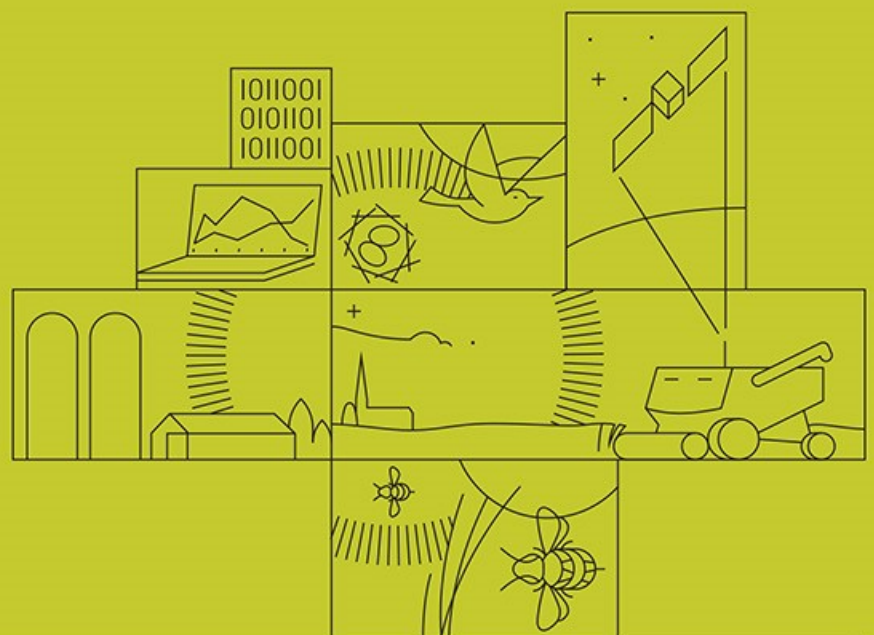


Kliimaeesmärkide saavutamiseks vajalike olulisimate lisameetmete sotsiaalmajanduslike mõjude hindamine

Lõpparuanne

2024



Tellija: Regionaal- ja Põllumajandusministeerium

Projekti teostaja: Maaelu Teadmuskeskus

Töögrupi koosseis: Ants-Hannes Viira, Katre Kirt, Agnes Naarits, Eduard Matveev, Kristine Tiirats, Jelena Ariva (Eesti Maaülikool)

Antud töö andmete kasutamisel või tsiteerimisel tuleb viidata allikale

LISAINFO JA KONTAKT

Maaelu Teadmuskeskus
Põllumajandusuuringute osakond

Maamajanduse valdkond
Jäneda, Tapa vald 73602, Lääne-Virumaa
E-post: maamajandus@metk.agri.ee

Sisukord

Sisukord.....	3
Tabelite loetelu	4
Kasutatud lühendid ja mõisted	5
Sissejuhatus.....	6
1. Uuringu eesmärk, metoodika ja andmeallikad	7
1.1. Eesmärk ja uurimisülesanne	7
1.2. Metoodika.....	7
1.3. Andmeallikad	9
2. Meetmete makro- ja sotsiaalmajanduslik mõju.....	9
2.1. Turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks.....	9
2.2. Märgalaviljelus.....	12
2.3. Loomade arvu stabiliseerimine põllumajanduses.....	17
2.4. Biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat).....	19
2.5. Metsa- ja põllumajandusmasinate viimine alternatiivkütustele või elektrile	21
2.5.1. Fossiilse diislikütuse asendamine hüdrogeenitud taimeõliga (HVO).....	23
2.5.2. Fossiilse maagaasi asendamine biometaaniga.....	24
2.5.3. Kasutatava kütuse koguse vähendamine, asendades traktorid veotöödel kohandatud gaasimootoriga veoautodega.....	26
2.5.4. Fossiilsete kütuste asendamine elektrienergiaga	26
2.5.5. Künnipõhise maaharimise asendamine otsekülviga.....	27
2.6. Mineraalväetiste kasutamise vähendamine.....	27
2.7. Metsastamine.....	33
3. Lisameetmete kombinatsioonide makro- ja sotsiaalmajanduslik mõju.....	36
3.1. Lisameetmete kombinatsioon 1: turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks, märgalaviljelus ja põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine	36
3.2. Lisameetmete kombinatsioon 2: metsa- ja põllumajandusmasinate viimine alternatiivkütustele või elektrile, biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat) ja põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine.....	37
3.3. Lisameetmete kombinatsioon 3: põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine, mineraalväetiste kasutamise vähendamine ning biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat)	38
3.4. Lisameetmete kombinatsioon 4: põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine, mineraalväetiste kasutamise vähendamine ja metsastamine.....	40
3.5. Kulu avalikule sektorile	41
Kokkuvõtte ja soovitused	43

Tabelite loetelu

Tabel 1. Kasvuhoonegaaside heide kestlikust toidusüsteemist aastatel 1990, 2005 ja 2021	8
Tabel 2. Maakasutus, 2023	9
Tabel 3. Põllumaa kasutus, 2023.....	10
Tabel 4. Turvasmuldi kasutatavate tootjate jagunemine tootmistüübi järgi ja turvasmuldade osakaalu alusel kogu nende kasutuses olevast põllumaast, 2023.....	10
Tabel 5. Põllukultuuride kasvatamine turvasmuldadel, hektarit, 2023	11
Tabel 6. Turvasmuldadel põllumaa püsirohumaaks viimise mõju	12
Tabel 7. Saamata jäänud tulu ha kohta põllukultuuri viimisel püsirohumaaks kultuuride lõikes.....	12
Tabel 8. Turvasmuldadel rohumaade märjutamise mõju.....	15
Tabel 9. Turvasmuldadel põllumaade märjutamise mõju.....	15
Tabel 10. Poldrialade maakasutus, 2023	16
Tabel 11. Poldrialade märjutamise mõju.....	16
Tabel 12. Loomade arvu stabiliseerimise mõju, tonni	18
Tabel 13. KHG potentsiaalne vähenemine vedelsõnniku kasutamisel biogaasi tootmiseks.....	19
Tabel 14. Rajatavate seitsme biogaasijaama toodanguga fossiilse diislikütuse asendamine.....	20
Tabel 15. HVO-ga fossiilse diislikütuse asendamise mõju.....	24
Tabel 16. Fossiilse maagaasi biometaaniga asendamise mõju	25
Tabel 17. Diislikütuse kasutuse vähendamise mõju traktori töötundide asendamisel biometaanil töötavate veoautode töötundidega.....	26
Tabel 18. N-mineraalväetiste kasutamise vähendamise potentsiaalne mõju, 2030. aastal	29
Tabel 19. Peamised tulemused meetme „Mineraalväetiste kasutamise vähendamine“ realiseerimisel30	
Tabel 20. N-mineraalväetiste orgaanilise väetisega asendamise mõju.....	30
Tabel 21. Täppisväetamise rakendamise mõju.....	32
Tabel 22. Metsastamise mõju.....	35
Tabel 23. Lisameetmete kombinatsiooni 1 rakendamise mõju	36
Tabel 24. Meetmekombinatsiooni 2 rakendamise mõju	38
Tabel 25. Meetmekombinatsiooni 3 rakendamise mõju	39
Tabel 26. Lisameetmete kombinatsiooni 4 rakendamise mõju	40
Tabel 27. Lisameetmete mitterakendamisega ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulu avalikule sektorile.....	41
Tabel 28. Lisameetmete mitterakendamisega ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulude kokkuvõide erasektoris	42

Kasutatud lühendid ja mõisted

CH ₄	Metaan
CNG	Suruõhugaas (<i>Compressed Natural Gas, CNG</i>)
CO ₂ ekv	Süsinikdioksiidi ekvivalent
FADN	Põllumajandusliku raamatupidamise andmevõrk (FADN - <i>Farm Accountancy Network</i>)
HKS	Heitkoguse ühikutega kauplemise süsteem EUR-Lex - 02003L0087-20230605 - ET - EUR-Lex (europa.eu)
HVO	Vesinikuga töödeldud taimeõli (<i>Hydrotreated vegetable oil, HVO reD</i>) ETIP_B_Factsheet_HVO_feb2020.pdf (etipbioenergy.eu)
IPCC	Valitsustevaheline kliimamuutuste paneel (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
JJM	Jõupingutuste jagamise määrus Määrus - 2018/842 - ET - EUR-Lex (europa.eu)
KHG	Kasvuhoonegaasid
kW	Kilovatt
LPG	Veeldatud maagaas (<i>Liquid Petroleum Gas, LPG</i>)
LULUCF määrus	Maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse määrus Määrus - 2023/839 - ET - EUR-Lex (europa.eu)
Marginaalkulu	CO ₂ heite ekvivalent-tonni vähenemine jagatud netokuluga meetme elutsükli kohta
METK	Maaelu Teadmuskeskus
N ₂ O	Dilämmastikoksiid
NIR	Riiklik Kasvuhoonegaaside Inventuur
Nm ³	Normaalkuupmeeter, gaasi mahu mõõtühik normaal- ehk standardtingimuste juures (temperatuuril 0 °C ja absoluutsel gaasi rõhul 1,01325 baari)
PRIA	Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet
PTA	Põllumajandus- ja Toiduamet
SKP	Sisemajanduse koguprodukt
t, kt	Tonn, kilotonn
TJ	Teradžaul
tm	Tihumeeter
ÜPP	Euroopa Liidu ühine põllumajanduspoliitika

Sissejuhatus

2021. aasta suvel vastu võetud Euroopa kliimamääruses¹ sätestati Euroopa Liidu (EL) ülene kliimaeesmärk vähendada 2030. aastaks kasvuhoonegaaside (KHG) netoheidet 55% võrreldes 1990. aastaga. Heite vähendamine 55% võrra saavutatakse kokku kolme peamise kliimapolitika instrumendiga, milleks on heitkoguse ühikutega kauplemise süsteemi (HKS) direktiiv, jõupingutuste jagamise määrus (JJM) ning maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse määrus (LULUCF). Kui HKS-is on seatud ainult EL-i ülene KHG heite vähendamise eesmärk, siis JJM ja LULUCF määrustega on seatud siduvad eesmärgid ka liikmesriikidele.

Eesti eesmärgiks on vähendada JJM määrusega hõlmatud sektorites KHG heidet 2030. aastaks kokku 24% võrra võrreldes 2005. aastaga². JJM hõlmab transpordi, põllumajanduse (CH₄ ja N₂O), jäätmemajanduse, tööstuse, väikesemahulise energiatootmise ning hoonete kütte ja jahutuse sektorites tekkivaid heitkoguseid. See, kuidas panus heite vähendamisse JJM sektorite vahel jaotada, on liikmesriikide otsustada. LULUCF määrusega on Eesti võtnud 2030. a eesmärgiks KHG lisandumise 434 kt CO₂ ekv võrra võrreldes aastate 2016–2018 keskmisega. LULUCF hõlmab metsanduse, maakasutuse ja maakasutuse muutusega seotud heitkoguseid.

Eesti KHG heite prognoos³ näitab, et ei olemasolevate ega ka juba kavandatavate meetmetega ei suudeta saavutada 2030. aastaks seatud JJMi ja LULUCFi määruse KHG heite vähendamise eesmärki, samuti ei piisa nendest meetmetest kliimanetraalsuse saavutamiseks 2050. aastaks. Seetõttu on ministriumid olemasolevate analüüside alusel kaardistanud võimalikud lisameetmed sektorite kaupa koos nende KHG heite vähendamise potentsiaaliga. Suuresti on aga puudulikud või aegunud nende lisameetmete rakendamiseks kaasneva sotsiaalmajandusliku mõju hinnangud, mis võimaldaksid leida riigil nende seast kõige kulutõhusamad valikud ühe kt CO₂ ekv vähendamise kohta.

Uuring annab ülevaate Regionaal- ja põllumajandusministeeriumi poolt kaardistatud 2030. või 2050. aasta kliimaeesmärkide saavutamiseks vajalike olulisimate kliimavaldkonna lisameetmete ja nende meetmete kombinatsioonide makro- ja sotsiaalmajanduslikust mõjust aastaks 2030 ja 2040.

¹ L_2021243ET.01000101.xml (europa.eu)

² 2020. aasta kliimainventuuri andmetel Estonia. 2020 National Inventory Report (NIR) | UNFCCC

³ <https://kliimaministeerium.ee/rohereform-kliima/kasvuhoonegaasid/prognoosid>

1. Uuringu eesmärk, metoodika ja andmeallikad

1.1. Eesmärk ja uurimisülesanne

Uuringu eesmärgiks on hinnata tellija poolt kaardistatud 2030. või 2050. aasta kliimaeesmärkide saavutamiseks vajalike olulisimate kliimavaldkonna lisameetmete ja meetmekombinatsioonide makro- ja sotsiaalmajanduslikku mõju aastaks 2030 ja 2040. Uuring hõlmab järgmisi kaardistatud meetmeid ja/või nende kombinatsioone põllumajandusvaldkonnas:

1. Turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks;
2. Märjalaviljelus;
3. Loomade arvu stabiliseerimine põllumajanduses;
4. Biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat);
5. Metsa- ja põllumajandusmasinate viimine alternatiivkütustele või elektrile;
6. Mineraalväetiste kasutamise vähendamine;
7. Metsastamine.

Uurimisküsimused on järgmised:

1. Kui suurt osa põllumajandustootjatest lisameetmete rakendamine hõlmab?
2. Milline on loetletud lisameetmete ja nende kombinatsioonide makro- ja sotsiaalmajanduslik mõju (majanduskasvule, tööhõivele ja väliskaubandusele) aastaks 2030 ja 2040?
3. Millised on põllumajanduses kaardistatud lisameetmete ja nende kombinatsioonide mõju tootlikkusele, põllumajandustootjate arvule, põllumajandussektori sissetulekule (eraldi taime- ja loomakasvatusele, segatootmisele ja aiandusele) ja konkurentsivõimele ning toiduga isevarustatusele?
4. Millises kombinatsioonis oleks eelistatav loetletud meetmeid rakendada, et saavutada võimalikult soodne koosmõju (st kõige suurem KHG heite vähendamine kõige väiksema sotsiaalmajandusliku kuluga või kõige suurema sotsiaalmajandusliku tuluga) aastaks 2030 ja 2040?
5. Millised on lisameetmete mitterakendamise ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulu ja tulu avalikule ja erasektorile (sh lubatud heitkoguse ühikute ostmisega seotud kulu) aastaks 2030 ja 2040?
6. Millised on METK-i ettepanekud, milliseid tegevusi on vaja teha, et uuritavaid meetmeid rakendada.

1.2. Metoodika

Analüüsi läbiviimiseks kasutakse eelnevate uuringute väljatöötatud metoodikaid makromajanduslike ja sotsiaalsete mõjude osas aastani 2030 ja 2040, eelkõige mõju majanduskasvule, tööhõivele ja investeringuvajadusele ning väliskaubandusele. Lisaks vaadatakse lisameetmete kombinatsioonide mõju põllumajandussektori sissetulekutele ja konkurentsivõimele läbi potentsiaalse toodangu või kulude muutuse. Toodangu potentsiaalsel vähenemisel (näiteks seoses loomade arvu stabiliseerimisega) hinnatakse mõju toiduga isevarustatusele vastavas toidugrupis (lihad ja piim).

Suurima positiivse koosmõju (väikseim kulu ühe kt CO₂ ekv vähendamise kohta) hindamiseks leitakse lisameetmete mõju kasvuhoonegaaside heitele, tulu ja kulu era- ja avaliku sektori jaoks meetme tasemel ning liidetakse. Kaasnevaid mõjusid õhusaastele ja süsinikulekke riski käesoleva uuringuga ei hinnata.

Eelnevalt tehtud uuringud, mille metoodikat järgitakse, on:

- 1) Finantsakadeemia 2018. aastal tehtud analüüs "Uuring kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapolitiika ja jagatud kohustuse määruse eesmärkide saavutamiseks Eestis". Majandusmõjud leiti seejuures otseste, kaudsete ja indutseeritud mõjude summana. Töökohtade arvutuste aluseks on võetud 2016. aasta keskmine tötötas. Hinnati ka kaasnevaid mõjusid õhusaasteainete riiklikele heitkogustele ja süsinikulekke riski. Värskeimad sisend-väljundtabelid on Statistikaametil koostatud 2020. aasta alushindades (RAT00004 ja RAT00002), mis on aluseks majandusmõju hindamisel praeguses uuringus. Värskeimad tötötasu andmed on olemas 2022. aasta kohta (PA113). Marginaalkulu leitakse summeeritud netokuluna €/tonni CO₂ kohta.
- 2) Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskuse 2019. aastal tehtud analüüs "Eesti kliima-ambitsiooni tõstmise võimaluste analüüs". Metoodika olulisemaks aluseks on rahvamajanduse arvepidamise sisend-väljund raamistik, millele üles ehitatud metoodika kohaselt seotakse erinevad lähteandmed eesmärknäitajate arvutamiseks. Lähteandmed on kirjeldatud aruande vastavates peatükkides.
- 3) Eesti Keskkonnauuringute Keskuse 2023. aastal tehtud lisameetmete CO₂ vähendamise mõju hindamise analüüs, millest on praeguses uuringus on kasutusel asjakohased eriheite koefitsiendid.
- 4) Kestliku toidusüsteemi töörühma materjalid, Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt kasutatavad algandmed heite arvutustel. Kliimaseaduse väljatötötamise kestliku toidusüsteemi töörühmas on tutvustatud tabelis 1 nimetatud põllumajandusest tuleneva heite koguseid, sh 2005. aasta andmeid, mis on aluseks võimalikule heite vähendamiskohustusele. JJM osas võetakse arvesse heide loomakasvatusest, maaharimisest ning põllumajanduses kasutatavatest kütustest. LULUCF puhul heited, mis on seotud maakasutuse muutustega.

Tabel 1. Kasvuhoonegaaside heide kestlikust toidusüsteemist aastatel 1990, 2005 ja 2021 (EKUK andmetel)

Kt CO ₂ ekv	1990	2005	2021
KOKKU	3 813,46	1 380,23	2 366,43
Loomad (JJM)	1 773,79	767,11	873,58
Maaharimine (põllumajandus, JJM)	949,65	444,70	704,31
Maaharimine LULUCF	481,16	-71,04	575,66
Kütused (JJM)	608,86	239,46	212,89

- 5) KHG heite vähenemise potentsiaali hindamisel võeti aluseks NIR 20224, eriheitekoefitsiendid.
- 6) Põllumajandustootmisele mõju hindamisel on kasutatud eksperthinnanguid taime- ja loomakasvatuse kattetulu arvestustest⁵ ning põllumajandusliku raamatupidamise andmebaasi (FADN) standardtulemusi.

Lisameetmete mitterakendamise ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulu avalikule sektorile (riigieelarvele) leitakse lubatud heitkoguse ühikute ostmisega seotud kulu alusel, mille arvutamisel arvestati Euroopa Liidu süsinikuturu heitmekvootide hinna ja olemasolevate hinnaprognosidega (ETS hind 60 €/t CO₂, 45 €/t CO₂ ja 15 €/t CO₂).

⁴ Kasvuhoonegaaside Inventuur 1990 – 2022, <https://kliimaministerium.ee/rohereform-kliima/kasvuhoonegaasid>, avaldatud aprill 2024.

⁵ Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatuses, METK, <https://metk.agri.ee/kattetulu>

1.3. Andmeallikad

Peamised uuringu jaoks vajalikud andmed pärinevad Statistikaametist, PRIA-st, FADN-ist ja EKUK-ist. Kasutatud andmete, eelduste ja meetodiliste valikute kirjeldus ja põhjendus on toodud uuringus käsitletud meetmete makro- ja sotsiaalmajanduslikku mõju käsitlevates peatükkides (p 2.1. – 2.7).

2. Meetmete makro- ja sotsiaalmajanduslik mõju

2.1. Turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks

Eestis on põllumajanduslikus kasutuses ligikaudu üks miljon hektarit maad, millest turvasmullad moodustavad peaaegu kaheksa protsenti. Kasvuhoonegaaside heite poolest, mis on erinevatel hinnangutel kuivendatud turbaaladelt 2-8 miljonit t CO₂ ekv aastas, on need tervikuna Eestis teisel kohal peale energeetika- ja enne transpordisektorit. Selleks, et kuivendatud turvasmuldadel asuvate põldude heidet vähendada, planeeritakse ühe meetmena turvasmuldadel põllumaa viimist püsirohumaaks. 2021. aasta seisuga oli Eestis 30 848 ha turvasmuldadel põllumajandusmaad (*cropland* LULUCF sektoris).

Põllukultuure kasvatati turvasmuldadel 2023. aastal PRIA andmetel 30 419 ha-l ning üle poole põllumajanduslikus kasutuses olevatest turvasmuldadest oli püsirohumaade all (46 020 ha, tabel 2). Turvasmuldadel asuvate püsirohumaade CO₂ heide on 6,46 tonni CO₂ ekv hektarilt madalam kui turvasmuldadel asuvate põllumajanduskultuuride kasvatamisel ehk muldade majandamisel tekkiv KHG heide⁶. Eriheitetegur ei erine üheaastastel ja mitmeaastastel kultuuridel põllumaal, mõõta ja määrata tuleks eriheitetegurid vastavalt põllumaa kasutusele.

Tabel 2. Maakasutus, 2023

	Mineraalmullad		Turvasmuldad		Kokku, ha
	ha	%	ha	%	
Põllumaa	674 638	78,09	30 419	39,73	705 056
Püsiikultuurid	3 136	0,36	124	0,16	3 260
Tagasirajatud rohumaa	5 153	0,60	1 171	1,53	6 324
Püsirohumaad	180 983	20,95	44 672	58,35	225 654
Keskkonnatundlik püsirohumaad	6	0,00	177	0,23	183
Kokku	863 916	100	76 563	100	940 479

Allikas: PRIA, autorite arvutus

Kui mineraalmuldadel on suurema osatähtsusega teraviljade kasvatamine, siis turvasmuldi kasutatakse rohkem rohumaadena (39%, tabel 3). Seejuures lühiajaline rohumaa võiks olla rajatud eeldusega, et see jäetakse püsirohumaaks. Turvasmullad on oma omaduste poolest vähem viljakad ning vastuvõtlikumad ebasoodsatele ilmastikutingimustele (nt põud, tugevad vihmad), mistõttu ei saa pidada neid muldi teraviljakasvatuseks soodsateks. Samuti pärsib turvasmuldade kasutamist põllumajanduses nende aeglane soojenemine kevadel ja madal fosfori (P) sisaldus, mis raskendab ka teiste toitelementide omastamist. Seetõttu võiks olla turvasmuldadele püsirohumaad tagasirajamise võimalus heaks

⁶ Maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse sektori sidumisvõimekuse analüüs kuni aastani 2050, 2021, Keskkonnaagentuur, Eesti Maaülikool

lahenduseks nii tootja kui ka mullakaitse seisukohast⁷. Tootjatel, kellel on turvasmuldadel rohumaid ja neil on püsirohumaade säilitamise või tagasirajamise kohustus, saaksid selliseid, põllukultuuride kasvatamiseks ebasoodsaid maid, just nõuete täitmiseks ära kasutada. Turvasmuldadele püsirohumaad tagasirajamist looduskaitsest seisukohast soovivad aga Tartu Ülikooli Maastike elurikkuse töörühma liikmed⁸.

Tabel 3. Põllumaa kasutus, 2023

	Mineraalmullad		Turvasmullad		Kokku, ha
	ha	%	ha	%	
Nisu	175 838	26,06	4 209	13,84	180 047
Oder	113 690	16,85	3 882	12,76	117 571
Rukis	17 317	2,57	898	2,95	18 215
Kaer	37 181	5,51	1 918	6,30	39 099
Muu teravili	32 642	4,84	1 196	3,93	33 838
Kaunvili	57 484	8,52	1 507	4,95	58 992
Õlikultuurid	80 805	11,98	3 793	12,47	84 598
Rühvelkultuurid	2 996	0,44	188	0,62	3 184
Muud tehnilised kultuurid	298	0,04	74	0,24	371
Ravim- ja maitsetaimed	721	0,11	77	0,25	798
Köögivili	1 675	0,25	61	0,20	1 735
Liblikõieline, v.a. kaunvili	127 638	18,92	6 430	21,14	134 068
Lühiajaline rohumaa, v.a. liblikõieline	21 704	3,22	5 500	18,08	27 204
Mustkesa	2 090	0,31	158	0,52	2 248
Sööti jäetud maa	2 557	0,38	530	1,74	3 087
Kokku	674 638	100	30 419	100	705 056

Allikas: PRIA, autorite arvutus

Kokku on PRIA andmetel turvasmuldadel majandavaid põllumajandustootjaid 2806. Valdav osa põllumajandustootjatest tegeleb taimekasvatusega. Seetõttu on ka kõige rohkem turvasmuldi kasutatavatest tootjatest taimekasvatuse tootmistüübis (72% turvasmuldadel majandavatest põllumajandustootjatest, tabel 4).

Tabel 4. Turvasmuldi kasutatavate tootjate jagunemine tootmistüübi järgi ja turvasmuldade osakaalu alusel kogu nende kasutuses olevast põllumaast, 2023

Tootmistüüp	Turvasmuldade osakaal kasutuses olevast põllumaast										Kõik	%
	>10%	10–20%	20<30%	30<40%	40<50%	50<60%	60<70%	70<80%	80<90%	90<100%		
Taimekasvatuse	1 608	193	72	50	28	22	12	5	5	16	2 011	71,67
Aiandus	43	7	3	1				1	1	2	58	2,07
Püsilikultuurid	4				1	1					6	0,21
Loomakasvatuse	216	29	11	5	7	5	3	5	1	9	291	10,37
Piimatootmine	160	21	5	2	1	1			1		191	6,81
Sea- ja linnukasvatuse	2										2	0,07
Segatootmine	188	27	9	9	2	2	3	1	1	5	247	8,80
Kõik	2 221	277	100	67	39	31	18	12	9	32	2 806	100,00
%	79,15	9,87	3,56	2,39	1,39	1,10	0,64	0,43	0,32	1,14	100,00	

Allikas: PRIA, autorite arvutus

⁷ Ühise põllumajanduspoliitika raames makstav turvas- ja erodeeritud mullaga väärtusliku püsirohumaad kaitse toetus soodustab turvasmuldadele püsirohumaad rajamist [Turvas- ja erodeeritud mullaga väärtusliku püsirohumaad kaitse toetus 2024 | PRIA](#)

⁸ <https://heapold.ee/tegevused/muuda-turvaspoldudes-asuvad-pollud-pusirohumaaks/>

Valdaval osal tootjatest (79%) on kogu nende kasutuses olevast põllumaast turvasmuldadel asuva põllumaa osakaal väga väike: kuni 10% (2221 põllumajandustootjat, tabel 4). Olulise osa moodustavad turvasmullad 32 põllumajandustootjal, kelle peaaegu kogu kasutuses olev põllumaa asub turvasmuldadel (turvasmuldade osakaal 90–100%). Tootmistüüpide lõikes mõjutab meede turvasmuldadel oleva põllumaa püsirohumaaks viimine lisaks taimekasvatajatele ka loomakasvatust ja piimatoomist, samuti segatootjaid. Üle 70% põllumaa kasutusest asub turvasmuldadel neljal aianduse tootmistüübi tootjal.

Suuremal osal turvasmuldadel kasvatatakse teravilja või asub seal lühiajaline rohumaa (tabel 5). Lühiajalise rohumaa jätmise püsirohumaaks ei tekitaks tootjatele lisakulutusi taasrajamise näol, küll aga kaob sellisel juhul võimalus võtta neid maid uuesti kasutusse külvikorras tasuvamate põllukultuuride kasvatamiseks. Samas koonduvad suuremad turvasmuldadel põllukultuuride kasvupinnad tootjatele, kelle kogu põllumaast on turvasmuldade osakaal kuni 20%.

Kliimaseaduse kestliku toidusüsteemi töögrupis on ühe meetmena läbi arvatud 18 000 ha põllumaa viimine püsirohumaaks 2030. aastaks. Eelistada tuleks sellisel juhul nende tootjate maid, kellel turvasmuldade osakaal kogu kasutuses olevast maast on väike, et vältida liialt suure lisakoormuse panemist tootjatele, kellel on valdav osa põllumajanduslikus kasutuse olevaid maid turvasmuldadel. Tootjatel, kellel on suurem osa põllukultuuride all olevaid maid turvasmuldadel, võib olla püsirohumaaks rajamise kohustuse järel vajadus tootmissuunda muuta või otsustatakse üldse põllumajanduslikust tootmisest loobuda. Meedet võiks rakendada tootjatele, kellel on kogu kasutusel olevast põllumaast kuni 20% turvasmuldi, kellel on kokku 20 889 ha turvasmuldadel põllukultuure, sh 8005 ha lühiajaline rohumaa ja 490 ha sööti jäetud maa (tabel 5).

Tabel 5. Põllukultuuride kasvatamine turvasmuldadel, hektarit, 2023

Põllukultuur	Turvasmuldadel põllukultuuride osakaal ettevõtte kasutuses olevate põllukultuuride kogupindalast										Kõik	%
	>10%	10–20%	20<30%	30<40%	40<50%	50<60%	60<70%	70<80%	80<90%	90<100%		
Teravili	5 796	3 416	978	1 110	323	367	32		40	40	12 102	39,78
Kaunvili	890	328	106	71	52	56		3		1	1 507	4,95
Rühvelkultuurid	37	19		70		59				1	188	0,62
Tehnilised kultuurid	1 164	594	504	409	147	205	904	17			3 943	12,96
Lühiajaline rohumaa	4 635	3 370	1 046	799	407	891	318	105	206	153	11 929	39,22
Köögivilid	26	2	17	4					1	11	61	0,20
Mustkesa	103	19	4	25				3		3	158	0,52
Sööti jäetud maa	285	205	24	6	1	9					530	1,74
Kokku	12 936	7 953	2 679	2 495	930	1 587	1 254	128	247	209	30 419	100
%	42,53	26,15	8,81	8,20	3,06	5,22	4,12	0,42	0,81	0,69	100	

Allikas: PRIA, autorite arvutus

Selleks, et viia 18 000 ha põllumaid 2030. aastaks püsirohumaade alla, tuleks alates 2025. aastast viia rohumaa alla 3000 ha turvasmuldadel olevaid põllumaid aastas, millega kaasneks KHG heite vähenemine keskmiselt 67 856 t CO₂ ekv aastas (tabel 6).

Põllukultuuride asendamisel püsirohumaaga arvatati tootjatel saamata jäänud tulu hektari kohta kattetulu⁹ põhimõtetel kultuurigruppide kaupa. Taime- ja loomakasvatuse kattetulu meetodika aitab analüüsida tootmise tasuvust erinevate stsenaariumide puhul ning prognoosida kulusid ja tulusid.

⁹ Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatuses, <https://metk.agri.ee/kattetulu>

Taimekasvatases arvutatakse kattetulu kahel kuni kolmel tasemel: kattetulu 1, kus kogutoodangu väärtusest lahutatakse muutuvkulud, kattetulu 2, mis võtab arvesse ka masinatööde kulud ja kattetulu 3, kus võetakse arvesse saagikoristuse järgsed kulud. Kattetulu arvestuste alusel kujuneb perioodil 2025–2030 keskmiselt aastaseks saamata jäänud tuluks erasektoril 1,4 mln eurot (tabel 6) ning keskmine aastane marginaalkulu oleks 21,2 €/t CO₂ ekv.

Tabel 6. Turvasmuldadel põllumaa püsirohumaaks viimise mõju

Näitaja	Ühik	2025–2030	2025–2040
Põllumaa viimine püsirohumaaks	ha/aasta	3 000	
Põllumaa viimine püsirohumaaks kokku	ha	18 000	18 000
CO ₂ ekv vähenemine keskmiselt aastas	tonn	67 856	98 149
CO ₂ ekv vähenemine kokku (kumulatiivne)	tonn	407 138	1 570 388
Saamata jäänud tulu keskmiselt aastas	miljon eurot	1,4	2,1
Saamata jäänud tulu kokku (kumulatiivne)	miljon eurot	8,6	33,3
Marginaalkulu	€/t CO ₂ ekv	21,2	21,2

Allikas: Autorite arvutused

Antud uuringu puhul on lähtutud kattetulu 2-st, kuid võrreldes tavapärase kattetulu arvestustega on vähendatud siin masinatööde hindu 40% võrra, ehk masinatöödega seotud püsikulude võrra. Kattetulu arvestustes on masinatööde hinnad võetud teenustööde hindadena; siin töös eeldatakse, et masinatööd tehakse oma masinatega. Olenevalt põllumajanduskultuurist tekitab selle kasvatamise asendamine püsirohumaaga põllumajandustootjale saamata jäänud tulu, mis võib hektari kohta ulatuda 47–824 euroni. Suurim on negatiivne mõju rühvel- ja aianduskultuuride puhul, kus KHG heite marginaalkulu (65–128 €/t CO₂ ekv) ületab avaliku sektori kulu süsinikuturu heitmekvootide hinnataseme 60 €/t CO₂ ekv juures (tabel 7).

Tabel 7. Saamata jäänud tulu ha kohta põllukultuuri viimisel püsirohumaaks kultuuride lõikes

	Saamata jäänud tulu (€/ha)	CO ₂ ekv vähenemine (t/ha)	Marginaalkulu €/t CO ₂ ekv
Teravili	155	6,46	24
Kaunvili	47		7
Rühvelkultuurid	824		128
Lühiajaline rohumaa	60		9
Köögivilid	417		65

Allikas: Autorite arvutused

2.2. Märjalaviljelus

Märjalaviljeluse puhul vaadati eraldi turvasmuldadel loodusliku rohumaa, põllumaa ja poldrialadel asuvate mineraalmuldadel asuvate alade märjalaks muutmise mõju.

Eestis oli 2021. aastal 9962 ha kuivendatud turvasmullaga looduslikke rohumaid (*grassland* LULUCF sektoris), mis põhjustavad vastavalt Eesti 2023. aasta KHG inventuuriaruandele põllumajandussektoris N₂O emissiooni¹⁰. Tegu ei ole aga põllumajandustootjate poolt majandatavate aladega. Samas oleks kirjandusallikatele tuginedes vajalik need alad KHG heite vähendamiseks märjutada. Tõstetud

¹⁰ NIR 2022 (avaldatud aprillis 2024) alusel oli 2022. aastal kuivendatud turvasmullaga looduslikke rohumaid 9861 ha.

veetaseme järel tekivad märgalad, mida on võimalik erinevatel viisidel majandada. Märgalaviljelusena määratletakse turvasmuldadele looduslähedaste tingimuste loomist, mille eesmärk on, et ala toimiks nagu soo. Märgalade peamiseks kasutusvõimalusteks on sooniitude ja –metsade (ka märgade metsade) hooldamine või majandamine.

Eestimaa Looduse Fondi poolt on märgalaviljeluse soodustamiseks tõlgitud teabeleht „Säästev põllumajandus ja metsandus turbaaladel. Kliimat ja bioloogilist mitmekesisust säästvad tavad“¹¹. Teabelehest saab infot hariliku pilliroo, hundinuia, tarnade, musta lepa, päideroo, vesipühvlite karjatamise või hobuste kasvatamise, lihaveiste ja lammaste karjatamise, märgala niitude ning lühikese raieringiga paju kasvatamise kohta märgaladel.

Hariliku pilliroo, hundinuia, tarnade ja musta lepa kasvatamine vajab vastavat turgu, et neid tegevusi Eestis laialdaselt kasutusele võetaks. Pigem võivad sellised kasutusviisid saada mõnele tootjale niši-tegevuseks. Hundinuia, hariliku pilliroo ja pajude kasutamise võimaluste kohta märgalaviljeluses Eestis on uurinud ja teinud kokkuvõtliku ülevaate Katrin Heinsoo ja Indrek Melts¹².

Paju

Põhjalikumat võiks kultuuridest uurida paju kasvatamise võimalusi märgaladel. Pajud on ka puittaimedest ainsana Euroopa põllumajanduspoliitikas põllumajanduskultuuride nimekirjas. Pajude kasvatamine põllumajanduskultuurina on Euroopas populaarsust kogunud eelkõige Rootsis, aga teataval määral ka Poolas ja Lätis. Eelkõige rajatakse paju istandikke hakkpuidu saamiseks. Pajust toodetud hakkpuidu kütteväärtus kg kuivaine kohta on ~90% metsapuude omast, mistõttu soovitatakse seda kasutada seguna teiste hakkpuidu liikidega.

Kuna pajudel on tihe, maapinnalähedane ja kiirekasvuline juurestik, mis eraldab pinnasesse hapnikku, on see oluline kultuur ka keskkonnanahoiu seisukohast. Tihe kiirekasvuline juurestik koos hapnikurikka pinnase pealmise kihiga võiks eelduste kohaselt vähendada märgalade kasvuhoonegaaside emissiooni võrreldes teiste mitmeaastaste põllukultuuridega. Praeguste teadmiste kohaselt on paju kasutamine kliimaeesmärkide saavutamiseks mõistlik ainult sellistel aladel, kus veetaset ei ole võimalik täielikult soole iseloomulikule tasemele taastada. Täpsete heitekoguste teada saamiseks on aga vaja teha veel täiendavaid uuringuid.

Eestis on põgusalt energiapaju ehk energiavõsa Eestisse toomisega tegelenud Polli Aiandusuuringute Keskus, kellel on olemas väike näidisistandik. Energiapaju tootmist propageeriti 1990-ndate lõpus ja 2000-ndate alguses, laialdast kasutust see aga ei leidnud ning kasvatamisega tegelesid üksikud entusiastid. Paju istandiku elueaks loetakse 20 aastat, soovituslik niite intervall oleks Eesti tingimustes seitse aastat, kuid majanduslikult kasumlik oleks niidet teha nelja kuni viie aasta järel. Taimede kulu hektarile on olenevalt kasutatavast tehnikast 8000-15 000 taimet. Saksamaa kogemusel on ühe hektari paju istandiku rajamise kuluks 1750 eurot, sh istutustmaterjal ja transport 1000 eurot ning tööjõukulu koos sõitudega 500 eurot, millele lisanduvad vastavalt massiivile pinnase ettevalmistamise tööd (nt niitmine, pindharimine). Kasvuajal on soovitatav istandike reavaheid niita ja niide suunata reapealsetesse multšiks. Lõuna–Rootsis, kus on Eestile sarnased kliimatingimused, on ühelt hektarilt saadud 5–9 t absoluutselt kuiva biomassi aastas. Kuna märgaladel ei saa teha väetamist, jääb sellistelt aladelt biomassi kogus 5 t juurde.

¹¹ Säästev põllumajandus ja metsandus turbaaladel Kliimat ja bioloogilist mitmekesisust säästvad tavade teabelehed.

¹² Märgalaviljeluseks sobivad kultuurid Eestis. Ekspert hinnang Eestimaa Looduse Fondi tellimusel.

Päideroog

Lisaks tasub uurida ka päideroo kasvatamise võimaluste kohta märgalaviiljeluses, kuna kasvuomaduste poolest sobib ta sellistele aladele. Madli Jürgenson on oma 2020. aastal koostatud magistritöös märkinud, et päideroo kasv ja tootmine olid suuremad just kõrge veetasemega aladel¹³ (~20 cm maapinnast). Päideroogu on võimalik kasutada loomasöödaks või energiakultuuriks, kuid selline kasutus on Eestis siiski vähelevinud. Samas on leitud, et päideroo kasvatamine energia tootmise eesmärgil on perspektiivikas, kuna päideroog on suure saagikusega ja võimeline kasvama väga erinevates tingimustes. Samuti on Eestis olemas teatav päideroo seemnetootmine, mis eeldab ka vajalikku nõudlust toodetud seemne järele. Näiteks sertifitseeriti 2023. aastal nelja tootja päideroo seemnepõllud, kokku 109 hektaril. Nimetatud 109 ha põllumassiividest ligikaudu 70% asusid kas osaliselt või täielikult turvasmullal. Siiski ei ole päideroo seemnepõldude kasutusiga väga pikk, ulatudes keskmiselt maksimaalselt kaheksa aastani. Loomasöödaks või energiakultuuriks kasvatamisel on päideroo eluiga kuni 15 aastat.

Selles, kas ja kui palju päideroo kasvatamine turvasmulladel aitab kaasa CO₂ heite vähenemisele, lähivad erinevate riikide erialaekspertidel arvamused lahku¹⁴. Samas on leitud, et päideroo kasutamine energiakultuurina toodab keskmiselt 40% vähem CO₂ ekvivalenti ühe MWh kohta kui näiteks kivisüsi.

Karjatamine ja niitmine

Loodusliku tekkega rohumaal on kultuurrohumaast poole väiksem saagikus ning pikk kasutusaeg. Tavapärase keskmise heina saagikus kultuurkarjamaalt kasutusaastal on 17 t/ha¹⁵, kuivendatud turvasmulladel võib see aga olla 40–50% madalam, näiteks 2022.–2023. aastal on jäänud saagikus sellistelt maadelt 8 t/ha juurde. Madal saagikus võib aga tähendada, et vajaliku söödakoguse saamiseks on vaja kas sööta juurde osta või seda koguda viljakamate muldadega põldudelt. See tähendab aga suuremaid kulusid sööda varumisel ja mõnel aastal tuleb karjamaale sööta lisaks vedada teistelt rohumaadelt.

Võrreldes mineraalmullal karjamaadega tuleb märgaladel olevatele karjamaadele teha suuremaid kulusi ka näiteks karjaia postide vahetusele ning vastavale tehnikale. Projektis „Märgalaviiljeluse potentsiaali hindamine Eestis“ osalenud tootjad tõid välja, et karjaia paranduseks turvasmullal asuval karjamaal tuleb iga-aastaselt teha 10–15% väärtuses kulusi karjaia paigalduse hinnast. Võrreldes kultuurkarjamaaga oleks kulutused karjaia parandusele keskmiselt kaheksa korda kõrgemad, st kui kultuurkarjamaal on karjaia paranduse kulud 1,5 €/ha, siis turvasmullaga aladel ulatuvad need 8–10 €/ha. Tunduvalt suurem vajadus aedade paranduseks võib tuleneda sellest, et liigvee tõttu mädanevad karjaia postid kiiremini kui mineraalmullaga karjamaal.

Mitmed maakasutajad tõid välja, et turvasmulladel massiivide hooldamiseks ja harimiseks on tulenevalt ilmastiku tingimustest ja liigniiskusest vaja topeltrehvidega või roomiktraktoreid, mis on kallimad ning samuti on neil võrreldes tavaliste rehvidega traktoritega suuremad masintööde kulud. Osad ettevõtted on kasutanud ka vastavalt ilmastikust tingitud olukorrale turvasmulladel niitmise teenust. Kuna selliseid maid on tootjad kasutusele võtnud vähe, ei peeta vajalikuks või ei ole ka ressursi teha kulusi kallimale tehnikale.

¹³ Madli Jürgenson, bakalaureusetöö: Päideroo kasvatamine Keressaare jääkturbaalal - veetaseme tõstmise mõju taimede kasvule ning süsiniku sidumisele. (2020)

¹⁴ Piret Väinsalu, magistritöö: Päideroo kasvatamine mahajäetud turbakaevandusalal biogaasi tootmise eesmärgil keskkonnamõjud läbi olulusringi. (2015)

¹⁵ Kattetulu | Maaelu Teadmuskeskus (agri.ee)

Sama mootorivõimsusega (230 kW) traktorite (tavakäigukastiga) töötunni hinnad on järgmised: 4WD ratastraktor 86,8 €/h, poolroomik-käiguosaga traktor 101,6 €/h ja täisroomik-käiguosaga traktor 104,1 €/h. Kui kõikide nende erineva käiguosaga traktorite haakes on samade omadustega (nt töölaius) tööriist, siis lisandub selle tööriista töö maksumus, eeldusel et tootlus (sõltub liikumiskiirusest tööteel töötades ja põllutistel pööretele kuluvast ajast) on ühesugune.

Näiteks kultuurkarjamaa ühe hektari järelniitmise hind mineraalmullal on keskmiselt 18 eurot, tavaliste rehvidega traktoriga turvasmullal niites võib see ulatuda pea 50 euroni, kuna vastavalt oludele (sademed, põud) võib ühe hektari niitmiseks turvasmullal kuluda kaks kuni kolm korda rohkem aega kui mineraalmullal. Samas ei pruugi olla võimalust turvasmulda harida tavaliste rehvidega traktoriga ning kulutused niitmisele võivad suureneada veelgi, vastavalt kasutatavale tehnikale.

Kuivendatud turvasmuldadel rohumaade märgalaks muutmisega kaasneks KHG heite vähenemine 4,425 t CO₂ ekv aastas. Kui igal aastal märjutada 1660 ha turvasmuldadel põllumajanduslikust kasutusest väljas olevaid kuivendatud turvasmuldadel looduslikke rohumaaid (9962 ha kokku perioodil 2025–2030), väheneks KHG heide perioodil 2025–2030 kokku 154 269 t CO₂ ekv ja perioodil 2025–2040 kokku 595 081 t CO₂ ekv (tabel 8). Kuna märgalaviljeluse meede eeldab põllumajanduslikust kasutusest väljas olevate looduslike rohumaade märjutamist, siis on vähe tõenäoline, et neid võetakse kasutusse karja- või heinamaana. Turvasmuldadel rohumaade (k.a märjutatud) kasutamine karjatamiseks või niitmiseks ei ole põllumajandustootjate jaoks kasumlik, kuna neilt saadav heinatoodang on võrreldes kultuurkarjamaadega kordades väiksem ning lisaks võivad kaasneva suuremad kulutused tootmistehnikale. Kaasnev mõju võib olla positiivne, kui nendel maadel rakendada energiakultuuride (nt päideroo või paju) kasvatust.

Tabel 8. Turvasmuldadel rohumaade märjutamise mõju

Näitaja	Ühik	2025–2030	2025–2040
Turvasmuldadel looduslike rohumaade märjutamine	ha/aasta	1 660	
Turvasmuldadel looduslike rohumaade märjutamine kokku	ha	9 962	9 962
CO ₂ ekv vähenemine keskmiselt aastas	tonn	25 721	44 081
CO ₂ ekv vähenemine kokku (kumulatiivne)	tonn	154 269	595 081

Allikas: Autorite arvutused

Kuivendatud turvasmuldadel põllumaade märgalaks muutmisega kaasneks KHG heite vähenemine 7,556 t CO₂ ekv aastas. Kui igal aastal märjutada 3000 ha turvasmuldadel põllumaaid, väheneks KHG heide perioodil 2025–2030 kokku 476 028 t CO₂ ekv ja perioodil 2025–2040 kokku 1 836 108 t CO₂ ekv (tabel 9). Meede mõjutaks põllumajandustootjaid, keda on kirjeldatud peatükis kuivendatud turvasmuldadel põllumaade muutmise püsirohumaaks, kuid saamata jäänud tulu oleks hektari kohta kõrgem ning meetme marginaalkuluks kujuneks 24,5 €/t CO₂ ekv.

Tabel 9. Turvasmuldadel põllumaade märjutamise mõju

Näitaja	Ühik	2025–2030	2025–2040
Turvasmuldadel põllumaade märjutamine	ha/aasta	3 000	
Turvasmuldadel põllumaade märjutamine kokku	ha	18 000	
CO ₂ ekv vähenemine keskmiselt aastas	tonn	79 338	114 757
CO ₂ ekv vähenemine kokku (kumulatiivne)	tonn	476 028	1 836 108
Saamata jäänud tulu keskmiselt aastas	miljon eurot	1,9	2,8
Saamata jäänud tulu kokku (kumulatiivne)	miljon eurot	11,7	45,0
Marginaalkulu	€/t CO ₂ ekv	24,5	24,5

Allikas: Autorite arvutused

Polder

Polder on mere, järve või jõe üleujutuse eest tammiga kaitstud maa-ala. Kaitsetammid on ehitatud kuivendamise eesmärgil, et massiive saaks kasutada põllumajandusmaana. Poldrialad võivad olla nii mineraal- kui turvasmullal. Poldrialal asuva turvasmullal põllumaa märgalaks muutmise mõju kirjeldati eespool. Mineraalmullaga põllumaa märjutamisel leitakse nii süsiniku sidumine kui ka metaani heide vastavalt IPCC juhiste¹⁶. Eelduseks on võetud, et Eestis on üleminekuline parasvöötme kliima, mis on niiske. Kui mineraalmullaga poldrialad märjutada, on arvutuslikult metaani heide suurem kui süsiniku sidumine: esimesel kahekümnel aastal peale märjutamist oleks netoheide 4,468 t CO₂ ekv/ha aastas ning järgmisel kahekümnel aastal 1,887 t CO₂ ekv/ha aastas. On väga oluline välja selgitada riigispetsiifilised eriheitedegurid, hetkel on määramatus väga suur.

Kokku on põllumajanduslikus kasutuses 8973 ha poldrialasid, millest üks kolmandik asub turvasmuldadel (tabel 10). Poldrialasid kasutatakse peamiselt põllukultuuride kasvatamiseks või püsirohumaana, mineraalmuldadel poldrialadest üle poole kasutatakse põllumaana, turvasmullal aga püsirohumaana.

Tabel 10. Poldrialade maakasutus, 2023

	Mineraalmullad		Turvasmullad		Kokku
	ha	%	ha	%	
Põllumaa	3 399	54,73%	1 019	36,87%	4 418
Püsiikultuurid	3	0,05%	1	0,04%	4
Tagasirajatud rohumaa	54	0,87%	31	1,12%	85
Püsirohumaana	2 632	42,38%	1 590	57,55%	4 222
Keskonnatundlik püsirohumaana	122	1,97%	122	4,42%	244
Kokku	6 210	100,00%	2 763	100,00%	8 973

Allikas: PTA, PRIA, autorite arvutus

Mineraalmuldadel poldrialade märgalaks muutmisega kaasneks KHG heite vähenemine 4,468 t CO₂ ekv aastas. Kui igal aastal märjutada 566 ha turvasmuldadel põllumaid, väheneks KHG heide perioodil 2025–2030 kokku 80 098 t CO₂ ekv ja perioodil 2025–2040 kokku 308 948 t CO₂ ekv (tabel 11). Meetme marginaalkuluks kujuneks 42,4 €/t CO₂ ekv.

Tabel 11. Poldrialade märjutamise mõju

	Ühik	2025–2030	2025–2040
Turvasmuldadel põllumaa märjutamine	ha/aasta	170	
Turvasmuldadel põllumaa märjutamine	ha	1 019	1 019
Mineraalmuldadel põllumaa märjutamine	ha/aasta	566	
Mineraalmuldadel põllumaa märjutamine	ha	3 399	3 399
CO ₂ ekv vähenemine keskmiselt aastas	tonn	13 350	19 309
CO ₂ ekv vähenemine kokku (kumulatiivne)	tonn	80 098	308 948
Saamata jäänud tulu keskmiselt aastas	mln €	0,6	0,8
Saamata jäänud tulu kokku (kumulatiivne)	mln €	3,4	13,1
Marginaalkulu	€/CO ₂ ekv t	42,4	42,4

Allikas: Autorite arvutused

Eestis tegeleb märgalade taastamise ja tervendamise Eestimaa Looduse Fond, näiteks on alustatud Lavassaare, Kõrsa ja Kikepera soolade taastamisega. Iga objekti taastamise (k.a märjutamise)

¹⁶ 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Tier 1

võimalused ja kulu võib suurel määral erineda. Mõne soo taastamiseks võib piisada ainult kuivenduskraavide kinni ajamisest, teise puhul aga tuleb teha märgatavalt laiemad reljeefianalüüsid, et võimalikud tööd paika panna. Enne ala märjutamist on väga oluline uurida, kuidas taastatud märgala mõjutab ümbruskonna veerežiimi (joogivee kasutus, mõju ulatus lähedal olevatele põllumaadele jne). Marko Kohv ja Piret Pungas-Kohv on toonud välja oma ajakirjale Eesti Loodus kirjutatud artiklis: „Soode taastamine kui praeguse sajandi maaparandus“, et märgalade taastamise vajalikud tegevused tuleks täpsemalt lahti kirjutada veemajanduskavades, mida uuendatakse 2027. aastal¹⁷.

Märgalade taastamist võiks võrrelda keskkonnarajatiste rajamisega¹⁸, kus tööde maksumused sõltuvad peamiselt objekti asukohast ja seal valitsevatest tingimustest (pinnas, kraavide seisukord, metsa- või võsastumise astmest jne). Peamised tööd, mida alade märjutamiseks vajalik teha oleks on: kuivenduskraavide kraavivallide likvideerimine, veevoolu ja pinnase erosiooni takistamiseks paisude rajamine ja osaliselt kraavide kinni ajamine, koprapaisude likvideerimine, vajadusel paisu tiibade rajamiseks puude raie. Nimetatud tööde maht ja vajadus võivad aga objektiti suuresti erineda. Lisaks eeldavad nii keskkonnarajatise rajamine kui ka alade märjutamine teatavate tehniliste projektide (taastamiskava, ehitusprojekt) koostamist. Projekteerimise maksumuse määrab aga objekti suurus ja keerukus. Lisaks projekteerimisele võib olla vajalik KMH ja NATURA eelhinnangu koostamine ning vee-elustiku eksperdi kaasamine. Eesti Keskkonnamõju Hindajate Ühingu ekspertide hinnangul on KMH eelhinnangu koostamise maksumuseks 2000 eurot projekti kohta, NATURA eelhinnangu koostamine 1000 euro/projekt ning vee-elustiku eksperdi kaasamine samuti 1000 euro/projekt.

2.3. Loomade arvu stabiliseerimine põllumajanduses

Loomakasvatusest tulenev KHG heide oli 2021. aastal 873,6 kt CO₂ ekv, millest valdava enamuse moodustas heide veiste soolesisesest fermentatsioonist ja sõnnikukäitlusest ning teise suure osa moodustas heide seakasvatusest.

Aastate 2016–2020 keskmisena oli Eestis 85 400 piimalehma. METK koostatud prognooside¹⁹ kohaselt väheneb piimalehmade arv kümneaastases perspektiivis võrreldes aastate 2016–2020 keskmisega kuni 2031. aastani, kuid 2032. aastal (85 629 piimalehma) ületab võrdlusbaasi. Samal ajal suureneb piimatoodang piimalehma kohta kümne aasta jooksul 21,8%, ulatudes kuni 11 327 kilogrammini aastas. Lehmade keskmise piimatoodangu kasvuga piimalehmade KHG-de emissioon kasvab, samas väheneb ühe kilogrammi toodetud piima kohta emiteeritavate kasvuhoonegaaside kogus. Näiteks, keskmine piimalehm emiteeris 2023. aastal 5,94 tonni CO₂ ekv, siis 2030. aastaks kasvab see 6,18 tonnini CO₂ ekv ning 2040. aastaks ulatub juba 6,57 tonnini CO₂ ekv.

Võrreldes 2023. aastaga kasvab keskmine KHG heite kogus piimalehma kohta 2030. aastaks 4% ning 2040. aastaks 10%. Seega, isegi kui piimalehmade arv stabiliseerub, suureneb piimalehmade KHG heite kogus aastase piimalehma kohta toodetava toodangu arvelt. Prognooside kohaselt toodetakse Eestis 2033. aastal 978 045 tonni lehmapiima, mis on 21% rohkem kui aastate 2016–2020 keskmine.

¹⁷ Soode taastamine kui praeguse sajandi maaparandus | Loodusajakiri.

¹⁸ [Maaparanduslike uuendustööde ühikuhinnad 2023 aruanne_2.pdf \(agri.ee\)](#)

¹⁹ Põllumajandusloomade ja väetiste osas integreeritud kasvuhoonegaaside ja õhusaasteainete prognoosimise süsteemi loomine (prognoosimudel), 2023.

Aastate 2016–2020 keskmisena oli Eestis 292 800 siga²⁰. Sigade arv kasvab kümneaastases perspektiivis (võrreldes aastate 2016–2020 keskmisega) METKi 2023. aasta prognoosi järgi 2,1% ja jõuab 2032. aastaks 299 942 seani.

Võttes aluseks METK prognoositud piimalehmade arvu võrdluses aastate 2016–2020 keskmisega, väheneb piimalehmade KHG-de emissioon perioodil 2025–2030 kokku 8706 tonni CO₂ ekvivalenti ning perioodil 2025–2040 kasvab 348 670 tonni CO₂ ekvivalenti (tabel 9). Samal ajal suureneb sigade KHG-de emissioon perioodil 2025–2030 kokku 7401 tonni CO₂ ekvivalenti ning perioodil 2025–2040 kokku 19 846 tonni CO₂ ekvivalenti.

Antud uuringu raames hinnati piimalehmade ja sigade arvu muutuse (+/- 1000 looma võrra aastas) mõju piima ja sealiha isevarustatuse tasemele ning selle kaasnevat mõju KHG heite muutusele. Piimalehmade arvu vähendamise/suurendamise tulemusena 1000 pea kohta, piimalehmade KHG-de emissioon perioodil 2025–2030 muutub kokku (+/-) 36 401 tonni CO₂ ekvivalenti ning perioodil (+/-) 2025–2040 kokku 100 480 tonni CO₂ ekvivalenti. Sigade arvu vähendamise/suurendamise tulemusena 1000 pea kohta, sigade KHG-de emissioon perioodil 2025–2030 muutub kokku (+/-) 1137 tonni CO₂ ekvivalenti ning perioodil 2025–2040 kokku (+/-) 3031 tonni CO₂ ekvivalenti (tabel 12).

Tabel 12. Loomade arvu stabiliseerimise mõju, tonni

Näitaja	2025–2030	2025–2040
Piimalehmade arvu prognoos vs 2016–2020 keskmine		
t CO ₂ ekv muutus (+/-) keskmiselt aastas	-1 451	21 792
t CO ₂ ekv muutus (+/-) kokku (kumulatiivne)	-8 706	348 670
Sigade arvu prognoos vs 2016–2020 keskmine		
t CO ₂ ekv muutus (+) keskmiselt aastas	1 234	1 240
t CO ₂ ekv muutus (+) kokku (kumulatiivne)	7 401	19 846
Piimalehmade arvu vähendamine/suurendamine 1000 pea võrra		
t CO ₂ ekv muutus (+/-) keskmiselt aastas	6 067	6 280
t CO ₂ ekv muutus (+/-) kokku (kumulatiivne)	36 401	100 480
Sigade arvu vähendamine/suurendamine 1000 pea võrra		
t CO ₂ ekv muutus (+/-) keskmiselt aastas	189	189
t CO ₂ ekv muutus (+/-) kokku (kumulatiivne)	1 137	3 031

Allikas: Autorite arvutused

Võttes aluseks 2023. aasta keskmise piima kokkuostuhinna (436,73 €/t) ja aastase piimalehma toodangu (10 608 kg) on iga keskmise produktiivlooma toodangust saamata jääv tulu 4633 eurot. 2023. aasta kattetulu arvestuste alusel on 11 000 kg piimatoodanguga piimalehma kohta kattetulu 2045 eurot. Loomade arvu muutus mõjutab vastavalt selles suurusjärgus põllumajandustootja majandustulemust. Seakasvatases oli ühe nuumsea kattetulu 2023. aastal 15,88 eurot, aastas üldjuhul kaks pesakonda.

Statistikaameti 2023. aasta andmetel toodeti Eestis 894 713 tonni piima ning 39 837 tonni sealiha tapakaalus. Isevarustatuse tase 2023. aastal oli lehmapiimal 172% ja sealihal 77%. Seega lehmapiima toodetakse Eestis oluliselt rohkem kui seda tarbitakse, samas sealiha puhul on tarbimine suurem kui kodumaine toodang.

Analüüsi tulemustest selgus, et lehmade arvu vähendamine 1000 pea võrra vähendab isevarustatuse taset piimal 2–2,2 protsendipunkti võrra, mis omakorda mõjutab toorpiima ja piimatoodete ekspordist saadava tulu suurst. Aastaks 2040. võib piima isevarustatuse tase olla kuni 22 protsendipunkti võrra

²⁰ Statistikaamet, PM09

suurem kui 2023. aastal, hoolimata sellest, et lehmi on 1000 võrra vähem. Seega, piimalehmade produktiivsuse suurenemine võib kompenseerida loomade arvu vähenemisest tulenevaid negatiivseid mõjusid piima isearustatuse tasemele. Võttes arvesse piimalehmade produktiivsuse kasvu, piima isearustatuse tase praegusel tasemel hoidmiseks (ca 170%) on vaja aastatel 2030–2040 piimalehmi 5000–9000 vähem võrreldes praegusega.

Kui vaadata sigade arvu vähenemist 1000 pea võrra, siis sellega ei kaasne olulist mõju sealihä isearustatuse tasemele. Analüüsist selgus, et sigade arvu vähendamine 1000 pea võrra vähendab isearustatuse taset sealihäl 0,3 protsendipunkti võrra.

2.4. Biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat)

Biogaasi tootmine on võimalus väärindada kohalikku toorainet nagu sõnnik, biolagunevad jäätmed, reovesi, reoveesetted, põllumajanduslikku päritolu jäätmed ja muu biomass, energiaks. Biometaan on taastuvatest allikatest pärit kütus, kus on üle 95% metaani (CH₄) ning, mis oma omadustelt on võrdne maagaasiga. Seetõttu võib biometaani segada maagaasiga. Biometaani energiatõhususe tagab CO₂-st ja teistest komponentidest (vesiniksulfiid, lämmastikuühendid, hapnik, siloksaanid, lenduvaid orgaanilisi osakesed, süsinikmonooksiid ja ammoniaak) puhastamine. Rahvusvahelise Energiaagentuuri 2021. aasta bioenergia aruande²¹ kohaselt on biometaani sõidukite elutsükli hind 15%–20% kallim võrreldes bensiini- ja diiselsõidukitega. Raskeveokid, mis kasutavad kütusena gaasi, on soetamisel 10–30% kallimad. Keskmise biometaanijaama võimsus on 35 000 MWh ning Eesti potentsiaal biometaani tootmiseks on 570 000 MWh (kokku 16 jaama)²².

Eestis toodeti 2023. aastal 210 617 MWh biometaani, sh 33 583 MWh reoveesetetest, 61 729 MWh loomasõnnikust, 42 025 MWh toiduainetööstuse jääkidest, 69 965 MWh biojätmetest ja 3315 MWh muust biomassist²³. Eesti Biogaasijaamade Assotsiatsiooni andmetel oli 2022. aasta IV kvartali lõpu seisuga Eestis kaheksa töötavat biometaani jaama²⁴.

Eestis toodeti 2022. aastal sõnnikut 2,4 miljonit tonni, millest biogaasi tootmiseks kulus 360 165 tonni (~15%). Kokku toodeti sõnnikust biometaani²⁵ 12,06 miljonit Nm³.

Biogaasi tootmisel on mõjuriteks loomakasvatuse arengud ja biogaasijaamade asukohad (sõnniku transport). Sõnnikust biogaasi ja biometaani tootmisel on oodata põllumajandusest tekkivate kasvuhoonegaaside heitkoguste vähenemist, kuna osa toormetest tuleb põllumajandusest ja kääritatud sõnniku metaani ja dilämmastikoksiidi heide on väiksem kui vedelsõnnikul. KHG heite potentsiaalne vähenemine 1000 piimalehma ja 1000 sea kohta on toodud tabelis 13. On arvestatud, et aastaks 2030 toodetakse lisaks 12,44 miljonit Nm³ biometaani (juhul, kui lisandub 5-7 biogaasijaama), milleks on vaja täiendavalt 371 513 tonni piimalehmade ja sigade vedelsõnnikut. 2022. aasta andmete alusel kulub ühe miljoni Nm³ biogaasi tootmiseks 29 864 tonni vedelsõnnikut.

²¹ [IEA-Bioenergy-Annual-Report-2021.pdf \(ieabioenergy.com\)](#)

²² [539eea1ee73a40cbbaa0a4e74ff1f4a4.pdf](#), Liise Marie Reinik, 2023

²³ [Biometaani päritolutunnistused | Elering](#), Väljastatud päritolutunnistused

²⁴ [Biogaasijaamad Eestis | Eesti Biogaasi Assotsiatsioon](#)

²⁵ Looma ja linnusõnniku ressursi jaotus ja põllumajanduslike biogaasijaamade paiknemine Eestis, 2022, Värnik et al 2023

Tabel 13. KHG potentsiaalne vähenemine vedelsõnniku kasutamisel biogaasi tootmiseks

	1000 piimalehma	1000 siga
Vedelsõnnikut aastas, tonni	24 700	1 992*
Biogaasi potentsiaalne kogus, miljon Nm ³	0,83	0,07
CH ₄ heite vähenemine, t CO ₂ ekv	666	130
N ₂ O heite vähenemine, t CO ₂ ekv	260	-2,33
KHG heite vähenemine kokku, t CO ₂ ekv	926	128

*vedelsõnniku leidmisel arvestati 2023. a loomade arvuga toodangurühmades

Allikas: Autorite arvutused

Kokku 12,4 miljoni Nm³ biogaasi tootmisel väheneks sõnnikukäitlusega seotud KHG heide 14 109 t CO₂ ekv võrra²⁶, kui võrrelda selleks vajaliku vedelsõnniku käitlusega vedelsõnnikuhooldlas.

Eeldusel, et rajatakse 7 biogaasijaama, mille aastane toodang on 21 000 MWh (kokku 147 GWh biometaan), on investeringuvajadus kokku 98 miljonit eurot²⁷. Igale uuele biogaasijaamale digestaadihooldla (rõngasmahuti kattega) planeerimisel tuleb arvestada täiendava investeringuvajadusega kokku 3,3 miljonit eurot. Digestaadihooldla maksumus on arvatud Bioforce Ebavere OÜ digestaadihooldla füüsiliste parameetrite näitel²⁸ ning Kaasiku 2018. aasta andmete alusel²⁹, mis on korrigeeritud ehitushinnaindeksi muutusega³⁰.

Tabel 14. Rajatavate seitsme biogaasijaama toodanguga fossiilse diislikütuse asendamine

Näitaja	2025–2040
Rajatavate biogaasijaamade (ja digestaadihooldlate) arv	7
Fossiilse diislikütuse kasutuse vähenemine aastas	147 000 MWh 12 458 tonni
Investeering, miljon eurot jaama kohta	14 (1 jaam) 98 (7 jaama)
Investeering, miljon eurot digestaadihooldla kohta	0,5 (1 hooldla) 3,3 (7 hooldlat)
CO ₂ ekv vähenemine, tonni (kumulatiivne) 2025–2030 (sh sõnnikukäitus)	-265 980
CO ₂ ekv vähenemine, tonni (kumulatiivne) 2025–2040 (sh sõnnikukäitus)	-797 939
CO ₂ ekv vähenemine, tonni keskmiselt aastas (sh sõnnikukäitus)	-49 871
Marginaalkulu €/ CO ₂ ekv t	576-591

Allikas: Autorite arvutused

Sellise toodetud biometaan kogusega on võimalik asendada 12 458 tonni fossiilsest diislikütusest saadav energia, mis vähendab KHG heidet aastas 39 087 t CO₂ ekv, aastate 2025–2030 jooksul kokku 195 433 t CO₂ ekv ja aastate 2025–2040 jooksul kokku 586 299 t CO₂ ekv, millele lisandub sõnnikukäitlusest vähenev heide 14 109 t CO₂ ekv aastas (perioodil 2025–2030 kumulatiivselt 70 547 t CO₂ ekv ning perioodil 2025–2040 211 640 t CO₂ ekv). Meetme rakendamisel SKP väheneb aastatel

²⁶ 2022. aasta seisuga oli biogaasi meetme mõju vedelsõnniku käitlusele ca -15,7 kt CO₂ ekv (ehk toimus KHG heite vähenemine tänu olemasolevatele biogaasijaamadele). Koos lisanduva biogaasi tootmisega väheneb KHG heide veel 14,1 kt CO₂ ekv, mis annab kokku 2030. aastal hinnanguliselt 29,8 kt CO₂ ekv.

²⁷ „Biometaan tootmise ja kasutamise sotsiaalmajanduslik mõju Eestis“ Liise Marie Reinik, 2023

²⁸ https://kotkas.envir.ee/permits/public_view?search=1&owner_name=ebavere&permit_status=ISSUED&permit_id=144306

²⁹ Kaasik, A. (2018). Parim võimalik tehnika (PVT) veisekasvatuses kliimamuutuste ning NEC direktiivi kontekstis. Tartumaa põllumeeste liidu korraldatud infopäevade „Parim võimalik tehnika veisekasvatuses“ (24.07.2018 ja 26.07.2018) materjal. <https://www.pikk.ee/wp-content/uploads/2018/07/Parim-v%C3%B5imalik-tehnika-PVT-veisekasvatuses-kliimamuutuste-ning-NEC-direktiivi-kontekstis.pdf>

³⁰ IA09: Ehitushinnaindeksi muutus võrreldes eelmise aastaga | Aasta, Ressursigrupp ning Indeks. Statistikaamet. (04.05.2024) <https://www.stat.ee/>

2025–2040 ~169 miljonit eurot, kuid luuakse kuni 166 töökohta. Marginaalkulu on 576 kuni 591 €/ CO₂ ekv t (tabel 14).

Meedet tuleks rakendada kooskõlas biometaaniga tarbimise soodustamisega.

2.5. Metsa- ja põllumajandusmasinate viimine alternatiivkütustele või elektrile

JJM määrusega hõlmatud sektorisse kuuluvad transport, põllumajandus ning väikemahuline energeetika ja tööstus. EKUK andmetel oli heide põllumajanduses kasutatavatest kütustest 2021. aastal 213 831,8 t CO₂ ekv, mis on võrreldes 2005. aastaga (239 391 t CO₂ ekv) vähenenud 11%. See KHG heite kogus kajastatakse inventuuriaruandes energeetika valdkonnas, kuid kliimaseaduse väljatöötamisel kestlike toidusüsteemide arvestuses vaadeldakse põllumajandussektorist tuleneva heitena, mille vähendamine panustab põllumajanduse eesmärgi täitmisse.

Heide fossiilsete kütuste kasutamisest väheneb, kui kasutatakse sama energiatarbe saavutamiseks väiksema KHG heitega energiaallikat (biokütuseid³¹, taastuvallikatest toodetud elektrit). Diislikütuse KHG eriheide on 3,1347 t CO₂ ekv/t, HVO-I (hüdrogeenitud taimeõli, *Hydrotreated vegetable oil, HVO*) 0,0108 t CO₂ ekv/t, maagaasil 55,3 t CO₂ ekv/TJ, biometaanil 0,3 CO₂ ekv/TJ, kuid arvesse tuleb võtta energiaallikate erinevat kütteväärtust. Antud uuringu puhul vaadeldakse KHG heite vähenemist ja kaasnevaid sotsiaalmajanduslikke mõjusid järgnevatel juhtudel:

- 25% ja 50% fossiilsetest kütustest (maagaas) asendatakse biometaaniga;
- 25% ja 50% fossiilsetest kütustest (diislikütus) asendatakse hüdrogeenitud taimeõliga (HVO).

Heide fossiilsete kütuste kasutamisest väheneb, kui kasutatav kütuse kogus väheneb. Kütuse kasutamine võib väheneda töökordade optimeerimisel (näiteks täppisviljelus, otsekülv, integreeritud taimekaitse) või ka optimaalse võimsusega masinate valimisel, näiteks saadusi transporditakse põllult hoidlasse traktorite asemel veoautodega. Antud uuringu puhul vaadeldakse KHG heite vähenemist ja kaasnevaid sotsiaalmajanduslikke mõjusid järgnevatel juhtudel:

- 10% fossiilsetest kütustest (diislikütus või maagaas) asendatakse elektrienergiaga;
- kasutatava fossiilkütuse koguse (diislikütus või maagaas) vähendamine, asendades traktorid veotöödel kohandatud veoautodega;
- Künnipõhise maaharimise asendamine otsekülviga.

Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskuse 2019. aastal tehtud analüüsi „Eesti kliimaambitsiooni tõstmise võimaluse analüüs“³² lisa on MS Excelis töötav analüüsitudel, mis võtab aluseks rahvamajanduse arvepidamise sisend-väljundraamistikku, kuid alternatiivkütusel põllumajandusmasinate meede (agri06) ei ole mudelis kajastatud, kuna uuringu teostamise hetkel puudus tehnoloogia põllumajandusmasinates alternatiivkütustele üle viimiseks. Sama uuringuga on analüüsitud energeetikasektoris (en12) põllumajandusmasinates alternatiivkütuste kasutamist. Rakendamise potentsiaal on 29 000 tonni diislikütust. SEIT analüüsi tulemusel on leitud, et meede on kõrge

³¹ [Alkoholi-, tubaka-, kütuse- ja elektriaktsiisi seadus–Riigi Teataja](#), [Energiamaajanduse korralduse seadus–Riigi Teataja](#)

³² ISBN: 978-9949-9656-4-9; Kasutatud on 2019. aastal koostatud 2017. aasta KHG inventuuri andmeid

marginaalkuluga, kuna kulu alternatiivkütusele (biodiisli 15,4% kallim hind) on suurem kui fossiilse kütuse kokkuhoid ning meede on negatiivse sotsiaalmajandusliku mõjuga.

Fossiilkütuste tekitatud negatiivne mõju ületab biokütuste positiivse mõju ehk marginaalkulu oleks 525,1 €/t CO₂ ekv, investeeeringuvajadus on hindamata. Kuid sisemajanduse kogutoodangu väärtus väheneks ~4,7 miljonit eurot aastas perioodi 2021–2050 jooksul, töökohtade arv väheneks 47 võrra aastas (sh otsesed töökohad väheneks 2 võrra aastas).

Samuti on vaadeldud uuringus bioloogilistest materjalidest toodetud biometaan osakaalu suurendamist transpordisektori gaasitarbimises. Meetme kohta tehtud arvutustes pole arvestatud mõjudega, mis kaasnevad vedelkütustelt biometaanile üleminekul, vaid arvutused tehtud on eeldusel, et surugaasi tarbimine transpordis võimaldab osa sellest üle viia biometaanile ja heite vähenemine tekib biometaan heite vastu.

Värskendatud analüüsimudelisse on võetud 2020. aasta rahvamajanduse sisend-väljundraamistiku andmed³³, millele ülesehitatud metoodika kohaselt seotakse erinevad lähteandmed eesmärknäitajate arvutamiseks. Sisendiks on põllumajanduses tehtavad investeeringud alternatiivkütustel töötavatesse masinatesse ning sisend-väljundraamistiku koefitsiendid, võttes arvesse imporditava fossiilse diislikütuse ja maagaasi nõudluse vähenemist ning asendamist imporditud teise põlvkonna biodiislikütusega ehk HVO või Eestis toodetud biometaaniga. Endiselt esineb metsa- ja põllumajandusmasinate alternatiivkütustele üleviimisel määramatust ning pigem on tegu teoreetilise hinnanguga, seda eriti hübriid- ja elektril töötavatele masinatele üleminekul.

Statistikaameti andmetel oli 2022. aastal liiklusregistris arvel 36 442 traktorit, 2574 ekskavaatorit, 1643 kombaini ja 520 metsatöömehinat³⁴. 2023. aasta struktuuriuuringu³⁵ andmetel oli 2023. aastal kokku 10 712 põllumajanduslikku majapidamist. Mootoriga mullaharimismasinaid oli põllumajandustootjate ainuomanduses 1499 majapidamisel, tera- ja kaunvilja- ning õli- ja heinaseemnete kombaine oli ainuomanduses 1938 majapidamisel. Oluline osa põllumajandusmasinatest ei ole põllumajanduslike majapidamiste omandis. Teistele kuuluvaid traktoreid kasutas 5359 majapidamist ning teistele kuuluvaid tera- ja kaunvilja ning õli- ja heinaseemnete kombaine kasutas 2285 majapidamist³⁶.

Seega puudutab alternatiivkütuste kasutamine ~7000 ettevõtjat. Biomassist saadavat biogaasi kasutab energia tootmiseks 10 majapidamist. Päikeseenergia seadmeid kasutatakse energia tootmiseks 966 majapidamises. Sellistes majapidamistes on olemas eeldused, et kasutada omatoodetud päikeseenergiat alternatiivina fossiilsele diislikütuseenergiale.

Põllumajandusmasinates on lubatud kasutada erimärgistatud diislikütust, mille ostud märgitakse erimärgistatud diislikütuse õigustatud isikute registrisse. PRIA andmetel ostis 2023. aastal 4995 isikut erimärgistatud diislikütust kokku 75,5 miljonit liitrit (63,8 tuhat tonni; diislikütuse tihedus 15°C juures on

³³ RAT00002, kasutamise tabel alushindades (ESA 2010), 2020. aasta; RAT00004: sümmeetriline sisend-väljundtabel alushindades (ESA 2010), 2020. aasta; RAT00006: sümmeetriline impordi kasutamise sisend-väljundtabel (ESA 2010), 2020. aasta - sümmeetriline sisend-väljundtabel alushindades toodete kaupa, sümmeetrilised kodumaise toodangu ja impordi kasutamise sisend-väljundtabelid toodete kaupa, kodumaise toodangu ja impordi otsekulude koefitsiendid, kodumaise toodangu ja impordi täiskulude koefitsiendid

³⁴ TS33: Liiklusregistris arvel olevad liikurmasinad ja traktorihaagised, 31. detsember

³⁵ Statistikaamet, PMS441

³⁶ Statistikaamet, PMS313

800–845 kg/m³). Statistikaameti andmetel tarbiti põllu- ja metsamajanduses diislikütust 2021. aastal 97,8 tuhat tonni ja 2022. aastal 98,3 tuhat tonni³⁷.

Biodiislikütust toodetakse biomassist, seejuures HVO-d võib segada diislikütusesse ja võib kasutada 100% puhtana³⁸. HVO-d toodetakse triglütseriide sisaldavate lähteainete (näiteks palmiõli) hüdro- töötlusel. HVO osakaal biodiisli müügikogustes oli Eesti Maksu- ja Tolliameti andmetel 62,1% (TJ vaadatuna). HVO kütteväärtus (44 MJ/kg) on kõrgem kui diisliil, kuna HVOs on enam vesinikku ja vähem süsinikku (~84,6%), ja eriheitetegur on 0,25 t CO₂/TJ. Diislikütuse asemel HVO kasutamine ei vaja traktori või kombaini väljavahetamist, kuid suurenevad muutuvkulud (näiteks tihedam filtrite vahetamine). Võrdluses biodiisliga on HVO säilivusaeg pikem ja seda saab kasutada kuni –34°C juures³⁹. Euroopas toodetakse HVO-d Soomes (UPM, Neste), Taanis (Preem, eeltöötlus), Prantsusmaal, Hispaanias (Cepsa, Repsol), Itaalias (ENI). Asendusena fossiilkütusele on endiselt tegu 100% imporditava kaubaga, mille vajadus oleks koguseliselt 50% asenduse puhul aastatel 2025–2040 kokku 340,7 kt ja 25% asenduse puhul aastatel 2025–2030 76,6 kt. Kütusekulu kokkuhoid võrreldes fossiilse diislikütusega on 4,3%⁴⁰.

Diislikütust imporditi Eestisse 2022. aastal 869,3 kt, millest eksporditi 47 kt. Võrreldes erimärgistatud diislikütuse hinnaga on HVO hind (*Renewable Diesel, rED*) kuni 2/3 kõrgem. Eestis müüvad HVOd kolm tanklaketti. Keskkonnaagentuuri andmetel pärines 2022. aastal 36% Eestis müüdüd HVO-st taimse või loomse õli jääkidest, 24% palmiõli tootmiskäitise heitveest ning 3% ulatuses tarvitati kasutatud toiduõli. Probleemkoht heitearvutusmetoodikas on HVO tootmine 32% palmiõli rasvhapete destillaadist, mis on palmiõli töötlemise jääk ja jääde, ehk tootmise kaasprodukt, mille puhul tuleb arvesse võtta palmiõli tootmisest ja vihmametsade hävimisest põhjustatud süsinikuheide.⁴¹ Praeguses uuringus on eeldatud, et kogu HVO on toodetud mitte palmiõli kaasproduktina.

HVO hind 1,890 €/l⁴², erimärgistatud diislikütuse 2023. aasta keskmine hind 1,159 €/l⁴³. Erimärgistatud diislikütuse aktsiisimäär on 21 €/1000 l kohta, tava diislikütusel ning HVO-l 372 €/1000 l kohta⁴⁴.

2.5.1. Fossiilse diislikütuse asendamine hüdrogeenitud taimeõliga (HVO)

Vaadeldud on metsa- ja põllumajandusmasinates ning ainult põllumajanduses kasutatava fossiilse diislikütuse asendamist HVO-ga. HVO on lisatav diislikütusele seguna või puhtalt kasutatav. Kuna tegu on erimärgistatud diislikütusest oluliselt kallima kütusega (+63%) kaasnevad põllumajandustootjatele suuremad kulud ja aktsiisialanduse puhul jääks riigile laekumata aktsiisitulu. Samas ei vajata lisainvesteeringuid masinate väljavahetamiseks. HVO on imporditav kaup, mistõttu väliskaubanduse saldo halveneb, SKP väheneb perioodi jooksul 56–86 miljoni euro võrra. Meetme marginaalkulu on 217 €/t CO₂ ekv.

FADN andmetel on perioodil 2020–2022 aastakeskmisena taimekasvatuse tootmistüübi energiakulu 16% vahetarbimise kuludest. Kui energiakulu suureneks samas suurusjärgus ning kui HVO on kallim

³⁷ Statistikaamet, KE062

³⁸ [Arendus2022_aruanne_final.pdf \(klab.ee\)](#), Keskkonnauuringute Keskus, 2022

³⁹ [HVO.indd \(ofimagazine.com\)](#)

⁴⁰ Karlis Padar „Biokütuste mõju kütuseturule“, 2020, [Microsoft Word - Padar.docx \(sisekaitse.ee\)](#)

⁴¹ [Rohediisli ehk HVO kasutamine võib süsinikuheidet hoopis kasvatada | Majandus | ERR](#)

⁴² Terminal Oil teenindusjaamades

⁴³ [Weekly Oil Bulletin \(europa.eu\)](#), tööleht wo taxes 2023. aasta keskmine hind+210 /1000 l (EDK alandatud aktsiisimäär Eestis) * 1,20 (Eestis kehtiv käibemaks 20%)

⁴⁴ Alkoholi- tubaka-, kütuse- ja elektriaktsiisi seadus § 66 <https://www.riigiteataja.ee/akt/101072023009>

diislikütuse hinnast, suureneks vahetarbimise kulu ~10%. Aianduse tootmistüübis oleks suurenemine vastavalt 10% ja ~7%. Kuna asendamine toimuks järk-järgult, ei ole mõju kulude kasvule nii ulatuslik.

Kui diislikütusest asendatakse põllumajanduses HVO-ga 2025. aastal 10% ning suurendades HVO osakaalu kuni 2030. aastani 25%-ni, on lisakulu tootjatele 46,7 miljonit eurot, seejuures asendatakse nende aastate jooksul kokku 68 914 tonni diislikütust ja heide väheneb kokku kuue aasta jooksul 215 286 t CO₂ ekv võrra (tabel 15). HVO aktsiisvabastuse puhul jääks erimärgistatud diislikütuse aktsiisi laekumata aastatel 2025–2030 kokku 1,4 miljonit eurot.

Kui diislikütusest asendatakse põllu- ja metsmajanduses HVO-ga 2025. aastal 10%, suurendades kuni 2030. aastani osakaalu 25%-ni, on lisakulu ettevõtjatele 71,9 miljonit eurot, seejuures asendatakse nende aastate jooksul kokku 106 164 tonni diislikütust ja heide väheneb kokku kuue aasta jooksul 331 654 t CO₂ ekv võrra.

Tabel 15. HVO-ga fossiilse diislikütuse asendamise mõju

Näitaja	2025–2030	2025–2040	2025–2030	2025–2040
	Põllumajandus		Põllu- ja metsamajandus	
HVO-ga asendusmäär	10–25%	10–50%	10–25%	10–50%
Fossiilse diislikütuse kasutuse vähenemine, tonni (kumulatiivne)	-68 914	-333 084	-106 164	-513 126
Asendusena kasutatav HVO, tonni (kumulatiivne)	68 268	329 964	105 169	508 319
Lisakulu, mln eurot (kumulatiivne)	46,7	225,8	72,9	347,8
CO ₂ ekv vähenemine, tonni (kumulatiivne)	-215 286	-1 040 548	- 331 654	-1 602 994
Marginaalkulu €/CO ₂ ekv t	217			

Allikas: Autorite arvutused

Kui diislikütusest asendatakse põllumajanduses HVO-ga 2025. aastal 10%, suurendades kuni 2040. aastani osakaalu 50%-ni, on lisakulu tootjatele 1,5 miljardit eurot, seejuures asendatakse nende aastate jooksul kokku 333 084 tonni diislikütust ja heide väheneb 16 aasta jooksul kokku 1 040 548 t CO₂ ekv võrra. HVO aktsiisvabastuse puhul jääks aastatel 2025–2040 erimärgistatud diislikütuse aktsiisi laekumata kokku 8,3 miljonit eurot.

Kui diislikütusest asendatakse põllu- ja metsmajanduses HVO-ga 2025. aastal 10%, suurendades kuni 2040. aastani osakaalu 50%-ni, on lisakulu ettevõtjatele 2,3 miljardit eurot, seejuures asendatakse nende aastate jooksul kokku 513 126 tonni diislikütust ja heide väheneb kokku 16 aasta jooksul 1 602 994 t CO₂ ekv võrra.

2.5.2. Fossiilse maagaasi asendamine biometaaniga

Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskuse 2019. aastal tehtud analüüsi „Eesti kliimaambitsiooni tõstmise võimaluse analüüs“⁴⁵ meede en05 (Bioloogilistest materjalidest toodetud biometaani osakaalu suurendamine transpordisektori gaasitarbimises) kajastas fossiilset päritolu transpordikütuste asendamist biometaaniga⁴⁶. Eeldati, et maagaas asendatakse biometaaniga, et vältida masinapargi

⁴⁵ ISBN: 978-9949-9656-4-9; Kasutatud on 2019. aastal koostatud 2017. aasta KHG inventuuri andmeid

⁴⁶ 2018. aastal biometaani tootmise omahind 150 €/MWh, investeeingu erikulu 1,8 miljonit €/ 1 miljonit m³ biometaani kohta, muutuvkulud 44 €/MWh.

väljavahetamise vajadust. Selle meetme mõju on positiivse marginaalkuluga (5,3 €/tCO₂ ekv), ka SKP-le ja tööhõivele on mõju positiivne.

2022. aastal tarbiti põllumajanduses energiana (sh kütteks) maagaasi 6,3 mln m³ ja 1,6 tuhat tonni vedelgaasi, metsamajanduses 0,1 tuhat tonni vedelgaasi⁴⁷. Riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030 näeb ette taastuvate transpordikütuste osakaaluks 14% ja see kaetakse eelkõige kodumaise biometaaniga, pidades silmas gaasiliste kütuste kasutamise perspektiivi Eestis. Kavas on toota kuni 340 GWh biometaan. Eesti potentsiaaliks on 460 mln m³/aastas, mis on enam kui pool Eesti maagaasi tarbimisest⁴⁸. Hetkel on biometaan eelkõige suunatud ühistranspordi tarbeks. Biometaan on aktsiisimääraga 0 €/1000 m³, samal ajal kui maagaasi aktsiis on 40 €/m³ ja veeldatud maagaas 55,79 €/1000 kg. Maagaasi (CNG) hind on 1,189 €/kg, vedelgaasi (LPG) hind 0,684–0,849 €/kg, biometaan hind 1,04 kuni 1,09 €/kg.

Eestis on registreeritud 432 N1-N3 kategooria sõidukit, mis töötavad gaasil. Gaasimootoriga T-kategooria traktoreid registreeritud ei ole⁴⁹. Fossiilse maagaasi asendamine biometaaniga võiks toimuda pigem põllumajandustootjate kasutuses olevates veoautodes ja võiks olla vaadeldav koos traktorite asendamisega veoautodega põllumajandussaaduste transporditööl põllult hoidlasse. Kaasneb investeeringuvajadus gaasimootoritega veoautodesse. Järelturu CNG veokite maksumus on 18 500 kuni 60 000 eurot⁵⁰.

Tabel 16. Fossiilse maagaasi biometaaniga asendamise mõju

Näitaja	2025–2030	2025–2040
Biometaaniga asendusmäär	10–25%	10–50%
Fossiilse maagaasi kasutuse vähenemine, mln m ³ (kumulatiivne), primaarenergia, 9,361 kWh/1 m ³	6,8	32,9
Asendusena kasutatav biometaan, mln m ³ (kumulatiivne), primaarenergia, 10 kWh/1 m ³	6,37	30,78
Lisakulu, miljonit eurot (kumulatiivne)	41,4	109
CO ₂ ekv vähenemine, tonni (kumulatiivne)	-38 393	-414 267
Marginaalkulu €/CO ₂ ekv t	264	

Allikas: Autorite arvutused

Asendades põllumajanduses fossiilse maagaasi biometaaniga väheneb SKP ~113 miljonit eurot, töökohtade arv suureneb (~43 töökohta aastas). Väliskaubanduses väheneb imporditava maagaasi nõudlus, mis asendatakse kohaliku biometaaniga. Kuna biometaan eriheide on nullilähedane, väheneb KHG heide aastate 2025–2030 jooksul kokku 12 797 t CO₂ ekv ja aastate 2025–2040 jooksul kokku 61 856 t CO₂ ekv. Meetme marginaalkulu on 264 €/CO₂ ekv t ehk kulud ületavad säästu. Biometaan aktsiisivabastuse korral on riigile maagaasi aktsiisist laekumata kumuleeritud tulu perioodil 2025–2030 kokku 0,3 miljonit eurot ja perioodil 2025–2040 1,3 miljonit eurot (tabel 16).

⁴⁷ Statistikaamet, KE062

⁴⁸ Eesti riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030 (REKK 2030) (mkm.ee)

⁴⁹ [Sõidukite statistika | Transpordiamet](#)

⁵⁰ Rasketehnika.ee

2.5.3. Kasutatava kütuse koguse vähendamine, asendades traktorid veotöödel kohandatud gaasimootoriga veoautodega

Olenevalt traktori võimsusest on traktori töötundi maksumus erinev, ulatudes 29 eurost 70 euron, sealhulgas diislikütuse maksumus 10–36 €/h (arvestusega, et diislikütust kulub 9–31,5 l/h⁵¹). Arvutusi on tehtud 81 kW nimivõimsusega traktori (4,4 liitrine mootor, nelikvedu) näitel. Traktori erimärgistatud diislikütuse kulu tunnis on 22,9 l⁵² ehk 26 €/h, millest tekivad KHG heide on 60,08 kg CO₂ ekv/h. Asendades diislikütusel töötava traktori põllumajandussaaduste veol põllult hoidlasse biometaanil töötava veoautoga, mille biometaani kulu tunnis on 2,66 kg, maksumusega 2,83 eurot, väheneks KHG heide töötundi kohta ~60 kg CO₂ ekv. Marginaaltulu 0,388 €/kg CO₂ ekv (tabel 17).

Tabel 17. Diislikütuse kasutuse vähendamise mõju traktori töötundide asendamisel biometaanil töötavate veoautode töötundidega

	Diislikütusel traktor	Biometaanil veoauto
Kütusekulu	22,9 l/h	2,66 kg/h
Kütuse maksumus	26,13 €/h	2,83 €/h
Kütuse eriheide	2,6239 kg CO ₂ ekv/l	0,00108 kg CO ₂ ekv/m ³
Töötunde	1100	1100
EDK vähenemine aastas 3%	-9,6 mln l	
KHG heide vähenemine 2025–2030, t CO ₂ ekv	-151 880	
KHG heide vähenemine 2025–2040, t CO ₂ ekv	-405 014	

Allikas: Autorite arvutused

Järelturu CNG veokite maksumus on 18 500 kuni 60 000 eurot. Meede toimiks koosmõjus fossiilse maagaasi asendamisega biometaaniga põllumajanduses kasutatavates masinates ning selle tulemusel väheneks fossiilse diislikütuse kasutatav kogus. Traktori töötundideks hinnatakse aastas 1100 kuni 1400 töötundi, kui eeldada, et 3% sellest asendatakse veoautode töötundidega oleks potentsiaalne diislikütuse asendus biometaaniga 9,6-12 mln liitri ulatuses ja KHG heide vähenemine aastas oleks 25 313 – 32 217 t CO₂ ekv.

Eraldi sotsiaalmajanduslikku mõju SKP-le ja tööhõivele ei hinnatud, kuna mõju sisaldub juba fossiilse maagaasi asendamise mõjus.

2.5.4. Fossiilsete kütuste asendamine elektrienergiaga

Statistikaameti andmetel⁵³ oli 2023. aastal 966 põllumajanduslikul majapidamisel seadmed päikeseenergia tootmiseks.

Asendades 10% (9,83 tuhat tonni) 2022. aasta põllu- ja metsamajanduses kasutatud diislikütuse kogusest päikeseenergiast toodetud elektriga on KHG heide vähendamise potentsiaal 2614 t CO₂ ekv aastas. Võimalused on elektril töötavate mootorite või väikeagregaatide puhul.

⁵¹ METK Agrotehnoloogia valdkond, masinakulude kalkulaatorid [Masinakulude kalkulaatorid I Maaelu Teadmuskus \(agri.ee\)](#)

⁵² [Sten Paltsar 2015BA TT täistekst.pdf \(emu.ee\)](#). 2015, S.Paltsar

⁵³ Statistikaamet, PMS313

Asendades põllumajanduses kasutatavast fossiilselt maagaasi kogusest 10% (5,8 MWh) päikeseenergiast toodetud elektriga on KHG heite vähendamise potentsiaal 1174 t CO₂ ekv aastas. Eraldi sotsiaalmajanduslikku mõju SKP-le ja tööhõivele ei hinnatud.

2.5.5. Künnipõhise maaharimise asendamine otsekülviga

Statistikaameti 2023. aasta põllumajanduse struktuuriuuringu andmetel⁵⁴ kasutas 4730 põllumajanduslikku majapidamist tavatehnoloogiat ehk kündmist kokku 214 881 ha põllukultuuride pinna harimisel, 322 670 ha rakendati kaitsva maaharimise ehk pindharimise meetodit ja 43 728 ha otsekülvi meetodit. Kuna mahepõllumajanduses (kokku mahepõllumajanduslik pind 2022 aastal 231 011 ha, millest 40,6% on püsirohumaal) kasutatakse valdavalt künnipõhist tehnoloogiat, on 77 766 ha (~13% põllukultuuride kasvupinnast) potentsiaalne pind, millel on künnipõhine tehnoloogia võimalik asendada otsekülviga.

Kütusekulu kõigub kultuuride, mulla omaduste, masina jmt lõikes. Eesti Maaülikool on hinnanud erinevate mullaharimise meetodite kütusekulu⁵⁵. Ning neid andmeid on kasutatud ka siinses uuringus. Üldjuhul on kütuse kulu hektari kohta künnipõhise tehnoloogia puhul 14,6-19,6 l kõrgem võrreldes pindharimisega ning 21,6-33,6 l kõrgem võrreldes otsekülviga. Eeldades, et teraviljade ja rapsi pinnast 13% puhul asendatakse künnipõhine tehnoloogia otsekülviga (2030. aastaks 51 630 ha), oleks aastane kütuse kokkuhoid 1,56 mln liitrit (~2% kogu aastasest diislikütuse kasutusest põllumajanduses), millega kaasneks KHG heite vähenemine 4132 t CO₂ ekv võrra aastas.

Võttes PRIA hindade kataloogist⁵⁶ otsekülviku hinnaks 350 000 eurot, arvestades seitsmeaastase amortisatsiooni perioodiga ning soetades 250 ha⁵⁷ kohta ühe külviku, on investeringuvajadus aastatel 2025–2030 207 külviku tarbeks kokku 72,3 mln eurot. Meetme rakendamisega kaasneks perioodil 2025–2030 kütuse kasutuse vähenemine ~4 mln liitri ulatuses ja heide väheneks 14 460 tonni CO₂ ekv võrra. Meetme marginaalkulu oleks 2053 €/ t CO₂ ekv. Riigile jääks laekumata diislikütuse aktsiisi 19 000–28 000 eurot aastas.

2.6. Mineraalväetiste kasutamise vähendamine

Kestlikus toidusüsteemis oli maaharimisest (JMM) tulenev KHG heide 2021. aastal 704,31 kt CO₂ ekv, mis tuleneb peamiselt anorgaaniliste lämmastikväetiste ehk mineraalväetiste kasutamisest. Mineraalväetiste (lämmastikväetis, N väetis) kasutamise vähendamise potentsiaal sõltub orgaanilise väetise olemasolust ning täppisviljelusmeetodite (sh täppisväetamise tehnoloogia) kasutamisest. Mineraalväetiste kasutamise vähendamine võib vähendada põllukultuuride saagikust ja mõjutada põllumajandustootjate otsust maakasutuse osas.

⁵⁴ PMS649: Maaharimismeetodid avapõllumaal. Statistikaamet. (04.04.2024) <https://www.stat.ee/>

⁵⁵ „Rapsi, nisu, rukki, odra ja tritikale viljeluse keskmiste kasvuhooonegaaside heitkoguste arvutamise meetodika väljatöötamine ja rakendamine Eestis“, EMÜ, 2015, [Rapsi, nisu, rukki, odra ja tritikale viljeluse keskmiste kasvuhooonegaaside heitkoguste arvutamise meetodika väljatöötamine ja rakendamine Eestis.pdf](#)

⁵⁶ PRIA hinnakataloog

⁵⁷ „Hinnang teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi 2016/2284 Lisas III toodud meetmete rakendamise võimalikkusele Eestis ning vastavate vähendamise meetmete efektiivsus ja majandusliku tõhususe analüüs“, EMÜ 2019 [ÖVP_EMÜ_09042019.pdf \(emu.ee\)](#)

Meetme „Mineraalväetiste kasutamise vähendamine“ mõju hindamisel võeti arvesse väetiste kasutamise vähendamise potentsiaalse mõju teravilja ning rapsi ja rüpsi (rapsi-rüpsi) saagikusele. Eeldati, et N väetiste kasutamist vähendatakse järk-järgult 10%, 20% või 30% aastaks 2030. Statistikaameti andmetel oli 2023. aastal teravilja kasvupind 352 148 ha ning rapsi-rüpsi kasvupind 76 486 ha. Perioodi 2020–2023 keskmine saagikus oli vastavalt 3887 kg/ha ja 2484 kg/ha⁵⁸. 2022. aastal kasutati põllumajandusmaal mineraalse väetise N toimeainet 42 053 t ning N väetise kasutamise otsene N₂O heide oli 175 121 t CO₂ ekv⁵⁹. Kui võrrelda lämmastikväetiste kasutamist 2021. aastaga (46 767 tonni, mis on erakordne viimase 30 aasta jooksul), siis võib öelda, et 2022. aastal oli väetise kasutuses märkimisväärne vähenemine, tänu millele vähenes ka KHG heide 10%. N-mineraalväetise vähendamisel võeti aluseks 90 kg N põllumaa ha kohta⁶⁰ vastavalt 2022. aasta andmetele.

Meetme mõju hindamisel arvestati põllumaa pindalaga. Taime- ja loomakasvatuse kattetulu metoodika⁶¹ alusel leiti teravilja ja rapsi potentsiaalne saagikuse vähenemise määr, kui kasutatud väetise kogus (N-elementina) väheneb 10%, 20 või 30%. Tulu hinnati teravilja ja rapsi-rüpsi kokkuostuhindade (vastavalt ca 195 eurot/t ja 505 eurot/t) alusel. Arvesse võeti perioodi 2020-2023 keskmised näitajad. Teravilja ja rapsi hinda kujundab maailmaturg ning Eestis pakkumise vähenemine ei mõjuta turult saadavat hinda.

Meetme „Mineraalväetiste kasutamise vähendamine“ mõju analüüsimisel hinnati nii KHG heide kui ka teravilja ja rapsi-rüpsi müügitulu ning väetisekulu vähenemist. Mineraalse lämmastikväetise maksumus oli Statistikaameti andmetel 2022–2023 keskmisena⁶² 0,99 eurot/kg⁶³. Lisaks arvestati, et kuna mineraalväetise kasutamise vähendamine toob kaasa põllukultuuride saagikuse vähenemise, vähendab see omakorda ka põllukultuuride jääkidega seotud KHG heidet.

N-mineraalväetise kasutamise vähendamise 10%, 20% ja 30% võrra võrreldes 2022. aastaga⁶⁴ mõju teravilja ja rapsi-rüpsi toodangule, müügitulule, väetise kulule ja KHG heitkogusele 2030. aastal, kui vähendus on täies mahus realiseeritud on toodud tabelis 18.

Teravilja aastase saagi vähenemiseks hinnati 167–502 tuhat tonni, rapsi-rüpsi seemnel 18–52 tuhat tonni. Eesti teravilja ja rapsi-rüpsi isevarustatuse tase oli 2022. aastal kõrge. Teravilja ja rapsi-rüpsi

⁵⁸ PM0281: Põllumajandusmaa ja -kultuurid | Maakond, Põllumajandusmaa/-kultuuri liik, Aasta ning Näitaja. Statistikaamet. (04.04.2024) <https://www.stat.ee/>

⁵⁹ Eesti CRF tabelid. (2024) Kasvuhoonegaaside inventuur 1990-2022. Kliimaministeerium. https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2024-03/EST_2024_14032024_135647_approved.7z

⁶⁰ Statistikaameti (PM065) andmetel oli 2022. aastal väetatud põllumajandusmaa pind oli 458 792 ha, millest 98% moodustas põllumaa. N kogus põllumajandusmaa hektari kohta oli 2022. aastal 92 kg, sellest arvutuslikult keskmiselt 90 kg N kulus põllumaa hektari väetamisel.

⁶¹ Kattetulu 2020-2023. Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatuses. Maaelu Teadmuskeskus. <https://metk.agri.ee/kattetulu>

⁶² Arvestades, et alates Venemaa sissetungist Ukrainasse 2022. aastal on olukord väetiseturul muutunud ja väetise hind on oluliselt tõusnud (2022. a 0,71 eurot/kg N väetist ja 2023. a 1,26 eurot/kg N väetist). 2021. aasta väetise maksumuse (0,32 eurot/kg N väetist) arvesse võtmine alahindaks meetme rakendamise seotud kulusid (perioodi 2021-2023 keskmise maksumuse 0,45 eurot/kg N väetist), seega arvestati perioodi 2022-2023 keskmise väärtusega

⁶³ VKK10: Kaupade eksport ja import | kaup (KN), riik, kuu, voog ning näitaja. Statistikaamet. (05.04.2024) <https://www.stat.ee/> kood CN3102, väärtus/kogus.

⁶⁴ PM065: Mineraalväetiste kasutamine aruandeaasta saagile | Põllukultuur, Näitaja ning Aasta. Statistikaamet. (04.04.2024) <https://www.stat.ee/>

toodang oli vastavalt 3,1⁶⁵ ja 1,5⁶⁶ korda suurem kui tarbimine. Eksport (844 203 t) moodustas teraviljade kogutoodangust 61% ja rapsi-rüpsi eksport 35% (75 594 t) kogutoodangust.

Toodangu koguse vähenemisel väheneb ekspordipotentsiaal. Kui mineraalväetise kasutamine väheneb 10–30%, oleks teravilja toodang 2,7–1,9 korda suurem kui tarbimine. Kuid kui arvestada ekspordi mahuga 2022. aastal (tingimusel, et tahetakse säilitada ekspordi potentsiaali), siis teravilja saak ei saa enam katta kodumaist tarbimist (toodangu ja tarbimise suhe oleks 0,79–0,05). Teistpidi, kui arvestada vajadusega hoida teraviljaga isevarustatuse taset suhtarvuna üks ühele, väheneb ekspordi potentsiaal 11–51%. Rapsi-rüpsi puhul oleks isevarustatuse tase alla 100%, kui N väetise kasutamine väheneks 30%. Kui mineraalväetise kasutamine väheneb 10 või 20%, väheneb ekspordi potentsiaal vastavalt 68% ja 90%.

Tabel 18. N-mineraalväetiste kasutamise vähendamise potentsiaalne mõju, 2030. aastal

	Mineraalväetise kasutamise -10%	Mineraalväetise kasutamise -20%	Mineraalväetise kasutamise -30%
Teravilja saagi vähenemine, t	167 224	334 420	501 615
Rapsi-rüpsi saagi vähenemine, t	19 743	36 680	51 864
Saamata jäänud (müügi)tulu saagikuse vähenemisel, tuhat eurot	42 525	83 628	123 847
Saamata jäänud tulu ha kohta, eurot	99,21	195,10	288,93
Väetamisega seotud kulu vähenemine, tuhat eurot	3 791	7 582	11 373
Väetamisega seotud KHG heite vähenemine, t CO ₂ ekv	15 995	31 991	47 986
Teravilja ja rapsi-rüpsi kasvatamisega seotud KHG heite vähenemine, t CO ₂ ekv	23 333	46 556	69 710
Meetme mõju tootja sissetulekule, tuhat eurot	-38 734	-76 047	-112 474
Marginaalkulu, eurot/t CO ₂ ekv*	2 422	2 377	2 344

* Arvestatud ainult väetamisega seotud KHG heite vähenemisega, kuna kultuuride jääkidega seotud heide sõltub otseselt saagikusest ning saagikus võib olla vaatamata kasutatud väetise kogusele oodatust suurem või väiksem.

Allikas: Autorite arvutused

Põllumajandustootjate saamata jäänud (müügi)tulu mineraalväetise kasutamise vähendamisel oleks suurem kui kokkuhoid väetisekulu vähenemisest, mis tähendab meetme negatiivset mõju põllumajandustootjate sissetulekule. Saamata jäänud tulu hektari kohta oleks väetiste kasutamise vähenemisel 99 kuni 289 eurot. Väetamisega seotud KHG heite vähenemise potentsiaal on mineraalväetise kasutamise vähendamisel 10% võrra 16 kt CO₂ ekv, 20% puhul on 32 kt CO₂ ekv ning 30% puhul on 48 kt CO₂ ekv. Lisaks sellele on oodata saagikuse vähenemisel ka põllukultuuride jääkidega seotud heite vähenemist, mis kokku annaks teravilja ja rapsi-rüpsi kasvatamisega seotud KHG heite vähenemist 23–70 kt CO₂ ekv. Marginaalkulu ehk ühe t CO₂ ekv vähenemise „hind“ oleks vastavalt 2,4–2,3 tuhat eurot (tabel 16).

Tabelis 19 on esitatud peamised tulemused meetme „Mineraalväetiste kasutamise vähendamine“ rakendamisel. Seejuures potentsiaalne KHG heite vähenemine on perioodil 2025–2030 sõltuvalt väetise kasutamise vähenemisest 56–168 kt CO₂ ekv ja perioodil 2025–2040 on 216–648 kt CO₂ ekv.

⁶⁵ PM20: Teravilja ressurss ja kasutamine | Näitaja, Periood ning Teravilja liik. Statistikaamet. (10.04.2024) <https://www.stat.ee/>

⁶⁶ PM37: Õliseemne ja -vilja ressurss ja kasutamine | Näitaja, Periood ning Õliseemne ja -vilja liik. (10.04.2024) <https://www.stat.ee/>

Tabel 19. Peamised tulemused meetme „Mineraalväetiste kasutamise vähendamine“ realiseerimisel

	Mineraalväetise kasutamine -10%	Mineraalväetise kasutamine -20%	Mineraalväetise kasutamine -30%
Marginaalkulu 2030, eurot/t	2 450	2 404	2 375
Marginaalkulu 2040, eurot/t	2 429	2 384	2 352
CO ₂ ekv vähenemine 2025–2030, t	55 983	111 967	167 950
CO ₂ ekv vähenemine 2025–2040, t	215 936	431 872	647 809
CO ₂ ekv vähenemine 2030–2050, t CO ₂ ekv/a	15 995	31 991	47 986

Allikas: Autorite arvutused

Analüüsis arvestati, et saagikuse säilitamiseks on võimalik asendada mineraalne väetis orgaanilise väetisega või kasutada täppisväetamise tehnoloogiat. Üldiselt arvestades kasutatud N väetise kogusega 2022. aastal ja vajadusega vähendada seda 10%, 20% või 30%, tuleb asendada orgaanilise väetisega vastavalt 4205 t, 8411 t või 12 616 t N. Osaliselt on võimalik vähendada N-mineraalväetise kasutust täppisväetamise tehnoloogia abil.

Orgaanilise väetisena võeti analüüsis ainult piimalehmade ja sigade sõnnik, arvestades taimedele omastatava N sisaldusega loomade aasta ringi laudas pidamise korral vedel- ja poolvedelsõnnikus⁶⁷. Sigade sõnnikus taimedele omastatava N sisalduse leidmiseks kasutati 2023. a loomade arvu toodangurühmades⁶⁸. Arvutuste järgi saab ühe piimalehma kohta 58,4 kg taimedele omastatava N ja ühe sea kohta 5,6 kg taimedele omastatava N. Analüüsi tulemusena leiti, kui palju on vaja loomi, et asendada mineraalne N väetis orgaanilisega (tabel 20).

Arvestades, et mineraalväetiste kõrval kasutatakse ka praegu orgaanilisi väetiseid (orgaaniliste väetistega väetatud põllumaa pind 2023. aastal 117 636 ha) võib eeldada, et olemasolevate loomade toodetud sõnnikut ei ole mineraalväetiste asendamiseks vajalik mahu üle. See tähendab, et lisa orgaaniline väetistarve eeldab loomade arvu suurenemist ning on vajalik kasutusele võtta ka täppisviljelusmeetodid, et oleks võimalik säilitada põllukultuuride saagikus mineraalväetiste kasutamise vähendamisel 10% kuni 30%.

Tabel 20. N-mineraalväetiste orgaanilise väetisega asendamise mõju

	Mineraalväetise kasutamine -10%	Mineraalväetise kasutamine -20%	Mineraalväetise kasutamine -30%
Väetise kogus, mida tuleb asendada orgaanilise väetisega t N	4 205	8 411	12 616
Mineraalse N väetise asendamiseks vajalik piimalehmade arv	71 957	143 915	215 872
Mineraalse N väetise asendamiseks vajalik sigade arv	756 264	1 512 529	2 268 793

Allikas: Autorite arvutused

Üldiselt saab 1000 piimalehma ja 1000 sea sõnnikust kokku 64 t lämmastikku, millega on võimalik väetada 714 ha põllumaad (keskmise väetamise määral 90 kg N/ha) ning mis moodustab 2022. aastal

⁶⁷ Eri tüüpi sõnniku toitainesisalduse arvutuslikud väärtused, põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid ja sõnnikuhoidla mahu arvutamise meetodika. Maaeluministri määrus nr 73, RT I, 01.10.2019, 11. Redaktsiooni jõustumise kp: 04.10.2019. <https://www.riigiteataja.ee/akt/101102019011>

⁶⁸ PM09: Loomad ja linnud | Näitaja, Liik, Maakond, Põllumajanduslik üksus ning Vaatlusperiood. Statistikaamet. (05.04.2024) <https://www.stat.ee/>

kasutatud mineraalsest lämmastikväetisest ca 0,15%. Mineraalse lämmastikväetise asendamisel orgaanilise väetisega tuleb arvestada sellega, et väetise kasutamisega seotud heide võib suureneada orgaanilise väetise suurema kaudse emissiooni tõttu⁶⁹.

Täppisviljelus ja mineraalväetiste vähendamine

Täppisviljelusmeetodite KHG heite vähendamise potentsiaal sõltub nii tehnoloogiast⁷⁰ kui ka taimede kasvufaasi tervislikust seisundist. Antud uuringus hinnati täppisviljelusmeetodite KHG heite vähendamise potentsiaali täppisväetamise tehnoloogia põhjal. Täppisväetamise tehnoloogia võimaldab lämmastikväetise kokkuhoidu maksimaalselt kuni 20% ulatuses, tingimustel, et põllukultuuridel talviseid külmakahjustusi ei ole ja taimed on põldudel ühtlaselt tärganud. „Täppisviljeluse rakendamisel väetiste kokkuhoiu saavutamiseks on silmas peetud sensortehnoloogia kasutamist kasvuaegsel taimede toitainetega varustatuse määramisel. Sensortehnoloogia kasutades mõõdetakse põllul kasvava taimiku NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), saadud tulemuste alusel koostatakse vajaduspõhine töökaart lämmastikväetisega põllukultuuri väetamiseks.

Põllul varieerub nii taimiku tihedus kui ka taimede poolt toitainete kättesaadavus, mida saab sensormõõtmisega tuvastada. Sellistel aladel põllul, kus taimiku tihedus on optimaalsest madalam või toitainete kättesaadavus väga hea, saab antava väetise kogust vähendada. Samuti saab läbi NDVI näidu hinnata taimede toitainetega varustatuse taset ja kui see on piisavalt hea, siis vähendada planeeritud väetise normi. Mainitud maksimaalse 20% väetiste kokkuhoiu puhul ei ole selle kokkuhoiu sisse arvestatud väetiste efektiivsust⁷¹.

Arvestades sellega, et Eestis puudub usaldusväärne detailne informatsioon täppisväetamise rakendamise ulatusest riigis ning erinevates uuringutes⁷² on välja toodud erinevad N kokkuhoiu määrad (10-20%), tehti täppisväetamise tehnoloogia mõju hindamisel kaks varianti, mis näitavad nii investeeringuvajaduse mahtu kui KHG heite vähendamise võimalikku potentsiaali minimaalsel ja maksimaalsel tasemel. Eesti kontekstis investeeringutasuvuse keskmiseks näitajaks saab teraviljade ja rapsi-rüpsi puhul arvestada 2024. aasta seisuga 500 ha. Sensortehnoloogia (sensorsüsteemi) rakendamise eesmärgiks on mineraalväetise kasutamise vähendamine ja saagikuse säilitamine, sõltumata pinna suurusel majapidamise kohta. Sensortehnoloogia(te) täpne jaotus põllumajandusmajapidamiste vahel ja nende kasutuskordi (oma tarbeks, teenuse osutamine, rentimine) ei ole antud uuringus analüüsitud, arvestatud, on et üks sensortehnoloogia läheb ühele põllumajandusettevõttele.

Minimaalse investeeringuvajaduse ja KHG heite vähendamise potentsiaali hindamisel võeti eelduseks, et 2023. aastal oli Eestis 1007 täppisviljelusmeetodeid⁷³ kasutatavat majapidamist, kelle põllumaa pind oli kokku 338 299,6 hektarit⁷⁴. Arvestades sellega, et 2022. aastal oli Statistikaameti andmetel väetatud

⁶⁹ 2006 IPCC Guidelines. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 13th Corrigenda 2023_07. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

⁷⁰ Väetamine erinevate elementidega, taimekaitse, umbrohutõrje, külvamine, istutamine, droonide lennutamine, satelliitidelt tehtud N kaartide rakendamine ja isegi GPS roolimise ja külviku sektsioonide juhtimine ülekatte vältimiseks jne.

⁷¹ Toomas Tõrra ekspertarvamus 2024. Eesti Maaülikool, Rõhu Katsejaama juhataja.

⁷² Yara N-Sensor™ (<https://www.yara.ee/tooriistad/n-sensor/>); Finantsakadeemia 2018. aastal tehtud analüüs "Uuring kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapolitika ja jagatud kohustuse määramise eesmärkide saavutamiseks Eestis (<https://kliimaministeerium.ee/rohereform-kliima/toetavad-materjalid/kliimavaldkonna-uuringud>); Exceli fail Kestlik toidusüsteem III tg_REM_LULUCFiga (EKUK ja KAUR kliimaseaduse töögrupi jaoks).

⁷³ Kultuuride täppisreket kasutab 490 majapidamist.

⁷⁴ PMS313: Masinate ja seadmete kasutus. Statistikaamet. (03.05.2024) <https://www.stat.ee/>

põllumaa pind 449 171 ha ning eeldades, et sellest 338 300 hektaril juba rakendatakse täppisviljelusmeetodeid, arvestati investeringu vajaduse hindamisel vajadusega katta põllumaa kasvupind 110 871 ha ulatuses. Samuti eeldati, et ühe sensortehnoloogiaga varustatud traktori kohta saab täppisväetada kuni 500 ha, mis nõuab kokku 222 sensorsüsteemi. Antud variandis võeti N kokkuhoiu määraks 10%.

Maksimaalse investeringuvajaduse ja KHG heite vähendamise potentsiaali hindamisel arvestati kasutusel olevate täppisviljelusmeetodite suure määramatusega ning vajadusega katta sensorsüsteemidega kogu teravilja ja rapsi-rüpsi pind (2023. aasta seisuga 428 634 ha). Selle variandi eelduste järgi, milleks on üks sensorsüsteem 500 ha kohta ning N kokkuhoid kuni 20%, kujuneb investeringuvajaduseks 857 sensorsüsteemi.

SEI Tallinn (2019) uuringus⁷⁵ on välja toodud, et meetme sihtgrupiks oli arvestatud 100 põllumajandusettevõtet ning investeringu maht kokku 3,3 miljonit eurot, mis tähendab 33 tuhat eurot ühe põllumajandusettevõtte kohta, mis võimaldab soetada kas sensortehnoloogiat või tänapäevasema muutnormiga väetisekülviku⁷⁶.

Investeringuvajadus täppisväetamise tehnoloogiasse ning selle mõju KHG heitkogusele ja põllumajandustootjate kuludele/tuludele on esitatud tabelis 21. Eeldatud on, nii minimaalse kui maksimaalse variandi puhul, et investering tehakse kuue aasta jooksul. Minimaalne investeringu maht kokku on perioodil 2025–2030 7,3 miljonit eurot. Täppisviljelusega oleks võimalik saavutada sel juhul 2030. aastal potentsiaalset KHG heite vähenemist 4,1 kt CO₂ ekv võrra aastas. Perioodi 2025–2030 KHG heite vähenemine oleks kokku 14,5 kt CO₂ ekv ning perioodil 2025–2040 oleks see näitaja 55,9 kt CO₂ ekv. Põllumajandustootjatel väheneb tänu täppisväetamise tehnoloogiale väetisekulu ning põllumajandussektoris tekib perioodil 2025–2030 netokulu 3,9 miljonit eurot ja perioodil 2025–2040 netotulu 5,9 miljonit eurot. Investeerimisel täppisväetamise tehnoloogiasse suureneb perioodil 2025–2040 SKP 2,6 miljonit eurot, kuid töökohtade arv väheneb 104 võrra.

Tabel 21. Täppisväetamise rakendamise mõju

Rakendamise periood	2025–2030		2025–2040	
	min	max	min	max
Rakendamise aastaid	6		6	
Investeringu maht kokku, miljonit eurot	7,33	28,31	7,33	28,31
Netokulu, miljonit eurot	3,89	1,75	-5,93	-74,13
CO ₂ ekv vähenemine, t	14 498	112 063	55 919	432 241
Marginaalkulu (kulutõhusus), eurot/t CO ₂ ekv	268,32	15,66	-106,00	-171,50

Allikas: Autorite arvutused

Maksimaalne investeringu maht on 28,3 miljonit eurot, mis võimaldaks 2030. aastal saavutada potentsiaalset KHG heite vähenemist 32,0 kt CO₂ ekv võrra aastas. Perioodide 2025–2030 ja 2025–2040 KHG heite vähenemise potentsiaal oleks sarnane meetme mineraalväetise kasutamise 20%lise vähendamise potentsiaaliga, vastavalt 112,1 ja 432,2 kt CO₂ ekv. Tänu väetisekulu vähenemisele oleks sellel juhul perioodi 2025–2030 netokulu 1,8 miljonit eurot ning perioodil 2025–2040 tekiks netotulu 74,1

⁷⁵ Meeliste, S., Tammiste, L., Grünvald, O., Kirsimaa, K., Suik, K., Org, M. (2019) Eesti kliimaambitsiooni tõstmise võimaluste analüüs. Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus (SEI Tallinn).

⁷⁶ Toomas Tõrra (2024, Eesti Maaülikool, Rõhu Katsejaama juhataja) informatsioonil varieerub põllutöomasinatete paigaldatavate erinevate sensortehnoloogiate maksumus vahemikus 18 000-45 000 eurot ning muutnormiga väetisekülviku hind on ca 30 000 eurot.

miljonit eurot. Investeerimisel täppisväetamise tehnoloogiasse maksimaalsel tasemel suureneb perioodil 2025–2040 SKP 68,5 miljonit eurot, kuid töökohtade arv kokku väheneb 483 võrra.

Antud lisameetmega kaasneb ebakindlus ning lisauuringu vajadus. Kuigi N-mineraalväetiste kasutamise vähendamine on positiivse mõjuga väetisekuludele, toob see tõenäoliselt kaasa põllukultuuride saagikuse vähenemise, mis viib saagi ja müügitulu vähenemiseni.

Arvestades sellega, et täppisviljeluse korral sõltub lämmastikväetise kokkuhoid rakendatud tehnoloogiast ning selle kasutuse ulatusest, võib sensorsüsteemide kasutuselevõtt minimaalsel tasemel tähendada, et kui täppisviljelusmeetodeid juba rakendatakse 75% väetatud põllumaast, oleks võimalik vähendada 2030. aastal N väetise kasutamist ainult 2,4% võrreldes 2022. aastal kasutatud väetise kogusega (võrreldes 2021. aasta andmetega oleks kokkuhoid 2,1%). Kui sensortehnoloogiat rakendada maksimaalsel tasemel võib lämmastiku kokkuhoid kokku olla kuni 18% võrreldes 2022. aastal kasutatud väetise kogusega.

Meetme „Mineraalväetiste kasutamise vähendamine“ rakendamisel võib põllukultuuride saagi ja müügitulu vähenemine mõjutada ekspordi ja impordi näitajaid ning töökohtade arvu (tööhõive arvatavasti väheneb). Kui investeerida täppisväetamise tehnoloogiasse (lisaks asendada vajalikud mahus mineraalne lämmastikväetis orgaaniliselega), oleks võimalik (teatud määral) säilitada taimekasvatuse saagikust, saaki ja müügitulu ning samal ajal väheneb väetise kasutamisega seotud kulu. See võib tähendada, et saaduste mõju ekspordi ja impordi näitajatele on soodsam kui lihtsalt vähendada anorgaaniliste lämmastikväetiste kasutamist.

2.7. Metsastamine

Põllumajandusloomade arvu vähenemine ja mineraalväetiste kasutamise vähendamine võib tekitada olukorda, kus põllumajandustootmine ei ole enam kasumlik ning oleks mõistlikum (aktiivsest) kasutusest välja jäänud põllumajandusmaad metsastada.

Põllumajandusmaa metsastamisel eeldatakse, et metsastamine toimub mineraalmullaga kasutamata põllumajandusmaal, mida oli 2020. aastal 173 598 ha.⁷⁷ Metsastamisel tuleks eelistada eelkõige madalama põllumajandusliku kasutuse potentsiaaliga põllumajandusmaad.

Vastavalt SEI Tallinn uuringule⁷⁸ ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuse 2023. aastal tehtud lisameetmete CO₂ vähendamise mõju hindamise analüüsile⁷⁹ on arvestatud, et kodumaisete istikute kättesaadavus võimaldab maksimaalselt metsastada 2500 ha aastas. Kui võtta meetme rakendamise perioodiks 2025–2050 ehk 26 aastat, oleks meetme rakendamise potentsiaal arvutuslikult 65 000 ha aastaks 2050. Antud uuringus hindame meetme mõju 1000 ha põllumajandusmaa metsastamise kohta aastas ehk kokku 26 000 ha perioodil 2025–2050.

⁷⁷ Viira, A.-H., Kauer, K., Melts, I., Jürgenson, E., Maasikamäe, S., Rasva, M., Põdra, K., Lillemets, J., Ariva, J., Azadi, H. 2020. Põllumajandusliku maakasutuse muutuse analüüs sõltuvalt tulevikustsenaariumitest. Uuringu lõpparuanne. Eesti Maaülikool, 2023.

⁷⁸ Meeliste, S., Tammiste, L., Grünvald, O., Kirsimaa, K., Suik, K., Org, M. (2019) Eesti kliimaambitsiooni tõstmise võimaluste analüüs. Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus (SEI Tallinn).

⁷⁹ EKUKi analüüs (2023) Eesti Keskkonnauuringute Keskuse 2023. aastal tehtud lisameetmete CO₂ vähendamise mõju hindamise analüüs. Exceli fail.

Kaimre jt uuringu⁸⁰ tulemuste järgi hinnati investeeringu kulu suuruseks 1543,6 eurot/ha, mis koosneb maa ettevalmistamise, metsa istutamise (töö ja taimed), taimahaiguste või kahjustuste ennetavate tõrjevahendite ning repellendi, tüvekaitsmete ja ladvakaitsmete soetamise ja kasutamise kuludest. Investeeringu kulude hindamisel ei ole arvestatud hooldusraie ja metsauuenduse hooldamise kuluga, kuna nende tööde teostajaks võib olla maaomanik. Keskmiselt⁸¹ moodustas hooldusraie maksumus kuni 10-aastases puistus 324,8 eurot/ha, üle 10 ja kuni 20-aastases puistus 395,4 eurot/ha ning üle 20 ja kuni 30-aastases puistus 1086,8 eurot/ha.

Metsauuenduse hooldamise, mille käigus eemaldatakse kasvu segav rohurinne, maksumus oli keskmiselt 212 eurot/ha. Metsa keskmiseks aastaseks juurdekasvuks on võetud 2022. aasta seisuga Eesti keskmine 5,5 tm/ha⁸². Kattetulu metsamajanduses (n-ö kännuraha) 28,4 eurot/tm on võetud 2018. aasta seisuga⁸³. Metsastamise meetme süsiniku sidumise hindamisel kasutati 2024. aasta Eesti kasvuhoonegaaside (KHG) inventuuriaruande⁸⁴ andmeid 2022. aasta kohta. Süsiniku sidumise arvutamisel leiti sidumine nii maakasutuse muutuse ajal (põllumajandusmaa muutub metsamaaks, süsiniku sidumine 5388 t CO₂ ekv/1000 ha) kui ka uue metsamaa jaoks (metsamaa jääb metsamaaks, süsiniku sidumine 1065 t CO₂ ekv/1000 ha). Lisaks võeti arvesse, et kaob ka põllumajandusmaa KHG heide (194 t CO₂ ekv/1000 ha) metsastatud aladelt.

Analüüsi tulemusena võib välja tuua, et perioodil 2025–2030. aastaks on võimalik siduda 48 296 t CO₂ ekv (lisaks sellele kaob ka KHG heide põllumaalt, kui põllumaa oleks jäänud põllumaaks 4076 t CO₂ ekv) (tabel 22). Seejuures 2030. aastal oleks süsiniku sidumine 10,7 kt CO₂ ekv ja lisaks KHG heite vähenemine 1,2 kt CO₂ ekv (kokku KHG heite vähenemine 11,9 kt CO₂ ekv). Perioodil 2025–2040 kokku oleks süsiniku sidumise potentsiaal 213 961 t CO₂ ekv (lisaks sellele kaob ka KHG heide põllumaalt, kui põllumaa oleks jäänud põllumaaks 26 398 t CO₂ ekv). Metsastamise tulemusena väheneb perioodil 2025-2040 SKP 6,8 miljonit eurot ning töökohtade arv kolme võrra.

Maakasutuse muutuse mõju KHG heitele on dünaamiline ning koosneb põllumajandusmaa metsastamisel kolmest komponendist: põllumajandusmaa (*cropland*) mõju; mõju põllumajandusmaa muutmisel metsamaaks (*cropland converted to forest land*); ning metsamaa (*forest land*) mõju. Kui põllumajandusmaa muutub metsamaaks, siis kaob põllumajanduse mõju (KHG heide väheneb) ja tekib maakasutuse muutuse mõju (süsiniku sidumine), ning uue maakasutuse (metsamaa) mõju (süsiniku sidumine) avaldub maakasutuse muutusest aasta hiljem. Suurema KHG heite vähendamise (süsiniku sidumise) potentsiaaliga just põllumajandusmaa muutusel metsamaaks. Kui metsastada 1000 ha põllumajandusmaad aastas perioodil 2025–2030 oleks keskmine KHG heite vähendamise potentsiaal 6469 t CO₂ ekv aastas.

⁸⁰ Kaimre, P., Vaasa, A., Kadulin, A. 2023. Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika strateegiakava 2023-2027 sekkumiste KK2.1 "Investeeringud metsa kliimamuutustega kohanemiseks – tootlikud investeeringud" ja KK2.2 "Investeeringud metsa kliimamuutustega kohanemiseks – mittetootlikud investeeringud" ühikumäärade analüüs. Eesti Maaülikool. 32 lk. <https://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2024/02/Uhikumäärade-analuusi-aruanne.pdf>

⁸¹ Tegevuste keskmine maksumus on arvatud järgmiste teenuste pakujate ühikuhinna põhjal: teenust pakkuva või kasutatava ettevõtte, metsaühistu, juriidiline isik metsaomanikele, füüsiline isik metsaomanikele, RMK.

⁸² Valgepea, M., Sirkas, F., Timmusk, T., Pärt, E., Suursild, E., Matson, T., Maamets, L., Raudsaar, M., Tetlov, E., Apuhtin, V., Veeroja, R., Tamm, U., Laigu, R. (2023) Aastaraamat Mets 2021. Yearbook Forest 2021. Keskkonnaagentuur. <https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/Teemad/Mets/Mets2021.pdf>

⁸³ Kaimre, P., Karlõševa, A. (2020) Metsanduse rahavoogude kaardistamine ja analüüs. SA Keskkonnainvesteeringute Keskus ja Eesti Maaülikooli vahel 07. novembril 2019. a sõlmitud lepingu nr 8285 lõpparuanne (KIK metsanduse 2019. a programmi projekt nr 16535)

<https://dSPACE.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/6235/T%C3%A4istekst.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁸⁴ [Eesti CRF tabelid](#). (2024) Kasvuhoonegaaside inventuur 1990-2022. Kliimaministeerium.

Tabel 22. Metsastamise mõju

	2025–2030	2025–2040
Investeering, tuhat eurot	9 261	24 697
Tulud (kattetulu metsamajanduses) (-), tuhat eurot	-2 341	-18 729
Netokulu ("-" tulu), tuhat eurot	6 920	5 968
CO ₂ ekv vähenemine kokku, t CO ₂ ekv	52 372	240 359
Marginaalkulu ("-" tulu), eurot/t CO ₂ ekv	132	25
Metsastamise pinna vähendamine/suurendamine 1000 ha võrra		
CO ₂ ekv muutus (+/-) keskmiselt aastas, tonni	6 469	6 580
CO ₂ ekv muutus (+/-) kokku (kumulatiivne), tonni	38 815	105 280

Allikas: Autorite arvutused

Kui metsastatud põllumajandusmaa muutub metsamaaks, lähevad metsastatud maaga seotud tegevused metsandussektori valdkonna alla ning väheneb kasutuses oleva põllumajandusmaa pindala. Samas tuleb arvestada ajalise aspektiga metsastatud maa mõjude hindamisel.

Oluline on kokku leppida, kas põllumajandusmaa metsastamine tähendab, et maa muutub metsamaaks ning metsastatud maaga seotud tegevused lähevad metsandussektori valdkonna alla. Samuti tuleks mõelda kuidas arvestada maaomanike huvidega ning planeerida hüvitamise mehhanism põllumajandusmaa metsamaaks muutmisel.

3. Lisameetmete kombinatsioonide makro- ja sotsiaalmajanduslik mõju

Meetmete kombinatsioonide mõju hindamisel lähtuti meetodikas kokkulepitud lisameetmete võimalikest interaktsioonidest ning asjaolust, et põllumajandussektori meetmed on seotud looduslike protsessidega, mille mõju potentsiaal sõltub paljudest faktoritest. KHG heite vähenemise potentsiaal võib osutuda oodatust suuremaks või väiksemaks ja ajas muutuda. Lisaks arvestati sellega, et põllumajanduse areng sõltub tehnoloogia arengust, sh energeetika ja transpordi sektorites. Põllumajandussektori tootmisprotsesside kompleksus ja sektori tähtsus toidujulgeoleku tagamisel tähendab vajadust hinnata KHG heite vähendamist potentsiaalipõhiselt ning arvestada tuleb põllumajandussektori panust teistesse JJM ja LULUCF kategooriatesse. Järgnevalt analüüsitakse lisameetmete nelja võimalikku kombinatsiooni.

3.1. Lisameetmete kombinatsioon 1: turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks, märgalaviiljelus ja põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine

Turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks ja märgalaviiljelus on seotud maakasutuse sektoriga (LULUCF sektor). Märgalaviiljelus ei ole Eestis veel laialdaselt levinud, kuid tehtud uuringud viitavad teatud potentsiaalile näiteks päideroo kasvatuses. Lisameetmete kombinatsioonil on eelkõige mõju taimekasvatustootjatele, kes peaksid asendama põllu- või aianduskultuuride kasvatusel oluliselt tagasihoidlikuma sissetuleku potentsiaaliga püsirohumaat majandamisega. Seejuures tuleks leida koostöö võimalused loomakasvatustootjatega, et leida püsirohumaalt saadavale rohusöödale rakendus. Loomade arvu (piimalehmad) vähenemisega kaasneb söödavajaduse vähenemine, mistõttu võib püsirohumaat põllumajandustootmisest välja langeda. Oluline on siinkohal püsirohumaaks muudetud turvasmullaga ala asukoht, kaugus loomakasvatusest. Samuti mõjutab meetme rakendamist osakaal põllumajandustootja kogu maakasutusest ning maa kasutamise suhted (omandis, renditud).

Meetmekombinatsiooni 1 netokulu hõlmaks vaid turvasmuldadel oleva põllumaa püsirohumaaks viimisega kaasneva saamata jäänud tulu, kokku 8,6 miljonit eurot perioodil 2025–2030. Kuid kolme lisameetme KHG heite potentsiaalne vähenemine oleks samal ajal 562,71 kt CO₂ ekv (tabel 23).

Tabel 23. Lisameetmete kombinatsiooni 1 rakendamise mõju

	Netokulu („-“ -tulu), miljonid eurot		KHG heite potentsiaalne muutus, kt CO ₂ ekv		Marginaalkulu, eurot/t CO ₂ ekv	
	2025– 2030	2025– 2040	2025– 2030	2025– 2040	2025– 2030	2025– 2040
Turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks	8,63	33,29	-407,14	-1 570,39	21,20	21,20
Märgalaviiljelus	x	x	-154,27	-595,08	x	x
Põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine	x	x	-1,31	368,52	x	x
Kokku	8,63	33,29	-562,71	-1796,95		

Allikas: Autorite arvutused

Selle meetmekombinatsiooni netokulu koosneb taimekasvatuse saamata jäänud tulust, mis kumuleerub perioodil 2025–2040 33,3 miljoni euroni. Samas suureneb ka KHG heite vähenemise

potentsiaal 1797 kt-ni CO₂ ekv. Kombinatsiooni võetud meetmete puhul ei ole hinnatud mõju SKP ja tööhõivele.

Arvutuste järgi on meetmekombinatsioonil 1 kõrge KHG heite vähenemise potentsiaal ja suhteliselt väike sotsiaalmajanduslik kulu (mõjutab ligi ~3000 põllumajandustootjat ja ~30 848 ha põllumajanduslikus kasutuses olevat maad, lisaks ~9000 ha mitte põllumajanduslikus kasutuses olevat kuivendatud turvasmuldadel asuvat püsirohumaad). Looduslike rohumaade märjutamine ei mõjuta otseselt põllumajandussektorit, kuid sellel on potentsiaali lisatulu saamiseks märgalaviljeluse rakendamisel.

Selle kombinatsiooni juures tuleks kaaluda:

- turvasmuldadel põllumaa viimisel püsirohumaad alla võimalusel võimaldada põllumajandustootjatel rajada püsirohumaad turvasmullaga aladele ja võtta kasutusele asemele mineraalmullaga püsirohumaad;
- püsirohumaad rajamise planeerimisel arvestada maaomanike huvidega ning vajadusel hinnata ja kompenseerida neile maakasutuse muutusega seotud kulud;
- piimalehmade ja sigade arvu stabiliseerimisel rakendada kaudseid meetmeid reguleerimismehhanisme (toetuste nõuded, saastaja maksab põhimõtte, saamata jäänud tulu hüvitamine, vmt).

3.2. Lisameetmete kombinatsioon 2: metsa- ja põllumajandusmasinate viimine alternatiivkütustele või elektrile, biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat) ja põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine

Põllumajanduses kasutatavad masinad tarbivad fossiilset kütust (erimärgistatud soodusaktsiisiga diislikütus) ning põllumajanduses tarbitakse eelkõige kütteks fossiilset maagaasi. Heite vähendamise potentsiaal, mis avaldub energeetikasektoris, on nii biokütuse osakaalu (HVO, biometaan, päikeseenergiast toodetav elekter) suurendamises, kus sama energiatarve saavutatakse madalama KHG heitega energiaallikast, kui kasutatava kütuse kokkuhoius optimeeritud töövõtetega. HVO on imporditav kõrgema hinnaga asendus fossiilsele diislikütusele, mille puhul ei ole otsest vajadust masinapargi väljavahetamiseks, kuid suurenevad põllumajandustootja tootmiskulud. Kasutatav HVO päritolu peaks olema jälgitav. Biometaan seevastu on kohalikul toormel (sõnnik, biojätmed, rohtne mass) toodetav energiaallikas, millega kaasneb ka sõnnikukäitlusest tuleneva KHG heite vähendamise potentsiaal. Biometaani tootmine on seotud loomade arvuga, kuna sõnnik on oluline toore selle tootmisel. Planeeritavate uute biometaanijaamade ja digestaadihoidlate (7) rajamisega kaasneb investeringuvajadus, kuid toodangu maht sõltub tarnitavast toormest (sh sõnnikust) ning nõudlusest.

Meetmekombinatsiooni 2 netokulu on perioodil 2025–2030 270,7 miljonit eurot ja KHG heite potentsiaalne vähenemine on 811,9 kt CO₂ ekv (tabel 24). Meetmekombinatsiooni 2 kulud, nagu investeringuvajadus ja meetmete rakendamisega seotud lisakulud, on suuremad kui kaasnev kulude vähenemine. Piimalehmade ja sigade sõnniku kasutamine biogaasi toomises võimaldab vähendada KHG heidet 14,1 kt CO₂ ekv võrra, eeldusel, et toodetakse täiendavalt 12,4 miljonit Nm³ biogaasi. Vastavalt arvutustele toob ühe miljoni Nm³ biogaasi tootmine kaasa sõnnikukäitlusest tuleneva KHG heite vähenemise ca 1,1 kt CO₂ ekv võrra.

Perioodil 2025–2040 on meetmete kombinatsiooni netokulu kokku 916,69 miljonit eurot ja KHG heite vähenemise potentsiaal 3023 kt CO₂ ekv. SKP väheneb meetmekombinatsioonis 2 kokku 358 miljonit eurot 2040. aastaks, kuid töökohtade arv suureneb 761 võrra.

Tabel 24. Meetmekombinatsiooni 2 rakendamise mõju

	Netokulu („-„ -tulu), miljon eurot		KHG heite potentsiaalne muutus, kt CO ₂ ekv		Marginaalkulu, eurot/t CO ₂ ekv	
	2025– 2030	2025– 2040	2025– 2030	2025– 2040	2025– 2030	2025– 2040
Metsa ja põllumajandusmasinate diislikütuse asendamine HVO-ga, Põllumajanduses kasutatava maagaasi asendamine biometaaniga, Põllumajanduses kasutatava energia asendamine elektriga (10%), Põllumajanduses kasutatava energia kasutamise vähendamine (masinate optimeerimine)	113,40	457,10	-544,65	-2593,34	*480,83	*480,83
Biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat)	157,28	459,59	-265,98	-797,94	591,33	575,97
Põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine	x	x	-1,31	368,52	x	x
Kokku	270,68	916,69	-811,94	-3022,76		

*Meetme Metsa- ja põllumajandusmasinate viimine alternatiivkütustele või elektrile näitajate summa

Allikas: Autorite arvutused

Hinnanguliselt on sellel meetmete kombinatsioonil kõrge KHG heite vähenemise potentsiaal ja ka kõrge sotsiaalmajanduslik kulu.

Selle kombinatsiooni juures tuleks kaaluda:

- alternatiivsete kütuste nõudluse suurendamise võimalusi (maksustamine, jaotusvõrk);
- biometaanijaamade rajamise soodustamisel terviklikku lähenemist kogu tarneahela kohta (toorme pakkumisest, nõudluse suurendamiseni ja digestaadi kasutamiseni);
- uute tehnoloogiliste lahenduste (hübriidtraktorid, elektritraktorid) kasutuselevõtu soodustamist;
- energiatõhusate tootmisviiside ning masinapargi kasutusele võtu ergutamist.

3.3. Lisameetmete kombinatsioon 3: põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine, mineraalväetiste kasutamise vähendamine ning biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat)

Taimikasvatuses kasutatakse saagikuste tagamiseks nii orgaanilisi (sõnnik, digestaat) kui mineraalväetiseid. Selleks, et N-mineraalväetiste kasutamist vähendada, kuid vältida olulist taimikasvatustoodangu vähenemist, tuleks N toitained asendada orgaanilises väetises sisalduva taimedele omastatava elemendiga. Oluline osa juba praegu kasutatavast orgaanilisest väetisest tuleb loomakasvatusest. Vajaduse kasvades ei piisa praegusest põllumajandusloomade arvust. Samal ajal kasvab sõnniku nõudlus ka biogaasijaamade toormena. Vedelsõnniku majandamisest tekkiv KHG heide

on suurem kui biogaasijaamades tekkiv digestaadi heide, samas on väetisena nende kasutus võrreldav. Seetõttu on antud meetmete kombinatsioonis arvestatud, et mineraalväetiste kasutamise vähendamine tuleneb suures osas täppisväetamise tehnoloogiat kasutades.

Investeeringud täppisviljeluse tehnoloogiasse on väiksema netokuluga kui anorgaaniliste lämmastikväetiste kasutamise vähendamine 10%, 20% või 30% võrra. Eelduse järgi vähendab N väetise kasutamise vähenemine ka teraviljade ja rapsi-rüpsi saagikust, mis väljendub saagi vähenemises ja saamata tulu tekkimises suuruses 525–1524 miljonit eurot, sõltuvalt N väetise kasutamise vähendamise määrast. Marginaalkulu oleks sellisel juhul suurusjärgus ca 2400 eurot/t CO₂ ekv.

Täppisväetamise tehnoloogia kasutuselevõtul tuleb arvestada selle potentsiaalse lämmastikväetise kokkuhoiuga 10–20% ulatuses, mis võib tegelikkuses varieeruda sõltuvalt ilmatingitustest taimede kasvufaaside ajal. Mineraalväetiste kasutamise vähendamisel 30% võrra tuleb arvestada lisaks täppisviljelusele ka vajadusega kasutada orgaanilist väetist (nt sõnnik või digestaat), mis tähendab vajadust peatada põllumajandusloomade (eelkõige piimalehmade ja sigade) arvu vähenemine.

Selle meetmete kombinatsiooni netokulu oleks perioodil 2025–2030 kokku ca 160 miljonit eurot ja KHG heite potentsiaalne vähenemine 281,8–379,4 kt CO₂ ekv sõltuvalt täppisväetamise (sensorsüsteemid) tehnoloogia rakendamisest (tabel 25).

Tabel 25. Meetmekombinatsiooni 3 rakendamise mõju

	Netokulu („-“, -tulu), miljon eurot		KHG heite potentsiaalne muutus, kt CO ₂ ekv		Marginaalkulu, eurot/t CO ₂ ekv	
	2025–2030	2025–2040	2025–2030	2025–2040	2025–2030	2025–2040
Põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine	x	x	-1,31	368,52	x	x
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine, minimaalne potentsiaal	3,89	-5,93	-14,50	-55,92	268,32	-106,00
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine, maksimaalne potentsiaal	1,75	-74,13	-112,06	-432,24	15,66	-171,50
Biogaasi ja biometaanitootmine (sh digestaat)	157,28	459,59	-265,98	-797,94	591,33	575,97
Kokku, minimaalselt	161,17	453,66	-281,78	-485,34		
Kokku, maksimaalselt	159,04	385,46	-379,35	-861,66		

Allikas: Autorite arvutused

Digestaadi kui orgaanilise väetise kliimamõju on antud uuringus võetud sarnasena sõnniku mõjule. Meetmekombinatsiooni 3 rakendamisel tekib nii investeeringuvajadus ja lisakulud (biogaasijaamade tegevuskulud) kui ka kulude vähenemine (väetise kasutuse vähenemisel) ja lisatulu (biogaasi müügist). Perioodil 2025–2040 suureneb KHG heite vähenemise potentsiaal 485,3-861,7 kt-ni CO₂ ekv, seejuures netokulu suureneb 385,5-453,7 miljoni euroni, sõltuvalt täppisväetamise tehnoloogia kasutuselevõtust. SKP väheneb meetmekombinatsioonis 3 kokku 100–166 miljonit eurot 2040. aastaks, kuid töökohtade arv muutub vastavalt -317 – +62 võrra.

Meetmekombinatsiooni 3 puhul on KHG heite vähendamise potentsiaal ning ka sotsiaalmajanduslik mõju mõõdukas. Samas lisameetme Mineraalväetiste kasutamise vähendamine rakendamisel on oluline arvestada teravilja ja rapsi-rüpsi tähtsusega toiduga kindlustatusel ja ekspordi potentsiaaliga.

Meetmekombinatsioonil 3 võib olla laiem sotsiaalmajanduslik mõju, mis sõltub peamiselt otsusest anorgaaniliste lämmastikväetiste kasutamise osas.

Selle kombinatsiooni juures tuleks kaaluda:

- taimekasvatuses saagikuste vähenemise tõttu ekspordipotentsiaali vähenemise negatiivse mõju ära hoidmist;
- võimalusi mineraalse N-väetise asendamiseks orgaanilise väetisega (haljasväetis, sõnnik, digestaat) arvestades põllumajandusloomade arvuga;
- sõnniku nõudlust biometaanitootmisel ning digestaadi kasutusvõimalusi.

Vajalik on täiendav mõjuanalüüs, kui väetiste kasutamise vähenemine peaks jõustuma vahetult alates 2030. aastast.

3.4. Lisameetmete kombinatsioon 4: põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine, mineraalväetiste kasutamise vähendamine ja metsastamine

Mineraalväetiste kasutamise vähendamine suunab põllumajandustootjad tegutsema enam kõrgema viljakusega muldadele ning on võimalik, et osa kasutuses olevast põllumajandusmaast jääb kasutusest välja. Kui samal ajal väheneb ka loomade arv ning rohusööda nõudlus, jäävad väheväärtuslikumad ja asukohalt ebasoodsamad põllumajandusmaad tootmisest kõrvale ning tekib potentsiaal nende metsastamiseks. Metsastamise puhul muutub maakasutus ning kasutuses olev põllumajandusmaa väheneb.

Tabel 26. Lisameetmete kombinatsiooni 4 rakendamise mõju

	Netokulu („-“, -tulu), miljon eurot		KHG heite potentsiaalne muutus, kt CO ₂ ekv		Marginaalkulu, eurot/t CO ₂ ekv	
	2025–2030	2025–2040	2025–2030	2025–2040	2025–2030	2025–2040
Põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine	x	x	-1,31	368,52	x	x
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine, minimaalne potentsiaal	3,89	-5,93	-14,50	-55,92	268,32	-106,00
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine, maksimaalne potentsiaal	1,75	-74,13	-112,06	-432,24	15,66	-171,50
Metsastamine	6,92	5,97	-52,37	-240,36	132,14	24,83
Kokku, minimaalselt	10,81	0,04	-68,18	72,24		
Kokku, maksimaalselt	8,67	-68,16	-165,74	-304,08		

Allikas: Autorite arvutused

Antud meetmete kombinatsioon on arvutuste järgi kõige väiksema KHG heite vähendamise potentsiaaliga (perioodil 2025–2040 tuleb arvestada võimaliku KHG heite suurenemisega kui täppisväetamise tehnoloogiat rakendada minimaalsel tasemel) ning madala sotsiaalmajandusliku kuluga (tabel 26). Minimaalse täppisväetamise (sensorsüsteemid) tehnoloogia kasutuselevõtul suureneb perioodi 2025–2040 on KHG heite 72,2 kt CO₂ ekv. 2040. aastaks väheneb SKP meetmete kombinatsioonis kokku 4 miljonit eurot ja töökohtade arv väheneb 107 töökoha võrra. Kui sensorsüsteeme kasutada maksimaalsel määral (maksimaalne potentsiaal) on võimalik KHG heite

väheneb 304 kt CO₂ ekv, samal ajal suureneb SKP kokku 62 miljonit eurot, kuid töökohtade arv väheneb 486 töökohta võrra.

Selle meetmete kombinatsiooni rakendamisel:

- on vajalik täiendav analüüs täppisväetamise tehnoloogia potentsiaali täpsustamiseks ning täppisviljeluse ja orgaanilise väetise kooskasutamise koosmõju väljaselgitamiseks;
- põllumajandusmaa metsastamisel tuleb arvestada maaomanike huvide ning võimalike kompensatsioonikuludega.

Lisaks sellele on metsastamise meede ainuke, kus toimub süsiniku sidumine, mis võib olla selle meetme lisaväärtus nii LULUCF sektori jaoks kui ka maaomanike jaoks, kes otsustavad müüa süsinikukrediiti.

3.5. Kulu avalikule sektorile

Lisameetmete mitterakendamisega ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulu avalikule sektorile (riigieelarvele) leiti lubatud heitkoguse ühikute ostmisega seotud kulu alusel, mille arvutamisel arvestati Euroopa Liidu süsinikuturu heitmekvootide hinda kolmel erineval tasemel (ETS hind 60 €/t CO₂, 45 €/t CO₂ ja 15 €/t CO₂). Arvestades Eesti kliimaeesmärgiga vähendada KHG heidet 2030. aastaks JJM sektoris 24% võrra võrreldes 2005. aastaga, oli Eesti kestliku toidusüsteemi KHG heitkogus 2021. aastal 687,81 kt CO₂ ekv võrra suurem kui Eesti JJM sektori kliimaeesmärk (-24% 2030. aastaks ehk 1076,16 kt CO₂ ekv). Lisameetmete mitterakendamisega ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulu avalikule sektorile erinevatel oleks 2030. aastal vahemikus 10,3–41,3 miljonit eurot sõltuvalt t CO₂ ekv hinnast (tabel 27). Kui jätta kliimaeesmärgid täitmata samas mahus (687,81 kt CO₂ ekv/aasta) ka aastani 2040, oleks avaliku sektori kulu kokku vahemikus 113,5–454 miljonit eurot.

Tabel 27. Lisameetmete mitterakendamisega ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulu avalikule sektorile

	ETS hind	Kulu avalikule sektorile 2030. aastal, miljonit eurot	Kulu avalikule sektorile perioodil 2030-2040 kokku, miljonit eurot
€/t CO ₂	60	41,27	453,96
ETS2 hinnapiir, €/t CO ₂	45	30,95	340,47
taastuenergia kvoodi müügi hind, €/t CO ₂	15	10,32	113,49

Allikas: Autorite arvutused

Lisameetmete netokulu alusel võib hinnata, milline võiks olla erasektori kulude kokkuhoid kui meetmed jäävad rakendamata. Tabelis 28 on esitatud lisameetmete mitterakendamisega (ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega) kaasnev avaliku sektori kulu perioodidel 2025–2030 ja 2025–2040 vastavalt hinnangulisele lisameetme rakendamise potentsiaalile.

Tabel 28. Lisameetmete mitterakendamisega ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulude kokkuhoid erasektoris

Meetme nimi	KHG heite potentsiaalne muutus, kt CO ₂ ekv		Avaliku sektori kulu, miljonit eurot					
	2025- 2030	2025- 2040	2025- 2030	2025- 2040	2025- 2030	2025- 2040	2025- 2030	2025- 2040
			15 €/t CO ₂ ekv	15 €/t CO ₂ ekv	45 €/t CO ₂ ekv	45 €/t CO ₂ ekv	60 €/t CO ₂ ekv	60 €/t CO ₂ ekv
Turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks	-407	-1 570	6,11	23,56	18,32	70,67	24,43	94,22
Turvasmuldadel põllumaade märjutamine	-476	-1 836	7,14	27,54	21,42	82,62	28,56	110,17
Loodusliku rohumaa märjutamine	-154	-595	2,31	8,93	6,94	26,78	9,26	35,70
Polderaladel põllumaade märjutamine	-80	-309	1,20	4,63	3,60	13,90	4,81	18,54
Loomade arvu stabiliseerimine	-1	369	0,02	-5,53	0,06	-16,58	0,08	-22,11
Biogaasi ja biometaanii tootmine (sh digestaat)	-266	-798	3,99	11,97	11,97	35,91	15,96	47,88
Metsa ja põllumajandusmasinate diislikütuse asendamine HVO-ga	-332	-1 603	4,97	24,04	14,92	72,13	19,90	96,18
sh Põllumajandusmasinate diislikütuse asendamine HVO-ga	-215	-1 041	3,23	15,61	9,69	46,82	12,92	62,43
Põllumajanduses kasutatava maagaasi asendamine biometaaniga	-38	-414	0,58	6,21	1,73	18,64	2,30	24,86
Põllumajanduses kasutatava energia asendamine elektriga (10%)	-23	-61	0,34	0,91	1,02	2,73	1,36	3,64
Põllumajanduses kasutatavate masinate optimeerimine	-152	-515	2,28	7,73	6,83	23,20	9,11	30,93
Künnipõhise maaharimise asendamine otsekülviga	-14	-56	0,22	0,84	0,65	2,51	0,87	3,35
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine 10%	-56	-216	0,84	3,24	2,52	9,72	3,36	12,96
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine 20%	-112	-432	1,68	6,48	5,04	19,43	6,72	25,91
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine 30%	-168	-648	2,52	9,72	7,56	29,15	10,08	38,87
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine-täppisviljelus (min)	-14	-56	0,22	0,84	0,65	2,52	0,87	3,36
Mineraalväetiste kasutamise vähendamine-täppisviljelus (max)	-112	-432	1,68	6,48	5,04	19,45	6,72	25,93
Metsastamine	-52	-240	0,79	3,61	2,36	10,82	3,14	14,42

Allikas: Autorite arvutused

Lisameetmete mitterakendamisega ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega kaasnev kulu ja tulu avalikule ja erasektorile vajab täiendavat analüüsi, Antud hinnangu juures on arvestatud vaid KHG heite vähenemise potentsiaali maksumusega lisameetmete rakendamisel,

Kokkuvõte ja soovitused

Eesti eesmärgiks on vähendada JJM määrusega hõlmatud sektorites KHG heidet 2030. aastaks kokku 24% võrra võrreldes 2005. aastaga. JJM hõlmab transpordi, põllumajanduse (CH₄ ja N₂O), jäätmemajanduse, tööstuse, väikesemahulise energiatootmise ning hoonete kütte ja jahutuse sektorites tekkivaid heitkoguseid. See, kuidas panus heite vähendamisse JJM sektorite vahel jaotada, on liikmesriikide otsustada.

Uuring annab ülevaate Regionaal- ja põllumajandusministeeriumi poolt kaardistatud 2030. või 2050. aasta kliimaeesmärkide saavutamiseks vajalike olulisimate kliimavaldkonna lisameetmete ja nende meetmete kombinatsioonide makro- ja sotsiaalmajanduslikust mõjust aastaks 2030 ja 2040. Lisameetmetena käsitleti turvasmuldadel põllumaa viimist püsirohumaaks, märgalaviiljelust, loomade arvu stabiliseerimist põllumajanduses, biogaasi ja biometaani tootmist (sh digestaat), metsa- ja põllumajandusmasinate viimist alternatiivkütustele või elektrile, mineraalväetiste kasutamise vähendamist ja metsastamist. Eelkõige leiti nende meetmete potentsiaalne mõju KHG heite vähenemisele.

Analüüsi läbiviimiseks kasutati eelnevate uuringute väljatöötatud meetodikaid makromajanduslike ja sotsiaalsete mõjude osas aastani 2030 ja 2040, eelkõige mõju majanduskasvule, tööhõivele ja investeringuvajadusele ning väliskaubandusele. Lisaks vaadati lisameetmete kombinatsioonide mõju põllumajandussektori sissetulekutele ja konkurentsivõimele läbi potentsiaalse toodangu või kulude muutuse. Toodangu potentsiaalsel vähenemisel (näiteks seoses loomade arvu stabiliseerimisega) hinnati mõju toiduga isevarustatusele vastavas toidugrupis (lihad ja piim).

Kasvuhoonegaaside heide kestlikust toidusüsteemist hõlmab KHG heidet loomakasvatusest, maaharimisest ja kütuste kasutamisest.

Eestis on ligikaudu kaheksa protsenti (30 848 ha) põllumajanduslikus kasutuses olevast maast turvasmuldadel. Kasvuhoonegaaside heite poolest on kuivendatud turbaalad teisel kohal. Selleks, et kuivendatud turvasmuldadel asuvate põldude heidet vähendada, planeeritakse ühe meetmena **turvasmuldadel põllumaa viimist püsirohumaaks**. Kliimaseaduse kestliku toidusüsteemi töögrupis on läbi arvatud, et 2030. aastaks tuleks püsirohumaade alla viia 18 000 ha põllumaad, mis tähendab, et alates 2025. aastast tuleks rohumaade alla viia 3000 ha turvasmuldadel olevaid põllumaid aastas.

Turvasmuldadel asuvate püsirohumaade CO₂ heide on 6,46 tonni CO₂ ekv hektarilt madalam kui turvasmuldadel asuvate põllumajanduskultuuride kasvatamisel. Meetme rakendamisel kaasneks KHG heite vähenemine keskmiselt 67 856 t CO₂ ekv aastas. PRIA andmetel on turvasmuldadel majandavaid põllumajandustootjaid 2806, kellest enim (72%) tegutseb taimakasvatuse tootmistüübis. Samas on suuremal osal (79%) turvasmuldadel põllumaa kasutajatel kogu nende kasutuse olevast põllumaast turvasmuldade osakaal väga väike: kuni 10%. Suuremad turvasmuldadel põllukultuuride kasvupinnad on koondunud aga selliste tootjate kätte, kellel kogu põllumaast on turvasmuldade osakaal ainult kuni 20% (kokku on neil tootjatel 20 889 ha turvasmuldadel põllukultuure).

Kui rakendatakse turvasmuldadel oleva põllumaa rohumaaks viimise meetet, tulekski vajalike hektarite kokkusaamiseks kasutada nende tootjate gruppi, kellel on turvasmuldade osakaal kogu kasutuses olevast põllumaast võimalikult väike. Olenevalt turvasmullal asuval põllumassiivil kasvatatavast põllumajanduskultuurist tekitab aga selle asendamine püsirohumaaga tootjale saamata jäänud tulu. Kattetulu 2 meetodikat kasutades ulatub saamata jäänud tulu hektari kohta 47–824 euroni. Väiksem

mõju oleks teravilja ja õlikuultuuride puhul ning suurim rühvel- ja aianduskultuuridel, kus KHG heite marginaalkulu ületab avaliku sektori kulu süsinikuturu heitmekvootide hinnataseme 60 €/t CO₂ ekv juures. See tähendab, meetme rakendamisel võiks jälgida ka seda, millisesse tootmistüüpi tootjad kuuluvad, kes peaksid oma turvasmuldadel olevaid maid püsiohumaade alla viima. Hinnati ka turvasmuldadel oleva põllumaa viimist märgalaks, millega kaasneb veidi suurem heite vähenemise potentsiaal, kuid suurem saamata jäänud tulu põllumajandustootjale, samuti tuleb arvestada, et need alad on praegu põllumajandustootmises kasutusel erinevalt kuivendatud turvasmullaga looduslikest rohumaadest.

Eestis oli 2021. aastal 9962 ha kuivendatud turvasmullaga looduslike rohumaad, mis põhjustavad vastavalt Eesti 2023. aasta KHG inventuuriaruandele põllumajandussektoris N₂O emissiooni. Tegu ei ole põllumajandustootjate poolt majandatavate aladega, kuid kirjandusallikatele tuginedes oleks vajalik need alad KHG heite vähendamiseks määrutada. **Turvasmuldadel rohumaade määrutamise** järel väheneks CO₂ ekv keskmiselt aastas 43 905 tonni, kui igal aastal määrutatakse neist 1660 ha (kokku 2030. aastaks 9962 ha). Tõstetud veetaseme järel tekivad märgalad, mida on võimalik erinevatel viisidel majandada.

Märgalade (k.a soode) taastamise ja majandamise võimalusteks teabe jagamisega Eestis tegeleb peamiselt Eestimaa Looduse Fond. Märgalad oleks võimalik kasutada näiteks hariliku pilliroo, hundinuia, tarnade, päideroo või musta lepa kasvatamiseks ning sooniitude või –metsana. Siiski ei ole Eestis veel märgalaviljeluses häid praktilisi näiteid, eelduste kohaselt võiks pilliroo, hundinuia, tarnade ja musta lepa kasvatus saada vastava turu leidmisel mõnele tootjale pigem nišitegevuseks kui suur tootmiseks. Kuna meetmesse planeeritud maad ei ole olnud enne põllumajanduslikus kasutuses, on vähe tõenäoline ka, et neid hakatakse kasutama karjatamiseks või heina tegemiseks. Turvasmuldadel asuvate looduslike rohumaade heina toodang on pea poole väiksem kui kultuurheinamaadel ning nende majandamine ebasoodsatel aastatel võib olla kordades kallim kui mineraalmullaga aladelt.

Laiemalt võiks uurida aga paju ja päideroo kasvatamise võimaluste kohta märgaladel. Pajud on ainsana Euroopa põllumajanduspoliitikas puittaimedest põllumajanduskultuuride nimekirjas ning keskkonnanohiu seisukohast võiksid nad tänu oma tihedale ja kiirekasvulisele juurestikule vähendada KHG emissiooni. Peamiselt kasutatakse paju hakkpuidu tootmiseks, toodetud hakkpuidu kütteväärtus kg kuivaine kohta on ~90% metsapuude omast. Päideroog aga on omaduste poolest märgadel aladel kasvatamiseks sobilik, kuna tema kasv ja produktsioon on just suuremad kõrge veetasemega aladel. Päideroogu on võimalik kasutada loomasöödaks või energiakultuuriks, eriti on ta perspektiivne energia tootmise eesmärgil, oma suure saagikuse ja võimekuse poolest kasvada väga erinevate tingimustes.

Eestis tegeletakse ka päideroo seemnekasvatusega (sh, 70% päideroo seemnepõldudest asus turvasmuldadel), mis näitab, et teatav nõudlus kultuuri vastu on olemas. Kas ja kui palju päideroo kasvatamine turvasmuldadel aitab kaasa CO₂ heite vähenemisele, ühest vastust veel ei ole. Siiski on leitud, et päideroo kasutamine energiakultuurina toodab keskmiselt 40% vähem CO₂ekv ühe MWh kohta kui näiteks kivisüsi.

Enne alade määrutamist on aga väga oluline uurida, kuidas taastatud märgala mõjutab ümbruskaudset veerežiimi. Lisaks ei ole täpselt teada, kui suured kulutused tuleb alade taastamiseks teha. Mõne ala taastamiseks võib piisada ainult kuivenduskraavide kinni ajamisest, teise puhul aga tuleb teha märgatavalt laiemad reljeefianalüüsid, et võimalikud tööd paika panna. Võimalusel tuleks märgalade taastamise vajalikud tegevused täpsemalt lahti kirjutada veemajanduskavades, mida uuendatakse 2027. aastal.

Prognoosid näitavad, et piimalehmade arv ületab 2016–2020 aasta keskmist loomade arvu alates 2032. aastast ning sigade arv ületab juba 2025. aastal võrdlusperioodi keskmist. **Loomade arvu stabiliseerimise** puhul hinnati piimalehmade ja sigade arvu muutuse (+/-1000 looma võrra) mõju KHG heitele ning piima ja sealihha isevarustatuse tasemele.

Piimalehmade arvu muutus 1000 looma võrra mõjutab KHG heidet 6067 t CO₂ ekv võrra, kuid arvestades aastase piimatoodangu kasvu piimalehma kohta heide kokkuvõttes suureneb. Näiteks keskmine piimalehm emiteeris 2023. aastal 5,94 tonni CO₂ ekv, 2030. aastaks kasvab see 6,18 tonnini CO₂ ekv ning 2040. aastaks ulatub juba 6,57 tonnini CO₂ ekv, Samal ajal KHG heide toodetud piima kg kohta väheneb. Sigade arvu muutumisel (+/- 1000 looma võrra) on mõju KHG heitele 189 tonni CO₂ ekv.

Isevarustatuse tase oli 2023. aastal lehmapiimal 172% ja sealihhal 77%. Lehmade arvu vähendamisel 1000 pea võrra vähendab isevarustatuse taset piimal 2–2,2 protsendipunkti võrra. Kuid keskmise piimatoodangu lehma kohta suurenemisega mõju aastatega väheneb ning aastaks 2040 võib 1000 piimalehma vähendamisel isevarustatuse tase piimal olla kuni 22 protsendipunkti võrra suurem kui 2023. aastal. Seega, tootlikkuse suurenemine võib kompenseerida loomade arvu vähenemisest tulenevaid negatiivseid mõjusid piima isevarustatuse tasemele. Analüüsist selgus, et sigade arvu vähendamine 1000 pea võrra vähendab isevarustatuse taset sealihhal 0,3 protsendipunkti võrra.

Biogaasi tootmine on võimalus väärindada energiaks kohalikku toorainet nagu sõnnik, biolagunevad jäätmed, reovesi, reoveesetted, põllumajanduslikku päritolu jäätmed ja muu biomass. Biometaan on taastuvatest allikatest pärit kütus, kus on üle 95% metaani (CH₄) ning mis oma omadustelt on võrdne maagaasiga. Seetõttu võib biometaani segada maagaasiga. Eestis toodeti 2023. aastal 210 617 MWh biometaani. Biogaasi tootmisel on mõjuriteks loomakasvatuse arengud ja biogaasijaamade asukohad (sõnniku transport). Eeldusel, et rajatakse juurde seitse biogaasijaama, mille aastane toodang on 21 000 MWh (kokku 147 GWh biometaani), ning seitse digestaadihoidlat, on investeeringuvajadus kokku 101,3 miljonit eurot. Sellise toodetud biometaani kogusega on võimalik asendada 12 458 tonni fossiilsest diislikütusest saadav energia, mis vähendab KHG heidet aastas 39 kt CO₂ ekv. Lisaks väheneks vedelsõnnikukäitlusega seotud KHG heide 14 kt CO₂ ekv võrra digestaadi väiksema KHG heite tõttu. Meetme marginaalkulu (sh sõnnikukäitluse muutusest tulenev) on 576-591,3 €/ CO₂ ekv t. Meedet tuleks rakendada kooskõlas biometaani tarbimise soodustamisega (sh taristu loomine, maksustamine).

Heide põllumajanduses kasutatavatest kütustest on aastate jooksul vähenenud, kuid lisapotentsiaali on: asendada diislikütuse HVOga või maagaasi biometaaniga, mille eriheite tegur on nullilähedane. Samuti on võimalus kütusekasutuse vähendamiseks, optimeerides tööprotsessis masinate kasutust. Eestis on 10 712 põllumajanduslikku majapidamist, traktoreid ja kombaine neist ~7000-l. Põllu- ja metsamajanduses kokku tarbitakse diislikütust ~98 000 t aastas ning maagaasi 6,3 mln m³. Seejuures diislikütuse asendamisel HVO-ga puudub vajadus asendada masinaparki, kuid tuleb arvestada oluliselt kallima kütusega. Maagaasil töötavaid traktoreid Eestis registreeritud ei ole ning maagaasi kasutatakse eelkõige kütteks. Asendades diislikütusel töötavate traktorite töötunde biometaanil töötavate veoautodega võib ühe masina investeeringuvajadus ulatuda kuni 60 tuhande euroni.

Fossiilse diislikütuse asendamisel järk-järgult kuni 25%-ni 2030. aastal ja 50%-ni 2040. aastal on heite vähendamise potentsiaal vastavalt kuni 331 kt CO₂ ekv t ja 1603 kt CO₂ ekv, Meetme marginaalkulu on 217 € CO₂ ekv t. Erasektoril suureneb energiakulu, imporditakse kallimat HVOd. Meetme rakendamisel tuleks arvestada maksusoodustusega, mis kehtib praegu põllumajandusmasinates kasutatavale erimärgistatud diislikütusele; sellega kaasneks saamata jäänud aktsiisitulu riigile perioodil 2025–2040 kokku kuni 10 mln eurot.

Fossiilse maagaasi asendamisel biometaaniga järk-järgult kuni 25%-ni 2030. aastal ja 50%-ni 2040. aastal on heite vähendamise potentsiaal vastavalt kuni 12,8 kt CO₂ ekv ja 61,9 kt CO₂ ekv. Tegu oleks Eestis toodetud energiaallikaga. Rakendamine on piiratud põllumajandusmasinate tehnoloogilise arenguga, kuid kasutamist on võimalik soodustada biometaani tarbimisele suunamise kaudu. Potentsiaal põllumajanduses vajaliku koguse biometaani (5,9 mln m³ aastas) tarbeks on Eestis olemas, biogaasijaamade juurde rajamisel võiks ulatuda toodetav kogus kuni 24,5 Nm³ aastas.

Kuni 5% põllumajanduslikus kasutuses olevast fossiilsest diislikütusest on võimalik kokku hoida asendades saaduste põllult hoidlasse transpordis diislikütusel sõitvate traktorid biometaanil sõitvate veoautodega (~3% fossiilse diislikütuse vähenemine) ja tavatootmises künnipõhise tehnoloogia otsekülviga. Selliselt kaasneks investeeringuvajadus otsekülvi tehnoloogiasse 72,3 mln eurot (207 külvikut) ja 35–60 mln eurot (1000 biometaanil töötavat veoautot). Samal ajal väheneks KHG heide kuni 30 kt CO₂ ekv.

Meetme N-mineraalväetiste kasutamise vähendamine KHG heite vähenemise potentsiaal ja marginaalkulu sõltub suuresti väetise kasutamise määrast ja selle mõjust saagikusele. Arvutuste järgi oleks selle meetmega võimalik maksimaalselt vähendada KHG heidet perioodil 2025–2030 168 kt CO₂ ekv ning perioodil 2025–2040 648 kt CO₂ ekv, kui vähendada anorgaaniliste lämmastikväetiste kasutamist 30% võrra. Samas tähendaks see põllumajandustootjate jaoks saamata jäänud (müügi)tulu saagi vähenemise tõttu suuruses vastavalt 399 ja 1524 miljonit eurot. Sellisel juhul mõjutaks saagi vähenemine lisaks põllumajandustootjate sissetulekule ka teravilja ja rapsi-rüpsiga isevarustatuse taset ja ekspordi potentsiaali (negatiivne mõju on olemas juba 10%-lisel mineraalsete N väetiste kasutamise vähenemisel). Mineraalväetiste asendamisel orgaanilise väetistega oleks potentsiaali säilitada saagikust, kuid 2023. a seisuga olemasolevate loomade toodetud sõnnikut ei ole mineraalväetiste asendamiseks vajalikus mahus üle. Orgaanilise väetise kasutamisega seotud KHG heide (lämmastiku põhiselt) on sarnane mineraalväetisega, kuid orgaanilise väetise suuremas mahus kasutuselevõtul tuleb arvestada võimaliku suurema kaudse KHG heitega.

N-mineraalväetiste vähendamise meetmes oleks võimalik vähendada lämmastiku kogust väetamisel, kui võtta kasutusele täppisväetamise, eelkõige N-sensorsüsteemi tehnoloogiad. Antud uuringus arvestati täppisviljeluse rakendamise kahe potentsiaalse (nn minimaalse ja maksimaalse) N väetise kokkuhoiu määragaga 10-20%, mis tegelikult võib aastate lõikes varieeruda sõltuvalt ilmatingimustest ja taimede tärkamise määrast. Täppisväetamise tehnoloogia all arvestati ainult sensortehnoloogia kasutamist kasvuaegsel taimede toitainetega varustatuse määramisel. Üks sensorsüsteem teenindaks 500 ha maad. Arvestades sellega, et 2023. aastal juba kasutas 1007 majapidamist täppisviljelusmeetmeid 338 300 ha põllumaal, oleks vaja soetada lisaks kuue aasta jooksul 222 sensorsüsteemi, et täppisviljelusmeetodiga oleks kaetud täiendavalt 110 871 ha põllumaad (kokku väetatud põllumaa pind oli 2022. aastal 449 171 ha). 222 sensorsüsteemi investeeringusumma on 7,3 miljonit eurot. Tänu täppisviljelusele väheneks põllumajandustootjate väetisekulu perioodil 2025–2030 3,4 miljonit eurot ja perioodil 2025–2040 13,2 miljonit eurot. Samal ajal väheneks KHG heide vastavalt 14,5 ja 55,9 kt CO₂ ekv, kui arvestada sensortehnoloogia rakendamisel N kokkuhoiuga 10%.

Kui võtta arvesse, et statistika ei peegelda konkreetset kasvuaegse N vajaduspõhise pealtväetamise potentsiaali, oleks maksimaalne investeeringu maht kuue aasta jooksul 28,3 miljonit eurot, kui võtta aluseks vajadust katta sensorsüsteemidega kogu teravilja ja rapsi-rüpsi pindala (428 634 ha 2023. aastal), ning N-sensorite arv ulatuks 858-ni. Sellel juhul väheneks põllumajandustootjate väetisekulu perioodil 2025-2030 26,6 miljonit eurot ja perioodil 2025-2040 102,4 miljonit eurot. Samas väheneks KHG heide vastavalt 112,1 ja 432,2 kt CO₂ ekv, kui arvestada sensortehnoloogia rakendamisel N kokkuhoiuga

20% võttes arvesse kumulatiivset mõju teiste võimalike juba rakendatud täppisviljelusmeetoditega. Mineraalväetiste kasutamise vähendamise meede vajab täiendavat mõjuanalüüsi, kui väetiste kasutamise vähenemine peaks jõustuma vahetult alates 2030. aastast. Lisaks on meetmete kombinatsiooni rakendamisel vajalik täiendav uuring täppisväetamise tehnoloogia potentsiaali täpsustamiseks ning täppisviljeluse ja orgaanilise väetise kooskasutamise koosmõju väljaselgitamiseks.

Metsastamise meetme KHG heite vähendamise potentsiaal sõltub metsastava põllumajandusmaa pindalast. Olenevalt kodumaiste istikute kättesaadavusest oleks võimalik metsastada maksimaalselt 2500 ha aastas, ehk 40 000 ha 2040. aastaks. Metsastamiseks tuleb valida eelkõige madalama põllumajandusliku kasutuse potentsiaaliga põllumajandusmaa. Antud uuringus arvestati metsastamise määraga 1000 ha aastas. Perioodil 2025–2030 oleks metsastamise maksumus hinnanguliselt 9,3 miljonit eurot ning kattetulu metsamajanduses (n-ö kännuraha) oleks 2,3 miljonit eurot. KHG heite vähenemise potentsiaal oleks 52,4 kt CO₂ ekv ning marginaalkulu 132 eurot tonni CO₂ ekv kohta.

Perioodil 2025–2040 oleks võimalik vähendada KHG heidet kokku 240,4 kt CO₂ ekv, marginaalkulu oleks seejuures 25 eurot/t CO₂ ekv. Põllumajandusmaa metsastamisel tuleb arvestada maakasutuse muutusega pikemaks ajaks, et kasvav mets saaks siduda võimalikult palju süsinikku. See aga tähendab, et põllumajandusmaa ressursid väheneb määramata ajaks. Maakasutuse muutuste planeerimisel tuleb arvestada ka maaomanike huvidega ja sellega seotud juriidiliste küsimustega ning vajadusel välja töötada kompensatsioonimehhanism.

Lisameetmete kombinatsioonide mõju hindamisel lähtuti meetodikas kokkulepitud lisameetmete võimalikest interaktsioonidest ning asjaolust, et põllumajandussektori meetmed on seotud looduslike protsessidega, mille mõju potentsiaal sõltub paljudest faktoritest. KHG heite vähenemise potentsiaal võib osutada oodatust suuremaks või väiksemaks ja ajas muutuda. Lisaks sellele arvestati sellega, et põllumajanduse areng sõltub tehnoloogia arengust, sh energeetika ja transpordi sektorites. Põllumajandussektori tootmisprotsesside multidistsiplinaarsus ja sektori tähtsus toidujulgeoleku tagamisel tähendab vajadust hinnata KHG heite vähendamist potentsiaalipõhiselt ning arvestada tuleb põllumajandussektori panust teistesse JJM ja LULUCF kategooriatesse. Eeltoodut arvestades kirjeldati lisameetmete nelja võimalikku kombinatsiooni.

Lisameetmete turvasmuldadel põllumaa viimine püsirohumaaks, märgalaviiljelus ja põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine kombinatsiooni netokulu koosneb taimekasvatuses saamata jäänud tulust, mis kumuleerub perioodil 2025–2030 8,63 mln euronit ja perioodil 2025–2040 33,3 miljoni euronit. Samas suureneb ka KHG heite vähenemise potentsiaal vastavalt 562,71 ja 1797 kt-ni CO₂ ekv. Kombinatsiooni võetud meetmete puhul ei ole hinnatud mõju SKP ja tööhõivele.

Selle kombinatsiooni juures tuleks kaaluda:

- turvasmuldadel põllumaa viimisel püsirohumaad alla võimalusel võimaldada põllumajandustootjatel rajada püsirohumaad turvasmullaga aladele ja võtta kasutusele asemele mineraalmullaga püsirohumaad;
- püsirohumaad rajamise planeerimisel arvestada maaomanike huvidega ning vajadusel hinnata ja kompenseerida neile maakasutuse muutusega seotud kulud;
- piimalehmade ja sigade arvu stabiliseerimisel rakendada kaudseid meetmeid reguleerimismehhanisme (toetuste nõuded, saastaja maksab põhimõte, saamata jäänud tulu hüvitamine, vmt).

Lisameetmete metsa- ja põllumajandusmasinate viimine alternatiivkütustele või elektrile, biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat) ja põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine kombinatsiooni netokulu on perioodil 2025–2030 270,7 miljonit eurot ja KHG heite potentsiaalne vähenemine on 811,9 kt CO₂ ekv. Meetmete kulud nagu investeringuvajadus ja meetmete rakendamisega seotud lisakulud on suuremad kui kaasnev kulude vähenemine.

Piimalehmade ja sigade sõnniku kasutamisel biogaasi toomises võimaldab vähendada KHG heidet 14,1 kt CO₂ ekv võrra, eeldusel, et toodetakse täiendavalt 12,4 miljonit Nm³ biogaasi. Vastavalt arvutustele toob ühe miljoni Nm³ biogaasi tootmine sõnnikukäitlusest tuleneva KHG heite vähenemist ca 1,1 kt CO₂ ekv võrra. 2040. aastaks suureneb selles meetmete kombinatsioonis nii netokulu kui ka KHG heite vähenemise potentsiaal kõige rohkem just metsa- ja põllumajandusmasinate viimisel alternatiivkütustele või elektrile. Perioodil 2025–2040 on meetmete kombinatsiooni netokulu kokku 916,7 miljonit eurot ja KHG heite vähenemise potentsiaal 3022,8 kt CO₂ ekv. SKP väheneb meetmete kombinatsioonis kokku 358 miljonit eurot 2040. aastaks, kuid töökohtade arv suureneb 761 võrra. Hinnanguliselt on sellel meetmete kombinatsioonil kõrge KHG heite vähenemise potentsiaal ja ka kõrge sotsiaalmajanduslik kulu.

Selle kombinatsiooni juures tuleks kaaluda:

- alternatiivsete kütuste nõudluse suurendamise võimalusi (maksustamine, jaotusvõrk);
- biometaanijaamade rajamise soodustamisel terviklikku lähenemist kogu tarneahela kohta (toorme pakkumisest, nõudluse suurendamiseni ja digestaadi kasutamiseni);
- uute tehnoloogiliste lahenduste (hübriidtraktorid, elektritraktorid) kasutuselevõtu soodustamist,

Lisameetmete põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine, mineraalväetiste kasutamise vähendamine ning biogaasi ja biometaani tootmine (sh digestaat) kombinatsiooni netokulu kokku oleks perioodil 2025–2030 ca 160 miljonit eurot ja KHG heite potentsiaalne vähenemine 281,8-379,4 kt CO₂ ekv ning 2025–2040 385,5-453,7 miljonit eurot ja KHG heite potentsiaalne vähenemine 485,3-861,7 kt CO₂ ekv sõltuvalt täppisväetamise (N-sensorsüsteemi) tehnoloogia rakendamise määrast. Digestaadi, kui orgaanilise väetise, kliimamõju on antud uuringus võetud samasena sõnniku mõjule. Meetmete kombinatsiooni rakendamisel tekib nii investeringuvajadus ja lisakulud (biogaasijaamade tegevuskulud) kui ka kulude vähenemine (väetise kasutuse vähenemisel) ja lisatulu (biogaasi müügist).. SKP väheneb meetmete kombinatsioonis kokku 100-166 miljonit eurot 2040. aastaks ja töökohtade arv muutub -317 kuni +62 võrra.

Selle meetmete kombinatsiooni puhul on mõõdukas KHG heite vähendamise potentsiaal ning ka sotsiaalmajanduslik mõju.

Selle kombinatsiooni juures tuleks kaaluda:

- taimekasvatases saagikuste vähenemise tõttu ekspordipotentsiaali vähenemise mõju;
- võimalusi mineraalse N-väetise asendamiseks orgaanilise väetisega (haljasväetis, sõnnik, digestaat) arvestades põllumajandusloomade arvuga;
- sõnniku nõudlust biometaani tootmisel ning digestaadi kasutusvõimalusi.

Vajalik on täiendav mõjuanalüüs, kui väetiste kasutamise vähenemine peaks jõustuma vahetult alates 2030. aastast.

Lisameetmete põllumajandusloomade arvu stabiliseerimine, mineraalväetiste kasutamise vähendamine ja metsastamine kombinatsioon on arvutuste järgi kõige väiksema KHG heite

Kliimaeesmärkide saavutamiseks vajalike olulisimate lisameetmete sotsiaalmajanduslike mõjude hindamine | 48

vähendamise potentsiaaliga ning madala sotsiaalmajandusliku kuluga. Samas tekib perioodil 2025–2040 selles kombinatsioonis netotulu tänu väetamisega seotud kulude vähenemisele ja lisatulu tekkimisele kasutamata põllumajandusmaa metsastamisel, mis on summaarselt suurem kui vajalik investeringu suurus, tänu lisameetme Mineraalväetiste kasutamise vähendamise variandile maksimaalse potentsiaaliga täppisväetise tehnoloogia kasutuselevõtuga). Perioodi 2025–2040 on KHG heite vähenemise potentsiaal 304,1 kt CO₂ ekv, kui võtta maksimaalse potentsiaaliga N-sensorsüsteemide kasutamist teravilja ja rapsi-rüpsi pinnal. 2040. aastaks suureneb SKP meetmete kombinatsioonis kokku 62 miljonit eurot ja töökohtade arv väheneb 486 võrra. Minimaalse potentsiaaliga täppisväetamise tehnoloogia variandi rakendamisel suureneb perioodil 2025-2040 KHG heide 72,2 kt CO₂ ekv võrra ning nii SKP kui ka töökohtade arv vähenevad vastavalt 4 miljonit eurot ja 107 töökoha võrra.

Selle meetmete kombinatsiooni rakendamisel on vajalik täiendav analüüs täppisväetamise tehnoloogia potentsiaali täpsustamiseks ning täppisviljeluse ja orgaanilise väetise kooskasutamise koosmõju väljaselgitamiseks. Põllumajandusmaa metsastamisel tuleb arvestada maaomanike huvide ning võimalike kompensatsioonikuludega.

Lisameetmete mitterakendamise ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega (2021. aasta seisuga 687,81 kt CO₂ ekv/aasta) kaasneks 2030. aastal riigi jaoks kulu summas 10,3 kuni 41,3 miljonit eurot sõltuvalt t CO₂ ekv hinnast. Kui jätta kliimaeesmärgid täitmata samas mahus (eeldusel, et KHG heide ei suurene) ka aastani 2040, oleks avaliku sektori kulu kokku vahemikus 113,5–454 miljonit eurot. Lisameetmete mitterakendamise ja võetud kliimaeesmärkide mittetäitmisega on erasektori kulude kokkuvõid hinnanguliselt suurem kui avaliku sektori kulu.