete eraldamine ja kontsentreerimine võivad aidata pakkumist nõudlusega kooskõlla viia ja vähendada sõltuvust mineraalväetistest. Samas biogaasi tootmiseks kasutatav anaeroobne lagundamine sõnniku puhul ei lahenda ümberjaotamise probleemi, kuna lagundamine ei mõjuta oluliselt N:P suhet ja digestaadi vedu on endiselt kulukas. Biogaasijaamad võiksid aga toimida ka sõnniku edasitöötlemise keskustena, pakkudes mastaabisäästu taimetoitainete taaskasutamisel ja tootes samal ajal taastuvenergiat. Hiljutised võrdlevad elutsükli hindamised rõhutavad, et erinevad sõnniku töötlemise viisid (nt anaeroobne lagundamine, tahke ja vedela osa separeerimine) avaldavad kliimamuutusele ja eutrofeerumisele erinevat mõju, mis rõhutab vajadust kaaluda keskkonnaalaseid kompromisse poliitikas ja praktikas (Lima et al. 2025). Rootsi praegustes strateegiates rõhutatakse piirkondlikku liigse sõnniku ümberjaotamise vajadust ja sõnnikupõhiste bioväetiste (BBF) integreerimist tavapärastesse põllumajandussüsteemidesse, kuigi majanduslikud ja logistilised takistused püsivad.

Reoveesetted

Rootsi toodab aastas umbes 200 000 t reoveesetteid (kuivainena). Taimetoitainete kontsentratsioon on keskmiselt umbes 47 g lämmastikku ja 29 g fosforit kilogrammi kuivaine kohta, mis vastab umbes 9400 t lämmastikule ja 5800 t fosforile aastas (Naturvårdsverket 2024). Peaaegu kogu reovees sisalduv fosfor satub settesse, samas kui lämmastikust säilib vaid umbes 23%, mistõttu setted on peamiselt fosfori ringlustuse viis (Olsson et al., 2020). taimetoitainete sisaldus reoveesettes võiks asendada hinnanguliselt ≈42% Rootsi mineraalse fosforväetise nõudlusest, kuid ainult ~5% lämmastikust.

Põllumaadel kasutatavate reoveesetete osakaal on kasvanud 2017. aasta ligikaudu 35%lt 2024. aastaks peaaegu 60%ni, peamiselt REVAQ-sertifitseeritud puhastusseadmetest, mis tegutsevad ohtlike ainete rangete allika-suunaliste (upstream) kontrollide alusel. Ülejäänud osast suurem osa põletatakse, väiksem osa kasutatakse maastiku kujundamisel või ladestatakse prügilasse. Kuigi Rootsi reoveesetete kasutamine põllumajanduses on võrreldes paljude Läänemere riikidega kõrge, on selle aktsepteerimine endiselt vaieldav: toiduainetööstuse esindajad ja mõned põllumajandustootjad on jätkuvalt vastu reoveesetete baasil toodetud toodetele, viidates ohtlike ainete riskidele ja tarbijate arvamusele, isegi kui sertifitseerimine ja kvaliteedikontroll on olemas (Ekane et al. 2021; Lima et al. 2024).

Rootsi pikaajalised välikatsed näitavad, et reoveesetete kasutamine aitab vähe kaasa fosfori ringlustusele kitsas mõttes. Börjesson & Kätterer (2018) leidsid, et pärast 30 aastat kestnud korduvat reoveesetete kasutamist muutus ainult umbes 2% lisatud fosforist lahustuvaks ja taimedele kättesaadavaks, samas kui enamik jäi mulda seotuks. Lämmastiku omastamise efektiivsus oli samuti madal (3–8%). See viitab sellele, et reoveesetete kasutamine põllumajanduses toimib pigem jäätmete kõrvaldamise viisina kui tõhusa taimetoitainete ringlustuse võimalusena. Samas katsed näitasid aga reoveesetete mulda parandavat mõju: mulla süsinikusisalduse suurenemist, mahumassi vähenemist ja mõnel juhul ka suuremat saagikust.

Need mulda parandavad näitajad on siiski olulised tegurid reoveesetete kasutamisel Rootsi põllumajanduses.

Tulevikuplaanid hõlmavad fosfori taaskasutamist põletusjäätmetest, mille tehnoloogiad on praegu liikumas teadusuuringutest tööstuslikule tasandile. Ehitusjärgus on Easy Miningu Ash2Phos tehas Schkopaus, Saksamaal, mis peaks alustama tööd 2027. aastal, teine tehas on kavandatud Helsingborgis, Rootsis, ja peaks alustama tööd umbes 2028–2029. aastal. Need tehased töötlevad aastas umbes 30 000 tonni reoveemudast saadud tuhka ja taaskasutavad kõrge puhtusastmega fosforit koos selliste kõrvalsaadustega nagu raud, alumiinium ja silikaadifraktsioonid.

Paralleelselt katsetatakse Rootsis jäätmete tekkekohas eraldamise süsteeme, kuigi praegu veel piiratud ulatuses väiksemates pilootprojektides Skellefteås, Helsingborgis ja Göteborgis. Kõige arenenum näide on Sanitation360 lahendus Gotlandil ja Uppsalas, mis kogub uriini selle tekkekohas ja töötleb selle tahkeks, lämmastikurikkaks väetiseks. Kuigi sellised süsteemid on veel piiratud ulatusega, võivad nad vähendada reoveepuhastusseadmetesse sisenevate taimetoitainete kogust ja pakkuda samal ajal transporditavaid uusi väetisi, täiendades seega reoveesetete baasil fosfori taaskasutamist lämmastiku ringlustuse võimalusega (Aliahmad et al. 2025).

2020. aasta valitsuse uurimus (SOU 2020) pakkus välja kaks reoveesetete kasutamise reguleerimise võimalust: kas täielik keeld maapinnale laotamisele või jätkuv kasutamine rangemate standardite alusel, mõlemad koos nõudega, et suurtes puhastusseadmetes tuleb 12–15 aasta jooksul taaskasutada ≥60% fosforist. Sellega kooskõlas on Rootsi ringmajanduse strateegias seatud eesmärk, et 2030. aastaks tuleks vähemalt 75% reovees sisalduvast fosforist ringlusse võtta, mis peaks kiirendama investeeringuid ohututesse taaskasutusmeetoditesse. Jätkuv arutelu reoveesetete kasutamise üle, koos rangemate kvaliteedistandardite ja eelseisvate taaskasutusnõuetega, võib oluliselt muuta Rootsi reovee taimetoitainete ringlustuse maastikku. Kuigi reoveesetete kasutamine maapinnal rangete saasteainete piirangute alusel on endiselt lubatud, võivad tulevased eeskirjad seda praktikat veelgi piirata, tugevdades vajadust alternatiivsete taimetoitainete taaskasutusmeetodite järele, nagu tuhapõhine fosfori ekstraheerimine ja täiustatud puhastusmeetodid (Ekane et al. 2021, KEMI 2025).

Olmejäätmed

Rootsi kogub ja töötleb eraldi ligikaudu 465 000 t toidujäätmeid ja muid olmejäätmeid aastas (Avfall Sverige 2023). See materjal sisaldab taimetoitainete varuna ca 8500 t lämmastikku ja 1500 t fosforit, eeldades, et digestaadis ja kompostis on tüüpilised kontsentratsioonid 18 g N/kg KA ja 3 g P/kg KA (EBA 2024). Peaaegu kõik kokku kogutud biojäätmed läbivad anaeroobse lagundamise või kompostimise, mille tulemusena tekib nii biogaas kui ka taimetoitaineterikas lagundatud kompost.

Hoolimata nendest ringlustuse pingutustest, ei koguta märkimisväärset osa orgaanilistest jäätmetest ikka veel eraldi. 2023. aastal töödeldi umbes 59 % Rootsi olmejäätmetest energia saamiseks põletamise teel (Avfall Sverige 2023). Kuigi see näitaja hõlmab kõiki jäätmeliike, näitab see, et sorteerimata biojäätmed põletatakse endiselt tavapäraselt koos muude jäätmetega, eriti omavalitsustes, kus jäätmete kogumise süsteemid on puudulikud. See tava aitab kaasa taastuvenergia tootmisele, kuid samas tähendab see ka taaskasutatavate taimetoitainete kaotust.

Rootsi on tugevdanud oma poliitilist raamistikku, et seda puudujääki kõrvaldada. Jäätmemäärus (Avfallsförordning 2020:614) nõuab, et kõik omavalitsused tagaksid alates 2024. aastast toidujäätmete eraldi kogumise, samas kui riiklikud eesmärgid näevad ette 20% toidujäätmete koguste vähendamist elaniku kohta aastaks 2025. Nende meetmete eesmärk on suurendada biojäätmete taaskasutamist ja viia riiklikud tavad kooskõlla ELi ringmajanduse eesmärkidega.

Siiski on endiselt probleeme. Plastpakendid ja muud lisandid saastavad sageli kogutud toidujäätmeid, vähendades komposti ja digestaatide kvaliteeti ning piiravad rangete standardite tõttu nende kasutamist põllumajanduses. Nagu reoveesetete puhul, mõjutavad põllumajandustootjate usaldust sertifitseerimine, jälgitavus ja ohutuse tajumine, mis jätkuvalt mõjutavad turule sisenemist. Töötlemisvõimsus on suur, lubade maht on ligikaudu 2,3 miljonit tonni anaeroobseks lagundamiseks ja ligikaudu 1,5 miljonit tonni kompostimiseks aastas (EEA, 2024), kuid see on riigis ebaühtlaselt jaotunud, mistõttu on maapiirkondades ja põhjaosas kogumis- ja transpordikulud suured.

Kokkuvõttes on olmejäätmed Rootsis alakasutatud, kuid kasvav taimetoitainete allikas. Kuigi enamik eraldi kogutud materjalist on juba ringlusse võetud ja kompostitud, tekib ikkagi märkimisväärne taimetoitainete kadu eraldamata orgaaniliste jäätmete põletamisel. Olmejäätmete kogumise ulatuse suurendamine, ohtlikkuse vähendamine ja põllumajandustootjate usalduse tugevdamine on olulised, et realiseerida olmejäätmete täielik potentsiaal osana Rootsi taimetoitainete ringlustuse strateegiast.

Tööstuslikud kõrvalvood

Tööstuslike kõrvalvoogude kvantifitseerimine Rootsis on keeruline. Tapamajade ja toiduainete töötlemissektori kõrvalsaadused ei kajastu süstemaatiliselt riiklikes jäätme- või taimetoitainete statistikas ning kättesaadav teave on hajutatud sektoripõhiste uuringute vahel. Seetõttu on keeruline hinnata nende täit taimetoitainete ringlustuse potentsiaali.

Hiljutine toiduainetööstuse uuring näitas, et 2022. aastal tekkis 305 000 t tööstuslikke toidujäätmeid, millest umbes 214 000 t läks biogaasi tootmiseks, 20 800 t energia tootmiseks põletamise teel ja 8000 t otseseks kasutamiseks põllumajanduses, väiksemad kogused kompostiti või liigitati kasutamiseks muuks otstarbeks (Hultén et al. 2023) . Lisaks tekitas piimasektor umbes 180 500 t kõrvalsaadusi, peamiselt vadakut, mis suures osas kasutatakse loomasöödana, mitte jäätmetena. Need arvud rõhutavad tööstuslike kõrvalsaaduste mitmekesisust ja nende erinevaid kasutusviise.

Tapamajad on teine oluline orgaaniliste jääkide allikas, sealhulgas veri, luud ja rupskid. Osalised andmed näitavad, et 2020. aastal kasutati umbes 13 000 t veiste tapamajajääke mitte-toiduks (Glimaker 2023), kuid loomsete kõrvalsaaduste (ABP) kogumaht riigis jääb ebaselgeks. ELi ja Rootsi ABP-määruste kohaselt on 1. ja 2. kategooria (kõrge ja mõõduka riskiga) materjalide põllumajanduses taaskasutamine üldiselt keelatud ja need põletatakse või kõrvaldatakse jäätmetena, mille tulemusena kaotatakse taimetoitaineid. Ainult 3. kategooria (madalama riskiga) materjale võib kontrollitud viisil kasutada söödas, väetistes või biogaasijaamades (EFSA BIOHAZ Panel, 2021; Euroopa Komisjon, 2023). Liha- ja luujahu (MBM), mis sisaldab tavaliselt umbes 8% lämmastikku ja 5% fosforit (Spångberg, 2011), on näide taimetoitaineterikkast kõrvalsaadusest, kuid Rootsis põletatakse enamik MBM-ist regulatiivsetest piirangutest tulenevalt (Fuller, 2024). Mõned madalama riskiga 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused töödeldakse lemmikloomatoiduks või söödalisanditeks ning vastavalt kindlaksmääratud

reeglitele võib osa neist kasutada väetisena (EFSA BIOHAZ Panel 2021; Euroopa Komisjon 2023). Mõned ettevõtted, nagu Gyllebo Gödning, peavad selle asemel importima MBM-i Taanist (nt Daka Ringstedist), mis rõhutab regulatiivseid ja turupiiranguid, mis piiravad kodumaist kasutamist (Cederberg et al. 2011).

Toiduainetööstuse jääke nagu õlletehase kääritamisjäägid, köögiviljade koored ja töötlemisjäätmed, kasutatakse erinevalt. Kõrgema kvaliteediga jäägid kasutatakse sageli loomasöödaks, ülejäänud suunatakse anaeroobsesse lagundamisse või kompostimisse. Kuigi toiduainetööstuse jääkide kasutamise maht on suurenenud, siis kõrged töötlemiskulud, logistilised väljakutsed ja ebaühtlane infrastruktuur piiravad suuremahulist taimetoitainete taaskasutamist nendest voogudest (Sar et al. 2022).

Üldiselt pakuvad Rootsi tööstuslikud kõrvalvood märkimisväärset taimetoitainete ringlustuse potentsiaali, kuid need on endiselt alakasutatud. Loomsete kõrvalsaaduste suhtes kehtivad ranged regulatiivsed piirangud, mis koos toiduainete töötlemise logistiliste ja majanduslike takistustega tähendavad, et ainult osa nendest taimetoitainetest naaseb põllumajandustsüklisse. Tulevikuvõimalused hõlmavad ohutute viiside väljatöötamist fosfori taaskasutamiseks MBM-tuhast, biorafineerimise meetodite kasutuselevõttu, nagu valgu ekstraheerimine või putukate kasutamine ning kogumis- ja logistikasüsteemide parandamist, et võimaldada väiksematel tehastel koguda kõrvalsaadusi ühiseks töötlemiseks. Selle potentsiaali avamine muudaks tööstuslikud kõrvalsaadused Rootsi taimetoitainete ringlustuse strateegias olulisemaks täienduseks sõnnikule, reoveesettele ja olmejäätmetele.

2.8.3 Taimetoitainete ringlustuse väljakutsed

Rootsi keskkonnaseadustik (Miljöbalken, Government Offices of Sweden 2000) kehtestab taimetoitainete ringlustuse üldise õigusliku raamistiku, sätestades väetiste kasutamise määrad ja taimetoitainete majandamise kavad eutrofeerumise vältimiseks. Ajakohastatud jäätmemäärus (Regeringen 2020) kohustab omavalitsusi alates 2024. aasta jaanuarist koguma toidujäätmeid eraldi, eesmärgiga suurendada biogaasi tootmist ja vähendada orgaaniliste jäätmete ladestamist prügilates. Põllumajanduse keskkonnatoetus (Naturvårdsverket 2025) pakub majanduslikke stiimuleid põllumajandustootjatele, kes rakendavad säästvaid taimetoitainete majandamise tavasid, sealhulgas täppisväetamist ja orgaaniliste lisandite kasutamist. Rootsi Keskkonnakaitseamet on välja töötanud juhised, milles täpsustatakse reoveesetete kasutamise piirangud, sealhulgas mulla pH-nõuded, põllukultuuride piirangud ja kohustuslikud ooteajad enne saagikoristust, mis on otseselt seotud praeguste probleemidega reoveesetete kasutamise regulatiivsetes piirangutes (Ekane et al. 2021). Kohalikud jäätmekäitlusmäärused nõuavad orgaaniliste jäätmete eraldamist, kusjuures mõnes piirkonnas rakendatakse diferentseeritud hinnastruktuure, et motiveerida osalemist ringlustuse programmides (Avfall Sverige 2023).

<u>Majanduslikud vahendid</u>

Rootsil on taimetoitainete taaskasutamist toetav poliitiline huvi ja õiguslik raamistik, kuid riiklikud majanduslikud stiimulid taimetoitainete ringlustuseks on piiratud (Dioba et al. 2025). Biogaasi infrastruktuuri arendamiseks on olemas investeeringute toetusmehhanismid, samas kui taastuvenergia sertifikaatide süsteemid tagavad tuluvoo orgaanilistest jäätmetest toodetud biogaasi eest. Rootsi kohaldab PAYT-tüüpi (Pay as you throw) munitsipaalmakse, mis põhinevad tavaliselt konteinerite mahul/kasutussagedusel, mõnel juhul ka kaalul, ning biojäätmed on

tavaliselt odavamad (mõnikord isegi tasuta) kui muud jäätmed, et soodustada jäätmete eraldi sorteerimist (Euroopa Keskkonnaagentuur 2022). Siiski esinevad majanduslikud takistused, kuna kõrged investeerimiskulud täiustatud töötlemistehnoloogiatele konkureerivad endiselt ebasoodsalt tavapäraste kõrvaldamisviisidega ning piiratud turunõudlus ringväetiste järele konkureerib hinnalt soodsamate mineraalväetistega (Aarikka-Stenroos jt 2023, Pettersson jt 2023). Taimetoitainete taaskasutamise majanduslik elujõulisus on takistatud ka suurte transpordikulude tõttu, mis on seotud taimetoitainete ümberjaotamisega Rootsi suurel geograafilisel alal, eriti loomakasvatuspiirkondadest pärit ülemäärase sõnniku ümberjaotamisega taimetoitainete puudusega piirkondadesse (Metson jt 2022). Rootsi põllumajandustootjate kogemused näitavad, et hindade võrdsus või selge hinnaalandus võrreldes mineraalväetistega koos tunnustatud kvaliteedisertifikaadiga suurendab märkimisväärselt valmidust kasutada ringväetisi. See tähendab, et tegevustoetus sertifitseeritud kvaliteediga ringväetiste tarnimiskulude vähendamiseks ja tulemuspõhiste lisatasude alandamine võib olla nende kasutuselevõtu edendamisel tõhusam kui ainult kapitalikuludega seotud toetused (Lima et al. 2024).

Regulatiivsed takistused

Rootsi taimetoitainete ringlustuse sektor seisab silmitsi märkimisväärsete regulatiivsete probleemidega, mis takistavad investeeringuid ja arengut (Johansson et al. 2024). Käimasolev regulatiivne arutelu reoveesetete kasutamise üle, koos rangemate kvaliteedistandardite ja fosfori taaskasutamise nõuetega tekitab investeerimisel kõhklusi, kuna sidusrühmad püüavad leida oma tee võimalike poliitiliste muudatuste keskel (Ekman 2022). Kuigi praegune poliitika lubab rangete piirangute raames reoveesetete kasutamist maapinnal, keskendudes üha enam fosfori ohutule taaskasutusele ja raskmetallide sisalduse vähendamisele, on kaalutud ka täielikku keelustamist, mis võib oluliselt mõjutada Rootsi reovee taimetoitainete ringlustuse olukorda (Ekane et al. 2021). Neid regulatiivseid takistusi süvendavad veelgi poliitikad, mis on endiselt arengujärgus ja vajavad täiendavat ühtlustamist ELi ringmajanduse eesmärkidega, eriti orgaaniliste jäätmete töötlemise valdkonnas, kus kompostitud materjalide kasutamise osas põllumajanduses esinevad jätkuvalt infrastruktuuri puudujäägid (Avfall Sverige 2023). Lisaks takistavad ranged Rootsi ja ELi loomsete kõrvalsaaduste eeskirjad laiemat taimetoitainete taaskasutamist, kuna enamik liha- ja luujahu põletatakse põllumajandusliku kasutamise regulatiivsetest piirangutest tulenevalt, samal ajal kui regulatiivsed ja logistilised takistused piiravad jätkuvalt ka tööstuslike orgaaniliste jäätmevoogude kasutamist (Pinto et al. 2022, Halim et al. 2025).

Tehnilised ja taristulised väljakutsed

Rootsi seisab silmitsi mitmete tehniliste ja taristuliste piirangutega, mis piiravad taimetoitainete ringlustuse tõhusust (Metson et al. 2022). Valitsuse uuringu kohaselt tuleks biogaasi tootmist suurendada praeguselt umbes 2 TWh-lt 7 TWh-ni aastaks 2030, mis eeldab kiiret laienemist ja mitme uue biogaasijaama rajamist üle kogu riigi. Viimased arengud näitavad edusamme, kuna St1 Biokraft on avanud Mönsteråsis biogaasi tehase, mille aastane tootmisvõimsus on umbes 138 GWh veeldatud biogaasi, mis teeb sellest ühe Rootsi suurimatest biogaasi tehastest (Bioenergy Insight, 2025). Rootsi biometaani tarbimine ületab selle tootmise kahekordselt, samas kui enamik liikmesriike subsideerib biometaani tootmist. Hooajalised ladustamistingimused kujutavad

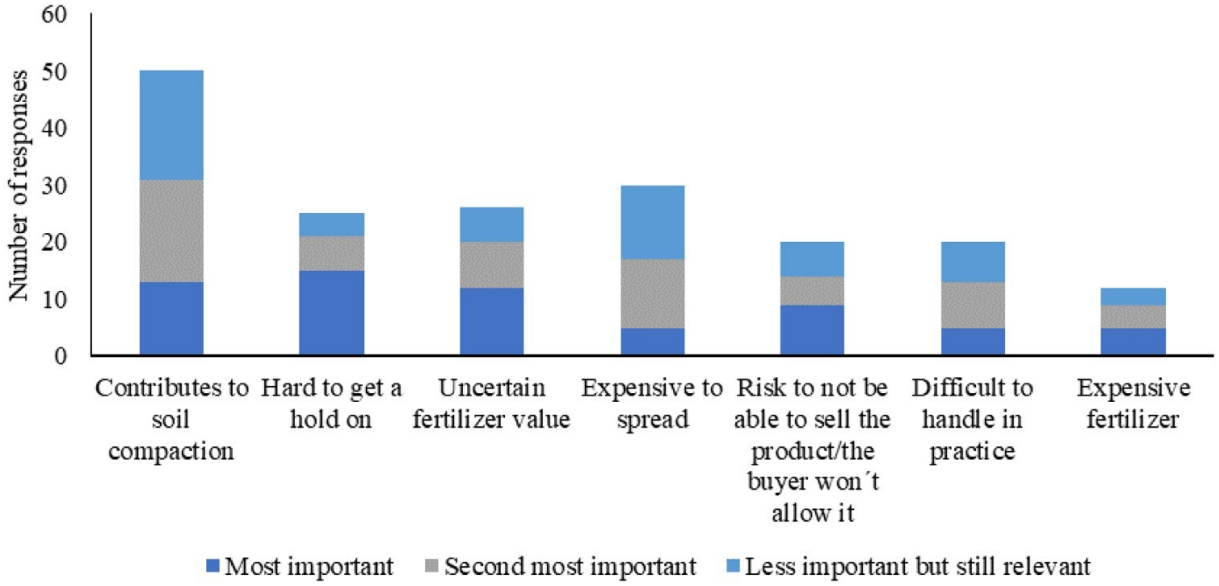
endast märkimisväärset väljakutset orgaaniliste väetiste kasutamisele Rootsi kliimas, kuna sõnnik laotatakse põldudele sügisel ja kevadel. Üldjuhul välditakse laotamist suvel kasvavate põllukultuuride peale, kuna sõnniku taimetoitained aurustuvad soojadel päevadel, raisates väärtuslikke ressursse ning arvestada tuleb seda, et kodumaine kasvuperiood algab üldjuhul juunis ja lõpeb augustis või septembris (Grusson et al. 2021, Lang et al. 2025). taimetoitainete sisalduse, saasteainete taseme ning väetiste üldise kvaliteedi ja tõhususe ühtsete sertifitseerimisstandardite kehtestamine on ülioluline, et arendada välja elujõuline turg ringväetistele (Cordeiro & Sindhøj 2024). Siiski on kvaliteedikontrolli väljakutsed endiselt suur takistus, kuna toidukaubandusettevõtjad muretsevad ringväetiste puhul võimalike ravimijääkide riskide ja kvaliteedi tagamise pärast (Magaya et al. 2025). Nendele tehnilistele piirangutele lisanduvad mured orgaaniliste saasteainete sisalduse ja vajadus rangete katsetamisuuringute järele, et tagada toote ohutus ja põllumajandustootjate heakskiit. Hiljutised pilootprojektid näitavad, et ekskrementide eelnev eraldamine võib vähendada töötlemise keerukust ja parandada fosfori taaskasutamise efektiivsust, pakkudes seeläbi täiendavaid lahendusi tavapärastele reoveesettel põhinevatele ringlustuse viisidele (Aliahmad jt 2025).

Turu ja ühiskonna aktsepteerimine

Ringväetiste turule toomine Rootsis seisab silmitsi märkimisväärsete takistustega, mis tulenevad keerukatest psühholoogilistest, sotsiaalsetest ja praktilistest kaalutlustest, mis piiravad nende laialdast kasutuselevõttu. Rootsi põllumajandustootjate aktsepteerimismustrid näitavad märkimisväärseid piirkondlikke erinevusi, kuna 2021. aasta sügisel läbi viidud uuring, mille eesmärk oli uurida Rootsi põllumajandustootjate seisukohti ringväetiste kasutamise suhtes näitas avatust, laialdast huvi ja nõudlust erinevate vormide ja päritoluga toodete järele, kuigi see nõudlus sõltub peaaegu alati toodete hinnast võrreldes mineraalväetiste hinnaga (Álvarez Salas et al. 2024). Põllumajandustootjate vastumeelsus tuleneb siiski sügavalt juurdunud psühholoogilistest teguritest, eriti seoses reoveesettest saadud väetistega, kus saastamise hirm ja vastikustunne on peamised põhjused, mis takistavad reoveesetete kasutamist põllumajanduses, mis on osaliselt seletatav teadmatuse ja ohutundega reoveesetete ohtlike ainete suhtes (Ekane et al. 2021). Transpordikulud on oluline takistus, kuna Rootsis oli uuringu kohaselt reoveesetete transportimise maksumus kolm korda kõrgem kui transporditava väetise väärtus, mistõttu see ei ole kulutõhus, kui ei arvestata muid potentsiaalseid eeliseid, mis tulenevad taimetoitainete suuremast ringlustusest (Akram et al. 2019). Tarbijate mure toiduohutuse pärast mõjutab oluliselt turu vastuvõtlikkust Rootsis, mida tõendavad toiduainetööstuse, eelkõige piimatööstuse piirangud REVAQ-sertifitseeritud reoveesetete kasutamisele piimatootmiseks kasutataval maal, peamiselt ohtlikkuse, brändi maine ja klientide kaotamise hirmust tingituna (Ekane et al. 2021). Teadmiste puudujäägid on samuti oluline takistus, kuna tajutavad riskid muutuvad ülekaalukaks, kui tegelikke riske ei kontrollita ning PFAS-i, mikroplastide ja muude murettekitavate ainete keeruline segu raskendab riskianalüüsi. Rootsi sidusrühmad rõhutavad, et kuigi selle praktika rakendajad rõhutavad muda kui ressursi eeliseid ja rõhutavad allika-suunas meetmeid, sealhulgas paremaid riskijuhtimissüsteeme, rõhutavad toksiinide kontrollimise eest vastutavad osapooled tegelikke ja potentsiaalseid riske ning eelistaksid selle praktika täielikku keelustamist. Turudünaamika näitab, et põllumajandustootjad ei ole selle praktika peamised edendajad, vaid ettevõtjad, kes mängivad võtmerolli praktika edendamisel, jälgimisel ja hindamisel, luues usaldust ja veendes põllumajandustootjaid osalema (Manyise & Dentoni 2021). Need tulemused rõhutavad vajadust terviklike haridusprogrammide,

parema kvaliteedistandardi ja tõhustatud riskikommunikatsiooni järele, et kõrvaldada väärarusaamad ja suurendada usaldust ringväetiste tehnoloogiate vastu Rootsi põllumajanduses.

Rootsi põllumajandustootjate peamised põhjused ringväetiste kasutamata jätmiseks on esitatud joonisel 9. Tähelepanuväärne on erinevus tegevuslike takistuste (muldade tihenemise oht, laotamiskulud, käitlemine) ja turu-/kvaliteeditakistuste (ebakindel väärtus, ostjate heakskiit) vahel.



Joonis 9. Rootsi põllumajandustootjate põhjused ringväetiste kasutamata jätmiseks (vastuste arvu järgi järjestatud): mulla tihenemine, kättesaadavus, väetise väärtuse ebakindlus, kallid laotamiskulud, ostja vastuvõtlikkuse risk, käitlemisraskused ja kõrge ostuhind (Lima et al. 2024)

Süsteemsed probleemid

Rootsis võimaldas mineraalväetiste kasutuselevõtt eraldada loomakasvatuse ja taimekasvatuse, mille tulemusena tekkisid spetsialiseerunud loomakasvatustalud, mis sõltuvad ostetud söödast ja tekitavad piirkondlikku taimetoitainete liia, samal ajal kui taimekasvatustalud sõltuvad imporditud väetistest. Need mustrid on kaasa aidanud eutrofeerumisele ja mulla degradatsioonile, mille puhul on märgatavaid piirkondlikke erinevusi karjamaa kasutamises ja taimetoitainete tasakaalus (Granstedt ja Thomsson 2022). See spetsialiseerumine on loonud süsteemse lahknevuse, kus taimekasvatuspiirkondades (tasandikel) domineerivad imporditud väetistest sõltuvad talud, samas kui spetsialiseerunud loomakasvatustalud tekitavad mõnes piirkonnas taimetoitainete ülejäägi, mis viib veekogude eutrofeerumise suurenemise ja kasvuhoonegaasi N_2O heitkoguste suurenemiseni. Piirkondliku taimetoitainete tasakaalustamatuse põhjuseks Rootsis on ajalooline loomakasvatuse ja põllumajandustootmise lahusus: imporditud söödast sõltuvad spetsialiseerunud loomakasvatustalud tekitavad mõnes piirkonnas ülejääke, samas kui põllumaad sõltuvad imporditud mineraalväetistest, millel on

dokumenteeritud mõju eutrofeerumisele ja märkimisväärsed piirkondlikud erinevused põllumaade kasutamises (Callesen jt 2022).

Rootsi juhtumit käsitlevad majanduslikud hinnangud näitavad, et mitmete taimetoitainete taaskasutamise võimaluste puhul on neto nüüdisväärtus negatiivne, kuna investeerimiskulud on suured, mis viitab sellele, et laiemaks ümberkorralduseks oleks vaja tugevamaid poliitilisi signaale (Akram et al. 2019). Olukorra muudab veelgi keerulisemaks üldine loomakasvatuse vähenemise trend, samuti on paljudes Rootsi piirkondades ebasoodsa kliima tõttu põllukultuuride tootmise majanduslik tasuvus üldiselt nõrk, samas kui rohtu on võimalik toota hästi, mistõttu loomade sööda töötlemine on põllumajanduse aktiivsena hoidmiseks kõige olulisem tootmisharu. Integreeritud planeerimise puudumine jäätmekäitluse ja põllumajanduse taimetoitainete vajaduse vahel on süsteemi põhiline nõrkus, kuna praegused lähenemisviisid ei suuda optimeerida taimetoitainete vooge sektorite vahel (Euroopa Komisjon 2024). Probleemi süvendab jäätmekäitluse suundumus keskenduda peamiselt jäätmete põletamisele ja energia tootmisele, mitte materjalide ringlustusele, mis pärsib väikeste kohalike ringlustuse ettevõtete arengut ja piirab taimetoitainete taaskasutamise võimalusi (Gutberlet jt 2020). Need süsteemsed probleemid peegeldavad laiemalt ringmajandusliku põllumajandussüsteemi väljakutseid, kus näiteks lämmastiku ülejääk oleks väiksem kui praegusel põllumajandussüsteemil. Praktikas toimiks see taludes näiteks tänu mulla suuremale huumusesisaldusele, mis suurendab taimetoitainete ja vee säilitamise võimet, kokkuvõttes tähendaks see väiksemat riski järvede ja merede eutrofeerumisele. Nende süsteemsete väljakutsete lahendamine nõuab koordineeritud poliitilisi meetmeid, mis suudavad ületada piirkondlikud erinevused, parandada väärtusahela integratsiooni ja viia jäätmekäitlus kooskõlla põllumajanduslike taimetoitainete planeerimisega nii kohalikul kui ka riiklikul tasandil.

Järeldused

Rootsil on taimetoitainete ringlustuse juhtimiseks vajalik poliitiline ambitsioon, kuid praegune süsteem ei suuda tagada tasakaalu saavutamiseks vajalikku taimetoitainete piirkondlikku ümberjaotamist. Sõnnikuga tagastatakse juba praegu suur osa selles sisalduvast lämmastikust ja fosforist põllumaale, kuid kaod käitlemisel, piirkondlikud ülejäägid loomakasvatuspiirkondades ja taimetoitainete puudujäägiga piirkondadesse veo kulud piiravad ka sõnniku taimetoitainete ringlustust. Reoveesetted on endiselt oluline, peamiselt fosfori allikas, kuid sotsiaalne heakskiit ja regulatiivne ebakindlus piiravad nende kasutamist, samas kui pikaajalised uuringud näitavad, et nende agronoomiline roll on pigem mulla parandamine kui tõeline fosfori ringlustus. Olmejäätmete kogumine laieneb, kuid saastatuse ja ebaühtlane infrastruktuuri tõttu läheb märkimisväärne osa orgaanilistest jäätmetest kas põletamisele või jäätmena ladustamisele.

Tööstuslikud kõrvalvood on selge potentsiaaliga, kuid regulatiivsete piirangute ja logistika tõttu on need alahinnatud ja alakasutatud.

Nimetatud puudujääkide kõrvaldamiseks oleks vaja minna üle „rohkem kogutud tonnidelt" „rohkem tõhusalt ringlusse võetud taimetoitainetele seal, kus neid vajatakse". Esile tõusevad kolm prioriteeti:

1. Seada eesmärgiks piirkondlik tasakaal, mitte ainult riiklikud kogused. Soodustada töötlemisviise, mis loovad transporditavaid, põllukultuuridele sobivaid ringväetisi (nt eraldatud fraktsioonid, ammoniaagisoolad, kontsentreeritud fosforväetised), et taimetoitaineid saaks turul vastuvõetava hinnaga liiaga piirkondadest vaegusega piirkondadesse vedada. Käsitleda

biogaasijaamu ja suuremaid reoveepuhastusjaamu piirkondlike keskustena, kus toimub ümbertöötlemine ja ümberjaotamine.

2. Vähendada tururiske kvaliteedi ja jälgitavuse abil. Suurendada sertifitseerimist (nt SPCR-süsteemid ja REVAQ) ja toodete spetsifikatsioone (toitainete sisaldus, saasteained, agronoomiline tulemuslikkus), et põllumajandustootjad, ostjad ja toiduainetööstused saaksid võrrelda ringväetisi praegu kasutatavate mineraalväetistega. Lisada sellele selged lõppkasutuse eeskirjad loomsete kõrvalsaaduste (kategooria 3) jaoks ning otstarbekohased juhised digestaadi/komposti kasutamiseks erinevatel põllukultuuridel ja muldadel.

3. Viia stiimulid kooskõlla tulemustega. Suunata toetus peamiselt kapitalikuludelt ja energiakrediidilt tulemuspõhistele stiimulitele, mis premeerivad mõõdetavaid taimetoitainete taaskasutuse tulemusi: ammoniaagi vähendamine, N/P tarnimine vaegusega piirkondadesse ja mineraalväetiste asendamine. Kui võimalik, ühendada tegevustoetus logistikakrediidiga piirkondade vahelisteks vedudeks, et ületada kõrgetest veokuludest tingitud takistus.

Reovee osas on Rootsi valmis liikuma arutelust rakendamiseni. Tuhapõhine fosfori taaskasutamine on sisenemas turule; uriini eraldamise lahendused pakuvad täiendavat lämmastiku kasutamise viisi ja allika-suunas kontrolli koormuse vähendamist. Ülesandeks on lõimida need viisid praegu kasutatava (põllu)maale laotamisega, aladel kus see on ohutu ja vastuvõetav, samal ajal tuleks arvestada olukorraga, kui tulevased eeskirjad piiravad reoveesetete laotamist.

Kohalike omavalitsuste biojäätmete puhul on 2024. aastal rakendatud kogumiskohustus oluline muudatus; järgmine samm on kvaliteet. Plastide ja lisandite vähendamine, eeltöötluse standardiseerimine ja puhta kääritamisjäägi/komposti piirkondlike turustusvõimaluste laiendamine määravad, kas see jäätmevoog muutub usaldusväärseks väetisallikaks või jääb ainult energiaallikaks.

Tööstuslikud kõrvalvood on kõige vähem arenenud, kuid pakuvad kõrge väärtusega nišše (MBM tuha P taaskasutamine, valgu ekstraheerimine, putukate rakendamine, sihipärane kaaslagundamine). Rootsi peaks kaotama andmelünga (ABP ja toiduainetööstuse jääkide regulaarne aruandlus) ja katsetama ohutuid, skaleeritavaid lõpptulemusi, mis vastavad toiduahela kontrollinõuetele.

Lõpuks peab järelevalve jälgima pigem tulemusi kui sisendeid. Soovitatavad näitajad on järgmised: (i) vaegusega piirkondadesse tarnitud ringväetiste taimetoitained (tonnides N/P/aastas), (ii) välditud ammoniaagi ja N/P kaod eurodes/toetuse kohta, (iii) kokkulepitud ohtlike ainete piirmääradele vastavate sertifitseeritud toodete mahud ja (iv) põllumajandustootjate poolt kasutuselevõtu ja ostjate vastuvõtlikkuse määr peamistes väärtusahelates.

Kui Rootsi keskendub oma poliitikas ja rahastamises nendele vahenditele – piirkondlik tasakaalustamine, kvaliteet ja jälgitavus, tulemuspõhised ajendid ja lõimitud keskused –, võib taimetoitainete ringlustus muutuda paljulubavatest pilootprojektidest usaldusväärseks, ulatuslikult rakendatavaks süsteemiks, mis vähendab kadusid, asendab mineraalväetisi ja tugevdab Rootsi põllumajanduse vastupidavust.

Kasutatud kirjandus

Aarikka-Stenroos, L., Kokko, M., & Pohls, E.-L. (2023). Catalyzing the circular economy of critical resources in a national system: Case study on drivers, barriers, and actors in nutrient recycling. *Journal of Cleaner Production*, *397*, 136380. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136380

Akram, U., Quttineh, N.-H., Wennergren, U., Tonderski, K., & Metson, G. S. (2019). Optimizing Nutrient Recycling From Excreta in Sweden and Pakistan: Higher Spatial Resolution Makes Transportation More Attractive. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *3*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00050

Aliahmad, A., de Morais Lima, P., Kjerstadius, H., Simha, P., Vinnerås, B., & McConville, J. (2025). Consequential life cycle assessment of urban source-separating sanitation systems complementing centralized wastewater treatment in Lund, Sweden. Water Research, 268, 122741. https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122741

Álvarez Salas, M., Sica, P., Rydgård, M., Sitzmann, T. J., Nyang'au, J. O., El Mahdi, J., Moshkin, E., de Castro e Silva, H. L., Chrysanthopoulos, S., Kopp, C., Wali, K., Zireeni, Y., Ural-Janssen, A., El Hajj Hassan, S., Kebalo, L. F., Chadwick, D., & Jensen, L. S. (2024). Current challenges on the widespread adoption of new bio-based fertilisers: insights to move forward toward more circular food systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *8*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1386680

Avfall Sverige 2023. Swedish Waste Management. Available at: https://www.avfallsverige.se/media/cwibhsx2/svensk_avfallshantering_2023_en.pdf

Börjesson, G., Kätterer, T. 2018. Soil fertility effects of repeated application of sewage sludge in two 30-year-old field experiments. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 112, 369-385.

Bioenergy Insight. (2025, September 10). *St1 Biokraft inaugurates flagship biogas plant in Mönsterås*. Bioenergy Insight. https://www.bioenergy-news.com/news/st1-biokraft-inaugurates-flagship-biogas-plant-in-monsteras/

Callesen, G. M., Pedersen, S. M., Carolus, J., Johannesdottir, S., López, J. M., Kärrman, E., Hjerppe, T., & Barquet, K. (2022). Recycling Nutrients and Reducing Carbon Emissions in the Baltic Sea Region—Sustainable or Economically Infeasible? *Environmental Management (New York)*, *69*(1), 213–225. https://doi.org/10.1007/s00267-021-01537-z

Cederberg, C., Wallman, M., Berglund, M., & Gustavsson, J. (2011). Klimatavtryck av ekologiska jordbruksprodukter (SIK-rapport 830). SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:943924/FULLTEXT01.pdf

Cordeiro, C. M., & Sindhøj, E. (2024). Situating the discourse of recycled nutrient fertilisers in circular economy principles for sustainable agriculture. *Frontiers in Sustainability (Lausanne)*, *5*. https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1465752

Dioba, A., Schmid, A., Aliahmad, A., Struthers, D., & Fróes, I. (2025). Human excreta recycling in Sweden: a PESTEL-SWOT framework analysis – Review. *Journal of Environmental Management*, *389*, 126242. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126242

Drangert, J. O., & Hallström, J. 2023. From pigs to incineration and beyond: The evolution of organic waste and food management in Sweden in the period 1800–2000 and future prospects. *City and Environment Interactions*, *20*, 100113.

EFSA BIOHAZ Panel. (2021). Inactivation of indicator microorganisms and biological hazards by standard and/or alternative processing methods in Category 2 and 3 animal by-products and derived products to be used as organic fertilisers and/or soil improvers. EFSA Journal, 19(12), e06932. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6932

Ekane, N., Barquet, K., & Rosemarin, A. (2021). Resources and Risks: Perceptions on the Application of Sewage Sludge on Agricultural Land in Sweden, a Case Study. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.647780

Ekman Burgman, L. (2022). What sewage sludge is and conflicts in Swedish circular economy policymaking. *Environmental Sociology*, *8*(3), 292–301. https://doi.org/10.1080/23251042.2021.2021603

European Commission. (2023). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1605 of 22 May 2023 supplementing Regulation (EC) No 1069/2009 as regards the determination of end points in the manufacturing chain of certain organic fertilisers and soil improvers. Official Journal of the European Union, L 198, 1–5. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1605/oj/eng

European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. (2024, November). *At a glance: Sweden's CAP Strategic Plan* (updated version). European Commission. https://agriculture.ec.europa.eu/cap-my-country/cap-strategic-plans/sweden_en

European Environment Agency. (2022, June). *Early warning assessment related to the 2025 targets for municipal waste and packaging waste: Sweden—Country profile*. European Environment Agency.

Fuller, C. 2024. Waste Disposal Options for Small Meat Processing Plants: Alternatives to Rendering. Available at: Waste Management Options for Small Meat Processors — Fuller Consulting.

Glimaker, A. 2023. Sustainabile utilization of waste and by-products from meat industry. Bachelors thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Agricultural Programme – Food Science 2023:09.

Government Offices of Sweden, Ministry of the Environment. (2000). *The Swedish Environmental Code* (Ds 2000:61). Government Offices of Sweden. https://www.government.se/legal-documents/2000/08/ds-200061/

Granstedt, A., & Thomsson, O. (2022). Sustainable Agriculture and Self-Sufficiency in Sweden-Calculation of Climate Impact and Acreage Need Based on Ecological Recycling Agriculture Farms. *Sustainability*, *14*(10), 5834. https://doi.org/10.3390/su14105834

Grusson, Y., Wesström, I., & Joel, A. (2021). Impact of climate change on Swedish agriculture: Growing season rain deficit and irrigation need. *Agricultural Water Management*, *251*, 106858. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106858

Gutberlet, J., Bramryd, T., & Johansson, M. (2020). Expansion of the Waste-Based Commodity Frontier: Insights from Sweden and Brazil. *Sustainability*, *12*(7), 2628. https://doi.org/10.3390/su12072628

Halim, R., Iyer, A., Esteves, S. M., Milliken, S., Kalai, K., Pleissner, D., Stephan, L., Chentir, I., Ahmed, O., Nasri, W., Mohamed, S., Birkeland, N.-K., Vanderschuren, H., Zainuddin, I., & Mburu, M. (2025). Is 'waste' an appropriate concept in a sustainable bioeconomy? *Sustainable Chemistry One World*, *5*, 100044. https://doi.org/10.1016/j.scowo.2025.100044

HELCOM 2018. Overview of nutrient recycling in the Baltic Sea countries. Available at: https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Overview-of-nutrient-recycling-in-the-Baltic-Sea-countries.pdf

HELCOM 2021a. Baltic Sea Regional Nutrient Recycling Strategy. https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/10/Baltic-Sea-Regional-Nutrient-Recycling-Strategy.pdf

HELCOM 2021b. Palette of Solutions for Nutrient Recycling in the Baltic Sea Region. Palette-of-Solutions-for-Nutrient-Recycling-in-the-BSR.pdf

Hultén, J., Ahlm, M. Pernmyr, E. (2023) New food waste data for reference year 2022 from manufacturing sector and from retail and distribution sector in Sweden. SMED Report No 6 2023. Commissioned by the Swedish EPA.

Johansson, O., Pettersson, M., & Bauer, T. (2024). Actors' perspectives on barriers to the use of sewage sludge in Sweden. *Water Policy*, *26*(4), 395–409. https://doi.org/10.2166/wp.2024.224

KEMI – Swedish Chemicals Agency 2025. Swedish rules on certain products and articles that are hazardous to health and the environment. Available at: https://www.kemi.se/en/rules-and-regulations/rules-applicable-in-sweden-only/certain-swedish-restrictions-and-bans/certain-products-and-articles-that-are-hazardous-to-health-and-the-environment .

Lang, R., Bolinder, M. A., Börjesson, G., & Kätterer, T. (2025). Crop Rotation With Ley and Nitrogen Fertilisation Reduced Soil Carbon Loss in Three Swedish Long-Term Field Experiments. *European Journal of Soil Science*, *76*(1), n/a-n/a. https://doi.org/10.1111/ejss.70072

Lima, P. D. M., Edström, M., Aronsson, H., Nordberg, Å., & Sindhøj, E. (2025). Comparative analysis of manure treatment scenarios on climate change and eutrophication in the Baltic Sea. Resources, Conservation and Recycling, 212, 108017. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.108017

Lima, P. de M., Aronsson, H., Strand, L., Björs, M., & Pantelopoulos, A. (2024). Farmers' perceptions on organic fertilisers towards circularity - a case study in Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science*, *74*(1). https://doi.org/10.1080/09064710.2023.2290247

Linderholm, K., Mattsson, J.E., Tillman, A.M. 2012. Phosphorus flows to and from Swedish agriculture and food chain. Ambio, 41: 883-93. http://doi: 10.1007/s13280-012-0294-1.

Lorick, D., Harder, R., & Svanström, M. (2021). A Circular Economy for Phosphorus in Sweden—Is it Possible? *Sustainability*, *13*(7), 3733. https://doi.org/10.3390/su13073733

Magaya, S., Reimer, M., Metson, G. S., Neset, T.-S., Torralba, M., & Schulp, C. J. E. (2025). Use of recycled phosphorus products in organic farming in EU member states: Theoretically supported but practically restricted. *Food Policy*, *134*, 102881. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2025.102881

Malmqvist, P.A., Kärrman, E., Rydhagen, B. 2006. Evaluation of the ReVAQ project to achieve saft use of wastewater sludge in agriculture. Water Sci Technol, 54, 129-135. https://doi.org/10.2166/wst.2006.759

Manyise, T., & Dentoni, D. (2021). Value chain partnerships and farmer entrepreneurship as balancing ecosystem services: Implications for agri-food systems resilience. *Ecosystem Services*, *49*, 101279. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101279

Metson, G. S., Sundblad, A., Feiz, R., Quttineh, N.-H., & Mohr, S. (2022). Swedish food system transformations: Rethinking biogas transport logistics to adapt to localized agriculture. *Sustainable Production and Consumption*, *29*, 370–386. https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.019

Naturvårdsverket [Swedish EPA]. (2025, September 1). *Ersättningar till åtgärder i odlingslandskapet* [Compensation for measures in the agricultural landscape]. https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/mark-och-vattenanvandning/odlingslandskapet/ersattningar-till-atgarder-i-odlingslandskapet

Olsson, O., Giełczewski, M., Koskiaho, J., Barquet, K., Do, T. and Powell, N. (2018). Circularity from Concept to Practice: A Historical Overview of Politics, Practices and Attitudes Concerning the Use of Sewage Sludge on Farmland with Examples from Three Baltic Sea Region Basins. BONUS RETURN Deliverable 6.3

Pettersson, M., Björnsson, L., & Börjesson, P. (2020). Recycling of ash from co-incineration of waste wood and forest fuels: An overlooked challenge in a circular bioenergy system. *Biomass & Bioenergy*, *142*, 105713. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105713

Pinto, J., Boavida-Dias, R., Matos, H. A., & Azevedo, J. (2022). Analysis of the Food Loss and Waste Valorisation of Animal By-Products from the Retail Sector. *Sustainability*, *14*(5), 2830. https://doi.org/10.3390/su14052830

Regeringen. (2020). *Avfallsförordning (2020:614)*. Svensk författningssamling (SFS 2020:614). https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/avfallsforordning-2020614_sfs-2020-614/

Riiko, K. 2020. Unlocking the nutrient recycling potential in the Baltic Sea Region. Unlocking the nutrient recycling potential in the Baltic Sea Region | Baltic Smart Water Hub

Sar, T., Harirchi, S., Ramezani, M., Bulkan, G., Akbas, M. Y., Pandey, A., & Taherzadeh, M. J. 2022. Potential utilization of dairy industries by-products and wastes through microbial processes: A critical review. Science of the Total Environment, 810, 152253

SCB. 2023. Use of fertilisers and animal manure in agriculture 2021/22. SCB-2023-MI30SM2302. ISSN 1403-8978 Serie Miljövård, 21 June, 2023.

Spångberg, J. (2014). Recycling plant nutrients from waste and by-products (Doctoral thesis). Swedish University of Agricultural Sciences. Svanbäck, A., Ulén, B., Etana, A., Bergström, L., Kleinman, P.J.A., Mattsson, L. 2013. Influence of soil phosphorus and manure on phosphorus leaching in Swedish topsoil. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 96, 133-147.

Spångberg, J., Hansson, P.A., Tidåker, P., Jönsson H. 2011. Environmental impact of meat meal fertilizer vs chemical fertilizer. Resouces, Conservation and Recycling, 55, 1078-1086.

Svanbäck, A., McCrackin, M.L., Swaney, D.P., Linefur, H., Gustafsson, B.G., Howarth, R.W., Humborg, C. 2019. Reducing agricultural nutrient surpluses in large catchment - links to livestock density. Science of the Total Environment, 648, 1549-1559. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.194

3 Riikliku taimetoitainete ringlustuse eelnõu

Sari Luostarinen, Natural Resources Institute Finland (Luke) & Cheryl Marie Cordeiro, Research Institute Sweden (RISE)

Käesolevas osas esitatakse Läänemere piirkonna riikidele praktiline juhend taimetoitainete ringlustuse riiklike strateegiate väljatöötamiseks või ajakohastamiseks. Selle aluseks võetud HELCOMi Läänemere piirkonna taimetoitainete ringlustuse strateegia (HELCOM Baltic Sea Regional Nutrient Recycling Strategy (2021)) 2 on mõeldud riiklikule tasandile ja juhindub ELi Läänemere piirkonna strateegia tegevuskava3 (EU Strategy for the Baltic Sea Region (EUSBSR) Action Plan3 - Policy Area Nutri) prioriteetidest. Eesmärgiks on taimetoitainete liigutamine liiaga piirkondadest ja jäätmevoogudest tagasi ohututesse, turustamisvalmis ringväetistesse.

Eesmärk ja sihtrühm. Juhend on mõeldud ministeeriumidele, ametitele, piirkondlikele asutustele ja sektoriorganisatsioonidele, kes vastutavad Läänemere piirkonna riikides põllumajanduse, keskkonna, vee, jäätmete ja biomajanduse eest. See toetab taimetoitainete ringlustusega seotud koordineeritud poliitikakujundamist, investeeringute kavandamist ja järelevalvet.

Juhendi kasutamine. Iga riik peaks kohandama jaotised oma kontekstiga, seadma lühema- ja pikemaajalised eesmärgid ning täpsustama, kes mida teeb, milliste vahendite ja mõõdikutega. Juhendmaterjal on üles ehitatud järgmiselt:

- **3.1 taimetoitainete ringlustuse võimekuse kaardistamine** – riikliku alusandmestiku loomine (vood, kvaliteet, ruumiline jaotus, praegune kasutus).

- **3.2 Eesmärkide seadmine** – mõõdetavate tulemuste määratlemine kogumise, taaskasutamise, ohutu kasutamise ja piirkondliku ümberjaotamise osas.

- **3.3 Meetmed** – seadusandlikud, majanduslikud, taristulised, turu- ja teabevahendid eesmärkide saavutamiseks.

- **3.4 Järelevalve** – mõõdikud, andmete omanikud, tegevus- ja ajakava edusammude jälgimiseks ja suunamuutuste võimaldamiseks.

- **3.5 Rakendamine ja vastutus** – juhtimismudel ja koordineerimismehhanismid.

- **3.6 Rahastamine** – investeerimisvajadused ja rahastamisallikad (avalikud, EL, erasektor).

- **3.7 Kooskõlastamine** – näidata, kuidas riiklikud meetmed aitavad kaasa HELCOM/BSAP ja EUSBSR tegevuskava (PA Nutri) elluviimisele, samuti ELi Roheleppe /Talust Taldrikule algatuse ja sellega seotud direktiivide elluviimisele.

Juhtpõhimõtted. Taimetoitainete ringlustuse kavandamisel ja rakendamisel on oluline tagada lõpptoodete ohutus ja kvaliteet. Tuleks eelistada tulemuspõhiseid ajendeid, et lahendada piirkondlikud taimetoitainete probleemid, suunates liigvaegusega piirkondadesse. Praktiline rakendamine peaks toimuma tehnoloogia abil, mis keskendub toodete ja teenuste eluringi eelistele ning tagada tuleks läbipaistvad andmed seire ja aruandluse jaoks.

Riiklik taimetoitainete ringlustuse strateegia peaks sisaldama järgmisi peatükke:

3.1 Taimetoitainete ringlustuse võimalikkuse kaardistamine

Usaldusväärne riiklik alustase tuleks tekitada süstemaatilise kaardi näol, mis kajastab taimetoitaineterikkaid biomassi allikaid põllumajanduses, omavalitsustes ja tööstuses. Nimetatud kaardi koostajaks peaks olema asutus, mille on selle ülesande jaoks vajalikud ressursid ja standardiseeritud meetodid.

Tuginedes CiNURGi A1.1 taimetoitainete ringlustuse võimalikkuse aruandele, milles Läänemere riigid tegid inventuuri loomade sõnnikute, omavalitsuste biojäätmete, reoveesetete ning asjakohastest tööstuslike kõrvalvoogude kohta, peaks andmekogum sisaldama iga nimetatud voo kohta aastaseid koguseid ja taimetoitainete (N, P) sisaldust ning ruumilist jaotust riigi haldus- ja/või hüdroloogilises korpuses, et selgitada väljaliia ja vaeguse mustrid ning materjalide veovajadused. Samuti on vaja hinnata käesolevas aruandes kirjeldatud tänapäevaseid töötlemisviise ja lõppkasutusi. Arvestades seda, et mitmed Läänemere piirkonna riigid rõhutavad andmete kättesaadavuse ebaühtlust ja killustatud seiret, võiks võrreldavust parandada vastutava organisatsiooni määramisega ja selge andmete omandiõiguse kinnitamisega koos kaardistamise tulemuste regulaarse ajakohastamisega.

Taimetoitainete ringlustuse võime kaardistamise meetodid sõltuvad suuresti andmete kättesaadavusest ja võivad seetõttu ka varieeruda. Üks lähenemisviis on tugineda JRC Knowledge INMAP (20235) töös välja toodud materjalivoogude ja eelarvestamise raamistikele. See hõlmab riigi tasandil lämmastiku- ja fosforivoogude arvestamist koos tulevikuperspektiiviga ning mõõdab mõjusid veebikaartidel. Iga kasutatav meetod peaks hõlmama riiklike statistiliste andmete ja modelleeritud hinnangute kombinatsioone (sisaldades teavet ka andmeallikate ja puuduva või ebatäpse info kohta). Soovitatav on kasutada ka muid asjakohaseid olemasolevaid andmekogumise meetodeid ja näitajaid, nt gaasilise lämmastiku heitkoguste kohta, et määrata kasvuhoonegaaside ja ammoniaagi heitkoguseid.

Praktikas võib abiks olla järkjärguline kava: esiteks koguda olemasolevad statistilised ja muud ametlikud andmed (nt kariloomade arv, jäätmevoogude tootmine) ja ühtlustada taimetoitainete tegurid riiklikult asjakohasele tasemele; teiseks täita andmelüngad, kus võimalik, nt sihtotstarbelise proovivõtu/küsitlustega peamiste voogude ja rajatiste kohta; kolmandaks koostada riiklikud kaardid, millel on näidatud, kus taimetoitaineid tekitatakse, kus neid praegu taaskasutatakse ja kus on agronoomiline nõudlus; ning lõpuks pidada iga-aastast „toitainete ringlusse võtmise bilanssi", milles jälgitakse, kui palju lämmastikku ja fosforit taaskasutatakse ja suunatakse tagasi põllumajandusse ning kui palju liigub liiaga piirkondadest vaegusega piirkondadesse.

3.2 Taimetoitainete ringlustuse eesmärkide seadmine

Eesmärgid on tõenäoliselt kõige usaldusväärsemad, kui need peegeldavad iga riigi lähtepunkti ja on jälgitavad olemasolevate ELi ja piirkondlike raamistike alusel. Tavapärane lähenemisviis on määratleda lühemaajalised vahe-eesmärgid (nt 2027, kooskõlas HELCOMi BSAPi rakendamisega, või 2030, kooskõlas rohelise kokkuleppe eesmärgiga vähendada taimetoitainete kadu 50% võrra, säilitades samal ajal mullaviljakust) koos riiklikult asjakohaste pikaajaliste eesmärkidega.

Eesmärgid peaksid olema kooskõlas näitajatega, mida ELi liikmesriigid juba esitavad või mida nad saavad väikeste täiendustega koostada. CiNURGi A1.1 aruannete riigipõhised peatükid näitavad, et Läänemere riigid on taimetoitainete ringlustuse rakendamisel erinevates arenguetappides ja selle seire on sageli killustatud. Seega on eesmärgid, mis tuginevad juba mõõdetud tulemustele, suurema tõenäosusega rakendatavad ja regulaarselt seiratavad.

Terviklik riiklik eesmärkide kogum võiks seega hõlmata nelja tasandit. Esiteks võiks parandada erinevate taimetoitaineterikaste jäätmete ja kõrvalvoogude eraldi kogumist, et hõlbustada tulevikus paremat ringlustust. Teiseks võiks nende voogude töötlemist parandada, et suurendada taimetoitainete taaskasutamist ohututes ja kvaliteetsetes ringväetistes. Kolmandaks võiks lahendada piirkondlikud ülejäägid ja puudujäägid ringlustatavate taimetoitainete abil, kasutades kontsentreeritud ringväetisi ja jälgides, kus neid tooteid kasutatakse. Ja lõpuks tuleks edusammude jälgimine (vt peatükk 3.4), et tagada keskkonnale soodne majandamine. Sel eesmärgil võiks kasutada juba olemasolevat aruandlust, nagu ammoniaagi heitkogused, taimetoitainete kogubilanss ja nitraatide kontsentratsioon põhjavees.

3.3 Taimetoitainete ringlustuse edendamine

Läänemere piirkonna kogemused näitavad, et tõhus taimetoitainete ringlustus sõltub seadusandlikult koordineeritud, majanduslikest ja otstarbekatest võtetest, mis hõlmavad kogu ahelat alates eraldi kogumisest ja eeltöötlusest kuni taaskasutamise, toote kvaliteedi, logistika, põllumajandusliku kasutamise ja turustamiseni. Seadusandlikkus mõttes on abiks selged ja tulevikku vaatavad eeskirjad taimetoitaineterikka biomassi käitlemise ja ringväetisete turustamise kohta, sealhulgas näiteks hügieeninõuded, ohtlike ainete piirnormid ja märgistus, mis võimaldavad õiglast võrdlust mineraalväetistega. Kui riiklikud tavad on ebaühtlased, võiks lubade andmine ja kõrvalsaaduste/jäätmete lõppkäitlemise viiside selgitamine vähendada nõuetele vastavate materjalide turustamisel halduslikke viivitusi. See suund on kooskõlas eelnevates peatükkides esitatud tähelepanekuga, et ebaühtlased eeskirjad ja kvaliteedinõuded võivad aeglustada ringväetiste kasutuselevõttu isegi siis, kui tehnilised võimalused on olemas.

Majanduslikud vahendid toimivad kõige paremini, kui need võtavad arvesse hetkekulusid ja toetavad tõendatud tulemuste saavutamist. See varieerub sõltuvalt biomassist ja töötlemistehnoloogiast. JRC poolt (2023) 4 kogutud andmed näitavad, et lämmastiku taaskasutamise kulud on tavaliselt umbes 1–10 €/kg N , sõltuvalt toorainest ja tehnoloogiast. Fosfori taaskasutamine reoveesettest ületab sageli 10 €/kg P , samas kui struviidi tootmine või tuhapõhised meetodid on tavaliselt soodsamad. Need arvud aitavad selgitada, miks puhtalt turupõhine levik on seni olnud ebaühtlane. Kui arvestada ka välditud heitmeid, eelkõige ammoniaagi heitkoguseid, muutuvad mitmed meetmed ühiskonna tasandil kulutõhusaks, mis võiks õigustada tulemuslikkusega seotud sihipärast riiklikku kaasrahastamist (näiteks y €/N kg või y €/P kg, mis on põllumajanduses ringlusse võetud, või y €/NH_3 kg, mida on välditud).

Taristu ja turgude osas saab kõige arenenumaid ringväetisi toota suuremahulistes rajatistes, nagu piirkondlikud „toitainete keskused", biogaasitehastes ja reoveepuhastusseadmetes. Need võivad saavutada mahusäästu, et kontsentreerida, standardiseerida ja sertifitseerida tooteid, ühendades fosfori taaskasutamise lämmastiku taaskasutamisega, kui see on võimalik.

Transpordikulusid ja toote omadusi arvestades sobivad mahukad kompostid ja kääritatud jäätmed sageli kõige paremini kohaliku pinnase seisundi parandamiseks, samas kui kontsentreeritumad tooted sobivad paremini taimetoitainete veoks pikemate vahemaade taha ja piirkondlike probleemsete kohtade lahendamiseks. Avalikud hanked haljastuseks koos läbipaistva sertifitseerimise ja märgistamisega võiks aidata luua usaldusväärset nõudlust. Nõustamisteenused ja väetusplaanid, mis hõlmavad ringväetisi, võivad samuti suurendada põllumajandustootjate huvi.

Käesolevas aruandes on märgitud, et edu sõltub kõikide osapoolte (poliitikakujundajate, ettevõtete, talude, teadlaste ja kodanike) samaaegsest panusest. Seetõttu võiks mõistlik lähenemisviis olla meetmete koondamine ja järjestamine, alates andmetest ja kvaliteedi tagamisest kuni sihtotstarbelise investeeringutoetuseni ja seejärel tulemuspõhiste vahenditeni.

3.4 Edusammude jälgimine

Taimetoitainete ringlustuse jälgimine riiklikul tasandil peaks ühendama riigi enda tõenduspõhise andmebaasi asjakohaste ja ELi suunistega kooskõlas olevate näitajatega, et oleks võimalik näha edusamme, puudujääke ja mõjusid ning vastavalt tegutseda.

Iga riik peaks määrama vastutava asutuse, kes haldaks riiklikku taimetoitainete ringlustuse andmekogu, mis hõlmab vooge, toodete kvaliteeti, ruumilist jaotust ja kasutust, ning tagaks selleks kindlad vahendid ja meetodid, mida aegajalt läbi vaadatakse. See vastab järeldusele A1.1, mille kohaselt ringväetiste kasutamise võimalikkus, taimetoitainete omastamise ja mõju võrreldav seire on praegu killustatud ja vajab selget andmete omanikku, regulaarset infojagamist ja meetodite täiustamist.

Tuginedes praegustele riiklikele ja piirkondlikele teadmistele taimetoitainete lõimitud haldamise kohta, peaks seirepakett toetuma olemasolevatele aruandluse tsüklitele ja arengukavadele . Et muuta taimetoitainete ringlustus avalikuks, peaks andmekogum jälgima ka keskkonda tagasi viidud taimetoitainete voogu ja seda ka toodete kaupa, samuti liiaga piirkondadest vaegusega piirkondadesse tarnitud osa, ohutus- ja kvaliteedinõuete täitmist ning kontrollima keskkonnamõjusid, kasutades selleks veebikaarte piirkondade võrdlemiseks ja suunamuutuste võimaldamiseks. Regulaarsed (iga-aastased või iga paari aasta tagant avaldatavad) avalikud kokkuvõtted peaksid esitama suundumusi võrreldes riiklike ja rahvusvaheliste eesmärkidega. Eesmärkide ja meetmete kohandamiseks on soovitatav teha ka vahekokkuvõtteid. See on kooskõlas aruande soovitusega kasutada seiret pigem aktiivse juhtimisvahendina kui passiivse inventuurina.

3.5 Rakendamine ja vastutus

Taimetoitainete ringlustuse kõigi meetmete rakendamiseks tuleks nimetada juhtivasutus ja luua ametlik koordineerimismehhanism, mis ühendab põllumajanduse, keskkonna, vee, jäätmete ja biomajanduse valdkonnad ning on selgelt seotud piirkondliku koostööga HELCOM/BSAP ja EUSBSR raames. Teema eest vastutav ministeerium peaks juhtima ministeeriumite vahelist fookusrühma, kuhu kuuluvad reguleerivad asutused ja makseasutused, samal ajal kui piirkondlikud asutused, omavalitsused ja kommunaalteenuste osutajad rakendavad kohalikke meetmeid (nt biojäätmete kogumine, reoveepuhastite uuendamine) ja annavad aru riiklikule

tasandile. Tööstusorganisatsioonid ja põllumajanduslikud nõustamisasutused peaksid ühiselt välja töötama standardid, logistika ja turustamise; uurimisinstituudid pakuvad meetodeid, tehnoloogia hindamist ja sertifitseerimise tuge. See on kooskõlas järeldusega A1.1, et tõhus ringlustus on süsteemne muutus, mis nõuab samaaegseid meetmeid poliitikakujundajatelt (reguleerimine ja ajendite loomine), ettevõtjatelt (investeerimine ohutumatesse, kontsentreeritud toodetesse ja teenustesse), taludelt (ladustamise ja kasutamise kohandamine), teadusasutustelt (meetodid, sertifitseerimine) ja kodanikelt (heakskiitmine).

Riigid võiksid määrata riikliku „toitainete ringlustuse seirekeskuse" (statistikaamet või uurimisinstituut) tõenduspõhise andmebaasi ja iga-aastase tulemustabeli andmete omanikuks. See asutus peaks avaldama ühtlustatud näitajaid, nagu taastatud ja põllumajandusse tagasi suunatud taimetoitainete kogused ning liiaga piirkondadest vaegusega piirkondadesse tarnitud taimetoitainete osakaalud, et eesmärke saaks kohandada ja ajendeid tulemuspõhiseks muuta.

Koordineerimisel tuleks täpsustada, kes haldab vahendeid ja kuidas otsused tehakse: näiteks riiklikud programmid ühise põllumajanduspoliitika ja keskkonna rahastamiseks eraldavad vahendeid; keskkonna- ja põllumajanduse seadusandjad ajakohastavad lubade andmise ja kvaliteedi tagamise eeskirju; linnad ja kommunaalteenuste osutajad hangivad uuendusi ning põllumajandus- ja jäätmekäitlusettevõtjad rakendavad neid samas kui seirekeskus kontrollib tulemusi. Rutiinsed tsüklid ja avalik aruanne/veebisait peaksid võimaldama suunamuutusi kindla ajakava raames (iga aasta või iga paari aasta järel). See peegeldab käesolevas aruandes esitatud üleskutset määrata kindlaks vastutavad organisatsioonid seireks, tagada vahendid, parandada andmete kättesaadavust ja meetodeid ning võrrelda edusamme Balti mere piirkonna riikides kooskõlas HELCOM-i/BSAP-i meetmetega.

3.6 Rahastamine

Rahastamise kujundamisel tuleks kindlaks määrata taimetoitainete ringlustuse (mitme-etapiliste) tegevuste investeerimisvajadused ja anda erinevatele etappidele rahalist toetust nii avaliku kui ka erasektori vahenditest. CiNURGi A1.1 uuringu tulemused rõhutavad, et peamine takistus on majanduslik teostatavus; seetõttu tuleks sisse viia tulemuspõhised toetused, mis on kooskõlas tehnoloogia kulude ja ühiskondliku kasuga. Praktiliselt peaks riiklik taimetoitainete ringlustuse strateegia täpsustama, millised meetmed on toetuskõlblikud, millised võivad kasutada kombineeritud rahastamist, kuidas rahastatakse nõustamist ja sertifitseerimist, et suurendada põllumajandustootjate huvi, ning kuidas rahastatakse järelevalvet, et kontrollida tulemusi ja ajakohastada ajendeid.

3.7 Kooskõla Eli ja piirkondlike poliitikatega

Riiklik strateegia peaks näitama, kuidas see toetab ja on kooskõlas asjakohaste ELi ja piirkondlike poliitiliste raamistikega, sealhulgas:

- **HELCOM-i piirkondliku taimetoitainete ringlustuse strateegiaga (2021)**[1] arvestades selle kuute eesmärki.

- **HELCOM-i Läänemere tegevuskavaga (BSAP) 2021. aasta uuendus**[2], eelkõige arvestades eutrofeerumise osa.

- **ELi Läänemere piirkonna strateegiaga (EUSBSR)[3] ja selle poliitikavaldkonnaga Nutri**, mis edendab taimetoitainete ringlustust ringmajanduse raamistikus ja tagab piirkondliku koostöö juhtimisstruktuuri ja rahastamise koordineerimise.

- **Määrusega ELi väetiste turule lubamise reeglite kohta (2019/1009)[4]**, millega kehtestatakse ühtlustatud eeskirjad ringväetiste kohta, sealhulgas kvaliteedistandardid, ohtlike ainete piirnormid ja märgistamisnõuded

- **ELi nitraatide direktiiviga (91/676/EMÜ)[5]** veekogude kaitse kohta põllumajandusest pärit lämmastikureostuse eest.

- **ELi rohelise kokkuleppe ja põllult toidulauale strateegiaga[6,7]**, mille eesmärk on vähendada taimetoitainete kadu 50 % võrra aastaks 2030.

- **Muude asjakohaste ELi ja riiklike keskkonnadirektiividega**, nagu ELi veepoliitika raamdirektiiv, ELi merestrateegia raamdirektiiv, ELi linnade reovee puhastamise direktiiv ja ELi riiklike heitkoguste vähendamise kohustuste direktiiv.

Strateegias tuleks täpsustada, kuidas riiklikud meetmed aitavad kaasa nende ELi ja piirkondlike eesmärkide saavutamisele.

[1]HELCOM. (2021). Regional Baltic Sea nutrient recycling strategy. Baltic Marine Environment Protection Commission. https://rb.gy/r26qtd

[2]HELCOM. (2021). Baltic Sea Action Plan 2021 update. Baltic Marine Environment Protection Commission. https://helcom.fi/baltic-sea-action-plan/

[3]European Union. (2021). EU Strategy for the Baltic Sea Region: Revised Action Plan. https://eusbsr.eu/about/action-plan/

[4]European Commission. (2019). Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products. Official Journal of the European Union, L 170. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R1009

[5]European Council. (1991). Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Official Journal of the European Communities, L 375. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31991L0676

[6]European Commission. (2019). The European Green Deal (COM(2019) 640 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN

[7]European Commission. (2020). A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system (COM(2020) 381 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381

4 Järeldused

Läänemere piirkonnas tekib põllumajandus-, tööstus- ja kommunaalteenuste tegevuse käigus suur hulk taimetoitaineterikkaid jäätmeid ja kõrvalsaadusi (Luostarinen 2025). Kuigi osa neist kasutatakse juba väetistena, ei ole nende taaskasutamine ja ringlustus optimeeritud ning suur osa neist läheb kaduma kas heitmetena või muude lõppkasutuste ja kõrvaldamise käigus.

Käesolev aruanne näitab, et Läänemere riikide vahel on olulisi erinevusi praeguste tegevuste ja taimetoitainete ringlustuse edendamise ambitsioonide osas. Mõned riigid on juba ammu välja töötanud jäätmete ja kõrvalproduktide sorteerimise ja eraldi kogumise süsteemi, teised on alles alustamas. Samuti on erinevate ringlustatavate materjalide töötlemise tase erinev, kuigi kõikidele kehtib sama ELi määrus, mis annab ühise aluse nende kogumise ja töötlemise nõuetele. Riiklikud määrused toovad kaasa täiendavaid erinevusi selles, kuidas taimetoitaineterikkaid biojäätmeid käideldakse, taaskasutatakse või kõrvaldatakse.

Kõik Läänemere riigid võitlevad taimetoitainete ringlustuse majandusliku teostatavuse probleemidega. Isegi riigid, kes on rakendanud mitmeid poliitikameetmeid taimetoitainete ringlustuse toetamiseks ja edendamiseks, seisavad silmitsi väljakutsetega töötava turu loomisel ringväetistele, peamiselt just majanduslike probleemide tõttu. Biomassi töötlemine kõrgema lisandväärtusega toodeteks nõuab suuri investeeringuid, mistõttu toodete tegelik hind on kõrgem kui lõppkasutajad, sh põllumajandustootjad, on valmis maksma. See on seotud ka ringväetiste sageli erinevate omadustega võrreldes mineraalsete väetistega. Toodete ladustamine ja kasutamine tuleb ümber korraldada, mis tekitab veel ühe takistuse nende kasutamiseks taludes. Kuna valmisolek toodete eest maksta on endiselt madal, on madal ka valmisolek investeerida täiustatud töötlemisse ja kontsentreeritumate ning ohutumate väetiste tootmisse.

Taimetoitainete tõhus ringlustus nõuab süsteemset muutust. Selle elluviimiseks on vaja mitmeid samaaegseid meetmeid kõigilt ringlustussüsteemis osalejatelt. Poliitikakujundajad peavad reguleerima ringlustuse parandamist ja looma ajendeid, et aidata kaasa tootmise suurenemise ja lõppkasutuse vahelise majandusliku lõhe ületamisele. Ettevõtted peavad investeerima ja täiustama oma tehnoloogiaid, et toota ohutumaid, kontsentreeritumaid väetisi, mis on piisavalt kõrge kvaliteediga, et konkureerida mineraalväetistega. Ettevõtted, kes arendavad toetavat logistikat ja muid teenuseid (nt vedu, ladustamine, kasutamine, väetamise kavandamine), peavad samuti tegema ringväetiste kasutamise põllumajandustootjatele (või muudele lõppkasutajatele) lihtsaks. Talud peavad mõistma ringväetiste kasutamise eeliseid ja kohandama oma tegevust, et võimaldada nende kasutamist osana üldisest väetamisest. Teadusuuringud peavad toetama kõiki neid tegevusi poliitilise toetuse, tehnoloogia arendamise ja ringväetiste tehnoloogia ohutuse ja teostatavuse sertifitseerimisega nii viljeluse kui ka keskkonna seisukohast. Samuti on vaja avalikkuse arusaama väetiste kasutamisest põllumajanduses ja valmisolekut maksta jätkusuutlike meetoditega toodetud toidu eest.

Läänemere piirkond on osaliselt juba teel parema taimetoitainete ringlustuse suunas ja enamus riike mõistab vajadust taimetoitaineid uuesti ringlusse võtta. Vajalik muutus on märkimisväärne ja ringlustuse ahelate erinevate osapoolte vaheline koostöö on vajalik nii riiklikul kui ka rahvusvahelisel tasandil.

Seega on kogu Läänemere piirkonna taimetoitainete ringlustuse olukorra ja edusammude jälgimine oluline, et suurendada ringväetiste tootmist ja kasutamist. Seire aluseks on teada saada iga riigi taimetoitainete ringlustüse võimalikkust (Luostarinen, 2025) ja seejärel regulaarselt jälgida, kuidas ja millises ulatuses seda kasutatakse.

Läänemere tegevuskava (HELCOM 2021a) ja Läänemere piirkonna taimetoitainete ringlustuse strateegia (HELCOM 2021b) sisaldavad mitmeid meetmeid, mille hulka kuulub vajadus teada nii riiklikku kui ka piirkondlikku taimetoitainete ringlustuse potentsiaali ja taimetoitainete ringlustuse praegust olukorda, et tõhustada jõupingutusi ringlustuse edendamiseks. Selleks et sellist seiret kontrollitult läbi viia, on vaja:

- Määrata vastutav(ad) organisatsioon(id) taimetoitainete ringlustuse võimalikkust ja hetkeolukorra andmete kogumiseks.
- Tagama vajalikud vahendid regulaarseks seireks ja tulemuste avaldamiseks.
- Parandama andmete kättesaadavust seire jaoks osana muudest juba olemasolevatest andmekogudest.
- Tagama võimaluse parandada seiremeetodeid ja andmevahetust rahvusvaheliselt võrdsel tasemel.

Nagu näidatud käesolevas aruandes taimetoitainete ringlustuse olukorra kohta ja selle sõsararuandes taimetoitainete ringlustuse võimalikkuse kohta Läänemere piirkonnas (Luostarinen, 2025), on veel palju tööd vaja teha, et parandada seiret ja kasutada seda alusena taimetoitainete ringlustuse praktilise rakendamise edendamiseks.

Lisaks tuleks taimetoitainete ringlustuse edendamiseks koostada riiklikul tasandil rakendamisstrateegia, mis juhendaks edasisi samme. Riiklik taimetoitainete ringlustusstrateegia peaks sisaldama järgmisi osi, nagu on märgitud käesoleva aruande strateegia juhendis:

- **Taimetoitainete ringlustuse potentsiaali kaardistamine** – riikliku tõenduspõhja loomine (vood, kvaliteet, ruumiline jaotus, praegune kasutus).
- **Eesmärkide seadmine** – mõõdetavate tulemuste määratlemine kogumise, taaskasutamise, ohutu kasutamise ja piirkondliku ümberjaotamise osas.
- **Meetmete rakendamine** – seadusandlikud, majanduslikud, taristulised, turu- ja teabevahendid eesmärkide saavutamiseks.
- **Järelevalve** – näitajad, andmete omanikud ja seiretsüklid, et jälgida edusamme ja võimaldada suunamuutusi.
- **Rakendamise kavandamine ja vastutuse jaotamine** – juhtimismudel ja koordineerimismehhanismid.
- **Rahastamine** – investeerimisvajadused ja rahastamisallikad (riiklikud, ELi, erasektori).
- **Kooskõlastamine rahvusvaheliste eesmärkide, kohustuste ja programmidega**.