



KLIIMAMINISTEERIUM



REGIONAAL- JA  
PÕLLUMAJANDUSMINISTEERIUM



KESKKONNAAGENTUUR

Maa- ja mullakasutuse juhtimissüsteem mullastiku  
teenuste efektiivseks ja jätkusuutlikuks  
kasutamiseks, elurikkuse kaitseks ja kliimamõju  
vähendamiseks. Uurimisprogramm

**Mulla- ja maakasutusega seotud  
kasvuhoonegaaside seire ja aruandluse  
täiustamine**

Aruanne

Tallinn 2024



# Sisukord

<b>Sisukord</b> .....	<b>2</b>
<b>Sissejuhatus</b> .....	<b>4</b>
<b>Maakasutuse ja KHG-dega seotud eesmärgid ja regulatsioonid</b> .....	<b>6</b>
LULUCF määrus .....	7
Energialiidu juhtimismäärus .....	8
Jõupingutuste jagamise määrus .....	12
Süsiniku eemaldamise sertifitseerimise määrus .....	13
Ühine põllumajanduspoliitika .....	14
Taastuenergia direktiiv .....	15
Looduse taastamise määrus .....	15
Metsaseire määrus .....	16
Raadamist käsitlev määrus .....	17
Mullaseire direktiiv .....	17
<b>Maakasutusega seotud KHG inventuur</b> .....	<b>19</b>
Mõõtmispõhine Tier 3 meetodika .....	23
Mudelipõhine Tier 3 meetodika .....	25
LULUCF maakategooriad KHG inventuuris .....	26
Metsamaa .....	29
Põllumaad .....	35
Rohumaad .....	40
Märgalad .....	43
Asulad .....	48
Muu maa .....	50
Maakasutusega seotud muud heitekategooriad KHG inventuuris .....	51
N <sub>2</sub> O heide lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest .....	51
Otsene ja kaudne N <sub>2</sub> O heide põllumajandusmaadelt .....	52
Mitte-CO <sub>2</sub> heide biomassi põlengutest .....	57
Puittooted .....	58
<b>Kokkuvõte ja peamised järeldused</b> .....	<b>59</b>
<b>KHG arendusvajaduste tabel</b> .....	<b>64</b>
<b>Kasutatud kirjandus</b> .....	<b>70</b>
<b>Lisa 1 – KHG mõõtmisega seotud teadustaristu</b> .....	<b>77</b>
Eesti Keskkonnaobservatoorium .....	78
Jõhvi monitooringujaam .....	79

Järvelja SMEAR jaam.....	79
Rõka uurimisjaam .....	79
Soontaga metsaökosüsteemi mõõtejaam .....	80
Valgjärve telemast.....	80
<b>Lisa 2 – Kaasatud isikud ja asutused.....</b>	<b>81</b>
<b>Lisa 3 – Ülevaade maakasutuse ja KHG-dega seotud teadusprojektidest .....</b>	<b>82</b>

## Sissejuhatus

Käesolev aruanne valmis 2024. aasta II–III kvartalis projekti „Maa- ja mullakasutuse juhtimissüsteem mullastiku teenuste efektiivseks ja jätkusuutlikuks kasutamiseks, elurikkuse kaitseks ja kliimamõju vähendamiseks. Uurimisprogramm“ raames. Projekti toetab Eesti riik kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise tulust. Töö eesmärk oli koondada maa- ja mullakasutusest tuleneva KHG seire ja aruandlusega seonduvalt sisutaust ja tervikpilt, sh:

- selgitada välja lüngad, nõuded ja vajadused seonduvalt riigi KHG aruandluskohustustega;
- selgitada välja, mis info on juba olemas ja/või teostamisel eri algatustes ja projektides ning kas see on piisav meetodikate arendamiseks ja KHG inventuuri täiustamiseks;
- koondada info seniste projektide jm kohta;
- selgitada välja KHG inventuuri meetodikate arendusvajadused ja -võimalused;
- kirjeldada olemasolevat tehnilist taristut seonduvalt KHG seirega.

Aruandes antakse ülevaade maa- ja mullakasutusega, sh nii põllumajanduse kui ka maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse sektoriga seotud kasvuhoonegaaside (KHG) seirest ja aruandlusenõuetest, sh nende arendusvajadustest tulenevalt nii erinevatest EL regulatsioonidest ja eesmärkidest kui ka KHG aruandluse täiustamise nõuetest. Selle jaoks antakse aruande esimeses peatükis lühike ülevaade peamistest EL regulatsioonidest, mis mõjutavad maakasutust ja sellega seotud KHG voogusid, sh vastavaid seirenõudeid ja aruandlust.

Aruande teises peatükis antakse lühiülevaade maa- ja mullakasutusega seotud sektoritest riiklikus KHG inventuuris. Seejuures on kirjeldatud nii peamiseid maakasutusega seotud sektoreid, nende skoopi kui ka hetkel kasutusel olevaid alusandmeid ja seiremeetodikaid. Iga maakasutussektori juures on ära toodud ka mõned olulisemad tellimustööd ja projektid, mis on seotud KHG meetodikate arendamisega või mis omavad potentsiaali sellesse tulevikus panustada.

Aruande kolmandas peatükis esitatakse peamised järeldused ja soovitused KHG meetodikate arendamiseks. Seejuures on selles peatükis esitatud esialgsed KHG seire ja meetodikate arendusvajadused tabelina prioriteetsuse järjekorras ning seda jaotatuna erinevate maakasutuskategooriate kohta. Ühtlasi on esitatud üldised parendusettepanekud riikliku KHG inventuuri täiustamiseks ning sellega seotud erinevate asutuste omavahelise koostöö ja koordinatsiooni parendamiseks.

Aruande kokkuvõttes koondina esitatud KHG arendusvajaduste tabel on praeguse parima teadmise ja hetkeseisu kaardistus ning jääb seotud asutustele ja ametnikele edaspidi heaks tööriistaks ja juhtimisvahendiks KHG arenduste elluviimisel ja tellimisel. Osa KHG arendustest lükatakse käima järgmise sammuna projekti „Maa- ja mullakasutuse juhtimissüsteem mullastiku teenuste efektiivseks ja jätkusuutlikuks kasutamiseks, elurikkuse kaitseks ja kliimamõju vähendamiseks. Uurimisprogramm“ raames. Kuna kõikide arenduste jaoks rahastust ei jätku, siis tuleb hankida täiendavat rahastust ka muudest vahenditest ning vastavalt sellele tuleb tulevikus arendusvajaduste tabelit ka uuendada ja üle vaadata, sh vajadusel lisada täiendavaid arendusvajadusi, muuta prioriteete jne.

Aruande lisadesse on koondatud ülevaade KHG seirega seotud teadustaristust (Lisa 1), nimekiri aruande koostamise kaasatud isikutest (Lisa 2) ning loetelu taustauuringu raames tuvastatud

teadusprojektidest, mis ühel või teisel moel annavad väärtuslikku infot maakasutusega seotud KHG kohta (Lisa 3).

Käesoleva aruande koostas ekspert Janika Laht. Aruanne valmis tänu paljudele ametnikele ja teadlastele, kes olid lahkelt nõus kaasa mõtlema, osalema erinevatel kohtumistel, ajurünnakutel ja neljasilma intervjuudel, jagama avameelselt oma arvamusi, ettepanekuid ja teadmisi, sh vastama üksikasjalikele küsimustele meetoodikate, teadusprojektide ja probleemide kohta. Suur tänu ja lugupidamine teile kõigile selle eest!

# Maakasutuse ja KHG-dega seotud eesmärgid ja regulatsioonid

2015. aasta detsembris toimus Pariisis ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*) osaliste konverents, mille raames sõlmisid 195 riiki globaalse õiguslikult siduva kokkuleppe kliimasoojenemise pidurdamiseks. Pariisi kokkuleppega sätestati pikaajaline eesmärk hoida üleilmne keskmine temperatuuri tõus oluliselt madalamal kui 2°C võrreldes tööstusrevolutsioonieelse ajaga ning teha ühiseid jõupingutusi temperatuuritõusu piiramiseks 1,5°C võrreldes tööstusrevolutsioonieelse ajaga. Eesti allkirjastas Pariisi kokkuleppe ratifitseerimise seaduse 31. oktoobril 2016. aastal.

Pariisi kokkuleppe kohaselt peavad kõik osapooled panustama pikaajaliste eesmärkide saavutamisse riiklikult kindlaksmääratud panuse (nn NDC – *Nationally Determined Contribution*) täitmise kaudu. EL-i ülese siduva eesmärgina määrati 2014. aasta oktoobris Euroopa Ülemkogu järeldustes EL-i NDC-ks vähendada kasvuhoonegaaside (KHG) heitkoguseid 2030. aastaks vähemalt 40% võrra võrreldes 1990. aasta tasemega, hõlmates ka maakasutuse ja metsanduse (LULUCF – *Land Use, Land Use Change and Forestry*) sektorit. 2020. aasta detsembris esitas EL ajakohastatud ja täiustatud heitkoguste vähendamise eesmärgi, mille üldine siht on vähendada 2030. aastaks heitkoguseid vähemalt 55% võrra võrreldes 1990. aasta tasemega.

Euroopa kliimamäärusega (EL) 2021/1119<sup>1</sup> on seatud üldine eesmärk, et Euroopa majandus ja ühiskond muutuks 2050. aastaks kliimaneutraalseks. See tähendab, et selleks ajaks peavad EL-i õigusega reguleeritud KHG sidumine ja heide olema tasakaalus. Pärast seda peab EL saavutama negatiivsed KHG netoheitkogused, mis omakorda tähendab, et iga-aastane süsinikusidumine on suurem kui KHG heide. Kliimamääruses on sätestatud ka nõ vahe-eesmärk vähendada 2030. aastaks KHG netoheitkoguseid vähemalt 55% võrreldes 1990. aasta tasemega. See on kooskõlas varasemalt esitatud EL-i NDC-iga ning seda võimaldavad saavutada EL-i erinevad õiguslikud vahendid – tuntud ka kui *Fit for 55* pakett. Neist mitmetel on seos ka maakasutusega ja vastava poliitika kujundamisega.

Kehtivate EL-i õigusaktide kohaselt on liikmesriikidel aastateks 2021–2030 siduvad KHG heitkoguste sihttasemed nendele majandussektoritele, mis jäävad väljapoole EL-i KHG lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteemi (EU ETS – *European Union Emissions Trading System*) reguleerimisala, mis on reguleeritud EU ETS direktiiviga 2003/87/EÜ<sup>2</sup>. EU ETS-i reguleerimisalasse kuuluvad peamiselt need energia- ja tööstuskäitised, kus toimub kütuste põletamine energia tootmiseks ja teatud tööstustoodete tootmiseks. EU ETS-i reguleerimisalast väljajäävateks sektoriteks on transport (v.a rahvusvaheline lennundus ja meretransport, mis kuuluvad EU ETS-i), hooned ja ehitus, põllumajandus, tööstus- ja jäätmesektor. Nendes EU ETS-ist väljajäävates sektorites on KHG heite vähendamine reguleeritud jõupingutuste jagamise määrusega (EL) 2018/842 (ESR – *Effort Sharing Regulation*)<sup>3</sup>. ESR-i kohaldamise alla kuuluvatest sektoritest pärit heitkoguseid tuleb EL-is kokku 2030. aastaks vähendada 40% võrreldes 2005. aasta tasemega. Eesti eesmärk on vähendada heitkoguseid ESR-iga hõlmatud sektorites 2030. aastaks 24% võrra

---

<sup>1</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>

<sup>2</sup> [EUR-Lex - 02003L0087-20240301 - ET - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>3</sup> [EUR-Lex - 02018R0842-20230516 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

võrreldes 2005. aastaga. Riiklikud eesmärgid seonduvalt KHG-dega on sätestatud ka LULUCF sektoris, mis on reguleeritud LULUCF määrusega (EL) 2018/841<sup>4</sup> (vt järgmine alapeatükk).

Maakasutuse ja maakasutusest tulenevate KHG-de heite seire ja aruandlusega ning eesmärkidega on seotud mõlemad, nii ESR kui ka LULUCF määrus. See tähendab omakorda, et KHG heite seire ja aruandluse täiustamisel on mõju mõlema määruse riiklike eesmärkide täitmisele. Maakasutusega seotud seiret hakkavad lähitulevikus mõjutama ka järgmised EL algatused, millest osa on juba vastu võetud ja jõustunud ning osa veel alles läbirääkimistel oleva ettepaneku vormis: nt EL metsaseire määrus<sup>5</sup>, looduse taastamise määrus<sup>6</sup>, metsade raadamise määrus<sup>7</sup>, mullaseire direktiiv<sup>8</sup> jne.

## LULUCF määrus

Euroopa Parlament ja nõukogu leppisid 2023. aastal LULUCF määrusega<sup>9</sup> kokku EL-i üldises eesmärgis, milleks on 310 Mt CO<sub>2</sub> ekv netosidumist LULUCF sektoris 2030. aastaks. Lisaks peavad liikmesriigid eesmärgi kohaselt tagama nn negatiivset saldot keelava eeskirja (*no-debit rule*) järgimise aastatel 2021–2025 ning perioodil 2026–2030 järk-järgult suurendama sektori süsinikusidumist, et täita 2030. aastaks seatud netosidumise eesmärk. Eesti 2030. aasta eesmärk on LULUCF määruse kohaselt KHG-de netosidumine tasemel 2545 kt CO<sub>2</sub> ekv, mis tähendab, et Eesti peab suurendama KHG netosidumist LULUCF sektoris 434 kt CO<sub>2</sub> ekv võrra võrreldes baastasemega (2016–2018 keskmine). (Keskkonnaministeerium, 2023)

LULUCF määrust kohaldatakse süsinikdioksiidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>) ja dilämmastikoksiidi (N<sub>2</sub>O) heitele ja sidumisele liikmesriikide territooriumil järgmistes maa-kategooriates või sektorites: metsamaa, põllumaa, rohumaa, märgala, asula, muu maa, puittooted, saasteainete sadestumine atmosfäärist ning lämmastiku leostumine ja äraanne. Konkreetsed liikmesriigi kohustused ja eesmärgid on sätestatud LULUCF määruse artikliga 4 ning need on otseselt seotud riikliku KHG inventuuriga.

LULUCF määruse artikkel 5 sätestab ka üldised arvestuseeskirjad sektori KHG heite seireks, kuid detailsemad seirekohustused tulenevad energialiidu ja kliimameetmete juhtimismäärusest (EL) 2018/1999<sup>10</sup> (vt järgmine alapeatükk). Selleks, et liikmesriik saaks kasutada mitmeid LULUCF määruse paindlikkus- ja kompensatsioonimeetmeid, tuleb liikmesriigil järgida seire- ja aruandlusnõudeid, mis on sätestatud energialiidu juhtimismäärusega. Seega on väga oluline luua arusaam sellest, millistele nõuetele peab riiklik KHG heitkoguste seire ja aruandlus vastama ning kuidas seda on tarvis täiustada. Näitena võib tuua juhu, kui liikmesriik soovib kasutada LULUCF määruse kohast artikkel 13 metsamaa paindlikkusmeedet perioodil 2021–2025 (täiendavate kompensatsioonihikute kasutamine LULUCF eesmärkide täitmiseks), peab ta olema lisanud oma pikaajalisse strateegiasse käimasolevad ja kavandatavad meetmed, millega tagada metsade süsiniku neeldajate ja talletajate säilimine, ning teabe nende meetmete mõju kohta keskkonnan-eesmärkidele, sh nt elurikkuse kaitsele, kohanemisele looduslike häiringutega jne. Samuti ei ole

---

<sup>4</sup> [EUR-Lex - 02018R0841-20230511 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>5</sup> [EUR-Lex - 52023PC0728 - ET - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>6</sup> [EUR-Lex - 52022PC0304 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>7</sup> [Regulation - 2023/1115 - ET - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>8</sup> [EUR-Lex - 52023PC0416 - ET - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>9</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02018R0841-20230511>

<sup>10</sup> [EUR-Lex - 02018R1999-20231120 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

liikmesriigil võimalik kaubelda teiste riikidega ESR ja LULUCF ühikutega, kui ta ei ole täitnud KHG heite seire- ja aruandluse nõudeid.

LULUCF määruse artikkel 3 defineerib eraldi mõistena looduslikud häiringud. Need on mitte-inimtekkelised sündmused või asjaolud, mis põhjustavad maakasutuse ja metsanduse sektoris märkimisväärset heidet ja mille esinemine ei ole asjaomase liikmesriigi kontrolli all ning mille mõju liikmesriik on objektiivselt võimetu oluliselt piirama isegi pärast nende aset leidmist. LULUCF määruse artikkel 10 kohaselt võivad liikmesriigid ajavahemiku 2021–2025 lõpus jätta oma metsastatud maa (põllumaast, rohumaast, märgalast, asulast või muust maast metsamaaks muudetud maa) ja majandatava metsamaa arvestusest välja KHG heitkogused, mille allikaks on looduslikud häiringud ja mis ületavad ajavahemikul 2001–2020 looduslike häiringute poolt põhjustatud heitkoguste keskmist taset, jättes välja statistilised võõrväärtused ehk taustataseme. See eeldab ka selliste üksikasjalike andmete seiret seonduvalt KHG heite seire ja aruandlusega. Heitkoguste arvestusest ei saa liikmesriigid välja jätta heidet, mis i) tuleneb pärast looduslike häiringuid maa-alal tehtud raie- ja sanitaarraie- ja sanitaarraie, ii) tuleneb maa-alal toimunud maastiku kontrollitud põletamisest, iii) esineb maa-alal, kus toimus pärast looduslike häiringuid raadamine.

Taustataset arvestatakse kooskõlas LULUCF määruse VI lisaga. Selleks peab liikmesriik esitama komisjonile teabe majandatava metsamaa taustataseme ja VI lisa alusel kasutatud andmete ja meetodikate kohta ning jätma arvestusest välja ka KHG sidumise looduslikest häiringutest mõjutatud aladel. LULUCF määruse lisa VI kohaselt tuleb taustataseme arvutamiseks liikmesriigil esitada i) looduslikest häiringutest tingitud heite varasemad tasemed, ii) prognoosimisel arvesse võetavate looduslike häiringute tüübid, iii) nende looduslike häiringutega seotud hinnanguline aastane heite üldkogus ajavahemikul 2001–2020 ning maa-aruandluskategooriate kaupa perioodil 2021–2025 ja 2026–2030, iv) tõendus aegrea järjepidevuse kohta. Seega on artikkel 10 kohase erandi kasutamiseks vajalik omada üksikasjalikke ja geograafiliselt täpseid andmeid looduslike häiringute ja neist tingitud heite kohta.

## Energialiidu juhtimismäärus

LULUCF määruse muutmisega 2023. aastal muudeti ka energialiidu ja kliimameetmete juhtimismäärust (EL) 2018/1999<sup>11</sup>, sh selle V lisa 3. osa, mis puudutab seire- ja aruandlusmeetodeid LULUCF sektoris. Selle kohaselt peavad liikmesriigid LULUCF sektori seireks ja aruandluseks kasutama geograafiliselt täpseid andmeid maakasutuse muutuse kohta kooskõlas Valitsustevahelise kliimamuutuste nõukogu (IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2006. aasta suunistega riiklike KHG inventuuride kohta.

Energialiidu ja kliimameetmete juhtimismääruse artikliga 14 nõutakse, et riigid annaksid aru oma energia- ja kliimameetmetest ja seotud eesmärkide poole edenemisest läbi riiklike energia- ja kliimakavade (NECP – *National Energy and Climate Plan*). NECP-ides peavad riigid kirja panema ka LULUCF sektoriga seotud eesmärgid ja meetmed, sh visandades teekonna ja esitades prognoosid seotud eesmärkide saavutamiseks kavandatud meetmete abil. Juhul, kui rakendatavad meetmed on ebapiisavad, peavad riigid välja pakkuma täiendavaid meetmeid ja ajakohastama prognoose. NECP-ide raames peavad riigid kindlaks määrama ka KHG seirega seotud täiendused ja arendused, et tõhusalt mõõta poliitika rakendamist ja edukust. Samuti tuleb riikidel luua selge plaan, kuidas nad plaanivad suurendada KHG netosidumist LULUCF sektoris.

---

<sup>11</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1999>



Selleks tuleb riikidel integreerida maakasutusega seotud sektoritesse leevendus- ja kohanemis-meetmed ning looduse taastamise meetmed. Seeläbi on NECP justkui planeerimisvahend, mis annab ka olulist infot KHG heite ja sidumise suundumuste kohta.

Energialiidu juhtimismääruse kohaselt võivad liikmesriigid ajavahemikul 2021–2025 kasutada LULUCF sektoris Tier 1 meetodikaid kooskõlas IPCC 2006. aasta suunistega, v.a selliste süsiniku talletajate osas, mille arvele langeb vähemalt 25% heitest või sidumisest kategoorias, mis on liikmesriigi poolt prioriteetseks määratud. Süsiniku talletajaks defineeritakse LULUCF määruuses sellist liikmesriigi territooriumil asuvat biogeokeemilist üksust või süsteemi osaliselt või tervikuna, millesse on talletatud süsinikku, süsinikku sisaldava KHG lähteainet või süsinikku sisaldavat KHG-d. Prioriteetseks määramise põhjuseks võib olla see, et selle konkreetse süsiniku talletaja kohta esitatud hinnangul on märkimisväärne mõju riigi KHG heite summaarsele inventuuriandmetele kas seoses heite ja sidumise absoluuttasemega, heite ja sidumise suundumustega või maakasutuskategooria heite ja sidumise määramisega. Selliste prioriteetsete süsiniku talletajate puhul tuleb kasutada vähemalt Tier 2 meetodikat, mis on kooskõlas IPCC suunistega.

Alates 2028. aastast tuleb liikmesriigil kasutada KHG inventuuri LULUCF sektori osa koostamisel vähemalt Tier 2 meetodikat kooskõlas IPCC 2006. aasta suunistega. Seejuures peaksid riigid liikuma võimalikult varakult ja hiljemalt 2030. aastaks üle Tier 3 meetodikale järgmiste maa-alade korral: märgalad, metsad, taastamist vajavad ja taastamisel olevad alad, kõrge kliimariskiga alad (üleujutusohuriskiga alad) ning loodus-, linnu- ja veeraamdirektiivist tulenevad kaitsealad, elupaigad jm. Detailsem ülevaade on esitatud allolevas tabelis, kuid kokkuvõtlikult võib öelda, et Eestil on tarvis liikuda Tier 3 meetodikale peaaegu kõikides maakategooriates: metsamaa, põllumaa, rohumaa, märgalad ja asulad. Jätkuvalt võib liikmesriik kasutada Tier 2 meetodikat selliste alade korral, mille osakaal on vähem kui 1% majandatava maa pindalast.

**Tabel 1.** Väljavõtte tabeli kujul määruse (EL) 2018/1999 V lisa 3. osast, kus on määratletud ja viidatud, milliste maa-alade osas tuleb KHG seires ja aruandluses võimalikult varakult ja hiljemalt 2030. aastaks üle minna Tier 3 meetodikale.

Maa-ala kirjeldus määruse (EL) 2018/1999 V lisa 3. osas	Selgitus või täpsustus
direktiivi (EL) 2018/2001 artikli 29 lõikes 4 määratletud suure süsinikuvaruga maa-alad	Taastuvenergia direktiivi (EL) 2018/2001 <sup>12</sup> artikkel 29 sätestab biokütuste, vedelate biokütuste ja biomasskütuste säästlikkuse ja KHG heitkoguste vähendamise kriteeriumid. Seejuures selle artikli lõige 4 sätestab, et suure süsinikuvaruga maa-alad on maa-alad, mis enam ei ole, aga 2008. aasta jaanuaris olid kas i) märgalad, ii) püsivalts metsastatud alad, iii) üle ühe hektari suurused maa-alad, millel on üle 5 m kõrgused puud võrade liitusega 10-30%.
suure elurikkusega maa, nagu on määratletud direktiivi (EL) 2018/2001 artikli 29 lõikes 3	Taastuvenergia direktiivi artikkel 29 lõige 3 sätestab, et suure elurikkusega maa-alad on maa-alad, mis 2008. aasta jaanuaris või ka pärast seda olid kas i) põlismetsad või vanad metsad, ii) suure elurikkusega ja rikkumata

<sup>12</sup> [EUR-Lex - 02018L2001-20231120 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/lexuri/cs/cs?uri=CELEX:02018L2001-20231120-EN)

Maa-ala kirjeldus määruse (EL) 2018/1999 V lisa 3. osas	Selgitus või täpsustus
	metsad, iii) looduskaitsealad, iv) rahvusvahelistes lepingutes tunnustatud või nimekirjadesse kantud haruldaste, ohustatud või väljasuremisohus ökosüsteemide või liikide kaitsealad, v) suure elurikkusega üle ühe hektari suurused rohumaad, vi) nõmmed.
nõukogu direktiivi 92/43/EMÜ artikli 4 kohaselt ühenduse jaoks oluliseks alaks kinnitatud alad ja erikaitsealaks määratud alad ning väljaspool neid asuvad maaüksused, mille suhtes kohaldatakse kõnealuse direktiivi artikli 6 lõigete 1 ja 2 kohaseid kaitsemeetmeid, et täita alade kaitse-eesmärke	Looduslike elupaikade direktiiviga 92/43/EMÜ <sup>13</sup> luuakse Natura 2000 võrgustik. Looduskaitse ja Natura 2000 kaardirakendus on loodud Maa-ameti Geoportaalis <sup>14</sup> .
direktiivi 92/43/EMÜ IV lisa loetletud liikide paljunemis- ja puhkepaigad, mille suhtes kohaldatakse kõnealuse direktiivi artikli 12 kohaseid kaitsemeetmeid	Looduslike elupaikade direktiivi IV lisa sätestatakse ühenduse tähtsusega looma- ja taimeliigid, mis vajavad ranget kaitset (loodud on kaitseala või püsielupaik)
direktiivi 92/43/EMÜ I lisa loetletud looduslikud elupaigad ja direktiivi 92/43/EMÜ II lisa loetletud liikide elupaigad, mis asuvad väljaspool ühenduse tähtsusega alasid või erikaitsealasid ning mis aitavad kaasa nende elupaikade ja liikide soodsa kaitsestaatuse saavutamisele vastavalt kõnealuse direktiivi artiklile 2 või mille suhtes võib kohaldada ennetus- ja parandusmeetmeid vastavalt direktiivile 2004/35/EÜ	Looduslike elupaikade direktiivi I lisa sätestab ühenduse tähtsusega looduslikud elupaigatüübid, mille säilitamiseks on vajalik luua erikaitsealad. Looduslike elupaikade direktiivi II lisa sätestab ühenduse tähtsusega looma- ja taimeliigid, mille säilimine nõuab erikaitsealade määramist.
Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/147/EÜ artikli 4 kohaselt klassifitseeritud erikaitsealad ja väljaspool neid asuvad maaüksused, mille suhtes kohaldatakse direktiivi 2009/147/EÜ artikli 4 ja direktiivi 92/43/EMÜ artikli 6 lõike 2 kohaseid kaitsemeetmeid, et täita alade kaitse-eesmärke	Linnudirektiiviga 2009/147/EÜ <sup>15</sup> luuakse Natura 2000 linnualad. Natura 2000 linnualad on kantud Maa-ameti Geoportaali looduskaitse ja Natura 2000 kaardirakendusele <sup>16</sup> .
maaüksused, mille suhtes kohaldatakse selliste lindude kaitse meetmeid, mille kohta on direktiivi 2009/147/EÜ artikli 12 kohaselt teatatud, et need ei ole turvalises seisundis, eesmärgiga täita kõnealuse direktiivi artikli 4 lõike 4 teises lauses sätestatud nõuet, et tuleb püüda vältida elupaikade saastamist ja kahjustamist, või täita kõnealuse direktiivi artiklis 3 sätestatud nõuet, et tuleb säilitada ja	Püsielupaigad lindude kaitseks väljaspool Natura linnualasid. Katab ilmselt kogu Eesti, kuna teatavate linnuliikide, kelle osas artikkel 12 aruannet esitatakse, levikuala ja kaitsemeetmed rakenduvad kogu Eestile.

<sup>13</sup> [EUR-Lex - 01992L0043-20130701 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>14</sup> [Looduskaitse ja Natura 2000 alade rakenduse kirjeldus | Geoportaal | Maa-amet \(maaamet.ee\)](#)

<sup>15</sup> [EUR-Lex - 02009L0147-20190626 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>16</sup> [Looduskaitse ja Natura 2000 alade rakenduse kirjeldus | Geoportaal | Maa-amet \(maaamet.ee\)](#)

<b>Maa-ala kirjeldus määruse (EL) 2018/1999 V lisa 3. osas</b>	<b>Selgitus või täpsustus</b>
hoida linnuliikide elupaikade piisav mitmekesisus ja suurus	
muud elupaigad, mille liikmesriik määrab direktiivides 92/43/EMÜ ja 2009/147/EÜ sätestatutega samaväärseks otstarbeks	EL taastamismääruses määratletud alad.
maaüksused, mille suhtes kohaldatakse meetmeid, mis on vajalikud, et kaitsta Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2000/60/EÜ artikli 4 lõike 1 punkti a alapunktis iii osutatud pinnaveekogude ökoloogilist seisundit ja tagada, et see ei halvene	Siin all mõeldakse kõiki tehisveekogudest veekogumid (neid veekogusid on 43) ja kõiki tugevasti muudetud veekogumid (st. selliseid veekogumeid, mis on inimese poolt nii muudetud, et nad ei ole enam suures ulatuses looduslikud. Neid on 53.).
looduslikud lammid või üleujutusvee hoidmiseks kasutatavad alad, mis on liikmesriikide kaitse all seoses üleujutusrisi maandamisega vastavalt Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivile 2007/60/EÜ	Eesti kontekstis eraldi kaitsealasid lammialadele määratud ei ole. Siin võimalik vaadata nt kõiki alasid, mis jäävad looduskaitse seaduse mõistes ehituskeeluvööndisse või korduva üleujutusala ja kõrgveepiiri sisse, sest need alad võimaldavad üleujutusrisi vähendada sellega, et inimesed ei ehita liiga lähedale veepiirile oma elamisi.
liikmesriikide poolt kaitsealade eesmärkide saavutamiseks määratud kaitsealad	Seotud lubaduse dokumendiga kaitstavate alade laiendamiseks. Hetkel ei ole Eestis selliseid konkreetseid alasid määratletud.
ühenduse tähtsusega alad ja erikaitsealad ning väljaspool neid asuvad maaüksused, mille puhul on kindlaks tehtud, et need vajavad taastamis- või asendusmeetmeid, mille eesmärk on täita ala kaitse-eesmärke	Looduse taastamise määruse kohases riiklikus taastamiskavas määratletud alad.
direktiivi 2009/147/EÜ artikli 4 lõikes 2 osutatud või I lisa loetletud metslinnuliikide elupaigad, mis asuvad väljaspool erikaitsealasid ja mille puhul on kindlaks tehtud, et need vajavad taastamismeetmeid seoses direktiivi 2009/147/EÜ kohaldamisega	Looduse taastamise määruse kohases riiklikus taastamiskavas määratletud alad.
direktiivi 92/43/EMÜ I lisa loetletud looduslikud elupaigad ja selle direktiivi II lisa loetletud liikide elupaigad, mis asuvad väljaspool ühenduse tähtsusega alasid või erikaitsealasid ning mille puhul on kindlaks tehtud, et need vajavad taastamismeetmeid direktiivi 92/43/EMÜ kohase soodsa kaitsestaatuse saavutamiseks, või on kindlaks tehtud, et need vajavad parandusmeetmeid direktiivi 2004/35/EÜ artikli 6 tähenduses	Looduse taastamise määruse kohases riiklikus taastamiskavas määratletud alad.
alad, mille puhul on liikmesriigis kohaldatava looduse taastamise kava kohaselt kindlaks tehtud, et need vajavad taastamist, või mille suhtes kohaldatakse meetmeid nende seisundi halvenemise vältimiseks	Looduse taastamise määruse kohases riiklikus taastamiskavas määratletud alad.

<b>Maa-ala kirjeldus määruse (EL) 2018/1999 V lisa 3. osas</b>	<b>Selgitus või täpsustus</b>
maaüksused, mille suhtes kohaldatakse meetmeid, mis on vajalikud, et taastada direktiivi 2000/60/EÜ artikli 4 lõike 1 punkti a alapunktis iii osutatud pinnaveekogude hea ökoloogiline seisund, või meetmeid, mis on vajalikud, et taastada selliste veekogude väga hea ökoloogiline seisund, kui see on seadusega nõutav	Looduse taastamise määruse kohases riiklikus taastamiskavas määratletud alad.
maaüksused, mille suhtes kohaldatakse märgalade loomise ja taastamise meetmeid, nagu on osutatud direktiivi 2000/60/EÜ VI lisa B osa punktis vii	Veepoliitika raamdirektiivi 2000/60/EÜ <sup>17</sup> VI lisa B osa punkt vii räägib märgalade loomisest ja taastamisest.
alad, mis vajavad ökosüsteemi taastamist, et saavutada ökosüsteemi hea seisund kooskõlas Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrusega (EL) 2020/852	Taastamist vajavad alad, et saavutada ökosüsteemi hea seisund nagu on kirjas taksonoomia määruses (EL) 2020/852 <sup>18</sup>
alad, mille eest makstakse määruse (EL) 2018/841 artikli 13b lõigete 5 ja 6 alusel kompensatsiooni	LULUCF määruses sätestatud looduslike häiringutega alad.
direktiivi 2007/60/EÜ artikli 5 lõikes 1 osutatud alad	Üleujutusriskide direktiivi 2007/60/EÜ <sup>19</sup> artikkel 5 järgi peavad riigid määrama kindlaks üleujutusriskiga alad. Eestis on selleks loodud eraldi Maa-ameti Geoportaali kaardirakendus <sup>20</sup>
liikmesriikide riiklikus kohanemisstrateegias kindlaks määratud suure loodusliku ja inimtegevusest tingitud ohuga alad, mille suhtes kohaldatakse kliimaga seotud katastroofiohu vähendamise meetmeid	Eestis on kliimamuutustest haavatavamad piirkonnad tiheasustatud rannikualad ja siseveekogudeäärsed piirkonnad. Peamised kliimamuutustega kaasnevad probleemid seal on rannikumere või siseveekogude suurenenud vooluhulgast tingitud veetaseme tõus ja äärmuslikud sademed, mis toovad kaasa sagedasemad ja suuremad üleujutused (vt eelmine punkt).

## Jõupingutuste jagamise määrus

Jõupingutuste jagamise määrus (ESR – *Effort Sharing Regulation*) kehtestab EL liikmesriikidele riiklikud eesmärgid KHG heitkoguste vähendamiseks 2030. aastaks järgmistes sektorites: sise-riiklik transport, hooned, põllumajandus, töötustoodete toomine ja jäätmemajandus. Siia eesmärgi alla ei kuulu EU ETS käitiste KHG heitkogused ega ka LULUCF sektori netoheitkogused. Nende riiklike eesmärkidega aitavad liikmesriigid kaasa KHG heitkoguste vähendamisele EL-i tasandil, ühiseks eesmärgiks vähendada 2030. aastaks seda ESR sektorite 40% võrreldes 2005. aasta tasemega. ESR riiklikud eesmärgid arvestatakse ümber iga-aastastesse piirnormidesse, mille ületamisel tuleb vastav KHG heitkogus hankida kas mujalt sektorist või osta

<sup>17</sup> [EUR-Lex - 02000L0060-20141120 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>18</sup> [Regulation - 2020/852 - EN - taxonomy regulation - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>19</sup> [Directive - 2007/60 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>20</sup> [Üleujutusohuga alade kaardirakenduse kirjeldus | Geoportaal | Maa-amet \(maaamet.ee\)](#)

teiselt riigilt. ESR-i eesmärkide täitmiseks on riikidel kasutada mitmed paindlikkusmeetmed, sh üks neist on ka LULUCF ühikute kasutamine teatud mahus. See on sätestatud ESR artikliga 7 ning vastav paindlikkusmeede on kooskõlas ka LULUCF määrusega. ESR määruse artikkel 9 sätestab aga vastavuskontrolli seoses LULUCF määrusega. Nimelt toimub määruse järgi kõigepealt perioodil 2021–2025 osas LULUCF määruse vastavuskontroll ning kui riigil peaks tekkima sel perioodil puudujääk, siis arvestatakse vastav kogus maha riigi ESR ühikutest. Sealt edasi toimub juba ESR eesmärkide vastavuskontroll aasta kaupa. Ühtlasi tuleneb LULUCF määrusest ja energialiidu juhtimismäärusest, et paindlikkuste kasutamiseks on vajalik, et liikmesriik täidaks ka nendes määrustes ettekirjutatud seire- ja aruandluse nõudeid. See puudutab peamiselt LULUCF sektorit ja KHG arvestust erinevates maakateegooriates. Põllumajandussektori KHG heitkogused kuuluvad suures osas ESR-i reguleerimisalasse, kuid teatud mahus ka LULUCF määruse alla. Põllumajanduslikku maakasutust suunavad meetmed mõjutavad nii riikide ESR-i kui ka LULUCF eesmärkide täitmist ning omavad omavahelisi koosmõjusid. Oluline roll on siinkohal maakasutus- ja põllumajanduspoliitikal ning nende raames elluviidavatel meetmetel. Selleks, et rakendatavate meetmete tulemuslikkust oleks võimalik mõõta ja riiklikus KHG inventuuris ka arvesse võtta, on vaja KHG seiret ja aruandlust täiustada, sh võtta kasutusele geograafiliselt täpne asukohatuvastus ja kõrgema määramistasandiga meetodikad maakasutuse ja majandamispraktikate osas.

## Süsiniku eemaldamise sertifitseerimise määrus

Hiljuti vastu võetud süsiniku sidumise sertifitseerimise määrusega<sup>21</sup> (CRCF – *Carbon Removal Certification Framework Regulation*) luuakse EL-is vabatahtlik raamistik, millega tõendada erinevatest tegevustest ja projektidest tulenevat süsinikuheite vähenemist ja süsinikusidumise suurenemist, sh peamiselt seonduvalt maakasutuse ja erinevate majandamispraktikatega. Raamistikuga luuakse selged kvaliteedikriteeriumid, millele süsinikusidumise projektid peavad vastama, ning reeglid nende tõendamise ja sertifitseerimise kohta. CRCF on loodud eesmärgiga hõlbustada selliste tegevuste ja projektide arengut ning majandamispraktikate kasutuselevõttu, mis aitavad kaasa nii EL-i NDC kui ka riikide LULUCF eesmärkide saavutamisele, võideldes samal ajal rohepesuga ja ühtlustades reegleid ja nõudeid vabatahtlikul süsinikuturul. Projektipõhised üksikasjalikud meetodikad ja sertifitseerimismõõdetud töötatakse välja ekspertide kaasabil lähiaastatel.

CRCF aitab välja töötada üksikasjalikke seire- ja aruandlusnõudeid, mis on võimalik kasutusele võtta ka LULUCF sektori seires ja aruandluses. CRCF abil on võimalik suunata LULUCF eesmärkide täitmiseks vajalikesse projektidesse ja tegevustesse nii era- kui ka riiklikku rahastust, seejuures järgides, et vastavad muutused saavad kajastatud ka riiklikus KHG aruandluses. Selline üksikasjalike projektipõhiste seireandmete kasutamine riiklikus aruandluses parandab seire ja aruandluseks kasutatavate andmete täpsust ja kvaliteeti. Ühtlasi eeldab see Tier 3 meetodikate juurutamist riiklikus LULUCF seires ja aruandluses, seega aitab otseselt kaasa riiklike KHG inventuuride täiustamisele.

---

<sup>21</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0672>

## Ühine põllumajanduspoliitika

EL-i ühine põllumajanduspoliitika<sup>22</sup> (ÜPP) seab konkreetsed eesmärgid maamajandustavadele ja rahastab meetmeid, millel on positiivne mõju süsinikusidujatele. ÜPP kaks peamist sammast on põllumajandustootjatele makstavad otsetoetused ja riikide kaasrahastatud maaelu arendavad meetmed. ÜPP on tihedalt seotud LULUCF määruse ja eesmärkidega ning selle eesmärk on aidata kaasa kliimamuutuste leevendamisele ja nendega kohanemisele. ÜPP toetab loodusressursside tõhusat majandamist, et peatada ja tagasipöörata elurikkuse kadu, ühtlasi soodustab maastikuelementide loomist ja mullakaitset, mis on tõhusad vahendid süsinikusidumise suurendamiseks. ÜPP-st eraldatakse märkimisväärne osa toetustest ökokavadele, mis soodustavad keskkonna- ja kliimasõbralike majandamispraktikate kasutust. Ökokavad on põllumajandustootjatele vabatahtlikud ning liikmesriikidel on võimalus neid kavandada ja rakendada. ÜPP eelarvest tuleb eraldada 40% kliimaga seotud sekkumistele ja 10% elurikkuse eesmärkidele. Vähemalt 35% ÜPP maaelu arengu rahastamisest on suunatud põllumajanduse keskkonnanjuhtimise kohustustele, Natura2000 ja veepoliitika raamdirektiivi toetusteks, keskkonna- ja kliimainvesteeringuteks ning loomade heaolule. Maaelu arengu toetust saab kasutada keskkonnale ja kliimale positiivse mõjuga põllumajandustavade, metsastamise, agrometsanduse ja looduskatastroofide järgse metsa taastamise rahastamiseks, samuti kaitsetoetusteks. ÜPP-st toetust saavad põllumajandustootjad peavad rakendama EL-i heade põllumajandus- ja keskkonnatingimuste (GAEC – *Good agricultural and environmental conditions*) standardeid. Mitmed GAEC-id soodustavad süsiniku sidumist või kaitsevad ökosüsteemides seotud süsiniku hoidmist, näiteks mulla orgaanilise aine ja mulla struktuuri säilitamine, püsirohumaat säilitamine, märgalade ja turbaalade kaitse, kohustus muuta teatud osa põllumajandusmaast tagasi maastikuomadustelt mitmekesiseks jne.

ÜPP strateegiakavades kirjeldavad EL-i liikmesriigid, kuidas nad eraldavad oma ÜPP rahalised vahendid erinevatele sekkumistele, et saavutada ÜPP eesmärgid. ÜPP on kõige olulisem EL-i rahastamisallikas meetmete jaoks, mis kaitsevad ja suurendavad süsinikusidujaid maakasutussektoris. GAEC nõuete täitmine toob kasu nii süsinikusidumisele kui ka elurikkusele. Uue perioodi 2023–2027 ÜPP raames paluti liikmesriikidel oma strateegiadokumentides märkida, kuidas need sekkumised aitaksid kaasa pikaajaliste riiklike eesmärkide saavutamisele. Need eesmärgid on sätestatud LULUCF ja ESR määrustes. Sekkumised, nagu ökokavad või maaelu arendamise raames võetud majandamiskohustused, et ergutada märgalaviljelust (turbaalade tootlik kasutamine) varem kuivendatud turvasmuldadel, agrometsandus, rohumaade majandamine ja metsa uuendamine, on leevendusmeetmed, millel on märkimisväärne koosmõju elurikkuse ja ökosüsteemide taastamisele. Suur osa liikmesriike ei ole aga oma kavades seni täpsustanud, kuidas need sekkumised aitavad kaasa eesmärkide täitmisele. Seda on keeruline teha, kuna seire ei toeta praegu sellist detailsust. KHG heitkoguste tõhusam ja täpsem seire aitaks paremini kvantifitseerida ka maakasutusega seotud eesmärgid ning vastupidi – KHG seire saab tugineda ÜPP raames ellu viidud meetmetele ja nende elluviimise raame kogutud andmetele.

---

<sup>22</sup> [https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance\\_et](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_et)

## Taastuenergia direktiiv

Taastuenergia direktiiv (EL) 2018/2001<sup>23</sup> (RED – *Renewable Energy Directive*) kehtestab poliitika- raamistiku taastuenergia edendamiseks EL-is. RED üldine eesmärk on saavutada aastaks 2030 taastuenergia üldine osakaal vähemalt 42,5%. Koos sellega sätestab RED ka siduvad eesmärgid riikidele ja konkreetsetele sektoritele. Strateegiad ja meetmed eesmärkide täitmiseks peaksid sisalduma NECP-ides. RED ei reguleeri otseselt maakasutust ja LULUCF-i, kuid on sellega kaudselt seotud läbi puiduressursi kasutamise reguleerimise. RED näeb ette, et liikmesriigid peavad nõudma ettevõtjatelt, kes toodavad ja kasutavad biokütuseid, et nad tõendavad biokütuste päritolu ning need vastavad jätkusuutlikkuse ja LULUCF kriteeriumidele, mis on kirja pandud RED-i. Need kriteeriumid on olulised tagamaks süsinikuvarude suurendamine ning LULUCF mõistes puiduressursi kasutus ei ületaks juurdekasvu. Biokütuste tootmine ja kasutamine peab toimuma selliselt, et säiliks mulla kvaliteet ja elurikkus ning paraneks metsade pikaajaline tootlikkus. Lisaks määratleb RED eraldi ka nõ süsinikurikkad maa-alad – nende maa-alade osas tuleb LULUCF ja energialiidu juhtimismääruse kontekstis alates 2030. aastast kasutada seires Tier 3 meetodikaid.

## Looduse taastamise määrus

Aastal 2020 võttis EL vastu elurikkuse strateegia aastani 2030<sup>24</sup>, mis sisaldab konkreetseid eesmärke ja meetmeid 2030. aastaks. Nende eesmärkide hulka kuulub ka 30% maismaa ja merepinna kaitse alla võtmine, sh sellest vähemalt kolmandik tuleb võtta range kaitse alla. Samuti näeb strateegia ette, et liikmesriigid peavad kasutusele võtma tõhusad meetmed taastamiseks degradeerunud ökosüsteemid. Eriline tähelepanu tuleb pöörata sellistele ökosüsteemidele, millel on kõige suurem potentsiaal süsiniku sidumiseks ja talletamiseks ning loodusõnnetuste ennetamiseks ja nende kahjuliku mõju vähendamiseks.

Konkreetsemad sammud ja meetmed on sätestatud looduse taastamise määrusega<sup>25</sup> (NRL – *Nature Restoration Law*), mille osas liikmesriigid jõudsid üldise lähenemiseni juunis 2024. NRL-is sätestatud meetmed peavad 2030. aastaks hõlmama vähemalt 20% maismaast ja 20% merealadest. 2050. aastaks on hõlmatud kõik taastamist vajavad ökosüsteemid. NRL seab õiguslikult siduvad eesmärgid ökosüsteemide taastamiseks, sh on hõlmatud kõik erinevad ökosüsteemid alates põllumajandusmaast ja metsast kuni mere-, magevee- ja linnaökosüsteemideni. NRL sätestab ka eraldi eesmärgi kuivendatud turbaalade taastamisele ja süsinikusidumise suurendamisele märgaladel. Samuti tuleb NRL järgi saavutada positiivne trend mulla orgaanilise süsinikuvaru osas ja mitmekesiste maastikuelementide (nt üksikud puud, hekid, puhverribad) osas põllumajandusmaadel. Linna ökosüsteemide osas tuleb liikmesriikidel rohealasad suurendada ning alates 2030 ei tohiks neis linnade rohevõrgustikes tekkida netokadu. Metsa-ökosüsteemides tuleb elurikkuse suurendamiseks saavutada tõusutrend nii metsalindude indeksis kui ka nt surnud seisva ja lamapuidu osas, ebaühtlase vanuselise struktuuriga metsade osakaalus, metsamuldade orgaanilise süsiniku sisalduses, põlismetsade osas jne.

Kõigil neil NRL meetmetel on mõju ka maakasutusele ja süsinikusidumisele ning see peaks peegelduma ka riiklikus LULUCF seires ja aruandluses. Tulenevalt LULUCF määrusest ja energia-

<sup>23</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018L2001-20240716&qid=1723126150733>

<sup>24</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=celex%3A52020DC0380>

<sup>25</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0304>



liidu juhtimismäärusest tuleb selliste kaitse all ja taastamisel olevate alade seires rakendada alates 2030. aastast Tier 3 metoodikaid. Alates 2028. aastast tuleb kõikide maakategooriate korral rakendada Tier 2 metoodikaid.

## Metsaseire määrus

EL-i metsastrateegia aastani 2030<sup>26</sup> on Euroopa roheline kokkulepe<sup>27</sup> ja EL-i elurikkuse strateegia aastani 2030<sup>28</sup> lahutamatu osa. Metsastrateegia tugineb metsade mitmekesisele rollile ja loob raamistiku EL-i metsade kaitseks, et toetada kliima- ja elurikkuse eesmärkide saavutamist ning aidata ületada kliimamuutuse ja elurikkuse vähenemisega seotud väljakutseid, edendades samal ajal kliimaneutraalset majandust, kestlikku tasakaalu majanduse ja keskkonna huvide vahel ning suurendades metsade tootlikkust ja potentsiaali. Metsastrateegia annab üldise suuna ja sisaldab mitmeid meetmeid, mille eesmärk on parandada metsade kaitset, edendada kestlikku metsade majandamist ja metsaandmete kogumist.

EL-i metsastrateegia peamiseks regulatiivseks dokumendiks on metsaseire määrus<sup>29</sup>, millega luuakse ja võetakse kasutusele hiljemalt alates 2028. aastast seireraamistik vastupanuvõimeliste Euroopa metsade jaoks. Määruse ettepaneku kohaselt tuleks edaspidi enam kasutada kaugseire-tehnoloogiat ja ruumiandmeid koos maapealse seirega, et suurendada metsade seire täpsust. Määrusega antakse Euroopa Komisjonile ülesanne luua koostöös liikmesriikidega metsade seiresüsteem, mis hõlmab endas geograafiliselt selget identifitseerimissüsteemi metsaüksuste kaardistamiseks ja metaandmete kogumise ja jagamise raamistikku. Selline seireraamistik annab huvigruppidele avatud juurdepääsu õigeaegsele, täpsele, järjepidevale, läbipaistvale, võrreldavale ja täielikule teabele metsaökosüsteemide seisundi kohta, sh edendades teadmiste- ja andmepõhiseid otsuseid ja innovatiivseid ärimudeleid. Seejuures peetakse uute ärimudelite all silmas ka vabatahtliku süsiniku sertifitseerimise raamistiku toel elluviidavaid projekte ja tegevusi.

Raamistik hõlmab endas järgmisi metsaandmeid, mida komisjon hakkab koguma ja standardima: metsaala, võrastiku liitus, metsatüüp, metsade ühendatus, varis, metsapõlengud, metsa- või maastikupõlengute riski hindamine (sh surnud ja elusa põlevmaterjali niiskusesisaldus ja põlevmaterjali liigi kaart), võrastiku liituse häiringud. Selle jaoks koguvad liikmesriigid kindlaksmääratud sagedusega *in situ* järgmisi metsaandmeid kombineerides neid kaugseireandmetega: a) puidu varumiseks kasutatav mets ja puidu varumiseks mittekasutatav mets; b) kasvava metsa tagavara; c) aastane netojuurdekasv; d) puistu struktuur; e) puude liigiline koosseis ja liigirikkus; f) Euroopa metsatüüp; g) eemaldatud puit; h) lagupuit; i) metsaelupaikade asukoht Natura 2000 aladel; j) levinud metslindude arvukus; k) põlismetsade ja vanade metsade asukoht; l) kaitsealused metsaalad; m) puittoodete tootmine ja nendega kauplemine; n) metsa biomass bioenergia tootmiseks.

Metsaseire määrus toetab LULUCF määruse rakendamist ning vastava seire ja aruandluse täiustamist, st liikumist Tier 3 metoodikate kasutamisele. See hõlbustab standardiseeritud ja võrreldava teabe kättesaadavust ning ka erinevate kaugseire jm lahenduste kasutamist metsaandmete kogumiseks ja kombineerimiseks muude andmetega. Metsaseire määrus võimaldab liikmesriikidel esitada geograafiliselt täpseid ja selgeid andmeid metsamaa kohta ning jälgida

<sup>26</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52021DC0572>

<sup>27</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=celex%3A52019DC0640>

<sup>28</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0380>

<sup>29</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023PC0728>



kliimamuutuste leevendamise ja kohanemisega seotud eesmärkide täitmist ja edusamme. Iga-aastane aruandlus muutuste ja metsahäiringute kohta aitab ka paremini jälgida süsinikusidumisega seotud muutusi ning neist paremini aru saada.

## Raadamist käsitlev määrus

2023. aastal võeti vastu Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) 2023/1115<sup>30</sup>, millega kehtestati õigusnormid teatavate saaduste nagu veised, kakao, kohv, õlipalm, kautšuk, soja ja puit ning nendest saadustest toodetud toodete turule laskmise, turul kättesaadavaks tegemise ja ekspordi kohta. Sellega seoses tunnistati ka kehtetuks seni kehtinud EL-i puidumäärus (EL) 995/2010<sup>31</sup>. Uue raadamist käsitleva määruse eesmärk on võidelda metsade raadamise ja nende seisundi degradeerumise vastu ning seetõttu võib määruse kohaselt EL-i turule lasta või EL-ist ekspordida vaid selliseid saaduseid ja tooteid, mis on raadamisvabad, toodetud järgides tootjariigi õigusakte ja kaetud hoolsuskohustuse täitmise avaldusega (DDS – *Due Diligence Statement*). DDS kohustus kehtib nii ettevõtjatele kui ka suurematele kauplejatele. Seejuures arvestatakse DDS korral, et tootjariigi õigusaktid käsitlevad maakasutusõigust, keskkonnakaitset, metsaga seotud õigusnorme (metsamajandamine ja elurikkuse säilitamine), töötajate õigusi, rahvusvahelise õigusega kaitstud inimõigusi ning maksu-, korruptsioonivastaseid, kaubandus- ja tollireegleid. DDS hõlmab ka kõikide nende maatükkide asukohatuvastust, kus need saadused või nendest saadustest toodetud tooted toodeti. Määruses mõistetakse asukohatuvastust kui maatüki geograafilist asukohta, mida kirjeldatakse laius- ja pikkuskoordinaatidega. Sarnane asukohatuvastus on vajalik ka taastuenergia direktiivi (EL) 2018/2011<sup>32</sup> nõuete täitmiseks. Et määrus aitab kaasa metsade raadamise ja degradeerumise vähendamisele, siis ühtlasi aitab see kaasa ka süsinikusidumise ja elurikkuse suurendamisele ning ka LULUCF eesmärkide täitmisele. Raadamise määrus toetab LULUCF seire ja aruandluse täiustamist, st liikumist täpsemate, ajakohasemate ja asukohapõhiste Tier 3 meetodikatele ja andmetele metsade seires.

## Mullaseire direktiiv

EL-i mullastrateegia 2030. aastaks<sup>33</sup> eesmärk on tugevdada muldade kaitset ning sellega seoses esitas Euroopa Komisjon 2023. aastal ettepaneku mullaseire direktiivi<sup>34</sup> kohta, et kaitsta ja taastada EL-i muldasid, tagada nende säästlik kasutamine ja saavutada 2050. aastaks muldade hea seisund. Mullaseire direktiiv sätestab raamistiku muldade seireks ja kestlikud majandamistavad, mille kasutuselevõttu tuleks erinevate meetmetega edendada. Mullaseire direktiiviga saavad kvaliteetsed andmed muldade kohta kättesaadavaks ning see peaks suurendama ka erinevate innovaatiliste ärimudelite kasutuselevõttu. Siinkohal luuakse ka seos süsinikusidumise sertifitseerimise tegevuste ja projektidega, et ühtlasi aidata kaasa LULUCF määruse eesmärkide täitmisele. Degradunud muldade taastamine aitab lisaks kliimaeesmärkidele kaasa ka mitmete teiste EL-i poliitikate ja nendega seotud kavade (nt ÜPP, veemajanduskavad, NECP jne) väljatöötamisele ja rakendamisele. Direktiivi rakendamisel luuakse uusi andmeid ja teavet

<sup>30</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1115&qid=1723128009352>

<sup>31</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02010R0995-20200101&qid=1723128437558>

<sup>32</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A02018L2001-20231120>

<sup>33</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:52021DC0699>

<sup>34</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/et/TXT/?uri=COM%3A2023%3A416%3AFIN>

muldade seisundi kohta ning see omakorda pakub teenuseid maapoliitika ja maakorralduse kujundamiseks ja suunamiseks.

Energialiidu juhtimismääruse kohaselt tuleb liikmesriikidel LULUCF aruandluses kasutada geograafiliselt täpseid andmeid maakasutuse muutuste kohta ning alates 2028. aastast ka vähemalt Tier 2 meetodikaid. Alates 2030. aastast tuleb enamikus maakategoriates, sh taastatavatel ja kaitsealadel, elu- ja süsinikurikastel aladel ning kliimarisikiga aladel kasutada Tier 3 meetodikaid LULUCF aruandluses. See puudutab ka muldasid ja neist lähtuvat KHG voogusid mineraal- ja turvasmuldadel erinevates LULUCF maakategoriates. Mullaseire direktiiv ja seda toetavad maakasutuse muutuse ja mullaproovide võtmise programm LUCAS<sup>35</sup> ning kaugseire andmete programm COPERNICUS<sup>36</sup> aitavad sellele täiendavalt kaasa.

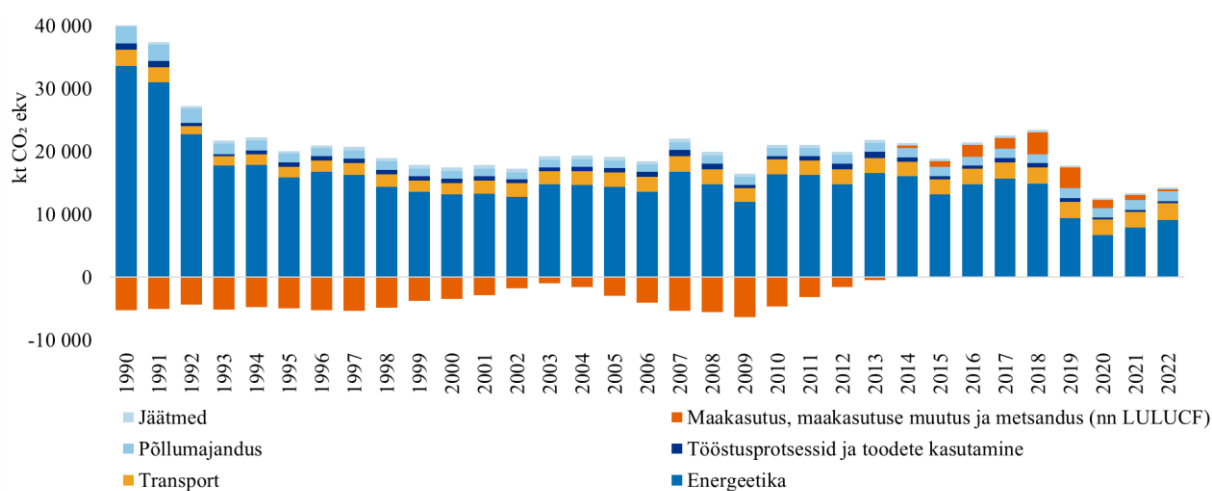
---

<sup>35</sup> [LUCAS - ESDAC - European Commission \(europa.eu\)](https://lucas.esdac.eu/)

<sup>36</sup> <https://climate.copernicus.eu/>

## Maakasutusega seotud KHG inventuur

Lähtudes viimasest, 2024. aasta märtsis esitatud KHG inventuurist oli 2022. aastal Eesti summaarne KHG heitkogus 14,3 miljonit tonni CO<sub>2</sub> ekv, ilma LULUCF sektorita oli heide 14,0 miljonit tonni CO<sub>2</sub> ekv (vt lisatud joonis). Võrreldes 1990. aastaga on Eesti KHG koguheide vähenenud 59% võrra. 2022. aastal tulenes suurem osa KHG heitkogusest energeetikasektorist, kusjuures energiatööstus ja -tootmine moodustasid 64% koguheitest ning transport 18%. Põllumajanduse heide moodustas 2022. aastal koguheitest 11% ning lõviosa sellest moodustavad põllumajandusmaadelt pärit ja kariloomade soolesisese fermentatsiooni käigus tekkinud KHG heitkogused, vastavalt 44% ja 39%. LULUCF sektor oli 2022. aastal KHG emiteerija netoheittega 339 kt CO<sub>2</sub> ekv, 1990. aastal sidus LULUCF sektor 5 235 kt CO<sub>2</sub> ekv. Ainsad LULUCF kategooriad, mis 2022. aastal süsinikku sidusid, olid metsamaa, puittooted ja väiksemal määral ka rohumaad. Suurima netoheittega olid märgalad ja põllumaad.



**Joonis 1.** Eesti KHG heitkogused inventuuri sektorite lõikes perioodil 1990–2022, kt CO<sub>2</sub>-ekv. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Vastavalt IPCC 2006. aasta suunistele koostatakse LULUCF sektoris igal aastal inimtekkeliste KHG heite ja sidumise hinnanguid kuues maakategoorias: metsamaa, põllumaa, rohumaa, märgalad, asulad ja muud maad. Maakategooriad jagunevad omakorda maakasutusmuutustega ja -muutusteta aladeks. Ühe maakategooria muutumisel teiseks ei toimu muutus kohe, vaid maakategooria nimeks saab määratud ajaks ehk 20 aastaks vastav alamkategooria. Näiteks ala, mis on olnud rohumaa, kuid on muutunud metsamaaks vähem kui 20 aastat tagasi, saab nimetuse „rohumaa metsamaaks“ ja määratakse vastavasse alamkategooriasse. Üle 20 aasta toimunud muutuse puhul liigitatakse ala juba metsamaaks jääva metsamaa kategooriasse. (Valgepea jt 2021)

Iga LULUCF maakategooria jaguneb omakorda alamkategooriateks, mille all raporteeritakse aastast süsinikuvaru muutust järgmistes süsiniku talletajates: elus biomass (maapealne ja maa-alune biomass), surnud orgaaniline aine (surnud puit ja varis) ja mullad (mineraal- ja kuivendatud turvasmullad). Hinnang antakse ka puittoodete kohta alamkategooriates: saematerjal, puitplaadid, kemi-termo-mehaaniline puitmass, paber ja papp. Lisaks süsinikuvarus toimuvatele muutustele peetakse arvestust ka N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub> voogude üle, mis tulenevad turvasmuldade kuivendamisest, põlengutest ning lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest muldades. Kuivendamata turvasmuldade ja looduslike märgalade KHG netoheidet/-sidumist inventuuri raames ei hinnata.

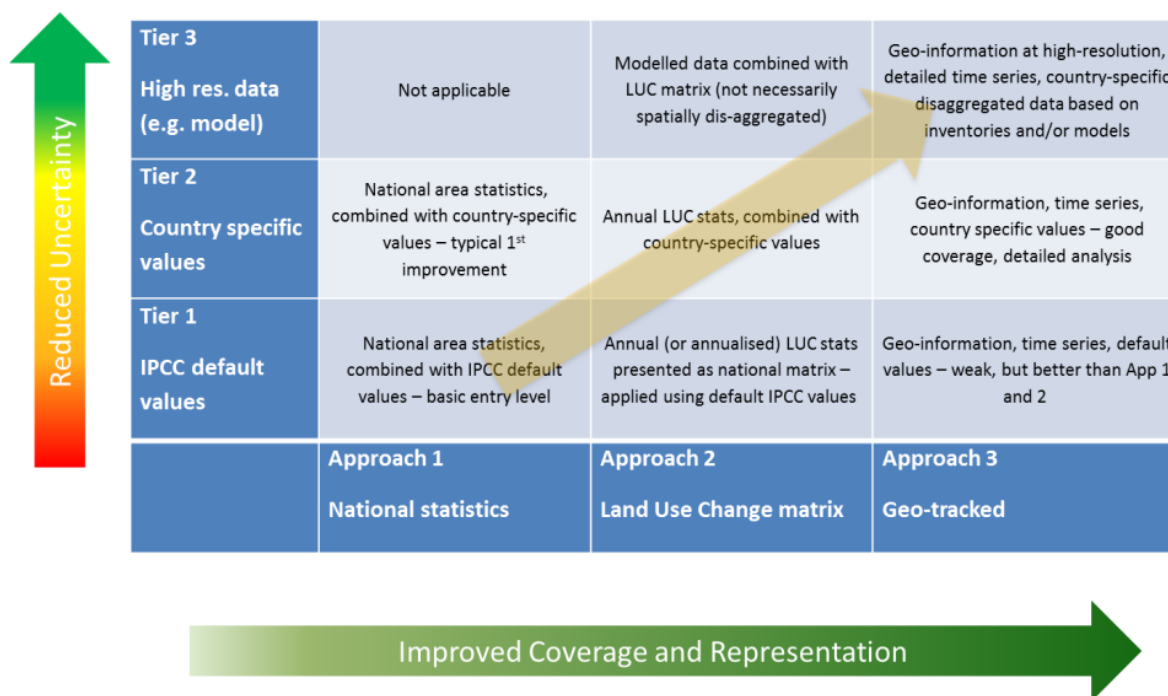
Lisaks LULUCF sektorile on maakasutusega seotud KHG heide, mis tuleneb põllumajandusmaadelt ja kajastub KHG inventuuris põllumajandussektoris. See hõlmab endas otseseid N2O heitkoguseid, mis tulenevad mineraalväetiste, sõnniku, komposti ja jäätmepõhise digestaadi ning reoveesete laotamisest põllumajandusmaadele, põllukultuuride jääkidest, mulla orgaanilise aine mineraliseerumisest, turvasmuldade harimisest ja loomade karjatamisel tekkinud väljaheidetest. Kaudne N2O heide sisaldab heitkoguseid atmosfäärist sadestumisest ja lämmastiku leostumisest ja äravoolust. Põllumaade lupjamisest ja karbamiidi kasutamisest tuleneb CO2 heide. Ülevaade maakasutusega seotud maa- ja heitekategooriatest riiklikus KHG inventuuris ning neis kategooriates arvestatavatest KHG-dest on toodud alljärgnevas tabelis.

**Tabel 2.** Ülevaade riiklikus KHG inventuuris kajastatud heite- ja maakategooriatest ning nendes kategooriates arvestatavatest KHG-dest.

Heite- või maakategooria KHG inventuuris	CO2	CH4	N2O
3.D Põllumajandusmaad			V
3.G Lupjamine	V		
3.H Karbamiidi kasutamine	V		
4.A Metsamaa	V	V	V
4.B Põllumaa	V		V
4.C Rohumaa	V	V	V
4.D Märgalad	V	V	V
4.E Asulad	V		V
4.F Muu maa	V		V
4.G Puittooted	V		

Eesti KHG inventuuri eest vastutav asutus on Kliimaministeerium (KLIM). 2018. aastal andis KLIM (siis veel Keskkonnaministeerium) Eesti Keskkonnauuringute Keskusele (EKUK) kohustuse koordineerida KHG inventuuri esitamise protsessi, vastutada lõpliku kvaliteedikontrolli ja kvaliteedi tagamise eest ning esitada riiklik KHG inventuur Euroopa Komisjonile ja ÜRO kliimamuutuste raamkonventsioonile KLIM-i nimel. Riiklik KHG inventuuriaruanne koostatakse KLIM-i, EKUK ja Keskkonnaagentuuri (KAUR) koostöös. EKUK vastutab energeetika, tööstusprotsesside ja toodete kasutamise, põllumajanduse ja jäätmete sektorite KHG heitkoguste hinnangute koostamise eest. KAUR-i metsaosakond vastutab LULUCF sektori KHG heitkoguste hinnangute koostamise eest.

LULUCF sektori KHG arvutuste aluseks olevate algandmete põhisisendiks on statistiline metsainventuur (SMI). Maakasutusega seotud KHG heitkoguste arvutamiseks vajalikud algandmed saadakse lisaks SMI-le riiklikust statistikast, mida koguvad ja haldavad Statistikaamet, Põllumajandus- ja Toiduamet (PTA), Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet (PRIA), KAUR, Maaelu Teadmuskeskus (METK), Päästeamet, Maa-amet, Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liit (EMPL). Kõikide LULUCF maakategooriate mineraal- ja turvasmuldade pindalad ning elus ja surnud puidu tagavara muutuste hinnangud on pärit samuti SMI-st. Varise ja muldade netoheite hinnangud põhinevad Rootsi eriheiteteguritel, IPCC 2006. aasta suuniste ja selle 2019. aasta täienduse vaikeväärtustel, Eesti teadlaste uuringutel ja eksperthinnangutel. Uute SMI andmete lisandumisel ja meetodika parenduste korral hinnatakse ümber kogu LULUCF sektori netoheide alates 1990. aastast. Põllumajandussektori maakasutusega seotud KHG heite arvutuse algandmed pärinevad samuti riiklikust statistikast ning heitekoefitsiendid IPCC 2006. aasta juhendist.



**Joonis 2.** Illustriativne ülevaade KHG algandmete ja meetodikate täiustamisest ning vastavatest erinevatest määramistasanditest ja lähenemistest. Kõige madalama täpsusega on Tier 1 ja Approach 1 tase, kõige täpsemad Tier 3 ja Approach 3 tase. Allikas: Komisjoni mõjuhinnang LULUCF määruse muutmise ettepaneku kohta.

Algandmete ja KHG heitkoguste arvutuse korral on oluline vaadata ka seda, millise täpsuse, ulatuse ja määramistasandiga andmeid kasutatakse. Kasutusel on 3 erinevat lähenemist (Approach 1, 2, 3) ja määramistasandit (Tier 1, 2, 3) vastavalt IPCC 2006. aasta suunistele (vt lisatud joonis<sup>37</sup>). Paremat geograafilist katvust ja esindatust maakasutuse pindalades väljendab lähenemise tase: Approach 1 põhineb riiklikul statistikal maakasutuse ja vastavate pindalade kohta, Approach 2 sisaldab endas lisaks riiklikule statistikale ka maakasutuste muutusi kajastavat maatriksit ning Approach 3 hõlmab geograafiliselt täpsed asukohapõhised andmed maakasutuse ja nende muutuste ning vastava aegrea kohta. Heite- ja maakategooriate KHG heite arvutamisel on lisaks täpsemale pindalade määramisele oluline kasutada võimalikult täpset ja kõrgeima määramistasandiga eriheitetegurit või mudelit KHG heite hindamiseks. Tier 1 korral kasutatakse KHG heite arvutamiseks IPCC vaikeväärtusi, Tier 2 korral on välja töötatud riigipõhised eriheitetegurid, sh võivad need tugineda ka teistes riikides läbiviidud uuringutele ja mõõtmisele, ning kõige kõrgema määramistasandi Tier 3 meetodika korral saadakse andmed kas otsemõõtmistest või spetsiaalselt riigi jaoks välja töötatud mudelitest.

KHG inventuuri täiustamisele aitavad kaasa korralised läbivaatused. Seda viivad läbi nii EL-i kui ka rahvusvahelise tasandi ekspertidest koosnevad meeskonnad. Läbivaatuse käigus vaadatakse üle riigi kasutatavad meetodikad ja tulemused, sh järgides läbipaistvuse, täpsuse, järjepidevuse, täielikkuse ja võrreldavuse põhimõtteid ehk nn TACCC põhimõtteid:

- Läbipaistvus (*Transparency*): eeldused ja meetodikad on selgelt esitatud ja dokumenteeritud;
- Täpsus (*Accuracy*): hinnangud ei ole üle- ega alahinnatud, määramatus on vähendatud nii palju kui võimalik, kasutatakse asjakohaseid meetodikaid vastavalt IPCC suunistele;

<sup>37</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016SC0249&from=EN>

- Täielikkus (*Completeness*): kõik allikad/sidujad ja KHG-d on raporteeritud terve riigi piires;
- Võrreldavus (*Comparability*): esitatud andmed on võrreldavad, meetodika ja vorm vastavad nõuetele ning KHG allikad ja sidujad IPCC 2006. aasta suunistele;
- Järjepidevus (*Consistency*): sama meetodikat kasutatakse terve aegrea ulatuses ning olemas on järjepidev andmestik.

Läbivaatuste eesmärk on kontrollida nii IPCC suuniste nõuetekohast kohaldamist kui ka ÜRO ja EL-i õigusaktide kohast aruandlusnõuete täitmist. Uue LULUCF määrusega sätestati läbivaatuse protsess, mille järgi teostatakse põhjalikum läbivaatus aastal 2025, seda kuni 2023. aastani. See on oluline, kuna järgmise perioodi 2026–2030 eesmärkide seadmiseks on oluline tagada aastate 2021–2023 korrektsus ja vastavus eelpool nimetatud põhimõtetele. Järgmised põhjalikud läbivaatused on planeeritud aastatele 2027 ja 2032. Neid läbivaatusi viib läbi Euroopa Komisjon, keda abistab selles Euroopa Keskkonnaamet (EEA – *European Environment Agency*), kes vastutab kvaliteedi tagamise ja kvaliteedikontrolli protseduuri eest EL-i KHG inventuuri koostamisel. Oluline on mainida, et need läbivaatused viiakse läbi lisaks ÜRO korralistele läbivaatamisprotsessidele.

Riigil on kohustus KHG inventuuri ja selle kvaliteeti pidevalt parendada, sh täiustada algandmete allikaid, kasutatavaid meetodikaid ning liikuda järjest kõrgematele määramistasanditele ja geograafiliselt täpsematele ja täielikumatele andmetele. Elkkõige julgustatakse seda tegema KHG inventuuri võtmekategooriates. KHG inventuuri võtmekategooriad on heite/sidumise kategooriad, millel on märkimisväärne mõju kogu inventuuri andmetele heitkoguste taseme või trendi (või mõlema) seisukohast. Heitkoguste kategooriad liigitatakse selle alusel, kui suure osa need heitkoguste tasemest või trendidest moodustavad, ning võtmekategooriad on need, mis moodustavad kokku 90% inventuuriandmete tasemest või trendist. Võtmekategooria analüüsi tulemused on olulised, sest need on abiks metodoloogiliste valikute langetamisel. Eesmärk on sõeluda kategooriate ja gaaside osakaalude pikka loetelu ning leida üles heitkoguste taseme või trendi seisukohast kõige tähtsamad, et suunata ressursid just nendes kategooriates Tier 2 või 3 meetodika välja töötamisele.

**Tabel 3.** Maakasutusega seotud võtmekategooriad ja selles kategoorias kasutusel olev meetodika (Tier 1, Tier 2 või Tier 3) KHG heite arvutamiseks põllumajanduse (kategooria tähis 3) ja LULUCF (kategooria tähis 4) sektoris.

IPCC heitekategooria	KHG ja võtmekategoorias kasutatav meetodika			
	Gaas	Tier 1	Tier 2	Tier 3
3.D.1.1 Direct Soil Emissions - Inorganic N Fertilizers	N2O	V		
3.D.1.2a Direct Soil Emissions - Animal Manure Applied to Soils (including manure digestates)	N2O	V		
3.D.1.2c Direct Soil Emissions - Compost, and Waste Digestates Applied to Soils	N2O	V		
3.D.1.3 Direct Soil Emissions Urine and Dung Deposited by Grazing Animals	N2O	V		
3.D.1.4 Direct Soil Emissions - Crop Residue	N2O	V		
3.D.1.6 Direct Soil Emissions - Cultivation of Organic Soils	N2O	V		
3.D.2.1 Indirect Emissions - Atmospheric Deposition	N2O	V		
3.D.2.2 Indirect Emissions - Nitrogen Leaching and Run-off	N2O	V		
3.G Liming	CO2	V		

IPCC heitekategoria	KHG ja võtmekategorias kasutatav meetodika			
	Gaas	Tier 1	Tier 2	Tier 3
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land - dead wood	CO2			V
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land - living biomass	CO2			V
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land - mineral soils	CO2		V	
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land - organic soils	CO2	V		
4.A.2 Land converted to Forest Land - litter	CO2		V	
4.A.2 Land converted to Forest Land - living biomass	CO2			V
4.B.1 Cropland remaining Cropland - mineral soils	CO2		V	
4.B.1 Cropland remaining Cropland - organic soils	CO2	V		
4.B.2 Land converted to Cropland - mineral soils	CO2		V	
4.B.2 Land converted to Settlements - mineral soils	CO2		V	
4.C.1 Grassland remaining Grassland – living biomass	CO2			V
4.C.2 Land converted to Grassland – mineral soils	CO2		V	
4.D Forest Land 4(II) Emissions and removals from drainage and rewetting	N2O	V		
4.D Forest Land 4(II) Emissions and removals from drainage and rewetting	CH4	V		
4.D.1.1 Peat extraction remaining Peat extraction - organic soils	CO2		V	
4.E.2 Land converted to Settlements - living biomass	CO2			V
4.G Wood panels and sawnwood	CO2	V		

Ülaloodud tabel kajastab vaid teatavaid võtmekategoriaid maakasutusega seonduvalt KHG inventuuri põllumajanduse ja LULUCF sektoris, mitte kõiki heite- ja maakategoriaid. Siiski võib võtmekategoriatele pilku peale heites tõdeda, et kuigi teatud kategooriate korral on välja töötatud riigipõhised Tier 2 ja Tier 3 meetodikad, siis kõige laiemalt on kasutusel jätkuvalt Tier 1 meetodikad, sh põllumajandussektoris. Võtmekategoriates on riigil soovituslik liikuda järjest kõrgemale määramistasandile, st vähemalt Tier 2 meetodikale. Teatavates LULUCF sektori kategooriates on riigil kohustus teatud ajaperioodi jooksul liikuda Tier 3 meetodikale tulenevalt LULUCF määruse nõuetest jt EL-i algatustest ja regulatsioonidest, mida on detailsemalt kirjeldatud eelmises peatükis.

## Mõõtmispõhine Tier 3 meetodika

Inventuure saab koostada süsinikuvarude muutuste otsese mõõtmise põhjal. KHG heitkoguste otsemõõtmine on võimalik, kuid nende suure varieeruvuse tõttu kombineeritakse tavaliselt Tier 3 meetodikas mudeleid ja mõõtmisi. Puhtalt mõõtmispõhised inventuurid, näiteks SMI kordumõõtmiste põhjal, võivad hinnata süsinikuvarude muutusi ilma mudeleid kasutamata, kuid vajavad siiski kõrvale ka asjakohaseid statistilisi mudeleid. Peamised sammud mõõtmispõhise Tier 3 inventuuri juurutamiseks on:

- **Valimisplaani väljatöötamine:** Valimisplaanid sisaldavad tavapärastelt juhuslikku proovivõtukohtade jaotamist. Inventuuri koostajad määravad sobiva lähenemisviisi, arvestades riigi suurust, kliimat ja majandussüsteeme. Sageli ei ole valimisplaan täiesti juhuslik. Hea tava on, et valikuprotsess tagab oluliste heitekategooriate laialdase

ruumilise katvuse. Määrata tuleb ka ajavahemik, mille järel tehakse proovimõõtmisi. See sõltub muutustest, mis eri maakategooriates ja heiteallikates aset leiavad selle aja jooksul. Kui vooge mõõdetakse otseselt, nõuab suurem ajaline ja ruumiline varieeruvus sagedasemat või intensiivsemat proovivõtmist, et hõivata vooge, mis muidu võivad mõõtmisandmetest puududa.

- **Proovivõtukohtade valik:** Konkreetsete proovivõtukohtade asukoht määratakse valimiplaani põhjal. Hea tava on omada alternatiivseid proovikohti juhaks, kui mõnes alguses asukohas pole võimalik proove võtta. Proovivõtukohtade määramine hõlmab geograafilise infosüsteemi kasutamist ja võib vajada koostööd erinevate sidusrühmade vahel. Geograafiline andmebaas võib sisaldada erinevaid keskkonna- ja majandusandmeid, nagu kliima, mullad, maakasutus ja karjakasvatus, sõltuvalt allikakategooriast ja kihistusest. Kui võtmetähtsusega andmed ei ole riiklikul tasandil kättesaadavad, peaks inventuuri koostaja esimese sammu uuesti hindama ja vajadusel valimisplaani muutma. Vajadusel hinnatakse valimisplaani uuesti.
- **Esmased proovid:** Proovivõtumeeskond külastab määratud kohti, rajab proovialasid ja kogub esmased proovid. Esmased proovid annavad hinnangu esialgsele süsinikuvarule või toimivad KHG heitkoguste esmamõõtmisena. Hea tava on enne proovide kogumist kehtestada välitööde mõõtmise- ja laboriprotokollid. Lisaks võib olla kasulik määrata proovialade või proovivõtupunktide geograafilised koordinaadid ülemaailmse positsioneerimissüsteemi abil ja kui plaanitakse korduvmõõtmisi, märkida asukoht püsivalt, et tulevikus oleks kohta lihtne leida ja uuesti proove võtta. Hea tava on võtta asjakohaseid mõõtmisi ja märkmeid keskkonnatingimuste ja majandamise kohta kohapeal.
- **Korduvmõõtmised:** Perioodiliselt viiakse läbi korduvmõõtmisi, et hinnata süsinikuvarude või KHG heitkoguste suundumusi. Mõõtmise ajavahemik sõltub varude muutuste või heitkoguste varieeruvusest, ressursidest ja valimisplaani kujundusest. Kui kaasatakse hävitav proovivõtt, näiteks mullasüdamikute või biomassi proovi eemaldamine, on hea tava teha proovivõtt samas kohas uuesti, kuid mitte täpselt selles kohas, kust eelmine proov eemaldati. Hävitav proovivõtt samast kohast tõenäoliselt tekitab mõõtmistesse kallutatust, mis omakorda kahjustavad seiret ja annavad tulemusi, mis ei esinda tegelikke suundumusi.
- **Andmete analüüs:** Hea tava on valida andmeanalüüsi jaoks sobiv statistiline meetod, mis põhineb valimisplaanil. Statistilise analüüsi üldine tulemus on hinnangud süsinikuvarude muutustele või heitkoguste mõõtmised, millest tuletatakse riiklikud heitkoguste ja sidumise hinnangud. Hea tava on lisada ka määramatuse hinnangud, mis hõlmavad proovide kogumise ja laboritöötamise mõõtmisvigu, valimisplaaniga seotud proovi varieeruvust ja muid asjakohaseid määramatuse allikaid. Riiklike süsinikuvarude muutuste ja KHG heitkoguste hinnangute saamiseks on sageli vajalik mõõtmiste ekstrapoleerimine mudelite abil, mis võtavad arvesse keskkonnatingimusi, majandust ja muid tegevusandmeid. Kuigi KHG, sh eelkõige süsinikupõhiseid KHG netomuutusi saab hinnata puhtalt korduvmõõtmistega süsinikuvarude põhjal, kasutatakse statistilisi ja muid mudeleid sageli proovialade mõõtmiste riiklikeks hinnanguteks skaleerimisel. Lämmastikupõhiseid KHG heitkoguste hinnanguid ei ole tõenäoline tuletada ainult mõõtmistest nende mõõtmise kulukuse ja keerukuse tõttu. Hea tava on analüüsida heitkoguseid keskkonnatingimuste suhtes, lisaks erinevate majandamispraktikate panusele nendesse suundumustesse.
- **Aruandlus ja dokumentatsioon:** Hea tava on koostada inventuuri tulemused süstemaatilisel ja läbipaistval viisil aruandluseks. Dokumentatsioon võib sisaldada valimisplaani ja statistiliste meetodite kirjeldust, valimiste ajakava (sh uuesti proovid),



varude muutuste ja heitkoguste hinnanguid ning heitkoguste suundumuste tõlgendamist (nt majandustegevuste panus). Lisaks tuleks täita ja dokumenteerida kvaliteedi tagamise/kontrolli protseduurid, sh kvaliteeditagamise protseduurid, mille käigus hindavad analüüsi sõltumatud eksperdid, kes ei osalenud analüüsis.

## Mudelipõhine Tier 3 metoodika

Mudelipõhiseid inventuure arendatakse, kasutades empiirilisi, protsessipõhiseid või muid edasi jõudnud mudeleid. Täiendavate sõltumatute mõõtmiste kasutamine kinnitab mudeli võimekust piisavalt täpselt hinnata KHG heitkoguseid. Tier 3 mudelipõhise inventuuri väljatöötamiseks kasutatakse üldjuhul järgmisi samme:

- **Mudelivalik/arendus:** Tuleb valida või luua mudel, mis võimaldab täpsemalt hinnata süsinikuvarude muutusi ja KHG heitmeid kui Tier 1 ja 2 lähenemisviisid. Seejuures võib kasutada ka teistes riikides või sarnastes kliimaatilistes tingimustes väljatöötatud mudeleid, neid vajadusel kohandades. Mudeli valikul ja täiustamisel tuleb arvestada ka sisendandmete kättesaadavuse ja arvutusressurssidega.
- **Kalibreerimine:** See on kriitiline samm KHG inventuuri arendamisel. Selle käigus mudeli tulemusi võrreldakse otseselt mõõtmistega, mida kasutati mudeli kalibreerimiseks/parameetrite määramiseks. Võrdlusi saab teha graafiliselt või ka kasutades statistilisi teste, eesmärgiga näidata, et mudel simuleerib tõhusalt mõõdetud trende erinevates tingimustes ja kategooriates. Hea tava on tagada, et mudel reageerib asjakohaselt tegevusandmete muutustele ja et mudel on võimeline esitama tulemusi maakategooria kaupa. Kui mudel ei suuda tabada üldisi trende või esineb suuri süsteemseid kõrvalekaldeid, võib olla vajalik mudeli uuesti kalibreerimine või algoritmide muutmine. Mõnel juhul tuleb välja valida või töötada hoopiski uus mudel.
- **Sisendandmete kogumine:** Vajalik on koguda ruumilis-ajalisi andmeid tegevuste ja keskkonnatingimuste kohta, mis on mudeli jaoks vajalikud. Sisendid peavad olema kooskõlas mudeli ajalis-ruumilise skaalaga. Näiteks, kui mudel töötab päevase ajasammuga, peaksid sisendandmed andma teavet keskkonnaomaduste või tegevusandmete päevase varieeruvuse kohta. Mõnel juhul võivad sisendandmed olla mudeli valikul piiravaks teguriks, mistõttu mõned mudelid tuleb kättesaadavate tegevus- ja/või keskkonnaandmete tõttu sobimatuteks lugeda.
- **Määramatuse kvantifitseerimine:** Vajalik on analüüsida mudeli struktuuri ja sisendite määramatusi, et teha kindlaks hinnangute usaldusväärsus. Määramatused tulenevad puudulikest teadmistest tegevuste või protsesside kohta, mis põhjustavad KHG voogusid, ja need ilmnevad tavaliselt mudeli struktuuris ja sisendites.
- **Mudeli rakendamine:** Peamine kaalutlus selles etapis on, et oleks piisavalt arvutusressursse ja personali aega sisendandmete ettevalmistamiseks, mudelisimulatsioonide läbiviimiseks ja tulemuste analüüsimiseks. See sõltub algoritmide efektiivsusest, mudeli keerukusest ning simulatsioonide ruumilisest ja ajalisest ulatusest ja eraldusvõimest. Mõnel juhul võivad arvutusressursside piirangud piirata keerukust ja ruumilise või ajalise eraldusvõime vahemikku, mida saab riiklikul tasandil rakendada (st peenema ruumilise ja ajalise eraldusvõimega simuleerimine nõuab suuremaid arvutusressursse).
- **Hindamine sõltumatute andmetega:** Mudeli väljundit on vaja testida sõltumatute andmetega, et hinnata mudeli komponentide ja tulemuste täpsust.

- **Aruandlus ja dokumentatsioon:** Inventuuri tulemused tuleb dokumenteerida süstemaatiliselt ja läbipaistvalt, sisaldades mudeli kirjeldust, sisendandmete allikaid, hindamistulemusi ja QA/QC dokumentatsiooni.

## LULUCF maakategoriad KHG inventuuris

Vastavalt IPCC 2006. aasta suunistele koostatakse LULUCF sektoris igal aastal inimtekkeliste KHG heite ja sidumise hinnanguid kuues maakategorias: metsamaa, põllumaa, rohumaa, märgalad, asulad ja muud maad. Maakategoriad jagunevad omakorda maakasutusmuutustega ja -muutusteta aladeks. Iga LULUCF maakategooria jaguneb omakorda alamkategoriateks, mille all raporteeritakse aastast süsinikuvaru muutust järgmistes süsiniku talletajates: elus biomass (maapealne ja maa-alune biomass), surnud orgaaniline aine (surnud puit ja varis) ja mullad (mineraal- ja kuivendatud turvasmullad). Hinnang antakse ka puittoodete kohta järgmistes alamkategoriates: saematerjal, puitplaadid, kemi-termo-mehaaniline puitmass, paber ja papp. Lisaks süsinikuvarus toimuvatele muutustele peetakse arvestust ka N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub> voogude üle, mis tulenevad turvasmuldade kuivendamisest, põlengutest ning lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest muldades. Kuivendamata turvasmuldade ja looduslike märgalade KHG netoheidet/-sidumist inventuuri raames ei hinnata.

Maakasutuse ja selle muutumisega seotud erinevate maakategoriate pindalad saadakse statistilise metsainventuuriga (SMI). SMI on statistiline valikuuring, mille käigus mõõdetakse ühtlaselt üle-eestiliselt paigutatud proovitükke. Andmed kogutakse süstemaatilise juhuvaliku alusel paigutatud väikestelt proovitükkidelt. Kokku mõõdetakse aastas ligi 5500 proovitükki, mille tulemused üldistatakse kogu Eestile. SMI hindab nii mõõtmishetke maakategoriat kui ka maa-kategooria muutusi. Kuna SMI tulemused on statistilised hinnangud, kaasneb sellega ka tõenäosuslikust valikust tulenev viga (usaldusnivoo 95%). Proovitükid on paigutatud kobarate ehk traktidena. Üks trakt on 800 m küljepikkusega ruut, kus proovitükid on paigutatud ruudu külgedele iga 200 m järel. Ühes traktis on 16 proovitükki. Traktid ise jaotuvad alalisteks ja ajutisteks. Alalistel traktidel toimub seire viieaastaste tsükklitena, ajutisi trakte külastatakse ühekordselt. Maa-kategooria ehk kõlviku muutumist ajas vaadeldakse kõikidel proovitükkidel. (Valgepea jt 2021)

KAUR tegeleb pidevalt maakategoriate hinnangute täpsustamisega. Esiteks on Tartu Ülikoolil käimas projekt, mille eesmärgiks on välja töötada uus meetodika iga-aastaste maakasutuse muutuste maatriksite koostamiseks (arvestades mullatüüpe ja kuivenduse olemasolu). Meetodika sisaldab nii SMI maatükkide maakasutuse muutuste teavet kui ka nende hetke maakasutuse staatust, st maakasutuse muutuse hinnangud kalibreeritakse hetkeolukorra teabega. Teiseks, kuna üleminekuperiood maakategoriate vahel on 20 aastat, püüab Eesti hinnata maakasutuse muutusi perioodil 1970–1990, et täpsustada aastate 1990–2009 pindala hinnanguid. Siiski puudub täpne asukohapõhine ülevaade Eesti maakatte ja maastikustruktuuri muutustest, kuigi tehnilised võimalused ja võimekused detailse maakatte kirjeldamiseks ja selle regulaarseks seireks on olemas. Samuti ei kombineerita piisavalt erinevaid meetodeid ja andmekihte, nt kaugseire ja SMI andmeid, mida omakorda on võimalik täpsustada mullastikukaardikihi ja PRIA kaardikihtidega.

Viira jt. (2020) analüüsisid põllumajanduslikku maakasutust ja maakatte ajalist dünaamikat Eestis perioodil 1990–2018 tuginedes CORINE<sup>38</sup> maakatte andmetele. CORINE maakatte andmed on tuletatud satelliidipiltide alusel ja vähim kaardistusühiku suurus on 25 ha, mistõttu ei pruugi kaardiandmed olla täpsed väiksemate maatükkide osas ega kooskõlas Maa-ameti ja Statistika-ameti andmetega. Uuringu käigus leiti, et ülevahtlikult kogu Eesti maakasutuse kirjeldamisel võib CORINE maakatte andmeid siiski piisavalt täpselt pidada. Uuringu tulemustest selgus, et suuri muutusi sel perioodil ei toimunud. Seejuures oli võimalik CORINE abil tuvastada maakasutuse muutusi. Põllumaa hõlmas lisaks põllumaale ka kompleksviljeluse all olevat ja nõ mosaiikset maad koos loodusliku taimkatte ja maastikuelementidega, s.t et CORINE klassifikatsiooni alusel on kujutatud maakattetüüpe 2.1.1, 2.4.2 ja 2.4.3. Rohumaade osas on CORINE klassifikatsiooni alusel kujutatud muutusi maakattetüübis 2.3.1.

CORINE klassifikatsiooni kasutati ka ELME projektis, sh kombineeriti CORINE ja põhikaardi (1 : 10 000) maakasutusklassid ja seda täpsustati ortofotode (1 : 10 000) põhjal ning ilmajaamade lähiümbruses välitööde käigus. Töö käigus töötati välja üleriigiline ökosüsteemide baaskaart, sh eraldi metsa-, niidu-, soo- ja põllumajanduslike ökosüsteemide jaoks. Töös lähtuti eelkõige olemasolevatest andmestikest/andmebaasidest, nagu EELIS<sup>39</sup>, metsaregister, ETAK<sup>40</sup>, PRIA<sup>41</sup> põllumassiivide register, Pärandkoosluste Kaitse Ühingu ja Eestimaa Looduse Fondi (ELF) andmebaasid, Loodusvaatluste andmebaas, PlutoF, Taimeatlas, Eesti mullastikukaart, Eesti Muuseumide Veebivärava museaalide kogu, sotsiaalmeediast kättesaadavad loodusfotod, riikliku seire andmed jpm. Laialdaselt kasutati kaugseireandmeid, nt satelliitandmestikke, LiDAR-andmeid<sup>42</sup> ja sellel põhinevaid tuletisi, nagu taimkatte kõrgusmudel jne. Kasutati nii 2020. aastal valminud KAUR-i metsa kaugseire projekti kihte kui ka mindi tagasi eelmise sajandi esimesse poolde, kasutades masinõppe abil genereeritud niitude ja metsade ajaloolise leviku kaarte. (Helm jt (2020))

Kuna varem pole taolist üleriigilist hindamist-kaardistamist nii mastaapselt läbi viidud, tuvastati ELME projekti käigus rohkelt andmete ja andmekogude täiustamisvajadusi. Näiteks leiti, et praegune üleujutuskaart ei kajasta üleujutuste sagedust üleujutusala sees ruumiliselt. Tuvastati ka, et PRIA püsirohumaade andmeid on vaja täiendada uuendamise infoga (millal viimati künti/külvati) ning lisada juurde informatsioon indikaatorliikide esinemise kohta (mis võimaldaks tuvastada püsirohumaad kuulumist liigirikaste püsirohumaade hulka). Liigirikas püsirohumaad ja pärandkooslus on tekkelt erinevad ökosüsteemid (pärandkooslus on ajalooline ökosüsteem, mida teadaolevalt ei ole küntud, väetatud ega külvatud), liigirikas püsirohumaad võib olla ka endistest põllumaadest kujunenud liigirikas kooslus. Tulevikus võib see olla KHG inventuuri seisukohast oluline erinevus, seega tuleb ka sellele tähelepanu pöörata KHG inventuuri arenduste juures.

ELME projekti käigus tõdeti, et sooökosüsteemide korral on KHG voog ajaliselt ja ruumiliselt väga varieeruv, sõltudes otseselt pedo-kliimatilistest tingimustest. Praegu aga puudub Eestis KHG

---

<sup>38</sup> CORINE Land Cover ehk CORINE maakate on ühtse meetodika alusel koostatud andmebaas, kuhu kogutakse ruumiandmeid Euroopa maakatte kohta.

<sup>39</sup> Eesti Looduse Infosüsteem

<sup>40</sup> Eesti topograafia andmekogu

<sup>41</sup> Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet

<sup>42</sup> LiDAR (Light Detection and Ranging) on laserskaneerimiseseade, mille töö põhineb tagasipeegeldunud laserimpulsilt kolmemõõtmeliste koordinaatide arvutamisel, sh skaneerida võib nii õhusõidukilt kui ka maapinnalt. LiDAR saadab välja valgusimpulsi, mis sihtkohta jõudes peegeldub tagasi seadmesse. Kuna laserskaneerimine toimib valguse kiirusel, mis on ligikaudu 0,3 m/ns, on võimalik arvutada valguskiire levimise teekonna pikkus seadmest pinnani, millelt valguskiir tagasi peegeldub.

püsiseire ja ainsad kasutatavad andmed pärinevad üksikutest teadusprojektidest (vt peatükk Ülevaade maakasutuse ja KHG-dega seotud teadusprojektidest). Paraku ei ole see esinduslik (uuringud on kindla suunitlusega, nt kuivenduse mõju hindamine või teatud mikroorganismide rolli selgitamiseks gaasivoo kujunemisel) ega piisava ajalis-ruumilise katvusega (projektid on lühikesed, mõneaastased või ei pruugi hõlmata isegi kogu aastat, uurimisalad muutuvad aastate lõikes ja pole pikemaajaliseks ühtseks aegreaks ühildatavad). Projekti tulemusena tehti soovitus, et seire tuleks läbi viia Eddy-covariance meetodi kasutades vähemalt Tooma soojaamas ning täiendavalt Lääne-Eesti merelises valdkonnas (Läänemaa, Pärnumaa) ja Põhja- või Kirde-Eestis ning madalsookoosluses. Sarnane seire oleks vajalik ka teiste peamiste ökosüsteemide osas (niidud, metsad, põllumajandus), eelistatult integreerituna valitud ilmajaamadega ja/või seirealadega. Näiteks oleks vaja teavet KHG voo kohta eri metsatüüpides ja vanuseklassides.

KHG inventuuri jaoks vajalike ruumiandmete täpsustamisega on seotud TÜ poolt läbiviidav uuring „Kasutuskraavide kaardikihi loomine ja kraavide kasvuhoonegaaside heitetegurite väljatöötamine”. Kraavide kaardikiht põhineb peamiselt Eesti topograafilisel andmebaasil (ETAK) ning täiendatakse muude avalike ruumiandmete ja digitaalse kõrgusmudeli alusel. Lisaks hinnatakse välitööde käigus kraavide valimi jaoks kraavide tegelikku seisukorda ja tüüpi, et kaardikihti GIS analüüsi abil täpsustada. Selle projekti tulemused on kavas ellu viia hiljemalt 2026. aasta inventuuri esitamisel. Kraavide mõjusid ja leevendusmeetmeid käsitles põhjalikult ka projekt, mille tulemina valmis 2023. aastal aruanne „Maaparandussüsteemide negatiivsete mõjude leevendus- ja kompensatsioonimeetmete rakendamise juhised“<sup>43</sup>.

Ühe täiendava kohustusena tuleb hakata väga täpselt seirama ka suure kliimarisikiga maa- kasutusüksusi nagu näiteks üleujutusriskiga alad. Üleujutusriskide maandamise jaoks ajakohastas ja avalikustas KeM juba 2018. aastal üleujutusega seotud riskide hinnangu ja määras riskipiirkonnad.<sup>44</sup> Aastal 2019 ajakohastati ja avalikustati üleujutusohupiirkonna ja üleujutusega seotud riskipiirkonna kaardid.<sup>45</sup> Kaardimaterjal on avalik ja kasutamiseks laiale üldsusele, aga ka planeerimis- ja keskkonnaekspertidele ning kohalikele omavalitsustele ruumilise planeerimise otsuste tegemiseks. Lisaks kaardistati KAUR-i poolt 2020. aastal rannikualade üleujutuste tõenäosusstsenaariumid väljaspool üleujutusega seotud riskipiirkondasid. (Keskkonnaagentuur, 2020) Soojusaartest tingitud võimalike kahjude ennetamiseks ning riskide maandamiseks koostas KAUR 2020. aastal Landsat-8 satelliitandmete põhjal soojusaarte analüüsi Eesti suuremate linnade (Tallinn, Tartu, Pärnu, Kohtla-Järve, Narva, Rakvere ja Viljandi) kohta. Tegu on praktilise kaardimaterjaliga, mida arendajad ja linnaplaneerijad ruumilise planeerimise otsuseid tehes kasutada saavad. Koostatud kaardikihid on üleval Maa-ameti Geoportaali kaardi- rakenduses „Soojusaared”.<sup>46</sup> Tallinn viis läbi uuringu oma soojasaarte paiknemise ning ajalise ja ruumilise dünaamikast muutuste kohta<sup>47</sup>.

Perioodil 2019-2020 teostati teadusprogrammi RITA raames uuring „Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel”. Sellest selgub, et Eestil on põllu- majanduses ja maakasutuses väga palju võimalusi erisuguseid kaugseire meetodeid ja sensoreid kasutada. Kaugseire abil saab optimaalsemalt planeerida ja seirata põllumajanduse protsesse ja rolli süsinikuringes ning hinnata potentsiaalset mõju, mida avaldavad neile kliimamuutused.

<sup>43</sup> [https://keskkonnaamet.ee/sites/default/files/documents/2024-02/240131\\_Maaparanduss%C3%BCsteemide%20leevendusmeetmed\\_IX\\_L6PP.pdf](https://keskkonnaamet.ee/sites/default/files/documents/2024-02/240131_Maaparanduss%C3%BCsteemide%20leevendusmeetmed_IX_L6PP.pdf)

<sup>44</sup> [Ajakohastatud üleujutusega seotud riskide hinnang | Kliimaministeerium](#)

<sup>45</sup> [Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid | Kliimaministeerium](#)

<sup>46</sup> [X-GIS 2.0 \[soojusaared\] \(maaamet.ee\)](#)

<sup>47</sup> [Tallinna uuringute infosüsteem](#)

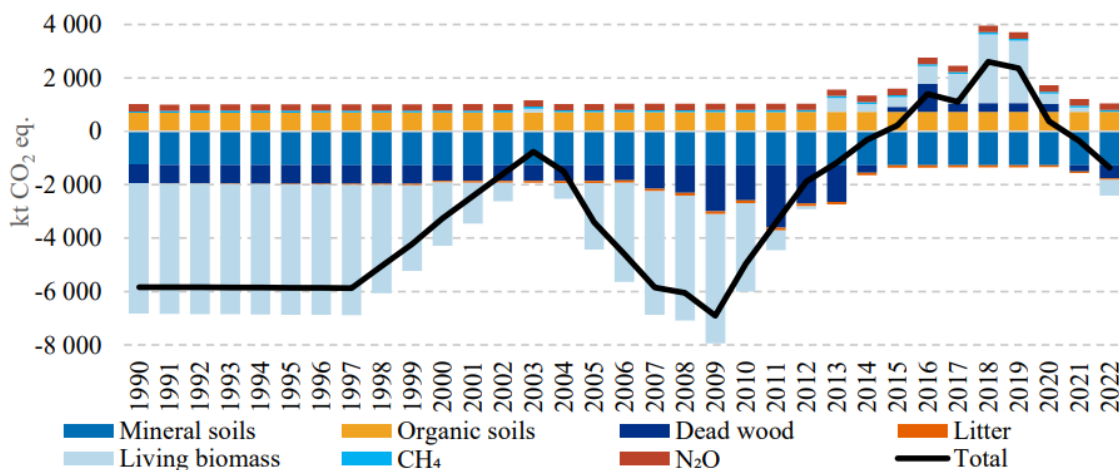
Kaugseire toel on võimalik teha Eesti põllumaade viljakuskaart, täpsustada turvasmuldade levikut Eestis, toetada täppisviljelust ning seirata nii taimekahjureid ja -haigusi, tolmeldajaid, taimestiku stressi kui ka ökosüsteemide seisundit ja elurikkust. Samuti võimaldab kaugseire kaardistada maastikumuutusi ja hinnata ökosüsteemi teenuste dünaamikat. Drooniandmete põhjal on võimalik toetada põllumajanduse keskkonnakavasid ja rajada põllupõhine fenotüüpimissüsteem. Kaugseire abil saab jälgida maaparandussüsteemide tehnilist seisundit, kaardistada nii reaalajas kui ka tagasiulatuvalt liigniiskusest ja põuast mõjutatud alasid, seirata soode niiskusrežiimi ja uurida ekstreemsete ilmaolude mõju põllumajandusele.

Juba praegu kasutatakse KHG inventuuris maakasutuse pindalade määramiseks Approach 3 lähenemist, kuid seda on võimalik edasi arendada ja täpsemaks muuta võttes kasutusele ka täiendavaid ruumilisi andmekogusid. Kõikvõimalikud kaardikihid ja täpsustused maakasutuse ja ka majandamispraktikate osas lisavad neid vajalikke täpsustusi. Samuti on võimalik kasutada ka erinevaid uuringuandmeid ja eksperthinnanguid, mille alusel ruumilisi andmeid täpsustada. Majandamistavade kohta on sageli keeruline leida andmeid selgelt ruumilises vormis. Teatud juhtudel, kui on olemas ruumilised andmekihid, siis ei ole need täielikud, üleriigiliselt või tervet maakategooriat katvad, kuid see ei välista nende kasutamist KHG inventuuris. Eestis teostatakse regulaarselt ka riiklikku mullaseiret, metsaseiret, eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seiret jne, kuid kahjuks ei kasutata ära seda täit potentsiaali, et neid andmeid riskkasutada ka KHG seireks ja aruandluseks. Mitmetel juhtudel on ka Eesti teadlaste ja ekspertide poolt viidatud, et praegune mullaseire ei ole piisav, tehtud ettepanekuid maastikuseire edasi arendamiseks ja täiendamiseks ning ühtlasi soovitatud lisada riiklikku seireprogrammi ka KHG pidevseirejaamasid. Oluline on rajada nõ referentsalad püsiseireks, et tagada erinevate väljatöötavate mudelite valideerimiseks ja täiendamiseks vajalike võrdlusandmete olemasolu erinevate maa-kategooriate ja majandamispraktikate korral. Eriti oluline on luua püsiseire märgaladel, kuna seal on KHG vood sõltuvalt pedo-kliimaatilistest tingimustest väga muutlikud. Mudeldamiseks on oluline, et referentsandmed oleks kõrvutatavad ka muude mõõdetavate keskkonnaparameetritega, mis saadakse riiklikust seirest (mullaseire, metsaseire, meteoroloogiline seire, hüdrooloogiline seire, põhjavee seire, kaugseire jne). Seega on need riikliku seirevõrguga seotud arendused, mida tuleb põhjalikumalt analüüsida ning vaadata, kas ja kuidas need aitaksid kaasa erinevate seire- ja aruandluskohustuste täitmisele, poliitikakujundamise kvaliteedi parandamisele ning andmete nutikale riskkasutusele.

## Metsamaa

LULUCF sektori peamine süsiniku siduja on metsamaa, mille pindala 2022. aastal oli SMI järgi 2 446,75 kha (s.o enam kui 50% Eesti pindalast). Metsamaa pindala on kasvanud eelkõige põllumajanduslike (põllumaa, rohumaa) maade arvelt tulenevalt nende kasutusest välja jäämisest ja metsastumisest. Metsamaa kategooria netoheide 2022. aastal oli -1 359.93 kt CO<sub>2</sub> ekv (negatiivne heide näitab KHG sidumist) (vt allpool lisatud joonis). Metsamaa kategoorias hinnatakse süsiniku sidumist ja heidet elusas ja surnus biomassis, mineraal- ja turvasmuldadelt, mitte-CO<sub>2</sub> heidet tulenevalt metsade kuivendamisest, otseseid N<sub>2</sub>O heitkoguseid lämmastiku mineraliseerumisest ja CO<sub>2</sub> heitkoguseid metsapõlengutest. Antud peatükis käsitletakse üksnes maakasutuse ja maakasutusmuutustega seotud KHG voogusid. Metsapõlengute ja lämmastiku mineraliseerumisega seotud KHG heide on kajastatud maakasutusega seotud muude heitekategooriate peatükis.

Süsinikubilanssi metsamaal mõjutavad mitmed asjaolud, sh muutused metsamaa pindalas, metsade vanuseline struktuur ja raiemaht. Raadamise suurenemise ja metsastumise vähenemise tõttu ei kasva enam metsamaa pindala ning suurenenud on lagedate alade, selguseta alade ja noorendike ning ka vanemate metsade summaarne osatähtsus, kus netojuurdekasv on madalam kui noortes ja keskealistes puistutes. Lisaks on metsade vanuselise struktuuri ehk küpsete metsade suure osakaalu ja kahjustuste tõttu suurenenud puude suurem, mis on kaasa toonud suuremad heitkogused. Süsinikuväru suurenes enim metsamaa mineraal- muldades. (Keskkonnaministerium 2022)



**Joonis 3.** LULUCF-i metsamaa maakategooria KHG netoheitkogused alamkategoriate kaupa perioodi 1990–2022 kohta, kt CO<sub>2</sub>-ekv. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Metsamaa pindala on hinnatud vastavalt FRA (UNFAO – *Forest Resources Assessment*) määratlusele: maatükk pindalaga vähemalt 0,5 ha, puudega üle 5 m ja võrastiku liitusega enam kui 10%, või puudega, mis on võimelised vastama neile kriteeriumitele. Metsa alla kuuluvad ka kõik ajutiselt asustamata metsaalad ja uuendusaalad, mis ei ole veel saavutanud võra tihedust 10% ja puude kõrgust 5 meetrit. Samuti alad, mis on ajutiselt lagedad alad kas inimtegevuse või looduslike mõjude tõttu. Metsamaa hõlmab ka mahajäetud nihkuvat haritavat maad, kus on uuenenud puud, mille võrakate on või eeldatavasti jõuab 10 protsendini ja puude kõrgus 5 meetrit. See ei hõlma maad, mis on valdavalt põllumajandus- või linnakasutuses.

Eesti metsaseadus sätestab metsamaa kui maa, mis vastab vähemalt ühele järgmistest tingimustest: i) metsamaa kasutus on kantud maakatastrisse; ja ii) omab 0,1 ha suurust maad, kus kasvab puittaimi, mille kõrgus on vähemalt 1,3 meetrit ja võrakate on vähemalt 30%. Eestis loetakse majandatavaks kogu metsamaa – kogu Eesti metsamaa on majandatav või on kaetud metsamajandamiskavadega. Lisaks on kaitsealused metsad kaetud kaitsekeemiga.

Elusa biomassi hinnangud hõlmavad metsamaal mitmeaastate puittaimede biomassi. Seda hinnatakse SMI alusel, võttes teatud erijuhtudel arvesse ka raiedokumente. Seega on tegemist Tier 3 meetodikaga. Alates 2024. aastast kasutab Eesti nende hinnangute andmiseks tekke-kaot (Gain-Loss) meetodit, mille sobivust on analüüsinud ja hinnanud Heikkinen (2023). Tekke-kaot meetodi rakendamisel on vajalik iga maakasutuse muutuse grupi kohta leida hinnatava tunnuse (tagavara, biomass või süsinik) aastane teke ja kadu. Meetodi rakendamise puhul on eelduseks, et täpsemalt on teada erinevate muutuste gruppide hektaritagavarade aastane muutus. Erinevateks gruppideks metsamaal on aasta jooksul metsastunud alad, aasta jooksul raadatud

alad ning 20 aasta jooksul metsamaana püsinud alad. Kuna esimese kahe grupi puhul on tegemist muutusega ning seda esineb harva, siis on nende pindalade määramatus ka suurem. Proovitükkidega meetodi puhul ei satuta kõikidele muutustega aladele ning igal valimisse sattunud alal on suur kaal. Kui kasutatakse ruumiandmetel põhinevat lähenemist, siis oleks võimalik ka täpsemalt tuvastada iga ala, kus on toimunud muutus ning ka selle ala pindala täpsemalt kindlaks teha. Ruumiandmetele tugineva pindalapõhise meetodi jaoks on aga tarvilik kasutusele võtta kaugseire hindamiseks kasvava metsa tagavara ja kõrgust. Kuigi ka see meetod sisaldab mõõtemääramatust, siis saab siiski selliseid tagavara ja kõrguse kaarte kasutada erinevate mudelite sisendina ja seeläbi kohapealsete ja kaugseire andmete kombineerimisel hinnata täpsemalt aastast juurdekasvu. Lisaks on võimalik kaugseire meetoditega eristada alad, kus on toimunud suuremad tagavara vähenemise muutused ehk nii raied kui ka looduslikud häiringud (torm, tuli jms). See võimaldab siis kokkuvõttes hinnata, kui suur on olnud aastane kasv ja kadu tagavaras.

Surnud puidu korral hinnatakse süsinikuvaru muutusi surnud lamapuidus, seisvas puidus, surnud juurtes, okstes ja kändudes. Hinnangute aluseks kasutatakse SMI käigus kogutud andmeid ja Tier 3 meetodikat. SMI käigus mõõdetakse surnud tüvepuitu ning sealt ümberarvutus ja jaotus surnud juurteks, oksteks ja tüvedeks tehakse tuginedes riigipõhiste uuringutele. Surnud puidu mahud arvutatakse ümber süsinikuvaruks kasutades Tier 2 meetodikat surnud puidu tiheduse ja süsinikusisalduse kohta puidu kõdunemisklasside kaupa. Kui elusa biomassi hinnanguteks on võimalik juba üsna palju kasutada kaugseiret, siis kaugseirega ei ole võimalik määrata ei seisva surnud puidu ega lamapuidu tagavara ega lagunemisastet.

Varise hinnangute jaoks ei ole Eestil piisavalt andmeid ning seetõttu kasutatakse selle osas Tier 1 meetodikat. Muu maakatgoria muutmisel metsamaaks kasutatakse varise hinnangute jaoks Rootsi tegurit  $0,3 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Eestil oleks olnud võimalus kasutada Rootsi varisetegurit ka metsamaaks jäänud metsamaa korral, aga kuna see oleks kaasa toonud süsinikuvaru suurenemise, siis otsustati jätkata konservatiivsema Tier 1 meetodika ja IPCC vaikeväärtuste kasutamisega.

Metsamaa mineraal- ja turvasmuldade korral kasutatakse samuti Rootsi eriheitetegureid, sh kasutatakse Rootsi tegureid ka üleminekukategooriate jaoks, v.a põllumaa ja rohumaa muutmisel metsamaaks, kus on kasutusel riigipõhised eriheitetegurid Kõlli jt (2010) alusel ja tuginedes mullatüüpide jaotusest Kõlli jt (2009) järgi. Seega on kasutusel Tier 2 meetodika ning hetkel on töös ka arendused, et liikuda üle ja võtta kasutusele Tier 3 meetodika metsavarise ja süsinikuvarude muutuste hindamiseks.

Turvasmuldade korral võetakse aluseks vähemalt 30 cm turbakiht, v.a kuivendatud turvasmuldade korral, mil loetakse piiriks 25 cm sügavust turbakihti. Maa arvestatakse kuivendatuks, kui selle kaugus toimivast kuivenduskraavist on kuni 100 meetrit. Kuivendatud turvasmuldadelt CO<sub>2</sub> heite hindamiseks kasutatakse Tier 1 meetodikat ja IPCC vaikeväärtusi. Kogu Eesti metsamuldadest on ligikaudu 24,3% turvasmullad, millest omakorda SMI järgi on kuivendamise mõjutatud ligikaudu 48,1%. Seni on CO<sub>2</sub> heitkogused turvasmuldadelt püsinud üsna stabiilsena, kuid selle osas võib tuua muutusi 2024. aastal alanud Eesti mullastikukaardi uuendamine, mille käigus pööratakse just erilist tähelepanu turvasmuldadele, nende levikule ja seisundile.

Kuivendatud turvasmuldade mitte-CO<sub>2</sub> heitkogused sõltuvad mulla toitainetest ja kvaliteediklassidest. Selle jaoks jagatakse metsakasvukohatüübid toitainerikasteks ja -vaesteks ning vastavalt sellele rakendatakse Tier 1 meetodikat ja IPCC vaikeväärtusi, mis on kooskõlas IPCC 2013. aasta märgalade lisaga. Seda rakendatakse ka kuivenduskraavidele ja sealt arvestatavatele KHG voogudele.



Et metsamaa moodustab suurima osa Eesti pindalast ning sellega on seotud ka märkimisväärsed KHG vood, siis on selles suunas läbi viidud mitmeid projekte, mis aitaksid parendada KHG inventuuri ning võtta kasutusele riigipõhised eriheitetegurid ja meetodikad. Näiteks 2024. aasta lõpuni kestab TÜ veetav projekt „Eesti kuivendatud metsamaa turvasmuldade heite ja süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhooaegsate inventuuris“<sup>48</sup>, mille eesmärk on töötada välja just Eesti tingimustesse sobiv riigispetsiifiline eriheitetegur KHG heitkoguste hindamiseks kuivendatud siirdesoo (kuusik, männik, kaasik) ja -raba (männik) baasil tekkinud kõdusoo turvasmuldadest. Selle käigus analüüsitakse nii olemasolevaid uuringuid ja andmeid kui ka teostatakse täiendavaid mõõtmisi. Projekti esimesel aastal viidi läbi andmebaaside analüüs sobivate alade leidmiseks ning teostati uurimisalade valik vastavalt planeeritule (EKUK 2024). Mullastiku kaardi järgi leiti sobivad potentsiaalsed turvasmuldadega uurimisalad ning metsaregistri andmete alusel täpsustati puistu parameetreid. Alade kohapealse külastusega teostati alade lõplik valik. Olemasolevate andmete ja uute mõõtmiste põhjal tuletatakse CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O hinnangud. Aastatel 2013–2015 viis EMÜ ellu KIK-i poolt rahastatud projekti „Kuivendamise mõju viljakate soometsade süsinikubilansile“<sup>49</sup>, kus koostati ökosüsteemi tasandil süsinikubilansid erivanuseliste (12–78 aastat) kasepuistutele. Samal ajal viidi EMÜ koostöös TÜ teadlastega ellu projekt „Süsiniku- ja lämmastikuringe muudetud veerežiimiga metsades“<sup>50</sup>. Projektis hindas EMÜ töörühm kõdusoo puistute (männikute, kuusikute, sookaasikute) biomassi, produktiooni ning süsiniku (C) ja lämmastiku (N) sidumist taimestiku biomassis. TÜ rühm mõõtis KHG voogusid ning teostas mullakeemia, mulla mikrobioloogia ja põhjavee analüüsi. Hinnati ka aastast lämmastiku netomineralisatsiooni ning varise voogu. 2024. aastaga lõppeb ka projekt „Süsinikubilansi dünaamika kõdusoomännikute vanuseraas“<sup>51</sup>.

Kõdusoometsad moodustavad Eesti metsadest 15,4% ja soometsad 7,0%, laialdaselt leidub ka palumetsi (22,0%), laanemetsi (22,8%), soovikumetsi (19,1%) ja salumetsi (10,0%). On oluline, et kõik peamised kasvukohtatüübid saaksid vajalike uuringute ja mudelitega kaetud. Tänapäevaks on lisaks eelpool mainitud kõdusoometsadele kaetud erinevate uuringutega palumännikud, arukaasikud, hall-lepikud ja sookaasikud. Uuritud on ka kuusikuid, kuid need tulemused on veel avalikustamata. Mander jt (2014) ning Mander jt (2015) on uurinud veetaseme, toitainete ja hall-lepikute KHG voogude omavahelisi seoseid. Kukumägi jt (2014) ja Lõhmus jt (2019) uurisid kaasikuid kõrgendatud niiskustingimustes, seega andes väga kasulikku infot selle kohta, kuidas hakkavad muutuvad kliimatingimused mõjutama puude juurdekasvu jm parameetreid, mis on olulised sisendid erinevatesse mudelitesse. Uurimistöö käigus mõõdeti nii mullahingamist kui ka maa-alust ja -pealset biomassi. Püsivad niiskemad tingimused tõid kaasa väiksema mullahingamise, sh oli mullahingamist mõjutavaks peamiseks teguriks mulla temperatuur, mis kirjeldas kuni 75% mullahingamise kogumuutusest. Kaasikute elusat biomassi, sh nii maapealset kui -alust on uurinud põhjalikult ka Buht jt (2023). Aastate jooksul on uuritud ka mitmete puistute süsinikubilansse. Uuringutega on kaetud näiteks palumännikud (Uri jt 2022), arukaasikud (Varik jt 2013); hall-lepikud (Uri jt 2017), sookaasikud (Uri jt 2017). Uri jt (2022) on uurinud ka männi, kuuse ja kase varise andmeid ning koostanud vastava varisemudeli. Paljuski on keskendutud just viljakatele kasvukohtadele, nt projektid „Valgustusraiate mõju viljakate kasvukohtade arukaasikute arengule“<sup>52</sup>, „Süsinikubilanss viljakate kuusikute vanuseraas“<sup>53</sup>, „Kuivendamise

<sup>48</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/4e8e05d5-e368-4533-acd4-41beed03e5bc>

<sup>49</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/64fc32d8-4ed4-41eb-b6b4-5b5951119cdf>

<sup>50</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/4eba21cb-e039-4690-9f72-c1199e217c56>

<sup>51</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c79c85af-dd7e-4af1-82ba-38751772e0f6>

<sup>52</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/eec000d7-0acb-480f-98df-5518ad5f7c8d>

<sup>53</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/92908d9a-2813-4c41-a6f6-17980f950271>



mõju viljakate soometsade süsinikubilansile<sup>54</sup>, kuid vähemuuritud on väheviljakad kasvukohad ja madala boniteediga puistud.

Kuni 2028. aastani kestab TÜ projekt „Naerugaasi (N<sub>2</sub>O) bilanss turbamaadel- protsessidest ökosüsteemse üldistuseni“<sup>55</sup>, mis keskendub metsaga kaetud turbamaadele, et uurida lähemalt puutüvede ja -võrade osakaalu soometsade N<sub>2</sub>O bilansis. Projektis kasutatakse mitmeid uudseid meetodeid N<sub>2</sub>O voo mõõtmiseks ökosüsteemi erinevates osades kombineerides neid kaugseire-meetoditega. Üheks projekti eesmärgiks on määrata kiiresti muutuvate keskkonnategurite (mulla-niiskus, külmumis-sulamistsükliid, muutused puuvõrades jne) mõju N<sub>2</sub>O emissioonile, eeskätt võtmekohtades (*hot spots*) ja tipp hetkedel (*hot moments*), eristada ja kvantifitseerida peamised N<sub>2</sub>O tootmis- ja tarbimisprotsessid, integreerida labori- ja välikatsete tulemused ja uudsete mõõtmistehnikate (automaatkambrid, laser-analüsaatorid, Eddy-covariance meetodi seadmed ja tornid, võraprofiili analüüs) loodavasse PEATN<sub>2</sub>O mudelisse, mis võimaldab N<sub>2</sub>O voogude ja nendega seotud keskkonnategurite analüüsi abil prognoosida N<sub>2</sub>O heitkoguseid eeskätt võtme-kohtades ja tipp hetkedel, ning ajakohastada IPCC heitetegureid ja sobivaid maakasutus-strateegiaid, vähendamaks N<sub>2</sub>O heitkoguseid turbaaladel, võttes arvesse ka teiste KHG-de (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) toimet.

Uuritud on ka erinevate majandamispraktikate mõju metsamaa süsinikubilansile. Näiteks lõppes 2023. aastal TÜ poolt juhitud projekt „Valikraiate mõju metsaökosüsteemi süsinikubilansile ja majanduslikud aspektid“<sup>56</sup>. Projekti peamiseks eesmärgiks oli hinnata valikraiate nii vahetut kui ka pikemaajalist (kuni 15 a.) mõju metsaökosüsteemi süsinikuringele ja -varudele, hinnata ökosüsteemi peamisi süsiniku sisend- ja väljundvooge kolmes erinevas katsevariandis (valik-raied, kontroll ja lageraie) ning koostada saadud tulemuste põhjal süsinikubilansid, mille alusel selgitada erinevate majandamismeetodite vahetut mõju puistute süsinikusidumisele. Samuti hinnati projekti käigus valikraide järgse metsa tagavara ja produktsiooni. Tuginedes saadud tulemustele ja varasematele uuringutele modelleeriti puistute juurdekasvu- ja süsinikusidumise dünaamikat võrdluses valikraie versus lageraie kuni 15 a. ajaperspektiivis. Koostatud süsiniku-bilansse valideeriti samaaegsete turbulentsete õhuvoogude mõõtmistega (EC meetod), et anda valikraiealade süsinikubilanssidele juurde ka vea hinnang. Hooldusraiate mõju männikute ja kaasikute süsinikuringele on uurinud Aun jt (2021), Aosaar jt (2023). Lageraiate mõju on hinnanud Uri jt (2019), Aun jt (2023), Uri jt (2024). Turberaiate mõju KHG voogudele käsitles Uri jt (2024). Kändude juurimisest tulenevat mõju on uurinud Uri jt (2015), Aosaar jt (2020).

Aastal 2023 algas 3-aastane projekt „Soometsade uurimise Living Labs (LiWeFor)“<sup>57</sup>, mille põhi-eesmärk on luua ja arendada ülemaailmne Living Labsi võrgustik soometsade uuringuteks ning vastavasisulise hariduse edendamiseks. Projekti juhtivaks organisatsiooniks on TÜ, osalevad ka eriala juhtivad teadlased Helsingi Ülikoolist ja Karlsruhe Tehnoloogiainstituudist. Kaasatud on soometsade uurijad Peruust ja Malaisiast. LiWeFor kui teadus- ja haridusprojekt võimaldab tipp tasemel Soome ja Saksamaa teadlaste abiga tõsta Eesti ekspertide oskuste taset, samuti kaasata üliõpilasi ning kohalikke organisatsioone soometsade kui olulise maismaa süsiniku-varamu uurimisse ja lahenduste leidmisele nende ökosüsteemide jätkusuutlikuks ja süsiniku-neutraalseks majandamiseks. Projekti üheks eesmärgiks on süsiniku ja toitainete käitlemise strateegiate loomine parasvöötme ja troopiliste märgalametsade jaoks ning soometsade KHG

<sup>54</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/64fc32d8-4ed4-41eb-b6b4-5b5951119cdf>

<sup>55</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/2a2479b4-aed4-42a0-8551-57d44d41c3eb>

<sup>56</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/4ff775a7-360c-4229-b23d-50485194b5a3>

<sup>57</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/7564b3b9-4cb4-4388-8494-01d3e7e179cb>

mõõtmistulemuste ja oluliste keskkonnategurite avatud andmepanga loomine. Seega võiks ka see projekt aidata kaasa riigipõhise kõrgema määramistasandiga metoodika välja töötamisele.

Lõppemas on ka perioodil 2020–2023 kestnud projekt EL Life OrgBalt<sup>58</sup>, mida Eesti poolt koordineerib TÜ. Projektiga täpsustatakse KHG heitkoguseid turvasmuldadelt, sh turvasmuldadel metsamaalt. Samuti töötatakse ja arendatakse edasi turvasmuldade metsamaa jaoks mudelit SUSI<sup>59</sup>. Selle projekti tulemusi on eelduslikult võimalik kasutada kõrgemale määramistasandile vastava riigipõhise eriheiteguri või mudeli välja töötamiseks ning üheks tõenäoliseks järgmiseks arendustöökse olekski mudeli SUSI katsetamine ja kohandamine Eesti metsade turvasmuldadel. Metsamaa turvasmuldade jaoks on hetkel kasutusel Tier 1 metoodika, kuid hiljemalt 2030. aastaks on vaja jõuda Tier 3 tasemele, et täita LULUCF määruse nõudeid, seega on tegemist olulise arendusega. Metsamuldade osas on varasemalt EMÜ teadlaste poolt analüüsitud ka Yasso mudeli võimalikku rakendamist, kuid selle jaoks on vaja koguda täiendavaid andmeid nagu nt andmed maa-aluse varise kohta ning süsinikuühendite osakaalud erinevates mullahorisontides.

Aastatel 2023–2025 viiakse TÜ eestvedamisel läbi projekti „Jääksoode metsastamise mõju ökosüsteemi süsiniku- ja lämmastikubilansile“<sup>60</sup>. Projekti eesmärkideks on muuhulgas selgitada välja jääksoode taastamise parimad variandid C sidumise aspektist männikutes, kaasikutes ja sanglepik/hall-lepikutes, hinnata mulla füüsikalise-keemiliste parameetrite mõju süsiniku sidumisele ning CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub> voogudele, hinnata veerežiimi ja teiste keskkonnatingimuste mõju metsakoosluste produktiivsusele, C ja N ringele ning koostada C ja N bilansid, hinnata erivanuseliste metsakultuuride mõju jääksoode C ja N bilansile, hinnata veerežiimi kõikumise mõju KHG emissioonile ning töötada välja parimad praktikad metsastatud jääksoode majandamiseks maksimeerimaks süsiniku sidumist ja vähendamaks KHG emissiooni. Projekti tulemused võimaldavad välja töötada täiustatud riigipõhine metoodika märgalast metsamaaks muudetud maakategooria jaoks.

KAUR-il on koostatud põhjalik plaan erinevate metsamaaga seotud kaugseire arenduste jaoks, sh näiteks metsade kõrgus- ja tagavarakaardi koostamine, eraldiste liigilise koosseisu määramine, metsamaski metoodika arendamine, lageraiete tuvastamine, metsatagavara ja metsas oleva biomassi süsiniku arvutamine jne. Kõik need arendused aitavad kaasa KHG inventuuri täiustamisele, liikumaks üle ruumiandmetele tuginevale pindalapõhisele raporteerimisele ning ühtlasi lähemale eesmärgile liikuda üle Tier 3 metoodika kasutamisele kogu metsamaa kategooria ulatuses. Seda kõike siiski üksnes seonduvalt metsamaaga ja mitte teiste maa-kategooriatega, mistõttu on oluline liikuda edasi ka teiste maakategooriate osas kaugseire jm meetodite ja andmekogude toel saadavatele ruumiandmetele. Esimesed olulised sammud kaugseire ja ruumiandmetele tuginevale pindalapõhisele arvestusele liikumise suunas on juba tehtud ning seda kõike toetab SMI kohapealsete proovide ja andmetega.

Lisaks vastavatele kaugseire arendustele on oluline, et oleks välja arendatud ka erinevad mudelid varise, juurdekasvu, mullahingamise jne hindamiseks erinevates eraldistes ja kasvukohatüüpides. Kliimaministerium (2023) on välja töötanud metsakasvumudelid selle jaoks, et üle minna pindalapõhisele raporteerimisele LULUCF aruandluses. Lisaks erinevate mudelite ja indeksite välja töötamisele testiti, kas kaugseire andmetest on võimalik tuletada piisava täpsusega metsa andmed, mis võimaldaks arvutada juurdekasvu. Kuigi saadud andmed proovi-

---

<sup>58</sup> [OrgBalt – LIFE project](#)

<sup>59</sup> [Peatland simulator SUSI – a tool for estimating water table levels and greenhouse gas emissions in organic soils – OrgBalt](#)

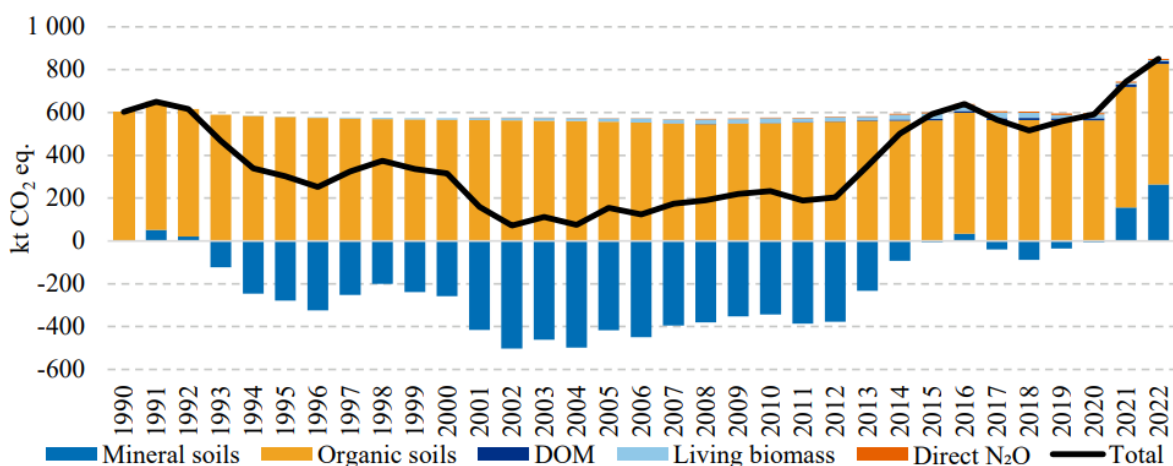
<sup>60</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/3d42023e-18b3-443c-8bc4-5f0820824a40>

tükkide kohta olid varieeruvad, siis süstemaatilist viga tulemustes ei esinenud. Kaugseire andmetest tuletatud metsa kaardid on üldiselt koostatud rasterkaartidena (puuliik, kõrgus, tagavara), mistõttu tuleb nende kasutamisel arvestada pikslitega piiritlemise probleemiga. Kaugseire andmete kasutamisel tuleb arvestada, et 10-meetrise piksli puhul on ca 20% pikslitest piiripealsed ehk on kas metsamaa ja mitte-metsamaa piiril või siis erinevate eraldiste piiril, millest tulenevalt on ligikaudu 20% alade kohta hinnang suurema määramatusega. Need alad võivad muutuse hinnangule avaldada suuremat mõju, kui tegelik muutus ise on. Seetõttu on oluline välja töötada meetodika, kuidas selliseid piiripealseid olukordi analüüsida ja kaarte luua, et aastate vahelised kõikumised ja määramatused oleks minimeeritud.

## Põllumaad

Põllumaa kategooria KHG inventuuri LULUCF sektoris hõlmab põllumaid, püskikultuure, pikaajalisi kultuurrohumaid ning põllumajanduslikust kasutusest kõrvale jäänud maid, millel on säilinud haritava maa tunnused. SMI definitsiooni kohaselt on põllumaa „haritav maa, ala, kus kasvavad ühe- või mitmeaastased põllukultuurid (sh kesa, viljapuuaiad, lühi- ja pikaajalised kultuurrohumaad ning ajutised kasvuhooned)“ (Valgepea jt 2021). Mahajäetud põllumaa liigitatakse põllumaaks seni, kuni see pole kaotanud põllumaa tunnuseid – muutusi mullas ja taimestikis ei ole toimunud ning maa on ilma spetsiifilisi töötusi rakendamata endiselt kasutatav põllumaana.

2022. aastal oli põllumaade pindala kokku 982,0 kha ning kategooria summaarne KHG heide 850,84 kt CO<sub>2</sub> ekv, millest suurem osa tuleneb põllumajanduslikus kasutuses turvasmuldadelt (vt lisatud joonis). Põllumaaks jääva põllumaa mineraalmullad on valdavalt olnud süsinikusidujad, sest suur osa maid jäi pärast 1990.-ndaid aktiivsest kasutusest välja. Seda toetab ka Tammik jt (2018) uuring. Lisaks on muutunud maaharimise viisid – traditsioonilise mullaharimise asemel rakendatakse nüüd enam pindmist harimist ja otsekülvi. Viimasel paaril aastal on mineraalmuldade süsinikuvaru aktiivses kasutuses oleva põllumaa pindala kasvamise tõttu vähenenud.



**Joonis 4.** LULUCF-i põllumaa maakategooria KHG netoheitkogused alamkategooriate kaupa perioodi 1990–2022 kohta, kt CO<sub>2</sub>-ekv. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Mitmeaastaste puitkultuuride biomassi hinnatakse Eesti peamistes viljapuuaiades tehtud mõõtmiste põhjal. Välitööd hõlmavad puuliigi, vanuse, tiheduse määramist pindala kohta ning üksikute puukomponentide mõõtmist: puu kõrgus, läbimõõt erinevatel kõrgustel, võra mõõdud.

Mitmeaastaste puitkultuuride biomassi aastane muutus arvutatakse viljapuu- ja põllumaade pindala aastatevaheliste muutuste põhjal (Tier 2). Viljapuu- ja põllumaade pindala saadakse Statistikaametist. Andmed silutakse suure varieeruvuse tõttu. Nende osas piisab Tier 2 meetodikast ning hetkel ei ole näha, et oleks vajadust arendada välja Tier 3 meetodika. Siiski on selle jaoks, et jätkuvalt kasutada viljapuu- ja põllumaade korral Tier 2 meetodikat, vaja välja selgitada asukohapõhiselt viljapuu- ja põllumaade paiknemine ja pindalad ning eristada neid muudest põllumaadest. Neid andmeid saab omakorda kombineerida mullastikuandmetega.

Kui metsamaa ja rohumaa muudetakse põllumaaks, tekib üleminekuaastal biomassi kadu. Selle jaoks kasutatakse SMI andmeid elusa biomassi osas (Tier 3). Surnud orgaanilise aine süsinikuvaru muutust põllumaaks jääval põllumaal ei hinnata. Väikesed muutused toimuvad viljapuu- ja põllumaade eemaldamise või rajamise tõttu, kuid need heitkogused või sidumised oleksid riigi heitkoguste üldise taseme ja suundumuse seisukohalt tähtsusetud (nagu ka viljapuu- ja põllumaade elusa biomassi muutused). Surnud puidu kadu hinnatakse põllumaaks muudetud metsamaa ja rohumaa puhul, kasutades Tier 3 meetodikat. Hinnangud selle kohta saadakse SMI-st. Varises süsinikuvarude muutuste hindamiseks ei ole piisavalt häid riigipõhiseid andmeid ja seetõttu kasutatakse Rootsi eriheitetegurit.

Mineraalmuldade puhul rakendatakse mulla orgaanilise süsiniku varude muutuste hindamiseks Tier 2 meetodikat, mis on küll riigispetsiifiline, aga ei arvesta piisavalt piirkondlikke erisusi. Täiendav süsiniku sisend muldadesse saadakse METK eksperthinnangutega. Maakasutuse ja majandamispraktikate jaoks kasutatakse IPCC 2019. aasta täpsustusi 2006. aasta suunistele. Oluline mõju on just just majandamispraktikatel, kuna vähendatud mullaharimise ja otsekülvi mõju väheneb võrreldes IPCC suuniste ja vaikeväärtustega. See on kooskõlas ka Putku ja Penu (2018) uuringuga, mis ei tuvastanud statistiliselt olulisi erinevusi 0–25 cm mullakihi orgaanilise süsiniku sisalduses. Eelduslikult mõjutavad majandamispraktikad süsinikuvarusid kuni 30 cm sügavuses mullakihis. Arvutusteks kasutatakse Kõlli jt (2009) ja Kõlli jt (2010) andmeid.

Alternatiivne võimalus mineraalmuldade korral on rakendada orgaanilise süsinikuvaru muutusi, mis on leitud kasutades vastavaid simulatsioonimudeleid. Soome KHG inventuuri raames kasutatakse mulla orgaanilise süsiniku varu muutuste modelleerimisel mudelit Yasso07, mis on välja töötatud metsamuldadel, kuid rakendatav ka haritavatel muldadel. Šveitsis kasutatakse Ühendkuningriigis välja töötatud simulatsioonimudelit RothC, mida rakendatakse ka FAO<sup>61</sup> poolt väljatöötava globaalse mulla orgaanilise süsiniku sidumisvõime kaardi (*Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map (GSOCseq)*<sup>62</sup>) väljatöötamisel. Mudel RothC modelleerib C ringlust kuivades ja parasniisketes mullas, võttes arvesse erinevaid mullatüüpe (peamiselt savisisalduse alusel), õhutemperatuuri, -niiskuse sisaldust ning kasvavat taimestikku. Antud mudelit saab kasutada erinevates ilmastikutingimustes ja lisaks põllumuldadele ka rohumaa ja puistudel (Coleman ja Jenkinson, 1999).

Kauer jt (2022) testisid eespool mainitud mudeleid Eesti mineraalsetel põllumuldadel ja kohandasid neis kasutatavaid koefitsiente Eesti tingimustele vastavaks. Nad leidsid, et RothC mudeli rakendamine toimib Eesti mineraalmullaga põldudel hästi ning võimaldab viia põllumaa mineraalmuldade orgaanilise süsiniku varu dünaamika hindamine riikliku KHG inventuuri raames üle Tier 3 tasemele. Seirealade keskmisena oli RothC mudeli hinnang mõõdetud Corg varu tulemusest ainult 2,3% erinev, kuid Yasso07 mudeli puhul oli erinevus 12,2%. Samas üksikute seirealade vahel esinesid siiski märkimisväärsed erinevused ka mudeli RothC kasutamisel.

---

<sup>61</sup> ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioon (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*)

<sup>62</sup> <https://www.fao.org/global-soil-partnership/gsocseq-map/en/>

Samuti ei olnud võimalik usaldusväärselt leida Eesti mineraalsete põllumuldade Corg varu muutust kogu perioodi 1990–2020 kohta, sest selleks puuduvad ühtse meetoodika ja valimiga andmestikud. Samas mudelipõhised prognoosid põllumuldade Corg varu muutuse hindamiseks on hoolimata mõnede sisendandmete määramatusest mõõduka täpsusastmega. RothC mudeli jaoks vajalikud sisendid on järgmised (Kauer jt 2022):

- ✓ Ilmastikuandmed: igakuine keskmine õhutemperatuur (°C), igakuine sademete hulk (mm), igakuine evaporatsioon (mm); sademete ja evaporatsiooni andmeid kasutatakse mullaniiskuse defitsiidi arvutamiseks; õhutemperatuuri kaudu arvutatakse mullatemperatuur.
- ✓ Mulla andmed: savisisaldus (%), algne orgaanilise süsiniku varu (t/ha), uuritava mullakihi tusedus (cm); inertse orgaanilise aine (IOM) sisaldus, mida defineeritakse, kui mulla orgaanilise aine osa, mis on bioloogiliselt püsiv ning millel on suurem kui 50 000 aasta ekvivalentne radioaktiivse süsiniku vanus. Mulla savisisaldust kasutatakse arvutuse juures, kus leitakse, kui palju taimedele kättesaadavat vett suudab ülemine mullakiht kinni hoida; lisaks see mõjutab orgaanilise aine lagunemise kulgu: mida suurem on savisisaldus, seda aeglasemalt orgaaniline aine laguneb.
- ✓ Maakasutuse andmed: taimestik, igakuine mulda lisanduva orgaanilise aine (taimejätmete) kogus (t/ha), igakuine lisanduva sõnniku kogus (t/ha), mulda lisanduva taimse materjali kergesti ja raskesti laguneva taimse materjali suhe, mis kirjeldab mulda mineva orgaanilise materjali lagundatavust. Tavaliste põllukultuuridega ja parandatud rohumaadel on see suhe 1,44, mis tähendab, et taimsest materjalist 59% on kergesti lagunev ja 41% on raskesti lagunev.

RothC mudeli väljundiks on mulla orgaanilise süsiniku varu erinevatel ajahetkedel (kuise, aastase jne) ja orgaanilise süsiniku varu fraktsiooniline koostis. Mudel võimaldab testida mulla savisisalduse, õhutemperatuuri, mullaniiskuse sisalduse ja taimkatte olemasolu/puudumise mõju orgaanilise süsiniku varu muutusele. Mudeliga RothC mulla orgaanilise süsiniku varu prognoosimiseks on vajalik sisendnäitaja savisisaldus (osakesed suurusega alla 0,002 mm) FAO järgi (%). Lõimise FAO järgi tähendab seda, et mulla lõimise määratakse kolme osakese suuruse fraktsiooni järgi (liiv: 2–0,063 mm; ibe: 0,002–0,063 mm; savi: <0,002 mm). Olemasoleval Eesti mullastikukaardil on esitatud lõimised, mille määramiseks on kasutatud Katšinski klassifikatsiooni. Eelnevast tulenevalt on Kauer jt (2022) järeldused ja soovitused RothC edasiarendusteks järgmised:

- ✓ Määratleda hindamise aluseks olev põllumajandusmaa ja leida sellele vastav mullastiku jaotus ja orgaanilise süsiniku varu algseis. Hetkel on otstarbekas võtta rakendamise lähte-aastaks 2015, mille orgaanilise süsiniku algvaru tugineks 2015–2020. aasta empiiriliste andmete üldistusel.
- ✓ Lähte-aastale järgnevalt (alates 2016) kasutatakse mudeli sisendiks eelmise aasta muutusega korrigeeritud orgaanilise süsiniku varu. 5–10-aastase intervalli järel tuleb mudelprognoosi valideerida tegelike mõõtmistulemustega ja selle alusel viia sisse täiendusi mudeli parameetrite lähtestamises. Corg varu kaardikihi ja selle taustal oleva PANDA<sup>63</sup> andmebaasi juures peab arvestama, et täna on see väga esinduslik aktiivses kasutuses oleva põllumaa osas, ent püsirohumaadelt on Corg sisalduse mõõtmiste valim väga väike. Et saada edaspidi paremat hinnangut kogu põllumajandusmaal toimuvate muutuste kohta on vaja tegelike Corg sisalduse mõõtmisi laiendada senisest enam püsi-rohumaadele.

---

<sup>63</sup> METK-i hallatav agrokeemilise mullaseire andmebaas

- ✓ Olemasolevad andmebaasid ei võimalda perioodi 1990 kuni 2015 kohta tõendus põhiselt moodustada ühtselt võrreldavat esinduslikku andmestikku riigi tasandi põllumaa orgaanilise süsiniku varu ja selle muutuste kohta. Seetõttu tuleb see periood katta mudel-prognoosiga, mille meetodiline lahendus vajab välja töötamist.
- ✓ Mudeli sisendandmete osas on kõige vajalikum täpsustada taimede biomassi osa arvestust. Prognoosimudeli hinnanguid võiks parendada rohumaadel juurte ning põllukultuuridel maapealsete taimejäänuste süsinikusisendi arvestuse täpsustamise kaudu. Taimkatte olemasolu hindamiseks võib kasutada satelliidipiltidelt kogutud infole tuginedes leitud NDVI, GVI (*Green Vegetation Index*), LAI indeksit (*Leaf Area Index*) vms.
- ✓ Modelleeritud Corg varu sõltus talvise taimkatte esinemisest ning ka suvi- ja talviljude süsiniku sisendi tingitud erinevusest. Samuti oli oluline, kas põhk tagastati mulda või eemaldati põllult. Erinevus mõõdetud ja modelleeritud tulemuse vahel oli väiksem, kui eeldati, et põhk tagastati põllule ja talvistel perioodidel oli muld taimestikuga kaetud vähemalt pooltest põldudest. Eelnevalt järeldub, et põllupõhine informatsioon on väga oluline mulla Corg varu mudeli valideerimiseks, kalibreerimiseks ja prognooside tegemiseks. Neid andmeid on võimalik saada põllumajandustootjate põlluraamatutest, mis osutab vajadusele automatiseerida ja lihtsustada põlluraamatu andmete kasutust.
- ✓ RothC mudeli lähtestamiseks kasutatava tasakaaluseisundi mulla orgaanilise fraktsioonide jaotust on vaja täpsustada vastavalt kohalike seire- ja katseandmetele. See võimaldab edaspidi kohandada RothC mudelit Eesti kohalikele mullastik-kliimaatilistele tingimustele vastavamaks.

Maakasutuse ja taimestiku osas viidi 2019. aastal ellu projekt RITA1/02-52 „Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel“, mille põllumaade alamprojekti raames töötati välja Eesti oludesse sobiv põllukultuuride tuvastamise meetodika. Tuvastatavate põllukultuuride hulka kuulus 26 erinevat kultuuri. Peamiseks andmeallikaks olid Sentinel-1 ja -2 aegread, rakendati närvivõrkude masinõppe mudeleid. Lisaks kasutati sisendandmetena ruumiandmeid (mullatüüp) ja ilmaandmeid (keskmine temperatuur, sademed). Töötati läbi kogu Eestit kattev 2018. ja 2019. aasta andmestik ning uuriti saadud täpsusi ja eksimise põhjuseid. Enamlevinud kultuurigruppide puhul olid tulemused head ning välja töötatud ja kasutatud meetodika võib lugeda operatiivkasutusse võtmiseks küpseks. (Voormansik jt 2020) Seega on kaugseire meetoditega võimalik edukalt tuvastada iga-aastaselt põllumajanduslikel maadel kasvatatavaid põllukultuure ning kasutada saadud asukohapõhiseid andmeid KHG inventuuris. See võimaldab ka paremat sisendit mullamudelisse ning Tier 3 põhise meetodika kasutuselevõttu põllumaadel.

Erinevate kaugseiremeetodite ja -sensorite kasutamise võimalused põllumajanduses on väga laiad. Kaugseire abil saab teha Eesti põllumaade viljakuskaardi, hinnata maastikuelemente, taimekooslusi, majandamist ja kasvatatavaid kultuure, toetada täppisviljelust, seirata taimekahjureid ja -haigusi, tolmendajaid, taimestiku stressi, ökosüsteemide seisundit ja elurikkust. Satelliidandmete põhjal on võimalik kaardistada maastikumuutusi ja kultuurökosüsteemide muutusi ning hinnata ökosüsteemi teenuste dünaamikat. Drooniandmetele tuginedes saab toetada põllumajanduse keskkonnakavasid ja rajada põllupõhine fenotüüpimissüsteem. Samuti on võimalik droonidega kaardistada rannaniitude taimekooslusi, bioproduktiooni jne. Vajalik täiendavalt analüüsida, kas ja millised algoritmid oleksid vajalikud.

Põllumajanduslikus kasutuses olevate turvasmuldadega on seniste uuringute ja teadmiste osas olukord veidi keerulisem. Turvasmuldade põllumajandusliku majandamisega on seotud mitmed ökoloogilised aspektid. Harimisel turvasmullad muutuvad ning turbakiht väheneb (orgaaniline aine laguneb) ning seega kaotavad ka oma ökoloogilise funktsiooni – vett hoidvad ja puhastavad

omadused. Nendel muldadel puudub eraldi huumushorisont, selle asemel on neil turbahorisont. Turba lagunemisel peamiselt CO<sub>2</sub>-ks ja veeks kaob ka nende alade mullaviljakus, lisaks kaovad selle ökosüsteemiga seotud liigid. Turvasmullad on intensiivse harimise korral ka märkimisväärselt KHG allikaks.<sup>64</sup>

Turvasmuldade korral eeldatakse KHG inventuuris, et kõik põllumaade turvasmullad on kuivendusest mõjutatud. KHG heitkoguste arvutamiseks kasutatakse Tier 1 meetodikat ja IPCC vaikeväärtust. Heide turvasmuldadel põllumaadelt on olnud üsna stabiilne, kuna selle pindala ei ole märkimisväärselt muutunud. Pärn jt (2015) hindas maakasutuse mõju N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub> voogudele põllumajandusmaastiku märgalades ja kaldavööndites ning määras nende voogude muutused sõltuvalt veerežiimi muutustest. Sellele eelnevalt viis TÜ perioodil 2008–2011 ellu projekti „Maakasutuse ja veerežiimi muutuste mõju metaani ja naerugaasi emissioonile põllumajandusmaastikul“<sup>65</sup>. Projekti peamised eesmärgid olid selgitada maakasutuse intensiivsuse muutuse mõju N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub> voogudele erinevatel muldadel (sh ka glei(stunud)- ja soomuldadel) asuvatel põllumajanduslikel kõlvikutel, määrata potentsiaalne KHG voogude ulatus sõltuvalt veerežiimi muutustest nii põllumajanduslikel kõlvikutel kui ka (energia)mets kooslustes põllumajandusmaastikes ning laiendada katseväljakul mõõdetud KHG väärtused maastikulisele ja regionaalsele tasandile toetudes ka kirjanduse andmetele ning kasutades GIS tehnoloogiat. Projekti käigus rajati kompleksed uurimisalad, sh katseväljak haritavaal maal vee- ja väetamisrežiimi muutuste selgitamiseks, mõõdeti KHG voogusid suletud kambri meetodil ning teostati vee- ja mullaanalüüsid. Seega on olemas mõningaid varasemaid uuringuid, millele tuginedes, aga samas täiendavate mõõtmiste läbiviimisel töötada välja täiustatud riigipõhine meetodika põllumaade turvasmuldadel KHG voogude hindamiseks. Lisaks on käimas veel projekt EL Life OrgBalt<sup>66</sup>, mida Eesti poolt koordineerib TÜ. Projektiga täpsustatakse KHG heitkogused turvasmuldadel.

Mitmeid uuringuid põllumajanduslikus kasutuses muldadel on ellu viinud METK, kes on rajanud 30 proovitükki, et hinnata süsiniku varu muutusi haritavatel turvasmuldadel. Nendel proovitükkidel on mõõdetud 2015. aastal süsinikusisaldust ning koos täiendavate kordusmõõtmistega on plaanis välja töötada riigipõhised eriheitetegurid haritavate turvasmuldade jaoks. Need tegevused on planeeritud 2024. aastasse ning peaksid katma nii mineraal- kui turvasmullad põllu- ja ka rohumaadel (EKUK 2024).

Aastal 2023 viidi TÜ-s läbi projekt „Kasvuhoonegaaside mõõtmised põldkatse mullast“<sup>67</sup>. Projektis uuriti põllumajanduses kalandusjäätmetest toodetud väetiste kasutamisel tekkivaid KHG (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O ja CO<sub>2</sub>) voogusid. Kahjuks ei õnnestunud leida projektiga seotud publikatsioone. Tegemist on ka põllumaa ja majandamispraktikate mõistes üsna marginaalse teemaga, mis ei oma KHG inventuuri parendamise mõistes väga suurt rolli. Teemaga jätkates ja pikemaajaliste mõõtmiste toel on ilmselt võimalik riigispetsiifilise eriheiteteguri väljatöötamine, kui selleks peaks tekkima vajadus, st riigis hakatakse rakendama ja toetama vastavaid praktikaid ja meetmeid.

ELME projekti (Helm jt 2020) käigus tuvastati, et põllumajandusmaastike maastikuelementide kaardistamine ning nende säilimise tagamine on seni suurte vajakajäämistega – kaardistuse kvaliteet varieerub suuresti; väiksema ulatusega elemente on raske eristada; elementide enda kvaliteet on tegelikult teadmata (nt kas rohumaariba tegelikult esineb). Samuti puuduvad ruumi-

<sup>64</sup> [https://metk.agri.ee/sites/default/files/documents/2023-01/PMK\\_pysihindamine\\_ja\\_uuringud\\_2011.-kohta\\_01.06.2012\\_VEEBI.pdf](https://metk.agri.ee/sites/default/files/documents/2023-01/PMK_pysihindamine_ja_uuringud_2011.-kohta_01.06.2012_VEEBI.pdf)

<sup>65</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/400b4543-2e75-46a7-b41f-703b09b0da6b>

<sup>66</sup> [OrgBalt – LIFE project](#)

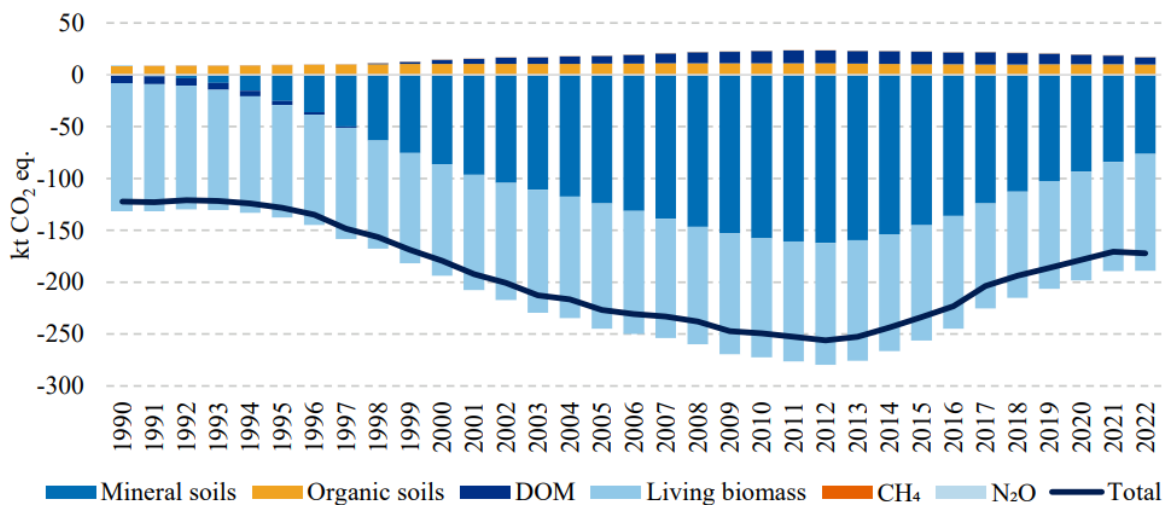
<sup>67</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/fce2bb99-7927-4492-92b8-de9256002bfa>



andmed taimekaitsevahendite, mineraal- ja orgaaniliste väetiste kasutamise kohta. Üks lahendus on edasi arendada kaugseire- ja tehisintellektipõhiseid meetodeid (tegelikult olemasolevate või just puuduvate) elementide täpsemaks kaardistamiseks. Näiteks on Noorma jt (2020) leidnud, et kaugseire abil on võimalik väga hästi tuvastada kasvatatavaid põllukultuure ja viljavaheldust, aga ka taimekooslusi, bioproduktiooni, taimekahjustusi, taimestressi jm. Ühtlasi võimaldaks kaugseire kasutamine täppisviljelust, sh hinnates koristusjäätikest mulda lisanduva orgaanilise aine hulka. NDVI ja NIR-i spektripiirkonnad annavad infot (nii elus kui ka surnud) biomassi hulga kohta, võimaldades seirata nii põllukultuuride kasvamist kui ka pärast koristust põllule jäänud koristusjäätike hulka.

## Rohumaad

LULUCF sektori süsinikuvaru arvestuses kasutatakse rohumaade hindamiseks SMI andmeid ning võetakse arvesse ka maakasutuse ajaloolist muutust. LULUCF-i rohumaa maakategooria hõlmab endas SMI-s määratud loodusliku rohumaa kategooriasse kuuluvad puudeta või kuni 50% katvusega puudega alad, hõredad põõsastikud ja ka osad sood. Rohumaa maakategooria hõlmab CO<sub>2</sub> heitkoguseid ja sidumist elusast biomassist, surnud puidust, mineraal- ja turvasmuldadest ning mitte-CO<sub>2</sub> heitkoguseid biomassi põlengutest. Rohumaa kategooria pindala LULUCF-is oli 2022. aastal 275,99 kha (s.o 6,1% kogu Eesti pindalast). Siia alla kuuluvad peamiselt looduslikud ja pool-looduslikud rohumaad ning põõsastikud. Rohumaad sidusid 2022. aastal 171,97 kt CO<sub>2</sub> ekv, eelkõige tänu süsinikuvaru suurenemisele elusas biomassis ja mineraalmuldades peale maakasutuse muutumist (vt lisatud joonis).



**Joonis 5.** LULUCF-i rohumaa maakategooria KHG netoheitkogused alamkategooriate kaupa perioodi 1990–2022 kohta, kt CO<sub>2</sub>-ekv. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Statistilise metsainventuuri (SMI) käigus loetakse looduslikuks rohumaaaks "loodusliku rohumaa- või karjatamiskõlbulik maa; haritava maa tunnused minetanud söödid ja endised kultuurrohumaa, põõsastikud ja puisniidud." 2022. aasta SMI tulemustel oli looduslike rohumaade pindala 242 400 ha (±8%) ning põõsastike pindala 60 000 ha (±12,4%) ehk vastavalt 5,3% ja 1,3% Eesti maismaapindalast (SMI 2022). Aastaks 2023 on looduslike rohumaade pindala vähenenud 235 700 ha-ni (SMI 2023).



Eesti topograafiline andmekogu (ETAK) eristab rohumaid nähtusklassis “Lagedad (303) – looduslikud lagedad või rohttaimede kasvualad”. Rohumaadeks loetakse ETAK-is alad, mis ei sobi intensiivseks põllukultuuride kasvatamiseks, sh ka kasutusest ebarahuldava kuivenduse või ebasobiva asukoha tõttu välja langenud endine haritav maa. Puisniidud loetakse rohumaaks, kui esimese rinde võrade kattuvus on väiksem kui 50%. ETAK-i järgi on rohumaade pindala 266 106 ha, mis on veidi enam kui saadud SMI järgi.

Projekti ELME2 käigus kaardistati Eesti ökosüsteemide katvus, kasutades erinevaid andmeallikaid, sh täiendades ETAK-i andmestikku erinevate andmebaaside andmetega ning kaugseireandmetega (Helm et al. 2023). Töö raames kaardistati Eesti erinevate niiduökosüsteemide ja põõsastike pindalaks 286 958 ha (ehk 7% Eesti maismaapindalast). Ka sellele eelnenud ELME projekti käigus tuvastati mitmeid puudujääke ruumilistes andmekogudes, sh rohumaadega. Näiteks leiti, et vajalik on parandada pärandniitude infot – kaardistada nende paiknemine ja kvaliteet (liigirikkus, seisund) väljaspool kaitstavaid alasid. Selleks on vajalik läbi viia inventuur, mis rakendaks alade eelvalikuks kaugseire andmeid ja seejärel viiks läbi kohapealsed inventuurid elupaigatüübi, seisundi ning võimalusel ka teatud valimi osas ka olulisemate looduse hüvede kohta. (Helm jt 2020)

Pärandniitude kaardikihi tarbeks koondati ELME projekti käigus kuus erinevat andmekihti, millest neli on riigiasutuste hallata. Baasinformatsioon pärandniitude seisundi kohta võiks olla hallatud ühel kihil, millest siis vajadusel saab tuletada toetusõiguslikke kihte, hooldamist vajavate niitude kihte jne. ELME projekti käigus leiti ka, et andmekihtidest ei ole kättesaadavad erinevate rohumaade majandamispraktikate (sh niitmise, hekseldamise) ning põllumajanduskemikaalide kasutamise andmed, mis aitaksid hinnata ökosüsteemide seisundit (Helm jt 2020). See info on vajalik selleks, et liikuda rohumaade kategoorias kõrgema määramistasandiga meetodikale ning eristada erineva kasutuse ja majandamispraktikaga rohumaade KHG voogusid. Selle jaoks on võimalik kasutada nii kaugseire andmeid kui ka olemasolevaid andmekihte, mida siis omakorda on vajalik täpsustada kohapealsete vaatluste ja mõõtmisega, sh muldade ja KHG voogude osas.

Rohumaa elusa biomassi süsinikuvaru muutused arvutatakse SMI proovitükkide põhjal kasutades varude muutuse mudelit. See hõlmab ka süsinikukadu biomassi põlengutest. Tegemist on Tier 3 meetodikaga. Rohumaaks muudetud maal (peamiselt põllumaast muudetud rohumaal) arvutatakse süsinikuvaru muutused biomassi kasvust tingitud süsinikuvaru suurenemise ja tegelikust muundamisest tingitud muutuste summana. Arvesse võetakse ainult puitse biomassi muutust. Varises süsinikuvarude hindamiseks ei ole Eestis piisavalt andmeid riigipõhise eriheiteteguri välja arvutamiseks. Seetõttu kasutatakse selle osas Tier 1 meetodikat ja IPCC vaikeväärtust. Eeldatakse, et süsinikuvaru teke ja kadu varises on rohumaadel tasakaalus. Metsamaast rohumaaks muudetud maa-alal kasutatakse Rootsi eriheitetegurit, seega on tegemist Tier 2 meetodikaga.

Mineraalmuldadel rohumaade korral kasutatakse Tier 1 meetodikat ning tehakse eeldus, et süsinikuvaru on tasakaalus ja ei muutu, sest rohumaid ei majandata. Metsamaast ja põllumaast maakasutuse muutmisel rohumaaks kasutatakse süsinikuvaru muutuste hindamiseks mineraalmuldadel Tier 2 meetodikat ja Kõlli jt (2010) välja töötatud näitajaid. Kuivendatud turvasmuldadel rohumaade jaoks kasutatakse Tier 1 meetodikat ja IPCC vaikeväärtust, kuna selleks ei ole veel piisavalt riigipõhiseid andmeid, et välja töötada ja kasutusele võtta riigipõhine eriheitetegur.

Turvasmuldadel rohumaade pindala saadakse SMI-st, kuid võib eeldada, et 2024. aastal alanud Eesti mullastikukaardi uuendamise käigus need pindalad osaliselt muutuvad. Kõlli et al. (2007) on hinnanud, et Eesti rohumaade muldades on kokku seotud  $39,9 \pm 8,0$  miljonit tonni orgaanilist

süsinikku, sellest 72% bioloogiliselt aktiivsemas huumuskihis ja ülejäänud sügavamates mulla-kihtides. METK-is läbi viidud uuringute alusel on Eesti põllumajanduslikud rohumaad süsinikusidujad, soomuldadel keskmiselt 0,3 t/ha aastas, märgadel muldadel 0,03 t/ha aastas ja parasniisketel muldadel 0,24 t/ha aastas (Penu, 2014).

Rohumaid ei ole seniajani väga palju uuritud, kuid viimastel aastatel on huvi nende vastu suurenenud. Näiteks on lõppemas perioodil 2020–2023 kestnud projekt EL Life OrgBalt<sup>68</sup>, mida Eesti poolt koordineerib TÜ. Projektiga täpsustatakse KHG heitkogused turvasmuldadel, sh turvasmuldadel rohumaadelt. Samuti töötatakse ja arendatakse edasi turvasmuldade jaoks mudelit SUSI<sup>69</sup>, mis on küll mõeldud peamiselt turvasmuldadel metsamaa jaoks, aga mille osas tehakse katsetusi rakendada seda ka muule turvasmuldadel maakasutusele. Selle projekti tulemusi on eelduslikult võimalik kasutada kõrgemale määramistasandile vastava riigipõhise eriheiteteguri või mudeli välja töötamiseks.

Hetkel on EMÜ osalemas koos METK-iga ühes EL-i üleses Horisont 2020 projektis EJP Soil<sup>70</sup>, mille üheks väljundiks on üle-Euroopalise süsiniku sidumisvõimekuse kaardikihi koostamine. See peaks võimaldama hinnata erinevate muldade sidumisvõimekust ja looma ühtlasi aluse mulla süsinikuvaru prognoosimise hindamiseks erinevate meetmete ja majandamispraktikate kasutamisel.

Üks põhjalikumaid töid rohumaade osas valmis Helm jt. (2024) poolt, kus hinnati erinevate niidu-ökosüsteemide (pärandniitude) ja rohumaade (sh kultuurrohumaade) mulda seotud orgaanilise süsiniku sisaldust, süsinikuvaru 0–20 cm sügavusel, maa-alusesse ja maapealsesse biomassi seotud süsinikku ja mulla elurikkust mulla pindmises (0–15 cm) kihis. Igal alal hinnati ka erinevaid keskkonnaparameetreid (mullaparameetrid, taimestiku ja maastiku struktuur jm) ning koos mulla elurikkuse (bakterid, seened) näitajatega uuriti nende seoseid niiduökosüsteemide süsinikuvaru ja seisundiga. Valitud aladel hinnati ka CO<sub>2</sub> ja CH<sub>4</sub> vooge ja ökosüsteemi CO<sub>2</sub> netovahetust kambrimeetodil. Välitööd kestsid 2021., 2022. ja 2023. aastal juuni algusest septembri lõpuni. Andmeid koguti 2021–2023. aasta vältel 412 uurimisalalt, neist 240 asusid erinevates pärandniidu elupaigatüüpides, 25 kultuurrohumaadel, 19 muudes avatud kooslustes, 122 metsades ning 5 soodes.

Helm jt. (2024) uurimistulemustel pärandniitudel varieerus mulla süsinikuvaru 24 t ha<sup>-1</sup> kuni 440 t ha<sup>-1</sup>. Kuivadel kultuurrohumaadel oli 0–20 cm tusedusega mullakihti talletatud 42 t C ha<sup>-1</sup>, märgadesse (sh turvasmullal) kultuurrohumaadesse 160 t C ha<sup>-1</sup>. Veerežiimi alusel grupeeritud muldade kaupa vaadelduna oli süsinikuvarud suurimad turvasmuldadega aladel. Kuivadel ja parasniisketel muldadel (automorfsetel muldadel) on suurim süsinikuvaru 0–20 cm kihis pärandniitudel (keskmine 108 ± 54 t C ha<sup>-1</sup>), metsades oli varu keskmiselt 79 t C ha<sup>-1</sup> ja kultuurrohumaadel 42 t C ha<sup>-1</sup>. Tegu on statistiliselt olulise vahega, mis viitab kuivade-parasniiskete muldade puhul olulisele erinevusele vaadeldud ökosüsteemide toimimises ja süsinikuringes. Eriti paistsid suure süsinikuvaru poolest silma kuivadel muldadel asuvad puisniidud, loopealsed ja lubjarikkad aruniidud (vastavalt 107, 119 ja 107 t C ha<sup>-1</sup>). Märgadel muldadel ja lammi-rannikumuldadel olid pärandniidud kuivade muldadega sarnases süsinikuvaru vahemikus, ka metsad ja kultuurrohumaad olid märgadel muldadel süsinikurohked, vastavalt metsades 85 t ja kultuurrohumaadel 99 t C ha<sup>-1</sup>.

---

<sup>68</sup> [OrgBalt – LIFE project](#)

<sup>69</sup> [Peatland simulator SUSI – a tool for estimating water table levels and greenhouse gas emissions in organic soils – OrgBalt](#)

<sup>70</sup> [EJP SOIL - Towards climate-smart sustainable management of agricultural soils](#)

Pärändniitude süsinikuvaru mudelanalüüsi tulemused näitasid, et Eesti niidukoosluste mulla süsinikuvaruga on statistiliselt oluliselt seotud mulla veerežiim, hooldus, sademete hulk, põõsarinde katvus, puurinde katvus, samblarinde katvus ja NDVI taimkatte indeks. Teised testitud näitajad – kuivenduse mõju, temperatuur, sademete hooajalisus, ajalooline maakasutus, rohumaade sidusus, maastiku looduslikkus, ökosüsteemi seisund, rohurinde või kulukihi katvus – lõplikku mudelisse valituks ei osutunud. Süsinikuvaru on positiivselt seotud samblarinde katvusega ja NDVI taimkatte indeksiga. Süsinikuvaru on suurem rohumaadel, kus on laialdasem samblarinne. NDVI taimkatte indeks 33 peegeldab taimkatte katvust ja produktiivsust: positiivne seos süsinikuvaru ja NDVI vahel näitab seega, et kõrgema taimkatte produktiivsusega aladel on ka mulla süsinikuvaru suurem. (Helm jt. 2024)

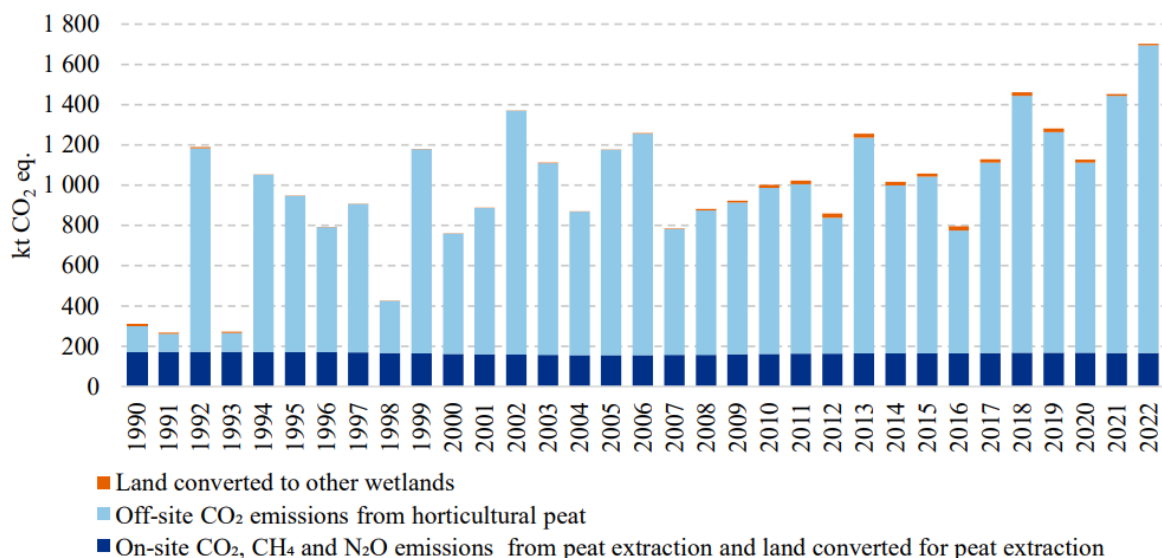
Süsinikuvaru ja sademete hulga seos on negatiivne: vähesema sademete hulgaga aladel on mulla süsinikuvaru väiksem. Põõsa- ja puurinde katvuse ja mulla süsinikuvaru seosed olid mulla tüübiti erinevad: ranniku- ja lammimuldadel oli seos positiivne (mulla süsinikuvaru oli suurem kõrgema puu- ja põõsarinde katvusega niidualadel), kuivadel- ja parasniisketel ning märgadel muldadel seos põõsa- ja puurinde katvusega puudus. Hoolduse – karjatamine, niitmine või hooldamata – seosed mulla süsinikuvaruga sõltusid mulla tüübist: ranniku- ja lammimuldadel oli süsinikuvaru karjatatavatel aladel oluliselt suurem kui hooldamata aladel, kuivadel muldadel samuti, teistel mullatüüpide gruppidel ei olnud seos hooldusega statistiliselt oluline, kuigi turvasmuldadel oli trend, et niidetud alasid iseloomustas suurem mulla süsinikuvaru. (Helm jt. 2024)

Maa-alune biomass oli suurim pärändniitudel (8,57 t ha<sup>-1</sup> ehk 850 g m<sup>-2</sup>) ja madalaim kultuurrohumaadel (4,41 t ha<sup>-1</sup>). Maapealse elusa biomassi väärtused olid kõrgeimad kultuurrohumaadel, varist oli enim hooldamata pärändniitudel ja metsades ning sammalt oodatult metsades. Kõrrelised ja rohunid mängivad ökosüsteemi maa-alustes ja maapealsetes protsessides erinevaid rolle, mis selgus ka süsinikuvaru ja maapealse biomassi seostest. Hooldatavate pärändniitude maapealsesse biomassi ja varisesse seotud süsiniku hulk oli väiksem kui hooldamata niitudel, kuid kuna mulla süsinikuvaru oli hooldatud aladel oluliselt suurem, on neisse seotud keskmiselt 15 tonni jagu süsinikku hektari kohta rohkem kui hooldamata niitudel.

Viimatised uuringud annavad kindlasti täiendavaid häid teadmisi ja andmeid rohumaade KHG voogude ja süsinikuringe kohta, mille põhjal edasi liikuda juba riigipõhise metoodika välja töötamisega. Eriti vajalik on täiustatud metoodika kasutuselevõtmine turvasmuldadel rohumaade jaoks, aga oluline on ka eristada erineva kasutusega rohumaid. Järjest enam tuleb lauale ka vajadus viia läbi mõõtmised alade kohta, kus toimub üleminek põllumaalt rohumaaks või turvasmuldadel rohumaade märjutamine. Et vastavaid meetmeid riiklikult toetatakse, siis on vajalik nende jaoks ka välja töötada riigipõhised metoodikad, et nende meetmete tulemuslikkust saaks KHG inventuuris arvesse võtta.

## Märgalad

Märgalade kategooriasse kuuluvad sood, siseveekogud, sh suuremad rabalaukad, ja turba-kaevandamisalad. Sood on määratletud kui maad, mis on püsivalt veega küllastunud ja/või alad, kus turbakiht on vähemalt 30 cm paksune ja mis ei kuulu metsamaa, põllumaa, rohumaaga või asula kategooriasse. Märgalad jagunevad majandamata ja majandatavateks märgaladeks. Looduslikud järved, jõed ja kuivendamata sood loetakse majandamata maaks, turba-kaevandamiskohad ja üleujutatud alad aga majandatavate märgalade alla. Samuti loetakse majandatavateks kõik märgaladeks muudetud maa-alad.



**Joonis 6.** LULUCF-i märgala maakategooria KHG netoheitkogused alamkategoriate kaupa perioodi 1990–2022 kohta, kt CO<sub>2</sub>-ekv. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Märgalade pindala on SMI järgi kokku 428,94 kha (so 9,5% Eesti territooriumist), kuid valdavalt on tegu mittemajandatavate aladega nagu looduslikud veekogud ja sood, kus toimuvat KHG sidumist ja heidet inventuuri raames ei hinnata. Märgalade pindala vähenemine on toimunud peamiselt soode kuivendamise tõttu põllumajanduse ja metsanduse eesmärgil. Märgala kategooria KHG heide oli 2022. aastal 1 307,30 kt CO<sub>2</sub> ekv, mis on valdavalt seotud turba kaevandamise ja aiandusturba kasutamisega (vt lisatud joonis). 2022. aastal oli turbatootmisalade pindala SMI andmetel 25 806 ha ja aiandusturba hinnanguline kaevandamismaht 1 041,8 kt.

Tegevusandmed turba kaevandamisega seotud KHG heitkoguste hindamiseks saadakse SMI-st, Maa-ametist ja Statistikaametist. Vastavalt IPCC 2006. aasta juhistele on turba kaevandamiseks ettevalmistatava maa-ala üleminekuperiood 5 aastat. Elusast biomassist ja surnud puidust ei raporteerita, kuna eelduslikult ei ole selliseid süsinikuvarusid turbakaevandusaladel ega ka üleujutatud aladel. Süsinikuvaru muutused elusas biomassis ja surnud puidus esinevad siiski maa-ala märgalaks muutmisel. Eelduslikult kaob pärast maakasutuse muutust kogu biomass. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O heitkoguste arvutamiseks turbakaevandusaladelt kasutatakse Tier 2 meetodikat – Salm jt. (2012) välja töötatud riigipõhist eriheitetegurit. Ka aiandusturba kasutamisest tekkivate KHG heitkoguste jaoks kasutatakse riigipõhist eriheitetegurit. Aiandusturba kasutamine moodustab ka suurima osa märgalade kategooria KHG heidest. Varise osas hinnanguid ei anta.

Märgalade kategoorias on tänaseks läbi viidud mitmeid erinevaid uuringuid, seega on siin kategoorias potentsiaali minna üle Tier 3 meetodikale, eelkõige turbaalade kohapealsete KHG heidete osas. Näiteks perioodil 2017–2023 viis TÜ läbi projekti „Ammendatud turbamaardlate veerežiimi taastamise kompleksuuringu meetodika väljatöötamine ja uuringu läbiviimine“<sup>71</sup>. Projekti eesmärgiks oli välja selgitada, millistel jääksoo osadel ning kuidas on võimalik soodustada taimestumist vaid niiskustingimuste muutmisega ning millistes jääksoo osades ja kuidas seda teha aktiivsete jääksoo korrastamismeetodite, sh turbasamblafragmentide külvamisega. Ühtlasi selgitati välja taimestumise edukust (pindalaliselt ja liigiliselt) määravad

<sup>71</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/d63bdbff-cf5b-49f2-8caf-c61c6cf40b32>

peamised keskkonnategurid (mullakeemia, lahustunud kujul toitained turbavees, temperatuur, niiskus, mikroreljeef jt.). Lahustunud orgaaniline süsinik (DOC) on oluline komponent nii süsiniku-bilansis kui ka hea indikaator mineraliseerumisprotsessi kirjeldajana, mille käigus muutuvad liikuvaks ka teised toitained (N, P, K, Mg, S) ja võivad väljavoolu kaudu mõjutada valgla teisi veekogumeid. EKUK hinnangul lõppes projekt liiga vara ning sellest ei saadud piisavalt andmeid, et KHG inventuuri täiustada. Järveoja jt (2016) hindasid süsiniku- ja KHG voogusid ammendatud ja korrastatud turbaalal, kus kasvatati päideroogu energeetilisel eesmärgil. Kahjuks olid kohapealsed mõõtmised lühiajalised ning tulemusi mõjutasid olulised sel ajal valitsenud kliimaatilised tingimused. Seevastu olid mõõtmistega kaetud kolm peamist KHG-d: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O. Täiendavate mõõtmiste läbiviimisel ja nende tulemuste kombineerimisel teiste projektide andmetega peaks olema võimalik välja töötada riigispetsiifiline meetodika ammendatud ja korrastamisel olevate turbatootmisalade kohta.

Purre jt. (2019) on analüüsinud taastuva taimestiku ja CO<sub>2</sub> voogude vahelisi seoseid kolmel Põhja-Eesti mahajäetud turbakaevandusalal. Nendel aladel oli taastatud veetase ning alustatud taastamistevõimega kolm kuni kümme aastat enne esimesi CO<sub>2</sub> kambri mõõtmisi. Kuivemal kasvuperioodil olid kõik alad täiendava CO<sub>2</sub> heite allikad (netoheide 1–77 g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>), niiskemal kasvuperioodil käitusid kaks ala CO<sub>2</sub> neeldajatena (netosidumine 13–210 g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>). Seejuures kaugseire NDVI (*Normalised Difference Vegetation Index*) indeks selgitas umbes 25% NEE (*Net Ecosystem Exchange*) varieeruvusest: CO<sub>2</sub> sidumine oli suurem kõrgema NDVI väärtusega aladel. Purre ja Ilomets (2021) mõõtsid CO<sub>2</sub> voogusid ka kolmel mahajäetud turbatootmisalal, mis olid taastatud vastavalt 4, 15 ja 35 aastat enne mõõtmisi, sh tulemusi võrreldi lähedalasuva taastatud rabaga. Nii 15 kui 35 aastat tagasi taastatud alad toimisid CO<sub>2</sub> neeldajatena. Nad leidsid, et aja jooksul lähenevad CO<sub>2</sub> vood, mikrotopograafia ja taimestik häirimata rabale, kuid taimkatte koostis erines ka pärast 35 aastat märkimisväärselt loodusliku raba taimkatte koostisest.

Eelnevate projektidega haakub ka hetkel KLIM poolt planeeritav ja ettevalmistamisel olev mitmeaastane uuring „Turbatootmisalade KHG voogude ja korrastamise maakasutussuundade analüüs“. Planeeritav teadusuuring on eesmärgiga täpsustada riikliku KHG inventuuri mõistes märgala kategooriasse kuuluvate turbatootmisalade, sh eelkõige taastatud ja taastamisel alade seisundit ning taimestikuga kaetust, et tulevikus oleks võimalik teha otsuseid nende alade taastamise prioriteetsete suundade osas. Samuti on plaanis uuringuga täpsustada KHG heite hindamise meetodikat ja alusandmeid, et täpsustada LULUCF sektori märgala kategoorias taastatud ja taastamisel turbaalade KHG voogusid riiklikus KHG inventuuris. Selleks viiakse keskkonnaministri määruses nr 87 „Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud turbaalade ning kaevandamiseks sobivate turbaalade nimekiri“ nimetatud turbaaladel läbi ka kohapealne inventeerimine, et koostada olemasoleva seisundi ülevaade ja anda teaduspõhised ökosüsteemi terviklikkuse hinnangud.

Tuleb arvestada, et ulatuslike freesturbaalade taimestumise ja keskkonnatingimuste vahetu maa-pealne seire on väga aeganõudev, töömahukas ja kulukas. Samas arengud droonidel ja satelliitidel kasutatavate sensorite osas võimaldavad piisava täpsusega hinnata mitmeid olulisi keskkonnaparametreid (nt maapinna temperatuur, niiskus) ning maapinna taimedega kaetust (satelliidipiltidega ka ajas tagasiulatuvalt), kahandades vajalikku välitööde mahtu maapealsel seirel. Kaugseire abil on võimalik jälgida maaparandussüsteemide tehnilist seisundit, kaardistada nii reaajas kui ka tagasiulatuvalt liigniiskusest, põuast ja põlengutest mõjutatud alasid, seirata soode niiskusrežiimi ning hinnata, millistel maardlatel ja mitmel korral kvartalis turvast kooriti. Olulise panuse ja täpsustuse siia annab ka mullastikukaardi uuendamine. Satelliitkaugseire

võimaldab soodes toimuvaid veerežiimi muutusi määrata kõrge ajalise (12 päeva) ja ruumilise lahutusega (100 m) üle kogu Eesti (Noorma jt 2020). Samuti on kaugseire abil võimalik (taimkatte spektraalsete omaduste muutlikkuse põhjal) hinnata kõrge ruumilise lahutusega turvasmuldade piire. Näiteks on freesturbaväljade seiramiseks kasutanud neid võimalusi Tampuu jt. (2021). Tampuu jt (2023) on kaugseire meetoditega analüüsinud ka rabahingamise, veetaseme ja sademete omavahelisi seoseid, et praemini mudeldada rabade veetaseme ja KHG voogude vahelisi seoseid. Seevastu ei ole võimalik kaugseirega tuvastada turba liiki, lagunemisastet ja muid turbale iseloomulikke parameetreid, mis on KHG voogude jaoks olulised. Kaugseire ja maa-pealsetele uurimisalade sondeerimise ning mullaparametrite andmetele tuginedes on võimalik hinnata soode niiskusrežiimi, soode veetaset ja mahtu ning määrata/ ajakohastada turvasmuldade piire. Turba kaevandamisalade ruumiandmestik on leitav maavarade registrist, kus turbaliigi järgi on võimalik hinnata ka selle lagunemisastet (hästilagunenud turbal üle 25% ja vähe-lagunenud turbal alla 25%). See omakorda aitab kaasa asukohapõhisele KHG voogude modelleerimisele ja ökosüsteemi teenuste hindamisele. Seega on täna võimalik nutikamate lahendustega saada ülevaade turbaalade seisundist, varieeruvusest ja kasutamisest ning neid tulevikus KHG inventuuris diferentseerida tulenevalt kaugseire ja teiste andmekihtide kombineerimisest. Selleks on oluline välja töötada meetodika nende alade eristamiseks ning ühtlasi arendada välja või võtta kasutusele mõni olemasolev mudel/mudelid nendelt aladelt KHG heitkoguste arvestamiseks.

2024. aastal algas ka 2-aastane projekt Eesti mullastikukaardi uuendamiseks. Uuringu läbi-viimisel kasutatakse mitmeid avalikke andmeallikaid, sh riikliku keskkonnaseireprogrammi ja sellega seonduvate keskkonnauuringute ja-projektide raames kogutud keskkonnaseisundi andmestikku koondav andmekogu KESE<sup>72</sup>, turbauuringute andmebaasi<sup>73</sup> ning konsortsiumis osalevate asutuste ja teadlaste hallatavaid andmekogusid, näiteks PANDA andmebaas, kus on mullaparametritega kaetud ca 700 000 ha, LUCAS andmebaasi 220 Eesti prooviala ja nendelt aastatel 2009, 2012, 2015 ja 2018 kogutud mullaproovid erinevate maakasutusklasside kohta jne. Mitmed sellised projektid ja uuendatud kaardikihid loovad head võimalused kõrgema määramis-tasandi kasutuselevõtuks märgalade kategoorias ning Tier 3 põhise mudeli välja töötamiseks ammendatud ja mahajäetud, kuid nüüdseks korrastamisel olevate ja taastatud turbaalade kohta. See võimaldab aga hakata märgalade osas diferentseerima nendelt aladelt tulenevat KHG heidet sõltuvalt sellest, kas tegemist on aktiivses kasutuses oleva freesturbaväljaga, jääksoga või taastatava alaga. Eraldi tähelepanu vajavad ka freesturbaväljasid ümbritsevad ja kuivendamisest mõjutatud märgalad, mis käituvad hoopis teistmoodi kui eelnevalt loetletud alad.

Aastal 2022 algas ka TÜ veetav 4-aastane projekt „Märgalade taastamine tulevikuks“<sup>74</sup>, mille raames on kavas edendada georuumilist teadmistaasi märgalade, nende kasutamise ja degradeerumise kohta. Samuti rakendatakse koosloome lähenemisviisi, et välja töötada sobivad töömeetodid ja leida viise mitme eesmärgi integreerimiseks, mis toetaksid kaasavamaid, kogu-konnapõhisemaid lähenemisviise märgalade taastamisel. Projektis hinnatakse märgalade taastamise ühiskondlikku mõju, eriti bioloogilist mitmekesisust ja ökosüsteemiteenuste hüvesid, ja erinevate taastamismeetodite kulusid ja heaolu mõju kohalikul, riiklikul ja ELi tasandil.

Aastal 2022 alustas TÜ ka projektiga „Turbamaade N2O bilanss – protsessidest globaalse üldistuseni (N2OPEAT)“<sup>75</sup>, mille eesmärgiks on hinnata N2O voogusid soomuldadest nii

<sup>72</sup> <https://kese.envir.ee/kese/welcome.action>

<sup>73</sup> <https://turba.geoloogia.info/allalaadimine>

<sup>74</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/72fd6fc9-8790-4129-a7ae-054628e89808>

<sup>75</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/810eab07-86e8-4a5a-af15-d6246d4f55c7>

lokaalses, regionaalses kui ka globaalses skaalas. Lisaks muudele tegevustele plaanitakse täiendada Eesti uurimisjaamu ning rakendada ka erinevaid kaugseirevõimalusi ja mudeleid. KHG voogudega turvasmuldadelt tegeles ka perioodil 2019–2023 kestnud TÜ projekt „Kasvuhoonegaaside vood märgalades lokaalsest globaalseni – kliima soojenemise ja maakasutuse mõju“<sup>76</sup>. Projekti peamiseks eesmärgiks oli süvendada teadmisi peamiste KHG-de (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O) voogude dünaamikast sõltuvalt kliima ja maakasutuse muutustest ning prognoosida trende kohanemisstrateegiate tarvis. Analüüsiti keskkonnatingimuste, taimekoosluste ja mulla mikroorganismide rolli KHG heitedünaamikas soo- ja gleimuldadel erinevatel ruumilistel skaaladel – lokaalsel (uurimisalad), regionaalsel (Läänemere piirkond) ja globaalsel tasandil. Teaduslike avaandmete, tööühma olemasolevate ja pidevalt uuenevate andmebaaside põhjal arendati protsessi- ja üleminekufunktsiooni põhiseid mudeleid keskkonnatingimuste ja mikrobioloogiliste näitajate alusel prognoosimaks muutusi KHG emissioonides muutuvates ekstreemsetes kliimatingimustes (põuad, üleujutused). Pärn jt (2015) hindas maakasutuse mõju N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub> voogudele põllumajandusmaastiku märgalades ja kaldavööndites ning määras nende voogude muutused sõltuvalt veerežiimi muutustest.

Aastal 2024 alustas TÜ projektiga „Kuivendatud turbaalade kasvuhoonegaaside emissiooni kahandamine soode taastamise abil“<sup>77</sup>. Projektis analüüsitakse KHG tekke ja tarbimise protsesse looduslikel, kuivendatud ja taastatud turbaaladel. Labori- ja välikatsetes rakendatakse uudseid lähenemisviise (nt integreeritud isotoopide ja mikrobiomide analüüs), analüüsitakse KHG vooge uuenduslike tehnikate abil (Eddy-covariance, automaatkambrid, kaasaskantavad analüsaatorid) paras- ja troopilise vöötme looduslike soode võrdlusaladel, kuivendatud ja taastatud turbaaladel (metsad, sookultuurid, madalad veekogud, madalsood ja rabad). Uurimistulemuste, andmebankade ja kliimamuutuste prognooside põhjal pakub projekt välja taastamise ja säästva majandamise parimaid meetmeid, leevendamaks kuivendatud turbaalade KHG heitkoguseid.

2020. aastal jõudis lõpule ELME projekti (Helm jt 2020), mille käigus tuvastati, et jääksood on ETAK andmestikus kajastatud ebasüsteemiliselt ja osalise taimestumise korral näidatud metsamaana, mõningatel juhtudel muu lageda alana. Samuti leiti, et turbaväljade ning jääksoodede, aga üksikutel juhtudel ka tiheda kraavitusega kuivendatud soolade puhul ei ole ETAK kihil esindatud kõik kraavid vaid ainult piirdekraavid või kraavid osaliselt. Sellele järgnevalt viidi TÜ juhtimisel perioodil 2021–2023 Eestis läbi uurimisprojekt, mille eesmärk oli täpsustada kuivenduskraavide tegevusandmeid ja heitkoguseid kõikides maakasutuskategooriates (metsamaa, põllumaa, püsi- ja looduslikud rohumaad, turbatootmisalad, jääksood): „Kasutuskraavide kaardikihi loomine ja kraavide kasvuhoonegaaside heitetegurite väljatöötamine“. Kraavide kaardikiht põhineb peamiselt Eesti topograafilisel andmebaasil (ETAK) ning täiendatakse muude avalike ruumiandmete ja digitaalse kõrgusmudeli alusel. Lisaks hinnati välitööde käigus kraavide valimi jaoks kraavide tegelikku seisukorda ja tüüpi, et kaardikihti GIS analüüsi abil täpsustada. Selle projekti tulemused on kavas ellu viia hiljemalt 2026. aasta inventuuri esitamisel.

Helm jt (2020) tegid KHG voogudega seonduvalt ka soovitusel püsiseireks, kuna KHG vood soodes on ajaliselt ja ruumiliselt väga varieeruvad ning sõltuvad oluliselt ilmastikust. Tuleb nentida, et praegused hinnangud märgalade KHG voogude kohta pärinevad üksikutest teadusprojektidest, mis ei ole omavahel hästi võrreldavad. Kogu Eesti katmiseks ei ole valim esinduslik (uuringud on kindla suunitlusega, nt kuivenduse mõju hindamine või teatud mikroorganismide rolli selgitamiseks gaasivoo kujunemisel) ega piisava ajalis-ruumilise katvusega (projektid on lühikesed, mõneaastased või ei pruugi hõlmata isegi kogu aastat, uurimisalad muutuvad aastate

<sup>76</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/bde5b042-b973-48d2-8452-979771b12774>

<sup>77</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/aa47a802-ff05-416c-8c07-ddec5c294994>



lõikes ja pole pikemaajaliseks ühtseks aegreaks ühildatavad). Seetõttu on oluline tagada nõ referentsandmed looduslikult alalt – see võimaldaks kõrvutada erinevatest projektidest saadud tulemusi ning välja töötada sobiv mudel märgalade jaoks ja ühtlasi hiljem seda valideerida.

ELME projekti tulemusena tehti soovitus luua püsiseirevõimekus Eddy-covariance meetodit kasutades vähemalt Tooma soojaamas ning täiendavalt Lääne-Eesti merelises valdkonnas (Läänemaa, Pärnumaa) ja Põhja- või Kirde-Eestis ning madalsookoosluses. Sarnane seire oleks vajalik ka teiste peamiste ökosüsteemide osas (niidud, metsad, põllumajandus), eelistatult integreerituna valitud ilmajaamadega ja/või seirealadega. Sarnane soovitus kõlas läbi ka käesoleva töö jaoks intervjuusid läbi viies, et Eesti võiks rajada püsiseire Tooma soojaama, et tagada sealt pikaajalised mõõtmised KHG voogude kohta märgaladelt. Selline pikaajaline seire ja referents võimaldab kasutada neid andmeid modelleerimiseks ning ka mudelite väljatöötamiseks ja valideerimiseks. Ühtlasi võimaldab see hinnata märgalade taastamis- ja korrastamismeetmete tulemuslikkust ja mõju KHG voogudele.

Lisaks kohapealsete KHG voogude hindamisele on oluline tegeleda ka aiandusturba kasutamisest tuleneva CO<sub>2</sub> heite meetodika täiustamisega, kuna see moodustab suurima osa Eesti märgala kategooria KHG heitkogusest. Seda aspekti ei ole seni väga palju uuritud, kuigi hetkel on käimas MTÜ Eesti Turbaliit projekt „Ringmajanduse põhimõtete juurutamine Eestis toodetud aiandusturba toodete kasutamisel sellega seotud kasvuhoonegaaside heite vähendamiseks LULUCF sektoris“<sup>78</sup>, mille eesmärk on võttes arvesse kogu turbatootmise väärtusahelat selgitada välja, kui suur osa kaevandatud ja aianduses kasutatud turbast ja kui pika aja jooksul KHG heitkoguseid põhjustab. Tulemused on kindlasti olulised ja vajalikud selle jaoks, et edasi liikuda riigipõhise meetodika arendamisega. Et hetkel ei ole töö valmis ja aruanne kättesaadav, siis on keeruline hinnata kasutatava meetodika kooskõla IPCC suunistega ning tulemuste võimalikke suundumisi. Sellele vaatamata peaks see olema üks teemasid, mida edaspidises KHG inventuuri arendamises ja täiustamises fookusesse tõsta.

## Asulad

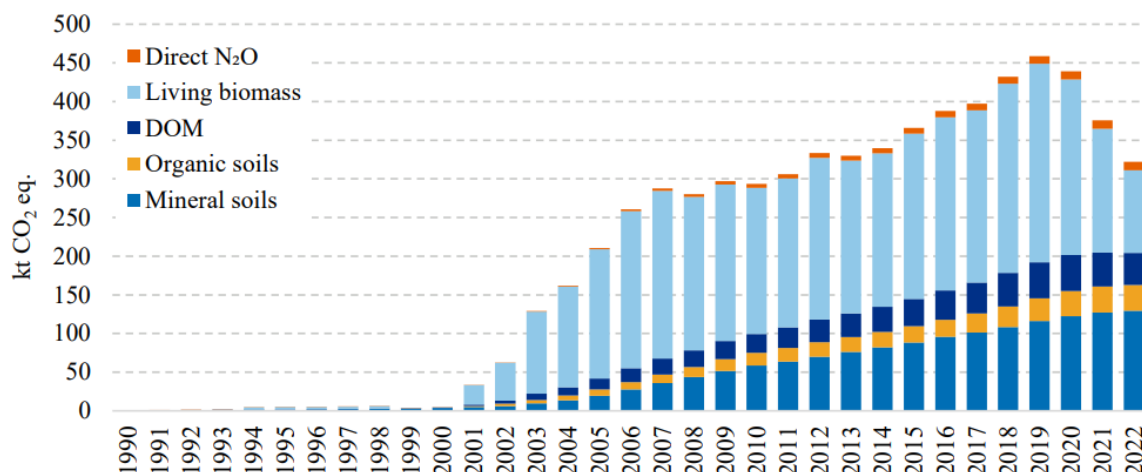
Asulate kategooria hõlmab peamiselt tihehoonestusala koos teede, tänavate, väljakute, trasside ja parkidega. Siia alla arvatakse ka tööstus- ja tootismaad, karjäärid (v.a freesturbaväljad), spordirajatised ja lennuväljad, seaduslikud jäätmekäitluskohad, ehitusplatsid ja kuni 0,3 ha aiaga hooned (k.a püsiv aiamaa, kasvuhooned) ja avatud kaevandusalad (v.a turba kaevandamisalad).

Kokku on asulate kategooria all 350,34 kha maad (so 7,7% kogu Eesti territooriumist), kuid KHG heitkoguseid arvestatakse ainult viimase 20. aasta jooksul asulaks muudetud aladelt. Peamiselt on see kasv toimunud metsamaa ja rohumaa arvelt. Asulatest, mis on jäänud asulateks, süsinikuvooge ei hinnata üksikasjalike andmete puudumise tõttu. Eeldus on, et sealsetes mineraalmuldades ei toimu olulisi muutusi seoses süsiniku sisendiga. Peamiselt elusa biomassi kaost ja mulla eemaldamisest tingitud KHG heitkogus asulate kategoorias oli 2022. aastal 319,73 kt CO<sub>2</sub> ekv (vt lisatud joonis).

---

<sup>78</sup> <https://kik.ee/et/projektid/ringmajanduse-pohimotete-juurutamine-eestis-toodetud-aiandusturba-toodete-kasutamisel>





**Joonis 7.** LULUCF-i asula maakategooria KHG netoheitkogused alamkategooriate kaupa perioodi 1990–2022 kohta, kt CO<sub>2</sub>-ekv. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Asula kategoorias kasutatakse mitmete näitajate korral Tier 2 meetodikat, sh kasutatakse riigipõhiseid tegureid varise ning mineraal- ja turvasmuldade süsinikuvaru kohta (Kõlli jt 2004; Kõlli jt 2007; Kõlli jt 2009). Asulaks jääva asula korral on kasutusel Tier 1 meetodika, mis tähendab, et eeldatakse, et süsinikuvaru on tasakaalus nii biomassis kui muldades. Käesoleval hetkel on see täiesti piisav, kuid lähtuvalt LULUCF määruse nõuetest on vajalik ka asulate korral liikuda Tier 3 meetodika poole, sh elusa biomass, varise ja muldade korral. Mitmed Eesti asulad jäävad kliimarisikiga piirkondadesse, sh kuuluvad nad osaliselt üleujutusohuga alade hulka ning on seeläbi nimetatud ka energialiidu ja kliimameetmete juhtimismääruses kui alad, mille osas on vajalik tagada Tier 3 määramistasemele vastav seire.

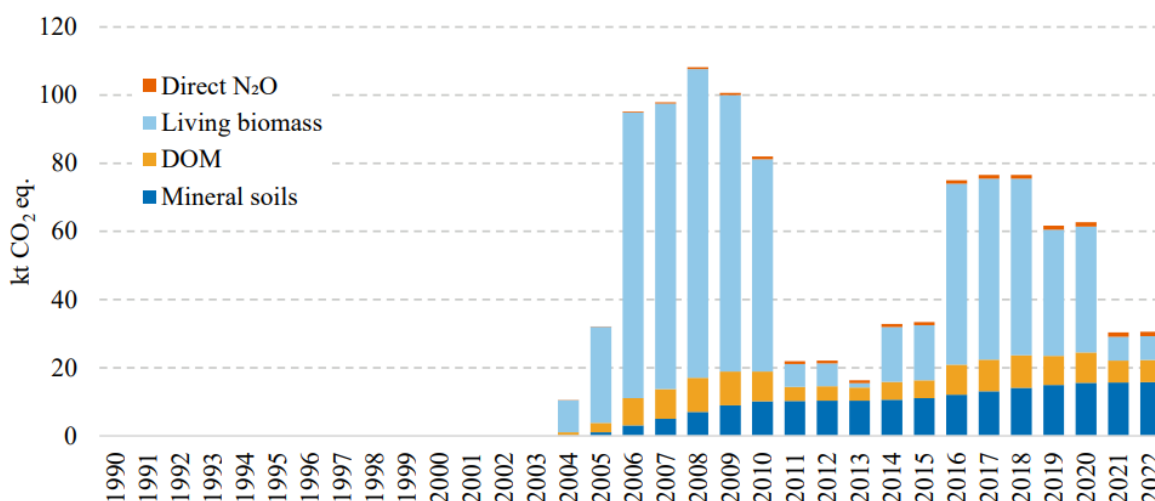
Seonduvalt KHG inventuuri täiustamisega on käimas projekt eesmärgiga töötada välja meetodika iga-aastaste maakasutuse muutuste maatriksite koostamiseks, sh võttes arvesse ka mullatüüpe ja kuivendust. Teiseks püüab Eesti hinnata ka maakasutusmuutusi perioodil 1970–1990, et täpsustada aastate 1990–2009 maakategooriate pindalade hinnanguid. Täiendava potentsiaalse uuringu- ja arendusvajadusena võib välja tuua kaugseire arendused ning nende kombineerimise erinevate andmekihitidega, et paremini seirata maakategooriate, sh asulate pindala ja nende muutusi. Ühtlasi on erinevate kaugseire meetoditega võimalik anda hinnanguid maapealse biomassi kohta, sh kui selle õpetusandmetena kasutada SMI jm riikliku seire andmeid.

Asulate KHG inventuuri parendamisse aitab kaasa ka 2024. aastal alanud mullastikukaardi uuendamine. Sellele täiendavalt on vaja pikaajalisi uuringuid ja mõõtmisi aladel, kus toimub teise maakategooria muutumine asulaks, et saada täpsemaid andmeid selle kohta, mis sellistel aladel muldadega pika aja jooksul juhtub. Ühtlasi on nende pikaajaliste mõõtmisandmete põhjal võimalik välja töötada riigispetsiifilised meetodikad sellistel aladel muldadelt tuleneva KHG heite arvestamiseks. Samuti on vajalik hiljemalt aastaks 2028 liikuda vähemalt Tier 2 meetodikale asulate mineraal- ja turvasmuldade korral. See eeldab eraldi mõõtmiste ja uuringute läbiviimist ning nende põhjal üksnes asulate jaoks sobiliku meetodika välja töötamist, kuna seda ei ole võimalik ehitada teiste maakategooriatega ühtsesse mullamudelisse.

## Muu maa

Muu maa kategooriasse arvestati 49,97 kha maad, s.o 1,1% kogu Eesti territooriumist. Siia kuuluvad kõik alad, mis ei ole paigutatud eelnevate kategooriate alla, näiteks kasutuskõlbmatu mineraalmaa või ka suletud režiimiga alad, millele ei saa määrata maakategooriat. Muu maa hõlmab ka kasutuskõlbmatut maavara, st maad, mis ei ole ilma erimeetmete rakendamiseta majanduslikult kasutatav ja mille mulla orgaanilise kihi paksus on alla 30 cm. Kooskõlas IPCC suunistega kasutatakse seda maakasutuse kategooriat selleks, et võimaldada kindlaksmääratud maa-alade kogusumma ühtlustada riigi pindalaga. Vastavalt IPCC metoodikale on antud kategooria all kohustuslik raporteerida ainult maakasutuse muutusest tingitud heidet.

Muu maa KHG heitkogus oli 2022. aastal 30,51 kt CO<sub>2</sub> ekv (vt lisatud joonis). See on tingitud CO<sub>2</sub> heitkogustest metsamaast, põllumaast ja rohumaaast maakasutuse muuks maaks muutmisel. Märgaladest muuks maaks muutmisel eelduslikult muutusi süsinikuvarus ei toimu ja asulatest muuks maaks muutusi ei ole toimunud. Lisaks hinnatakse N<sub>2</sub>O heitkogused lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest – need on lahti kirjeldatud järgmises alapeatükis.



**Joonis 8.** LULUCF-i muu maa kategooria KHG netoheitkogused alamkategooriate kaupa perioodi 1990–2022 kohta, kt CO<sub>2</sub>-ekv. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Varise ja mineraalmuldade eriheiteteguritena kasutatakse samu näitajaid, kui maakategooriate muutumisel asulateks. Samuti kasutatakse elusa biomassi ja surnud puidu süsinikuvaru muutuste arvutamiseks samu näitajaid kui asulate korral. Hetkel ei ole käimas projekte, mis aitaksid täiustada selle kategoorias kasutatavaid eriheitetegureid ja metoodikaid. Kuna tegemist ei ole võtmekategooriaga ning eelduslikult ei ole antud alade korral tegemist suure süsinikuvaruga maa-alaga ega ka elurikka kaitseala või suure kliimarisikiga maakasutusüksusega, siis ei ole selles maakasutuskategoorias kõrgemale määramistasandile üleminek prioriteetne.

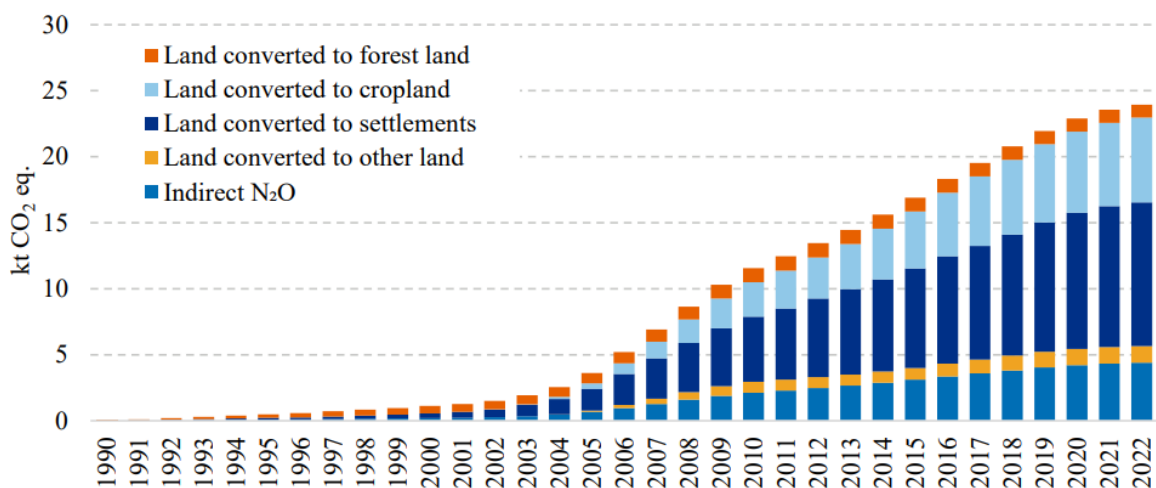
## Maakasutusega seotud muud heitekategoriad KHG inventuuris

### N<sub>2</sub>O heide lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest

Kui maakasutusmuutuste või metsa- ja rohumaaade majandamise tõttu väheneb süsinikuvaru mineraalmullas, toob see kaasa mulla orgaanilises aines oleva lämmastiku mineraliseerumise ja N<sub>2</sub>O heite. Eestis esineb mulla orgaanilise aine kadu mineraalmullast maade muutmisel metsamaaks, põllumaaks, asulateks ja muuks maaks. Mõnel aastal põhjustavad majandamise muudatused CO<sub>2</sub> heitkoguseid ka põllumaa kategoorias, sellega seotud N<sub>2</sub>O heitkogused on kajastatud põllumajandussektori all (vt järgmine alapeatükk).

Otsene N<sub>2</sub>O heitkogus lämmastiku mineraliseerumisest LULUCF sektoris oli 2022. aastal 19,54 kt CO<sub>2</sub> ekv. Enamik heidet tekkis asulate laienemise tõttu. Kuna Eesti asub niiskes piirkonnas, kus aastane sademete hulk ületab aurustumist, kaob osa mineraliseerunud lämmastikust mullast leostumise ja äravooluga. 2022. aastal oli kaudne N<sub>2</sub>O heitkogus 4,40 kt CO<sub>2</sub> ekv. Mõlemal juhul on tegemist marginaalse heitkogusega Eesti KHG inventuuris. (vt lisatud joonis)

Nii otsese kui kaudse N<sub>2</sub>O heite arvestamiseks kasutatakse KHG inventuuris Tier 1 meetodikat. Hetkel ei ole käimas ühtegi projekti, mis aitaks täpsustada LULUCF sektoris maakasutuse muutusest tulenevat otsest ja kaudset N<sub>2</sub>O heidet. Et tegemist ei ole võtmekategooria alla kuuluva kategooriaga, siis ei ole ka kõrgemale määramistasandile üleminek prioriteetne.



**Joonis 9.** LULUCF sektori KHG heitkogused lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest perioodi 1990–2022 kohta, kt CO<sub>2</sub>-ekv. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

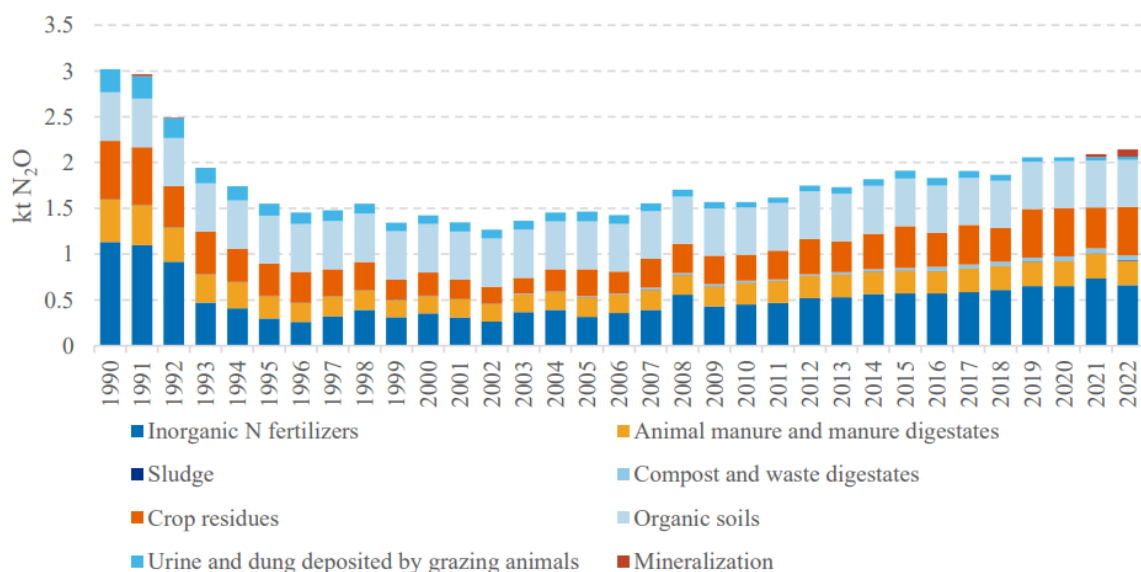
METK on uurinud mulla lämmastiku ja väevli sisalduse muutust ja dünaamikat põllumuldades, sh erineva maakasutuse (põllukultuurid, rohumaa) korral, kuid mitte seda aladel, kus on toimunud muutus maakasutuses ja LULUCF maakategoorias, sh nt maa muutmisel asulaks, mis on Eestis valdav antud heitekategoorias. METK uuringute järgi sõltub näiteks mulla mineraalse lämmastiku sisalduse liikuvus kasutatud väetiste iseloomust, kasutusajast, mulla omadustest, kasvatatavast kultuurist ja sademetest. Hindamaks võimalikku leostumise ohtu on oluline teada, kuidas muutuvad erinevad mullaparameetrid. Sellest lähtudes on võimalik hinnata potentsiaalset mineraalse lämmastiku, taimedele omastatava väevli ja teiste toiteelementide võimalikku liikumist mulla vertikaalprofiilis ning potentsiaalset leostumist sõltuvalt maakasutusest, ilmastikust ja mullastikust.

Selle jaoks, et N<sub>2</sub>O heidet lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest oleks võimalik vähemalt Tier 2 meetodikaga määrata, on vajalik läbi viia katsed ja mitmeaastased kohapealsed mõõtmised, sh seda erinevate muldade ja maakasutusmuutuste korral.

## Otsene ja kaudne N<sub>2</sub>O heide põllumajandusmaadelt

Lisaks LULUCF sektorile raporteeritakse maakasutusega seotud N<sub>2</sub>O heidet ka põllumajandus sektoris. N<sub>2</sub>O tekib looduslikult muldades mikroobsete nitrifikatsiooni- ja denitrifikatsiooni- protsesside kaudu, kuna mitmed põllumajandustegevused lisavad muldadele lämmastikku, suurendades seeläbi nitrifikatsiooniks saadaoleva lämmastiku ja ühtlasi N<sub>2</sub>O heitkoguste hulka. Nendeks tegevusteks on näiteks mineraalväetiste, komposti, reoveesette ja muude orgaaniliste jäätmete laotamine põllumajandusmaadele, põllukultuuride jääkide jätmine põllumajandus- maadele, mulla orgaanilise aine mineraliseerumine, turvasmuldade harimine, loomade karjatamine ja sel ajal tekkinud väljaheited, lupjamine jne.

2022. aastal oli Eesti põllumajandussektori KHG koguheide 1 593,02 kt CO<sub>2</sub> ekv, moodustades umbes 11,4% KHG summaarsest heitkogusest (va LULUCF) Eestis. Põllumajandusmaadelt pärit heitkogused moodustasid põhiosa (44%) 2022. aasta põllumajandussektori KHG koguheitest, vastavalt 2,2 kt N<sub>2</sub>O. Allpool on esitatud jaotus põllumajandusmaadelt tekkiva otsese ja kaudse N<sub>2</sub>O heite trendide kohta alamkategoriate lõikes.



**Joonis 10.** KHG inventuuris kajastatud otsesed N<sub>2</sub>O heitkogused põllumajandusmaadel toimuvatest nitrifikatsiooni- ja denitrifikatsiooniprotsessidest perioodi 1990–2022 kohta, kt N<sub>2</sub>O. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Süntetiliste mineraalväetiste kasutamisest põllumajandusmaadel (joonisel *Inorganic N fertilizers*) tulenev heide oli 2022. aastal 0,66 kt N<sub>2</sub>O. Heitmed vähenesid 1990. aastaga võrreldes 41,6% seoses põllumajanduspõldudele antavate mineraalväetiste koguste vähenemisega.

N<sub>2</sub>O eraldub põllumajandusmullast sõnniku põldudele orgaanilise väetisena laotamise kaudu. Põllumajandusmuldadele laotatud loomasõnniku (joonisel *Animal manure and manure*

*digestates*) otsene N<sub>2</sub>O heitkogus oli 2022. aastal Eestis 0,27 kt N<sub>2</sub>O. Heitkogused vähenesid 2022. aastal võrdlusaastaga võrreldes 42,9% seoses kariloomade arvu vähenemisega.

Põllumajandusmaal kasutatakse ka olmereoveepuhastite setteid. Põllumajandusmaale laotatud reoveesette (joonisel *Sludge*) N<sub>2</sub>O heitkogused kokku olid 2022. aastal Eestis 0,006 kt N<sub>2</sub>O.

Põllumajandusmaale laotatud komposti ja kääritusjääkide (joonisel *Compost and waste digestates*) N<sub>2</sub>O summaarne heitkogus oli 2022. aastal Eestis 0,05 kt N<sub>2</sub>O, mis on aegrea kõrgeim. See on seletatav muldadele ajaliselt kasvanud kääritusjääkide kogustega – biogaasitootjad on hakanud lisaks loomasõnnikule lisama biogaasireaktorisse rohkem kaaskääritusjääke, mille kogused on saavutanud haripunkti 2022. aastal.

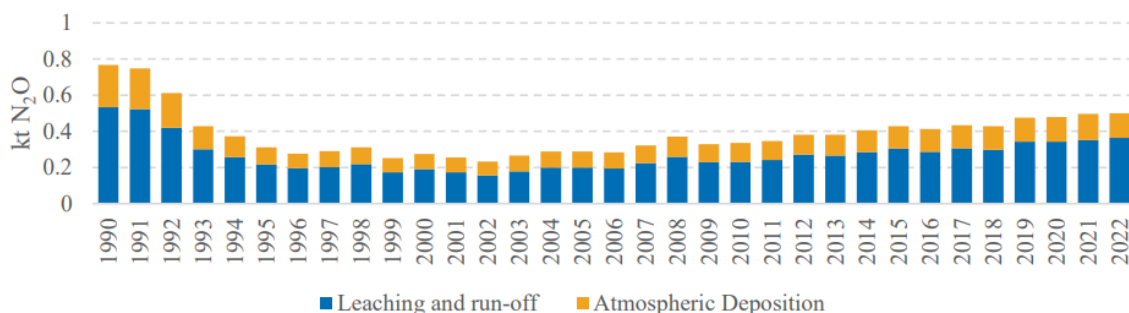
N<sub>2</sub>O heitkogused karjamaadelt ja koplis karjatamisest (joonisel *Urine and dung deposited by grazing animals*) moodustasid 2022. aastal kokku 0,04 kt N<sub>2</sub>O. Heide vähenes võrdlusaastaga võrreldes 85,1% seoses kariloomade arvu vähenemisega ja loomade karjatamise vähenemisega.

Põllumajandusmaale jäetud taimejääkide (joonisel *Crop residues*) N<sub>2</sub>O heitkogused olid 2022. aastal 0,53 kt N<sub>2</sub>O (s.o ligikaudu 150 kt CO<sub>2</sub> ekv). Vastavad heitkogused on võrreldes 1990. aastaga vähenenud 16,6%.

Lämmastiku mineraliseerumine, mis on seotud maakasutuse muutustest tuleneva mulla orgaanilise aine kadumisega, on üks N<sub>2</sub>O heiteallikatest. Kui muldadest kaob süsinik oksüdatsiooni tõttu, mis tuleneb maakasutuse muutusest, kaasneb süsiniku kaoga samaaegne lämmastiku mineraliseerumine. See mineraliseerunud lämmastik on täiendavalt saadaval N<sub>2</sub>O-ks muundamiseks. N<sub>2</sub>O heide kajastub KHG inventuuris vaid nende aastate kohta, mil süsinikuvaru mineraalmuldades on võrreldes eelmise aastaga vähenenud. 2022. aastal oli mulla orgaanilise aine kadu mineraliseerumisest tingitud N<sub>2</sub>O heitkoguseid 0,08 kt, mis on 145% rohkem kui aasta varem. Alates 1990. aastast on lämmastiku mineraliseerumisest tulenevat (joonisel *Mineralization*) heidet toimunud vaid aastatel 1991, 1992, 2021 ja 2022. N<sub>2</sub>O vastavad kogused olid 0,022, 0,009, 0,03 ja 0,08 kt N<sub>2</sub>O.

N<sub>2</sub>O heitkogused tekivad ka turvasmuldade harimise tulemusena lämmastikurikka orgaanilise aine suurenenud mineraliseerumise tõttu. N-mineralisatsiooni kiiruse määravad turvasmuldade lämmastikusisaldus (kvaliteet), majandamispraktikad ja kliimatingimused. Turvasmuldade harimisest (joonisel *Organic soils*) tulenevad N<sub>2</sub>O heitkogused olid 2022. aastal Eestis 0,51 kt N<sub>2</sub>O.

N<sub>2</sub>O toodetakse looduslikult pinnases ja veesüsteemides mikroobsete nitrifikatsiooni- ja denitrifikatsiooniprotsesside kaudu. Mitmed põllumajanduslikud ja muud inimtekkelised tegevused lisavad muldadesse ja veeökosüsteemidesse lämmastikku, suurendades niimoodi nitrifikatsiooniks ja denitrifikatsiooniks saadaoleva lämmastiku kogust ja ka eralduva N<sub>2</sub>O kogust. Põllumajandusmuldade kaudne N<sub>2</sub>O heitkogus oli 2022. aastal 0,50 kt N<sub>2</sub>O. Heitkogused vähenesid 2022. aastal võrreldes 1990. aastaga 34,83% seoses kariloomade arvu vähenemisega ning sünteetiliste ja orgaaniliste väetistega põllumaale (vt allpool lisatud joonis).



**Joonis 11.** KHG inventuuris kajastatud põllumajandusmaade kaudsed N<sub>2</sub>O heitkogused lämmastiku leostumisest ja ärakandest ning atmosfäärisademetest perioodi 1990–2022 kohta, kt N<sub>2</sub>O. Allikas: Eesti 2024. aasta KHG inventuur.

Lämmastikuühendite, näiteks lämmastikoksiidide (NO<sub>x</sub>) ja ammooniumi (NH<sub>3</sub>) sadestumine atmosfääris väetab mulda ja pinnavett, mille tulemuseks on suurenenud biogeense N<sub>2</sub>O moodustumine. Atmosfäärisademetest tekkinud N<sub>2</sub>O koguheide (joonisel *Atmospheric deposition*) oli 2022. aastal Eestis 0,14 kt N<sub>2</sub>O.

Põllumajandusmuldadest läheb suur osa lämmastikust kaduma leostumise ja ärakandega. See lämmastik satub põhjavette, kaldaaladele ja märgaladele, jõgedesse ja lõpuks ka merre ja ookeani, kus see suurendab N<sub>2</sub>O biogeenset tootmist. Leostumise ja äravooluga seotud kaudsed N<sub>2</sub>O heitkogused (joonisel *Leaching and run-off*) olid 2022. aastal Eestis 0,36 kt N<sub>2</sub>O.

Eestis ületab aastane sademete hulk aurustumist, põhjustades kaltsium- ja magneesiumkarbonaatide leostumist ja selle tulemusena tekib muldades kaltsiumi- ja magneesiumipuudus ehk mullad hapestuvad. Hapestunud mullad (pH < 6,5) katavad Eestis 54,5% põllumaast, vaid osa sellest vajab täiendavalt lupjamist. Põllumajandusmaade lupjamisest (*Liming*) tulenev CO<sub>2</sub> heitkogus oli 2022. aastal 36,0 kt CO<sub>2</sub>. Sellest 2,7 kt CO<sub>2</sub> oli tingitud dolomiidi kasutamisest ja 33,4 kt CO<sub>2</sub> lubjakivi kasutamisest. Abdalla jt (2022) on analüüsinud lupjamise mõju mulla pH-le, biomassi tootmisele ja KHG-dele. Selleks koondati 57 uuringut, mis viidi läbi 88 erinevas asukohas ja hõlmasid erinevaid riike ja kliimavööndeid. Kõik uuringud näitasid, et lupjamine kas vähendas või ei mõjutanud CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O heitkoguseid, kuid suurendas CO heidet.

Muldadele väetamise ajal karbamiidi lisamine (*Urea application*) põhjustab CO<sub>2</sub> kadu. Karbamiidväetisi ei kasutata Eestis laialdaselt ning see trend on ajas kahanev. 2022. aastal oli karbamiidi kasutamisest tulenev CO<sub>2</sub> heitkogus 0,02 kt CO<sub>2</sub>.

Nii otsese kui kaudse N<sub>2</sub>O heite ja CO<sub>2</sub> heite arvestamiseks põllumajandusmaadelt kasutatakse KHG inventuuris Tier 1 meetodikaid (vt allolev tabel). Kõrgemale määramistasandile üleminekule peaks aitama kaasa EKUK-i aastatel 2022–2024 läbiviidud uuring „Mineraal- ja turvasmuldadel asuvate põllumajandusmaade ja looduslike rohumaade Corg varu muutuste hindamine“. Selle käigus kaardistati ära, kui palju on Eestis põllumajanduslikus kasutuses turvasmuldi, mis on kaotanud osa selle mullatüübi jaoks iseloomulikust orgaanilise süsiniku varust. Seda toetab mullastikukaardi uuendamine, millega alustati 2024. aasta suvel ning mis on pikaajaline töö. Selle tulemusena saadakse uuendatud andmekihid Eesti muldade ja nende levikualade kohta. Sealhulgas on mullastikukaardi fookuses turvasmullad ja nendega seotud suundumused.

**Tabel 4.** KHG inventuuri põllumajandussektoris maakasutusega seotud heitekategoriad ja vastavas kategoorias kasutusel olev metoodika (Tier 1, Tier 2 või Tier 3) KHG heite arutamiseks.

IPCC heitekategoria	Heitekategorias raporteeritav KHG ja kasutatav metoodika			
	Gaas	Tier 1	Tier 2	Tier 3
3.D.1.1 Direct Soil Emissions - Inorganic N Fertilizers	N2O	V		
3.D.1.2a Direct Soil Emissions - Animal Manure Applied to Soils (including manure digestates)	N2O	V		
3.D.1.2b Direct Soil Emissions - Sewage sludge applied to soils	N2O	V		
3.D.1.2c Direct Soil Emissions - Compost, and Waste Digestates Applied to Soils	N2O	V		
3.D.1.3 Direct Soil Emissions Urine and Dung Deposited by Grazing Animals	N2O	V		
3.D.1.4 Direct Soil Emissions - Crop Residue	N2O	V		
3.D.1.5 Mineralization/immobilization associated with loss/gain of soil organic matter	N2O	V		
3.D.1.6 Direct Soil Emissions - Cultivation of Organic Soils	N2O	V		
3.D.2.1 Indirect Emissions - Atmospheric Deposition	N2O	V		
3.D.2.2 Indirect Emissions - Nitrogen Leaching and Run-off	N2O	V		
3.G Liming	CO2	V		
3.H Urea application	CO2	V		

Riigikontroll on oma 2022. aasta ülevaates leidnud, et Eestis toetatakse maakasutuses ja põllumajanduses jätkuvalt tegevusi, mis intensiivistavad põllumajandustegevust, soodustavad väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamist ja avaldavad seeläbi kahjulikku mõju nii muldade seisundile, bioloogilisele mitmekesisusele kui ka suurendavad KHG heidet. Seetõttu on oluline planeerida meetmeid, mis aitavad kaasa muldade seisundi paranemisele. Meetmetega koos tuleks alati välja töötada ka seireplaan, et hiljem oleks võimalik nende meetmete mõju KHG inventuuris arvesse võtta, sh selleks eelnevalt välja töötades riigispetsiifilised metoodikad KHG heite arvestamiseks.

Oma 2020. aasta aruandes leidis Riigikontroll, et kuigi maaparandustoetustel on oluline roll põllumajandusmaa viljelusväärtuse hoidmisel, sest ilma toetusteta vanu maaparandussüsteeme korda ei tehta, siis teistega võrdsetel alustel toetatakse kuivendust ka muldadel, mille kuivendamine ja harimine toob kaasa KHG heite (turvasmullad). Turvasmullad on väärtuslikud teatud põllukultuuride kasvatamisel, kuid teisalt ollakse omaaegse ulatusliku turvasmuldade kuivenduse tõttu jõutud olukorda, kus 1/3 põllumajanduslikus kasutuses olevatest turvasmuldadest ei olegi enam turvasmullad, vaid vähemväärtuslikud mullad. Turvasmuldadega maade kuivendamise lõpetamine ja nende kasutamine püsirohumaana või vähemväärtuslike alade metsastamine võimaldaks märkimisväärselt vähendada maakasutussektori KHG heidet. Samas nentis Riigikontroll, et kuigi kuivenduse keskkonnamõjude vähendamiseks on kasutusel mitmeid leevendusmeetmeid, mis on suunatud peamiselt kraavide rekonstrueerimistöödest tuleneva settekoormuse ning taimetoitainete koormuse vähendamisele suublates, siis oluliselt vähem on seni tähelepanu pööratud meetmetele, mis aitaksid leevendada kuivendussüsteemide negatiivset mõju elustikule või mullastikule ning viimasest lähtuvalt KHG emissioonile.

Eesti on planeerimas meedet viia turvasmuldadel põllumaa üle püsirohumaaks. Oluline on antud aladel läbi viia ka katsed ja mõõtmised, et hiljem oleks võimalik meetme mõjusid KHG inventuuris arvesse võtta. Selleks on EKUK saanud 2024. aastal rahastuse, et töötada välja riigispetsiifiline meetodika turvasmuldade harimisest tekkivate KHG heitkoguste arvutamiseks (tabelis heitekattegoria 3.D.1.6). 2024. aastal on EKUK-il plaanis hankida vajalikud mõõteseadmed, selgitada välja mõõtmismetoodika ning otsida sobilikud katselapid. Alates 2025. aastast alustatakse pikaajaliste mõõtmistega. Et turvasmuldade harimise tulemusena suureneb lämmastikurikka orgaanilise aine mineraliseerumine ja N-mineralisatsiooni kiiruse määravad turvasmuldade lämmastikusisaldus, majandamispraktikad ja kliimatingimused, siis on oluline lisaks KHG voogude mõõtmisele viia läbi ka mõõtmised mulla süsiniku- ja lämmastikusisalduse kohta, ühtlasi kaardistada majandamispraktikad ja maakasutusmuutused.

Samuti on EKUK saanud rahastuse viia läbi KHG inventuuri arendustööd seoses riigispetsiifilise meetodika välja töötamisega põllukultuuride jääkidest ja karjatamisest tekkivate KHG heitkoguste arvutamiseks (tabelis heitekattegoriad 3.D.1.3 ja 3.D.1.4). 2024. aastal on EKUK-il plaanis hankida vajalikud mõõteseadmed, selgitada välja mõõtmismetoodika ning otsida sobilikud katselapid. Alates 2025. aastast alustatakse mõõtmistega. Oluline on arvesse võtta, et põllukultuuride jääkidest tekkiva KHG heite määramiseks on oluline mõõta lisaks KHG voogudele ka mulla ja põllukultuuridega seotud parameetreid, sh maapealne ja maa-alune biomass, saagikus, põllule jäetav biomass jne.

Selleks, et täiustada KHG inventuuri ning täpsustada ka meetodikaid teistest KHG inventuuri seisukohast olulisemates heitekattegoriates, on edaspidi vajalik läbi viia uuringud ja arendused ka järgmistes teemades ja valdkondades:

- Kaugseire kombineerimine SMI, PRIA jt andmekihtidega, et iga-aastaselt seirata erinevate majandamispraktikate all olevate põllumaade pindalasisid ja muutusi;
- KHG mõõtmised erinevate muldade, põllukultuuride ja majandamispraktikatega põldudelt, kus kasutatakse mineraalväetisi;
- e-Põlluraamatu täiendamine ja arendamine, et seirata mineraalväetiste, lubja, karbamiidi, orgaaniliste väetiste jne iga-aastasest kasutust asukohapõhiselt ja siduda need andmed mullastikukaardi ja majandamispraktikaga;
- KHG mõõtmised erinevate muldadega põldudelt, kus kasutatakse erinevaid orgaanilisi väetisi ja karjatatakse, et selgitada välja terviklikumad mõjud orgaaniliste väetiste mõjust KHG heitkogustele;
- KHG mõõtmised selliste majandamispraktikate korral, kus rakendatakse kas talvist taimkatet või kasvatatakse lämmastik- ja vahekultuure;
- KHG heitkoguste mõõtmised ja mullaproovide võtmine aladel, kus kasutatakse lupjamist ja karbamiidi;
- N mineraliseerumisest ja leostumisest tulenevate N<sub>2</sub>O heitkoguste täpsustamine ja Tier 2 meetodika välja töötamine.

On oluline märkida, et PRIA on jõudsalt arendamas e-põlluraamatut, mille abil on võimalik asukoha ja põllu põhiselt seirata eelpool loetletud KHG heitkoguseid mõjutavaid tegureid nagu näiteks kasvatatav kultuur, liik ja sort, kasutatud väetiste ja taimekaitsevahendite kogused, andmed lupjamise, sõnniku jne kohta, maaparandustüüp ja palju muud. Siiski ei ole sellise e-põlluraamatu täitmine kohustuslik kõigile tootjatele ning ei ole ka teada, kas see kunagi saab kohustuslikuks kõigile põllumajandustootjatele. E-põlluraamatu jaoks on võimalik kasutada erinevaid eratarkvarasid, osa neist on PRIA-ga liidestatud, kuid otsest kohustust selleks ei ole.



PRIA-s on kasutusel ka pinnaseiresüsteem, mille abiga vaadeldakse, jälgitakse ja hinnatakse põldudel läbiviidavat põllumajanduslikku tegevust. Pinnaseire aluseks on Copernicus Sentinel satelliidipildid või muud samaväärse väärtusega andmed. PRIA rakendab pinnaseiresüsteemi kõikide ÜPP strateegiakava 2023–2027 alusel antavate pindalapõhiste toetuste menetlemisel. Pinnaseiresse on kaasatud 100% pindala- ja maaelu arengu loomapõhiste toetuste taotlustel olevast põllumajandusmaast. Põldudel läbi viidavaid põllumajandustegevusi vaadeldakse, jälgitakse ja hinnatakse regulaarselt terve kontrollperioodi jooksul. Toetuste nõuete ja kohustuste täitmist kontrollitakse satelliidipiltide aegridade analüüsiga. Selle tarbeks talletatakse alates maist kuni septembri lõpuni satelliitide Sentinel 1 ja Sentinel 2 piltide aegridu.

Süsteem võtab arvesse e-PRIAs sisestatud põldude piire, kuid põldude pindalaid seirega ei mõõdata. Pinnaseiresüsteemi satelliidipildid kaardistavad viite erinevat põllumajandusega seotud tunnust ehk markerit. Markerite tulemuste põhjal arvutatakse, kas põllule kehtivad toetuse nõuded ja kohustused on täidetud. Pinnaseiresüsteemis on kasutusel järgmised markerid:

- mittetoetusõiguslikud objektid. Mittetoetusõiguslike objektidena käsitletakse põllul asuvaid püsivaid objekte nagu teed, hooned jms rajatised. Mittetoetusõigusliku objektina käsitletakse ka võsa, kui see on nii suur, et takistab järgmisel kasvuperioodil maa põllumajanduslikku kasutamist. Mittetoetusõiguslikku objekti ei arvestata põllu pindala sisse;
- homogeensus. Homogeenseks loetakse põldu, millel on kogu põllu ulatuses sama kultuur ja maakasutus või on tehtud kogu põllu ulatuses sama tegevust (nt on põld ühtlaselt niidetud või küntud kogu põllumaa ulatuses). Mittehomogeenseks loetakse põldu, millel on kasvamas mitu erinevat kultuuri või ei kasva üks kultuur kogu põllu ulatuses;
- kündmine. Kündmise all mõeldakse kõiki põllutöömashinade abil tehtud tegevusi, mille tulemusena on põllul ilma taimestikuta pinda. Seirega tuvastatakse periood, millal on põld olnud taimestikuta;
- niitmine. Niitmise all mõeldakse tegevust, mille tulemusena tuvastab seire põllu biomassis olulise languse. Süsteem registreerib ajavahemiku(d), millal muutused toimusid. Niitmise alla loetakse tinglikult ka biomassi vähenemist karjatamise tõttu;
- kultuurigrupp. Kõik põllukultuurid, millele saab pindalapõhiseid toetusi taotleda, on koondatud kultuurigruppidesse. Seirega tuvastatakse, millisesse kultuurigruppi põllul kasvav kultuur kuulub.

## Mitte-CO<sub>2</sub> heide biomassi põlengutest

Põlengute puhul hinnatakse biomassi ja surnud orgaanilise aine hävimisest tulenevaid CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O heitkoguseid metsamaal, rohumaal ja märgaladel. Metsatulekahjudest põhjustatud CO<sub>2</sub> heitkogused sisalduvad elusa biomassi heitkoguste hinnangutes, mistõttu CO<sub>2</sub> heitkoguseid topeltarvestuse vältimiseks praeguses kategoorias ei kajastata. Märgalade biomassi põlengute heitkogused on marginaalsed ning raporteeritakse rohumaal kategooria all.

2022. aastal toimusid põlengud 17,45 ha metsamaal ja 8,69 ha rohumaadel. Põlengutest tingitud heitkogus oli kokku 0,03 kt CO<sub>2</sub> ekv. 2022. aasta metsatulekahjude järel eraldunud CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O koguhulk oli vastavalt 0,77 t CH<sub>4</sub> ja 0,01 t N<sub>2</sub>O. Rohumaade metsatulekahjude mitte-CO<sub>2</sub> heitkogused on metsamaaga võrreldes üsna ebaolulised, kuna rohumaadel kasvab biomassi ligikaudu 10 korda vähem. Põllumaadel ja asulates biomassi põlengutest tekkivad heidet ei

arvestata, kuna selle hindamiseks vajalike tegevusandmete kogumine on ebaproportsionaalselt mahukas töö. Perioodil 1990–2022 on kõige suurem biomassi põlengutest tingitud heide olnud 7,99 kt CO<sub>2</sub> ekv 2006. aastal. Samas moodustas see vaid 0,04% kogu heitkogusest ilma LULUCF sektorit arvesse võtmata.

Informatsioon põlengute kohta saadakse Päästeametilt, kes teatab kõikidest metsa- ja maastiku põlengutest. KAUR valib nende seast välja enam kui 0,1 ha suurused alad ja inventeerib need. Põlengu täpne asukoht, maakasutus ja põlenguks vajalik põlevaine kogus (st biomass, varis ja surnud puit) tuvastatakse välitööde käigus. Vajadusel jagatakse ala ka mitme maakasutus-kategooria vahel. Seega kasutatakse põlengutest tuleneva mitte-CO<sub>2</sub> heite arvestamiseks Tier 2 metoodikat, mis on täiesti piisav selle kategooria jaoks.

## Puittooted

Puittoodete kategooria hõlmab kõiki Eesti kasutusel olevaid puittooteid, sh täispuittooted (saematerjal ja puitpaneelid), paberitooted (paber ja papp) ning pleegitatud poolkeemiline puidumass. Tselluloos on paberitootmise sisend ning kogu pleegitatud poolkeemiline puidumass läheb ekspordiks. Aruandluses ei arvestata ümarpuidu varu ja selle muutusega. Samuti on arvestusest väljas jäätmepuit ja selles seotud süsinik.

Puittoodete kategooria sidus 2022. aastal 641.58 kt CO<sub>2</sub>. Süsinikuvaru muutuse hindamisel arvestatakse nii talletatud kui ka lagunemisel eralduvaid süsiniku koguseid. Kõige suurema osakaaluga selles kategoorias olid saematerjal ja puitplaadid. Paberi ja papi ning pleegitatud kemi-termo-mehaanilise puitmassi kategooriate osakaal ja mõju süsinikuringlusele on lühiajaline ja väike, seda eelkõige lühikese poolestusaja tõttu. Puittoodete panus süsiniku sidumisse olnud suur ja see on jätkuvalt bilansi oluline tasakaalustaja.

Süsinikuvaru muutuste arvutamiseks kasutatakse peamiselt Tier 1 metoodikale vastavaid vaikeväärtusi, sh seda nii eriheiteteguri kui ka poolestusaja osas. Pleegitatud poolkeemilise puidumassi süsinikuvarude muutusi hinnatakse riigipõhise Tier 2 eriheiteteguriga (0,4275 t C m<sup>-3</sup>).

Võtmekategooriaks puittoodete korral on saematerjal ja puitpaneelid, mis annavad suurima panuse kategooria süsinikusidumisest. Seega on oluline liikuda nende toodete korral kõrgema määramistasandiga riigipõhisele metoodikale.

Eesti Maaülikool on perioodil 2021–2022 läbi viinud projekti “Raietoodete andmestiku lähteandmete hindamine ja täiustamine”. Selle eesmärk oli pakkuda täpsemaid ja täielikumaid andmeid puittoodete arvutusteks, sh statistiliste andmete kvaliteedikontrolliks. Kahjuks ei andnud uuring piisavalt häid tulemusi, et selle põhjal metoodikat täiendada.

Aastal 2022 viidi Kers jt (2022) poolt läbi uuring „Metoodika raietoodete riiklike poollagunaegade leidmiseks“, kuid selle tulemusena leiti, et hetkel ei ole mõistlik ega võimalik riigipõhiseid poollagunaegade metoodikat välja arendada, kuna see vajaks ebaproportsionaalselt palju tööd. Eestil puudub hetkel riiklik statistika ja üksikasjalik väliskaubandusstatistika kõigi vajalike kaubagruppide kohta. Samuti puudub piisav teave puittoodete sisetarbimise kohta ning ehituses tarbitava puidu kogused on ebaselged. Uuringu käigus tuvastati ka, et Eesti kliima jaoks puuduvad teaduslikud uuringud seonduvalt puidu bioloogilise lagunemisega ja selleks kuluva ajaga.

## Kokkuvõte ja peamised järeldused

Lähtudes viimasest, 2024. aasta märtsis esitatud KHG inventuurist oli 2022. aastal Eesti summaarne KHG heitkogus 14,3 miljonit tonni CO<sub>2</sub> ekv, ilma LULUCF sektorita oli heide 14,0 miljonit tonni CO<sub>2</sub> ekv. 2022. aastal tulenes suurem osa KHG heitkogusest energeetikasektorist, sh energiatööstus ja -tootmine moodustasid 64% ning transport 18%. Põllumajanduse heide moodustas 2022. aastal koguheitest 11%, lõviosa sellest moodustavad põllumajandusmaadelt pärit ja kariloomade soolesisese fermentatsiooni käigus tekkinud KHG heitkogused. LULUCF sektor oli 2022. aastal KHG emiteerija netoheittega 339 kt CO<sub>2</sub> ekv. Ainsad LULUCF kategooriad, mis 2022. aastal süsinikku sidusid, olid metsamaa, puittooted ja väiksemal määral ka rohumaad. Suurima KHG netoheittega LULUCF sektoris olid märgalad ja põllumaad.

Vastavalt IPCC 2006. aasta suunistele koostatakse LULUCF sektoris igal aastal inimtekkeliste KHG heite ja sidumise hinnanguid kuues maakategoorias: metsamaa, põllumaa, rohumaa, märgalad, asulad ja muud maad (vt allolev tabel). Maakategooriad jagunevad omakorda maakasutusmuutustega ja -muutusteta aladeks. Iga LULUCF maakategooria jaguneb omakorda alamkategooriateks, mille all raporteeritakse aastast süsinikuvaru muutust järgmistes süsiniku talletajates: elus biomass (maapealne ja maa-alune biomass), surnud orgaaniline aine (surnud puit ja varis) ja mullad (mineraal- ja kuivendatud turvasmullad). Hinnang antakse ka puittoodete kohta järgmistes alamkategooriates: saematerjal, puitplaadid, kemi-termo-mehaaniline puitmass, paber ja papp. Lisaks süsinikuvarus toimuvate muutustele peetakse arvestust N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub> voogude üle, mis tulenevad turvasmuldade kuivendamisest, põlengutest ning lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest muldades. Kuivendamata turvasmuldade ja looduslike märgalade KHG netoheidet/ -sidumist inventuuri raames ei hinnata.

Lisaks LULUCF sektorile on maakasutusega seotud KHG heide, mis tuleneb põllumajandusmaadelt ja kajastub KHG inventuuris põllumajandussektoris. See hõlmab endas otseseid N<sub>2</sub>O heitkoguseid, mis tulenevad mineraalväetiste, sõnniku, komposti ja jäätmepõhise digestaadi ning reoveesette laotamisest põllumajandusmaadele, põllukultuuride jääkidest, mulla orgaanilise aine mineraliseerumisest, turvasmuldade harimisest ja loomade karjatamisel tekkinud väljaheidetest. Kaudne N<sub>2</sub>O heide sisaldab heitkoguseid atmosfäärist sadestumisest ja lämmastiku leostumisest ja äravoolust. Põllumaade lupjamisest ja karbamiidi kasutamisest tuleneb CO<sub>2</sub> heide, mida samuti raporteeritakse KHG inventuuris põllumajandussektori all.

Heite- või maakategooria KHG inventuuris ja selles kategoorias raporteeritav KHG	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
3.D Põllumajandusmaad			V
3.G Lupjamine	V		
3.H Karbamiidi kasutamine	V		
4.A Metsamaa	V	V	V
4.B Põllumaa	V		V
4.C Rohumaa	V	V	V
4.D Märgalad	V	V	V
4.E Asulad	V		V
4.F Muu maa	V		V
4.G Puittooted	V		

Riigil on kohustus KHG inventuuri ja selle kvaliteeti pidevalt parendada, sh täiustades algandmete allikaid, kasutatavaid meetodikaid ning liikuda järjest kõrgematele määramistasanditele ja

geograafiliselt täpsematele ja täielikumatele ruumiandmetele. Kõige madalam määramistasand on Tier 1 ja sel juhul kasutatakse IPCC heitetegureid KHG arvutamiseks, Tier 3 tähendab KHG heitkoguse arvutamist riigipõhise mudeli või mõõtmiste põhjal. Eelkõige julgustatakse kõrgematele määramistasanditele liikumist KHG inventuuri võtmekategorias, mis on sellised kategooriad, millel on märkimisväärne mõju kogu inventuuri andmetele heitkoguste taseme või trendi (või mõlema) seisukohast. Võtmekategooria analüüsi tulemused on abiks metodoloogiliste valikute langetamisel ning selle üldine eesmärk on leida üles heitkoguste taseme või trendi seisukohast kõige tähtsamad maa- ja heitekategooriad ning KHG-d, et suunata piiratud ressursid just nendes kategoorias Tier 2 ja Tier 3 metoodika välja töötamisele. Maakasutusega seotud võtmekategooriad ja selles kategoorias kasutusel olev metoodika (Tier 1, Tier 2 või Tier 3) KHG heite arvutamiseks põllumajanduse (kategooria tähis 3) ja LULUCF (kategooria tähis 4) sektoris on:

IPCC heitekategooria	KHG ja võtmekategorias kasutatav metoodika			
	Gaas	Tier 1	Tier 2	Tier 3
3.D.1.1 Direct Soil Emissions - Inorganic N Fertilizers	N2O	V		
3.D.1.2a Direct Soil Emissions - Animal Manure Applied to Soils (including manure digestates)	N2O	V		
3.D.1.2c Direct Soil Emissions - Compost, and Waste Digestates Applied to Soils	N2O	V		
3.D.1.3 Direct Soil Emissions Urine and Dung Deposited by Grazing Animals	N2O	V		
3.D.1.4 Direct Soil Emissions - Crop Residue	N2O	V		
3.D.1.6 Direct Soil Emissions - Cultivation of Organic Soils	N2O	V		
3.D.2.1 Indirect Emissions - Atmospheric Deposition	N2O	V		
3.D.2.2 Indirect Emissions - Nitrogen Leaching and Run-off	N2O	V		
3.G Liming	CO2	V		
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land - dead wood	CO2			V
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land - living biomass	CO2			V
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land - mineral soils	CO2		V	
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land - organic soils	CO2	V		
4.A.2 Land converted to Forest Land - litter	CO2		V	
4.A.2 Land converted to Forest Land - living biomass	CO2			V
4.B.1 Cropland remaining Cropland - mineral soils	CO2		V	
4.B.1 Cropland remaining Cropland - organic soils	CO2	V		
4.B.2 Land converted to Cropland - mineral soils	CO2		V	
4.B.2 Land converted to Settlements - mineral soils	CO2		V	
4.C.1 Grassland remaining Grassland – living biomass	CO2			V
4.C.2 Land converted to Grassland – mineral soils	CO2		V	
4.D Forest Land 4(II) Emissions and removals from drainage and rewetting	N2O	V		
4.D Forest Land 4(II) Emissions and removals from drainage and rewetting	CH4	V		
4.D.1.1 Peat extraction remaining Peat extraction - organic soils	CO2		V	
4.E.2 Land converted to Settlements - living biomass	CO2			V
4.G Wood panels and sawnwood	CO2	V		

Ülaltoodud tabel kajastab vaid võtmekategooriaid maakasutusega seonduvalt KHG inventuuri põllumajanduse ja LULUCF sektoris, mitte kõiki heite- ja maakategooriaid. Kuigi teatud võtmekategooriate korral on Eestis välja töötatud riigipõhised Tier 2 ja Tier 3 meetodid, siis kõige laiemalt on kasutusel jätkuvalt Tier 1 meetodid, sh maakasutusest tuleneva KHG heite korral põllumajandussektoris. KHG inventuuri põllumajandussektori võtmekategooriates on riigil soovitatav (mitte kohustuslik!) liikuda kõrgemale määramistasandile, st vähemalt Tier 2 meetodika kasutamisele. Seega on soovituslik välja töötada Tier 2 meetodika kohased riigipõhised eriheitetegurid otsese ja kaudse N<sub>2</sub>O heite ning lupjamisest ja karbamiidi kasutamisest tuleneva CO<sub>2</sub> heite määramiseks põllumajandusmaadel. KHG inventuuri LULUCF sektoris on kasutusel nii Tier 1, Tier 2 kui ka Tier 3 meetodid. Kui Tier 3 meetodid LULUCF-is on seotud elus biomassi määramisega erinevates maakategooriates, siis turvasmuldade korral on jätkuvalt kasutusel Tier 1 eriheitetegurid. Mineraalmuldade ja varise korral on erinevates maakategooriates kasutusel peamiselt Tier 2 meetodid. LULUCF sektoris on riigil kohustus järk-järgult liikuda kõrgemate määramistasandite ja Tier 3 meetodikate kasutamisele.

Tulenevalt EL-i roheleppest ja selle raames jõustunud või ka veel läbirääkimistel olevatest erinevatest regulatsioonidest (LULUCF määrus; energialiidu ja kliimameetmete juhtimismäärus, metsaseire määrus, looduse taastamise määrus jne) on LULUCF sektoris lisandumas täiendavad KHG seire ja aruandluse nõuded. Nende nõuete täitmine on eelduseks, et riik saaks kasutada erinevaid paindlikkus- ja kompensatsioonimeetmeid LULUCF sektori eesmärkide täitmisel. Lähtudes jõustunud LULUCF määrusest ning energialiidu ja kliimameetmete juhtimismäärusest võib ajavahemikul 2021–2025 kasutada LULUCF sektoris Tier 1 meetodikaid kooskõlas IPCC 2006. aasta suunistega, v.a selliste süsiniku talletajate osas, mille arvele langeb vähemalt 25% heitest või sidumisest kategoorias, mis on liikmesriigi poolt prioriteetseks määratud. Nende prioriteetsete heitekategooriate osas tuleb liikuda kõrgemale määramistasandile ja esimesel võimalusel võtta kasutusele Tier 2 meetodika. Eestis puudutab see eelkõige KHG heidet turvasmuldadelt erinevates maakategooriates, mis tähendab, et selles vallas arendustega edasi liikumine on kriitiline.

Alates 2028. aastast tuleb kasutada KHG inventuuri koostamisel LULUCF sektoris vähemalt Tier 2 meetodikaid kooskõlas IPCC 2006. aasta suunistega. Seejuures tuleb võimalikult varakult ja hiljemalt 2030. aastaks üle minna Tier 3 meetodikale järgmiste maa-alade korral: märgalad, metsad, taastamist vajavad ja taastamisel olevad alad, kõrge kliimarisikiga alad (üleujutusohuriskiga alad, sh asulad) ning loodus-, linnu- ja veeraamdirektiivist tulenevad kaitsealad. Jätkuvalt võib kasutada Tier 2 meetodikat vaid selliste alade korral, mille osakaal on vähem kui 1% majandatava maa pindalast. Eelnevalt tulenevalt on vajalik välja töötada Tier 3 meetodid nii mineraal- kui turvasmuldade jaoks metsamaa, põllumaa, rohuma, märgala ja asula maakategooriates. Samuti vajavad täpsustamist ja eraldiseisvaid meetodikaid kõikvõimalikud majandamispraktikad ja taastamise meetmed erinevates maakategooriates, et nende tulemuslikkust oleks võimalik KHG inventuuris õiglaselt ja õigesti kajastada. Puudulik on ka KHG meetodika seonduvalt varise hinnangutega erinevates maakategooriates, sh ülemineku-kategooriates.

Eesti KHG inventuuri eest vastutav asutus on Kliimaministeerium, kes 2018. aastal andis EKUK-ile kohustuse koordineerida KHG inventuuri esitamise protsessi, vastutada lõpliku kvaliteedikontrolli ja kvaliteedi tagamise eest ning esitada riiklik KHG inventuur Euroopa Komisjonile ja ÜRO kliimamuutuste raamkonventsioonile. Riiklik KHG inventuuriaruanne koostatakse mitme asutuse, peamiselt KLIM, EKUK ja KAUR koostöös, aga selleks kasutatakse ka andmeid, mis saadakse järgmistelt asutustelt: Maa-amet, PRIA, Statistikaamet, METK, Päästeamet jne. EKUK

vastutab energeetika, tööstusprotsesside ja toodete kasutamise, põllumajanduse ja jäätmete sektorite heitkoguste hinnangute koostamise eest. KAUR vastutab LULUCF sektori KHG heitkoguste hinnangute koostamise eest.

Et vastutus maakasutusega seotud KHG heite seire ja aruandluse osas on jaotunud mitme asutuse vahel, siis ilmselt sellest tingituna on killustatud KHG inventuuri täiustamisega seotud arendused. Selle tulemusena puudub üks keskne vastutaja ja koordineerija, kes omaks terviklikku, tulevikku vaatavat ja piisavalt heal tehnilisel tasemel ülevaadet kogu maakasutusega seotud KHG inventuurist, sh kasutatavatest algandmetest ja meetodikatest. Näiteks on praegu ebaselge, kuidas ja mis alusel KHG inventuuri arendusprojektide elluviimine ja rahastamine otsustatakse ning kuidas tagatakse, et arendused tagavad riiklike kohustuste täitmise ja erinevate sektorite vajadused. Sageli liiguvad ka arendused erinevaid asutusi ja rahastusi pidi, mistõttu keskne tugev koordineerimine on hädavajalik. KHG inventuuri, sh eelkõige maakasutusega seotud KHG inventuuri täiustamiseks ja edasiseks arendamiseks on tarvis tugevdada koostööd ja koordinatsiooni eelpool loetletud erinevate asutuste vahel ning kaasata KHG inventuuri arendamise otsustusprotsessi ka teadlasi ja ametnikke väljastpoolt KLIM haldusala, sh hõlmates eksperte nii teaduse, inventuuri tehnilise poole, statistika ja algandmete (sh ruumiandmete) kogumisega tegelevate asutuste kui ka poliitikakujundajate hulgast. KHG inventuuri arenduste planeerimisel, elluviimisel ja sellega seonduva riikliku seire arendamisel võiks olla juhtroll nõuandval kojal, kuhu lisaks ametnikele ja tehnilistele ekspertidele kuuluvad ka teadlaste esindajad. Kindlasti ei tuleks siin mõelda uue keha loomisele, vaid kasutada selleks ära olemasolevaid kehasid nagu nt LULUCF ametnike kohtumised, Kliimanõukogu vms, seejuures on eriti tervitatav, kui keskne koordineerimine ja ettevalmistus ning ka hilisem elluviimine käib ühes ja lõplik otsustamine teises.

Käesoleva töö raames said kaardistatud nii käimasolevad arendused ja projektid (vt Lisa 3) kui ka arendusvajadused tulenevalt EL regulatsioonidest ja täpsustunud seirenõuetest. Alljärgnevas tabelis on esitatud esialgne loetelu (kindlasti mitte lõplik loetelu) võimalikest arendustöödest, mis on vajalikud KHG inventuuri täiustamiseks ning ühtlasi LULUCF seire- ja aruandlusnõuete täitmiseks. LULUCF arenduste vajalikkust seoses täiendavate LULUCF seirenõuetega on hinnatud 2030 perspektiivis ning lisaks sellele on välja toodud ka arenduse seos teiste EL regulatsioonidega. Eraldi on ära märgitud ka need arendused, mis mõjutavad oluliselt KHG netoheidet kas seetõttu, et vastav sektor/kategooria moodustab märkimisväärse osa maakasutusega seotud KHG netoheidest või on arenduse elluviimise tulemusena oodata KHG netoheidete olulist suurenemist/vähendamist võrreldes praeguse tasemega. Ühtlasi on eraldi tulbana välja toodud need arendused, mis aitavad erinevates strateegiadokumentides planeeritud KHG heitkoguste leevendusmeetmete tegelikku mõju KHG heite vähenemisele riiklikus inventuuris tulevikus arvesse võtta.

Esimeses järjekorras tuleks viia ellu need arendused, mis on arendusvajaduste tabelis märgitud kui „vajalik“ arendus LULUCF seirenõuete täitmiseks. Need on arendused, mis on seotud riigipõhiste Tier 3 KHG meetodikate kasutuselevõtmisega hiljemalt 2030. aastaks. Eelkõige tähendab see erinevatele maakategooriatele mullamudelite edasiarendamist, Eesti oludele kohandamist ja LULUCF aruandluses kasutuselevõtmist. Seetõttu võib neid arendusi lugeda kõige prioriteetsemateks selles arendusvajaduste tabelis. Prioriteetseks tuleks pidada ka neid arendusi, mis on seotud erinevates maakategooriates kliimamuutuste leevendusmeetmete elluviimisega ning nende võimaliku mõju arvestamisega KHG inventuuris, sh eelkõige tulenevad need meetmed menetluses olevast Kliimakindla majanduse seadusest. Eraldi teemaplokina on kindlasti oluline rõhutada ruumiandmetega seotud arenduste prioriteetsust, kuna neil on laiem

toetav roll, kui vaid maakasutus ja sellega seotud KHG aruandlus. Kui esimeses järjekorras on oluline saada terviklik ülevaade ja baaskaart Eesti mullastiku ja LULUCF ruumiandmete kohta, siis KHG aruandluse ja laiemalt maakasutuse ja poliitikate suunamiseks on edaspidi oluline neid andmeid täpsustada ja luua riigi tasemel detailsemad ruumiandmed ka erinevate majandamisviiside, metsakahjustuste, taastamistegevuste jne kohta. Seeläbi on võimalik oluliselt parendada ülevaadet riigi maakasutustest, sellega seotud arengutest ja statistilistest andmetest. Kõige selle tulemusena on alltoodud tabelis erinevates maakasutuskategooriate plokkides arendusvajadused seatud ka prioriteetsuse järjekorda (vt kõige esimene tulp tabelis).

## KHG arendusvajaduste tabel

Prioriteet-sus	Arendusvajadus	Arendus on töös	Tellijä / Vastutaja	Seos LULUCF seirenõuetega	Muud seotud regulatsioonid	Arenduse mõju KHG raporteerimisele	Aitab meetmete KHG mõju arvestada	Arenduse hinnanguline kestvus
<b>KÕIK MAA- ja HEITEKATEGOORIAD</b>								
1	Riigipõhise metoodika välja töötamine lämmastiku mineraliseerumisest ja leostumisest tuleneva N <sub>2</sub> O heite jaoks kõikides maakateooriates	ei	KAUR	vajalik	mullaseire direktiiv	vähene		2 aastat
2	Eesti mullastiku ruumiandmete uuendamine ja kasutuselevõtt KHG inventuuris asukoha- ja pindalapõhiseks raporteerimiseks (MULD2)	jah	KAUR	tugevalt toetav	mullaseire direktiiv	märkimisväärt	jah	2-3 aastat
3	LULUCF ruumiandmed ja baaskaart kaugseire ja muude andmekihtide toel	ei	KAUR	tugevalt toetav			jah	2 aastat
4	LULUCF ruumiandmete ja baaskaardi edasiarendus maakasutusmuutuste arvestamiseks	ei	KAUR	tugevalt toetav			jah	1 aastat
5	Metoodika arendus ajalooliste maakasutusmuutuste arvestamiseks (TÜ)	jah	KAUR	tugevalt toetav				<1 aasta
6	Kraavide kaardikihi uuendamine ja LULUCF aruandluses kasutamine kombineerides kaugseiret ja teisi ruumiandmeid	jah	Maaamet ja PTA	toetav	mullaseire direktiiv ja metsaseire määrus		jah	2 aastat
7	Kraavide KHG metoodika edasiarendus	ei		toetav	mullaseire direktiiv		jah	1-2 aastat
8	Riikliku mullaseire arendamine (k.a LUCAS andmed), sh turvasmuldade seire osas	ei	KAUR	toetav	mullaseire direktiiv ja metsaseire määrus			Pidev
<b>METSAMAA</b>								
1	Kuivendatud metsamaa turvasmuldade süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus KHG inventuuris	jah	EKUK	vajalik	mullaseire direktiiv ja	märkimisväärt	jah	2 aastat



Priori- teet- sus	Arendusvajadus	Arendus on töös	Tellija / Vastutaja	Seos LULUCF seirenõuetega	Muud seotud regulatsioonid	Arenduse mõju KHG raporteeri- misele	Aitab meetmete KHG mõju arvestada	Arenduse hinnanguline kestvus
					metsaseire määrus			
2	Metsamuldade, sh nii mineraal- kui turvas- muldade süsinikuvaru dünaamika (sh peen- juured, varis jne) hindamine ja sobiva mudeli rakendamine	ei	KAUR	vajalik	mullaseire direktiiv ja metsaseire määrus	märkimis- väärne	jah	2-3 aastat
3	Turvasmuldadel metsades erinevate majandamispraktikate ja taastamismeetmete kaardistus ja KHG metoodika arendus	ei	KAUR	vajalik	mullaseire direktiiv	märkimis- väärne	jah	2-3 aastat
4	Uute puittoodete (juhul kui rajatakse biotoodete tehas) poolalguagade analüüs ja riigipõhise KHG metoodika arendus	ei		vajalik	süsiniku eemaldamise sertifitseerimise määrus ja LULUCF määrus	märkimis- väärne	jah	3-4 aastat
5	Eesti metsade kõrgus- ja tagavara ruumi- andmete arendus, sh kaugseire toel	jah	KAUR	tugevalt toetav	metsaseire määrus	märkimis- väärne		1-2 aastat
6	Metsamaski metoodika arendus, sh kaugseire kombineerimine kaitsemetsade ja majandus- metsade ruumiandmetega	jah	KAUR	tugevalt toetav	metsaseire määrus ja looduse taastamise määrus	märkimis- väärne		1-2 aastat
7	Lageraiealade tuvastamise metoodika ja kaug- seire rakenduse arendus	jah	KAUR	tugevalt toetav	mullaseire direktiiv, metsaseire määrus ja looduse taastamise määrus	märkimis- väärne		1 aasta
8	Metsakahjustuste ruumiandmed kaugseire abil	jah	KAUR	tugevalt toetav	metsaseire määrus	vähene		1 aasta

Priori- teet- sus	Arendusvajadus	Arendus on töös	Tellija / Vastutaja	Seos LULUCF seirenõuetega	Muud seotud regulatsioonid	Arenduse mõju KHG raporteeri- misele	Aitab meetmete KHG mõju arvestada	Arenduse hinnanguline kestvus
9	Metsade eraldise kooseisu ja puuliigi tuvastus kaugseire abil	jah	KAUR	tugevalt toetav	metsaseire määrus	vähene		1 aasta
10	Erineva viljakuse ja niiskusega metsade süsinikubilansi dünaamika ja KHG meetoodika arendus	ei		toetav	mullaseire direktiiv ja metsaseire määrus	märkimis- väärne	jah	1-2 aastat
11	Puittoodete poollagunaegade analüüs ja riigi- põhise KHG meetoodika arendus	ei		toetav	süsiniku eemaldamise sertifitseerimise määrus	märkimis- väärne		2-3 aastat
12	Erinevate metsamajandamispraktikate tuvastamine ja ruumiandmed kaugseire toel	jah	KAUR	toetav	metsaseire määrus	vähene	jah	2 aastat
13	Muule kui metsamaale rajatavate istandike süsinikubilansi hindamine ja KHG meetoodika arendus	ei		toetav	metsaseire määrus ja taastuenergia direktiiv	vähene	jah	3-5 aastat
14	Metsapõlengute ruumiandmete kasutuselevõtt KHG aruandluses	ei		toetav	metsaseire määrus	vähene		1 aasta
15	Metsade võrastiku liituse määramine kaugseire meetoditega	jah	KAUR	toetav	metsaseire määrus			1-2 aastat
16	Metsade lehepinnaindeksi ja varise määramine kaugseire meetodite abil	ei		toetav	metsaseire määrus			<1 aasta
<b>PÕLLUMAA- ja ROHUMAA</b>								
1	Põllumajandusmuldade süsinikuvaru dünaamika hindamine riiklikus KHG inventuuris	jah	EKUK	vajalik	mullaseire direktiiv	märkimis- väärne		2-4 aastat
2	Põllu- ja rohumaade jaoks mullamudeli rakendamise ettevalmistus	ei	KAUR	vajalik	mullaseire direktiiv	märkimis- väärne	jah	1-2 aasta
3	Turvasmuldade märjutamisega ( <i>rewetting</i> ) seotud süsinikuvaru analüüs ja KHG meetoodika arendus (RITA+ taotluse teema)	ei	KLIM	vajalik	mullaseire direktiiv ja looduse taastamise määrus	märkimis- väärne	jah	2-3 aastat

Priori- teet- sus	Arendusvajadus	Arendus on töös	Tellijä / Vastutaja	Seos LULUCF seirenõuetega	Muud seotud regulatsioonid	Arenduse mõju KHG raporteeri- misele	Aitab meetmete KHG mõju arvestada	Arenduse hinnanguline kestvus
4	Maastikuelementide, sh puudesalude ja hekkide, süsinikuvaru dünaamika analüüs ja KHG meetodika arendus	ei		tugevalt toetav	mullaseire direktiiv ja looduse taastamise määrus	vähene	jah	2-4 aastat
5	Väetiste, sh nii mineraal- kui orgaaniliste väetiste kasutusega seotud KHG mõõtmised ja meetodika arendus	ei		toetav	mullaseire direktiiv	märkimis- väärne	jah	2 aastat
6	KHG meetodikate arendus erinevate majandamispraktikate ja kliimamuutuste leevendusmeetmete jaoks põllumajanduslikel maal (osaliselt kaetud RITA+ taotlusega)	ei		toetav	mullaseire direktiiv	märkimis- väärne	jah	2-3 aastat
7	E-põlluraamatu toel erinevate põllu- majanduslike majandamispraktikate, rakendatavate meetmete ja kasvatatavate kultuuride ruumiandmete rakendus	jah	PRIA	toetav		märkimis- väärne	jah	1-2 aastat
8	Erinevat tüüpi rohumaade kaardistus, nende tuvastamise seiremeetodika ja KHG meetodika arendus	ei		toetav		märkimis- väärne	jah	2-4 aastat
9	KHG püsiseire põllumajanduslikul maal	ei		toetav	mullaseire direktiiv		jah	pidev
10	Maastikuelementide tuvastamine kaugseire meetoditega	jah	PRIA ja METK	toetav		vähene	jah	1 aasta
11	Põllumajanduslike majandamispraktikate seire arendus kaugseire meetoditega	jah	PRIA	toetav			jah	2 aastat
12	Põllukultuuride asukohapõhine tuvastamine ja kaardistamine kaugseire meetoditega	jah	PRIA	toetav			jah	1 aasta
13	Riigispetsiifilise meetodika arendamine KHG inventuuri "põllumajandusmaad" sektoris põllukultuuride jääkidest ja karjatamisest tekkivate heitkoguste arvutamiseks	jah	EKUK	puudub		märkimis- väärne	jah	2 aastat

Priori- teet- sus	Arendusvajadus	Arendus on töös	Tellija / Vastutaja	Seos LULUCF seirenõuetega	Muud seotud regulatsioonid	Arenduse mõju KHG raporteeri- misele	Aitab meetmete KHG mõju arvestada	Arenduse hinnanguline kestvus
14	Riigispetsiifilise meetodika arendamine KHG inventuuri „põllumajandusmaad“ sektori orgaaniliste turvasmuldade harimisest tekkivate heitkoguste arvutamiseks	jah	EKUK	puudub		märkimis- väärne	jah	2 aastat
15	Lupamise mõju mulla süsinikuvarule ja vastava KHG meetodika arendus	ei		puudub	mullaseire direktiiv	vähene	jah	2 aastat
<b>MÄRGALAD</b>								
1	KHG meetodika arendus jääsoode ja taastatud märgalade jaoks (väike TA)	jah	KLIM	vajalik	mullaseire direktiiv ja looduse taastamise määrus	märkimis- väärne	jah	3-4 aastat
2	Taastatud märgalade iga-aastase seire meetodika arendus, sh kaugseire meetoditega	ei	KAUR	vajalik	looduse taastamise määrus	märkimis- väärne	jah	1-2 aasta
3	Aiandusturba kasutamisest (sh turbatoodetes seotud süsiniku analüüs) tuleneva KHG meetodika arendus (KIK rahastus; vajab edasiarendust)	jah	Turbaliit	tugevalt toetav		märkimis- väärne	jah	1-2 aastat
4	Freesturbaväljade KHG meetodika arendus ja rakendamise ettevalmistus	ei	KAUR	toetav	mullaseire direktiiv	märkimis- väärne	jah	2 aastat
5	Freesturbaväljade kaardistamine kaugseire jt ruumiliselt täpsete andmete saamise meetoditega	ei	KAUR	toetav		märkimis- väärne	jah	1 aasta
6	KHG meetodika arendus kuivendamisest mõjutatud turbaaladele	ei		toetav	mullaseire direktiiv ja looduse taastamise määrus	märkimis- väärne	jah	2-3 aastat
7	Kuivendamisest mõjutatud turbaalade kaardistus kaugseire jt meetoditega	ei		toetav	mullaseire direktiiv	märkimis- väärne	jah	3-4 aastat

Priori- teet- sus	Arendusvajadus	Arendus on töös	Tellija / Vastutaja	Seos LULUCF seirenõuetega	Muud seotud regulatsioonid	Arenduse mõju KHG raporteeri- misele	Aitab meetmete KHG mõju arvestada	Arenduse hinnanguline kestvus
8	KHG püsiseirejaama rajamine sooökosüsteemi	ei	KAUR	toetav	mullaseire direktiiv ja looduse taastamise määrus		jah	pidev
9	Märgalade niiskusrežiimi ja veetaseme hindamine kaugseire jt meetoditega	ei		toetav	mullaseire direktiiv		jah	1-2 aastat
<b>ASULAD ja MUU MAA</b>								
1	Riigipõhise KHG meetodika arendus asula kategooria muldadele	ei	KAUR	vajalik	mullaseire direktiiv			2-3 aastat
2	Riigipõhise KHG meetodika arendus muldadele, mis asuvad asulaks muudetud maal	ei	KAUR	vajalik	mullaseire direktiiv			2-3 aastat
3	Asulate ja muu maa kategoorias biomassi süsinikuaru muutuste hindamine kaugseire ja SMI meetodite kombineerimisel	ei	KAUR	vajalik				2-3 aastat

## Kasutatud kirjandus

Abdalla, M., Espenberg, M., Zavattaro, L., Lellei-Kovacs, E., Mander, U., Smith, K., Thorman, R., Damatirca, C., Schils, R., ten-Berge, H., Newell-Price, P., Smith, P. (2022). Does liming grasslands increase biomass productivity without causing detrimental impacts on net greenhouse gas emissions? *Environmental Pollution*, 300, 118999. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118999>

Alm, J., Wall, A., Myllykangas, J.-P., Ojanen, P., Heikkinen, J., Henttonen, H. M., Laiho, R., Minkkinen, K., Tuomainen, T., and Mikola, J. (2023). A new method for estimating carbon dioxide emissions from drained peatland forest soils for the greenhouse gas inventory of Finland, *Biogeosciences*, 20, 3827–3855, <https://doi.org/10.5194/bg-20-3827-2023>.

Aosaar, J., Buht, M., Erik, L., Varik, M., Aun, K., Uri, M., Kukumägi, M., Sepaste, A., Becker, H., Hordo, M., Uri, V. (2023). Short-term effects of pre-commercial thinning on carbon cycling in fertile birch (*Betula* sp.) stands in hemiboreal Estonia. *European Journal of Forest Research*. <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-023-01631-3>

Aosaar, J., Drenkhan, T., Adamson, K., Aun, K., Becker, H., Buht, M., Drenkhan, R., Fjodorov, M., Jürimaa, K., Morozov, G., Pihlak, L., Piiskop, K., Riit, T., Varik, M., Väär, R., Uri, M., Uri, V. (2020). The effect of stump harvesting on tree growth and the infection of root rot in young Norway spruce stands in hemiboreal Estonia. *Forest Ecology and Management*, 475, ARTN 118425. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118425>

Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Morozov, G., Aun, K., Kukumägi, M., Padari, A., Uri, V. (2019). Soil respiration and nitrogen leaching decreased in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) coppice after clear-cut. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34 (6), 445–457. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2019.1610189>

Aun, K., Kukumägi, M., Varik, M., Becker, H., Aosaar, J., Uri, M., Buht, M., Uri, V. (2021). Short-term effect of thinning on the carbon budget of young and middle-aged silver birch (*Betula pendula* Roth) stands. *Forest Ecology and Management*, 480, ARTN 118660. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118660>

Aun, K., Kukumägi, M., Varik, M., Becker, H., Aosaar, J., Uri, M., Morozov, G., Buht, M., Uri, V. (2021). Short-term effect of thinning on the carbon budget of young and middle-aged Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. *Forest Ecology and Management*, 492, 119241. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119241>

Aun, K., Kukumägi, M., Varik, M., Uri, M., Buht, M., Aosaar, J., Padari, A., Sepaste, A., Soosaar, K., Becker, H., Uri, V. (2022). Recovery dynamics of ecosystem carbon budgets in a young silver birch stand chronosequence after clear-cut–Estonian case study. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 37 (5-8), 352–365. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2022.2155235>

Becker, H., Aosaar, J., Varik, M., Morozov, G., Aun, K., Mander, Ü., Soosaar, K., Uri, V. (2018). Annual net nitrogen mineralization and litter flux in well-drained downy birch, Norway spruce and Scots pine forest ecosystems. *Silva Fennica*, 52 (4), 1–18. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.10013>

Bellassen, V., Cienciala, E., Lehtonen, A. (2023). Moving to higher tiers for soil carbon. Korosuo, A., Blujdea, V., Rossi, S. and Grassi, G. (eds.) Publications Office of the European Union, Luxembourg. [JRC Publications Repository - Moving to higher tiers for soil carbon \(europa.eu\)](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/11362/73200)

Buht, M., Padari, A., Aosaar, J., Varik, M., Aun, K., Uri, M., Becker, H., Kukumägi, M., Sepaste, A., Uri, V. (2023). Biomass allocation and equations for silver birch (*Betula pendula*) and downy birch (*Betula pubescens*) in Estonia. *Scandinavian Journal of Forest Research*. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2023.2273250>

Clément, R., Pärn, J., Maddison, M., Henine, H., Chaumont, C., Tournebize, J., Uri, V., Espenberg, M., Günther, T., Mander, Ü. (2020). Frequency-domain electromagnetic induction for upscaling greenhouse gas fluxes in two hemiboreal drained peatland forests. *Journal of Applied Geophysics*, 173, ARTN 103944. <http://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2020.103944>

EEA (2024). Handbook on the updated LULUCF Regulation EU 2018/841. Guidance and orientation for the implementation of the updated Regulation. [Handbook on the updated LULUCF Regulation EU 2018/841 - Guidance and orientation for the implementation of the updated regulation - Version 2 \(europa.eu\)](http://handbook.on.the.updated.LULUCF.Regulation.EU.2018/841-Guidance.and.orientation.for.the.implementation.of.the.updated.regulation-Version.2.europa.eu)

EKUK (2024). Kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete aruandluse arendus, 2023 a. aruanne.

EMÜ (2016). Maastikuseire kava perioodiks 2016-2025, seire tulemuste analüüs ja meetodika täiendamine. Lepingu nr 3678 lõpparuanne. Tellija: Keskkonnainvesteeringute Keskus.

Heikkinen, J. (2023). Report for the 2023 Estonian national greenhouse gas inventory LULUCF (Land-use, land use change and forestry) sector forest land remaining forest land subcategory biomass pool. [Kasvuhoonegaaside LULUCF sektori biomassi tekke kao meetodika analüüs 2023 J. Heikkinen.pdf \(kliimaministeerium.ee\)](http://kasvuhoonegaaside.LULUCF.sektori.biomassi.tekke.kao.meetodika.analuus.2023.J.Heikkinen.pdf(kliimaministeerium.ee))

Helm, A., Kull, A., Kiisel, M., Poltimäe, H., Rosenvald, R., Veromann, E., Reitalu, T., Kmoch, A., Virro, H., Mõisja, K., Nurm, H.-I., Prangel, E., Vain, K., Sepp, K., Lõhmus, A., Linder, M., Otsus, M., & Uemaa, E. (2023). Eesti maismaaökosüsteemide hüvede (ökosüsteemiteenuste) majandusliku väärtuse üleriigiline hindamine ja kaardistamine. Tehniline lõpparuanne. Riigihange "Maismaaökosüsteemiteenuste üleriigiline rahaline hindamine, sh meetodika väljatöötamine" (viitenumber 235366, Keskkonnaagentuur). Tartu Ülikool. Eesti Maaülikool.

Helm, A., Kull, A., Veromann, E., Remm, L., Villoslada, M., Kikas, T., Aosaar, J., Tullus, T., Prangel, E., Linder, M., Otsus, M., Külm, S., Sepp, K., (2020). Metsa-, soo-, niidu- ja põllumajanduslike ökosüsteemide seisundi ning ökosüsteemiteenuste baastasemete üleriigilise hindamise ja kaardistamise lõpparuanne. ELME projekt. Tellija: Keskkonnaagentuur (riigihange nr 198846).

Helm, A., Liiv, E., Prangel, E., Kull, A., Maddison, M., Ostonen, I., Reitalu, T. (2024). Eesti niidu-ökosüsteemide roll kliimamuutuste leevendamisel. Keskkonnainvesteeringute Keskus. Tartu Ülikool. [Helm\\_2024\\_KIK\\_aruanne\\_niidud\\_kliima.pdf \(ut.ee\)](http://helm.2024.KIK.aruanne.niidud.kliima.pdf(ut.ee))

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1: General Guidance and Reporting. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (eds). Published: IGES, Japan. [Publications - IPCC-TFI \(iges.or.jp\)](http://publications-IPCC-TFI(iges.or.jp))



IPCC (201). 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland. [Publications - IPCC-TFI \(iges.or.jp\)](#)

IPCC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland. [Publications - IPCC-TFI \(iges.or.jp\)](#)

Järveoja, J., Peichl, M., Maddison, M., Teemusk, A., Mander, Ü. (2016). Full carbon and greenhouse gas balances of fertilized and nonfertilized reed canary grass cultivations on an abandoned peat extraction area in a dry year. GCB Bioenergy, 8 (5), 952–968.

Kauer, K. (2020). Projekti „Mulla süsinikuvarude seis ja dünaamika“, lõpparuanne. Tartu, Eesti Maaülikool. <https://www.pikk.ee/wp-content/uploads/2020/09/Mulla-susinikuvaru.pdf?x49907>

Kauer, K., Astover, A., Escuer, J., Putku, E., Penu, P., Kikas, T. (2022). Mineraalmuldadel asuvatel põllumajandusmaade mulla orgaanilise süsinikuvaru muutuse hindamine simulatsioonimudeliga. Lõpparuanne. [Lõpparuanne\\_EMU\\_loplik.pdf \(klab.ee\)](#)

Kers, J., Alao, P. F., Kattamanchi, T. (2022). Methodics for defining the half-lives of harvested wood products as country specific ones for Estonia. Final Report. [Arenduse “Metoodika raietoodete riiklike poollagugaegade leidmiseks” lõpparuanne.pdf \(kliimaministeerium.ee\)](#)

Keskonnaagentuur (2020). Rannikualade üleujutuste tõenäosusstsenaariumite koostamine ja kaardistamine. Lõpparuanne. <https://keskkonnaportaal.ee/et/rannikualade-uleujutuste-toenaosusstsenaariumite-koostamine-ja-kaardistamine-2023>

Keskonnaamet (2023). Maaparandussüsteemide negatiivsete mõjude leevendus- ja kompensatsioonimeetmete rakendamise juhised. Täiendatud versioon. [https://keskkonnaamet.ee/sites/default/files/documents/2024-02/240131\\_Maaparanduss%C3%BCsteemide%20leevendusmeetmed\\_IX\\_L6PP.pdf](https://keskkonnaamet.ee/sites/default/files/documents/2024-02/240131_Maaparanduss%C3%BCsteemide%20leevendusmeetmed_IX_L6PP.pdf)

Keskonnaministeerium (2016). Kliimamuutustega kohanemise arengukava aastani 2030. <https://kliimaministeerium.ee/rohereform-kliima/kliimapolitika/kliimamuutustega-kohanemine>

Keskonnaministeerium (2022). Eesti kaheksas kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. [Eesti kaheksas kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta \(kliimaministeerium.ee\)](#)

Keskonnaministeerium (2023). Määruse (EL) 2018/1999 artikkel 39 kohane aruanne. Poliitika-suundi ja meetmeid ning kasvuhoonegaaside inimtekkelistest allikatest pärineva heite ja nende neeldajates sidumise prognoose käsitlev aruandlus. [Määruse \(EL\) 20181999 artikkel 39 kohane aruanne.pdf \(kliimaministeerium.ee\)](#)

Kliimaministeerium (2023). KHG inventuuri LULUCF sektori heite arvutamiseks vajalike metsakasvumudelite väljatöötamine. [KHG inventuuri LULUCF sektori metsakasvumudelite arendus\\_parandatud\\_230210.pdf \(kliimaministeerium.ee\)](#)

Kliimaministeerium (2024). Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2022. National Inventory Document. Submission to the European Commission. Common Reporting Formats (CRF) 1990–2022. [NID\\_EST\\_1990-2022\\_15.03.pdf \(kliimaministeerium.ee\)](#)

- Krasnova, A., Kukumägi, M., Mander, Ü., Torga, R., Krasnov, D., Noe, S.M., Ostonen, I., Püttsepp, Ü., Killian, H., Uri, V., Lõhmus, K., Sõber, J., Soosaar, L. (2019). Carbon exchange in a hemiboreal mixed forest in relation to tree species composition. *Agricultural and Forest Meteorology*, 275, 11–23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.05.007>
- Kriiska, K., Frey, J., Asi, E., Kabral, N., Uri, V., Aosaar, J., Varik, M., Napa, Ü., Apuhtin, V., Timmusk, T., Ostonen, I (2019). Variation in annual carbon fluxes affecting the SOC pool in hemiboreal coniferous forests in Estonia. *Forest Ecology and Management*, 433, 419–430. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.026>
- Kukumägi, M., Ostonen, I., Kupper, P., Truu, M., Tulva, I., Varik, M., Aosaar, J., Sõber, J., Lõhmus, K. (2014). The effects of elevated atmospheric humidity on soil respiration components in a young silver birch forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 194, 167–174.
- Kukumägi, Mai, Ostonen, Ivika, Uri, Veiko, Helmisaari, Heljä-Sisko, Kanal, Arno, Kull, Olevi, Lõhmus, Krista (2017). Variation of soil respiration and its components in hemiboreal Norway spruce stands of different ages. *Plant and Soil*, 414, 265–280. <http://doi.org/10.1007/s11104-016-3133-5>
- Kõlli, R., Asi, E., Köster, T. (2004). Organic carbon pools in Estonian forest soils. *Baltic Forestry* 10, 19–26.
- Kõlli, R., Ellermäe, O., Köster, T., Lemetti, I. Asi, E., Kauer, K. (2009). Stocks of organic carbon in Estonian soils. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58, 95–108.
- Kõlli, R., Köster, T., Kauer, K. (2007). Organic matter of Estonian grassland soils. *Agronomy Research*, 5(2), 109-122.
- Kõlli, R., Köster, T., Kauer, K., Lemetti, I. (2010). Pedoecological regularities of organic carbon retention in Estonian mineral soils. *International Journal of Geosciences*, 1, 139–148.
- Lang, M., Nilson, T., Kuusk, A., Pisek, J., Korhonen, L., Uri, V. (2017). Digital photography for tracking the phenology of an evergreen conifer stand. *Agricultural and Forest Meteorology*, 246, 15–21. <http://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.05.021>
- Lõhmus, K., Rosenvald, K., Ostonen, I., Kukumägi, M., Uri, V., Tullus, A., Aosaar, J., Varik, M., Kupper, P., Torga, R., Maddison, M., Soosaar, K., Sõber, J., Mander, Ü., Kaasik, A., Sõber, A. (2019). Elevated atmospheric humidity shapes the carbon cycle of a silver birch forest ecosystem: A FAHM study. *The Science of The Total Environment*, 661, 441–448.
- Machacova, K., Schindler, T., Soosaar, K. (2021). Fourier transform infrared spectroscopy and interference of volatile organic compounds on measurements of methane (CH<sub>4</sub>) fluxes at tree stems - a general phenomenon for plant systems? *New Phytologist*, 230 (6), 2100–2104. <http://dx.doi.org/10.1111/nph.17311>
- Maddison, M., Veber, G., Kull, A. (2021). Net ecosystem exchange of CO<sub>2</sub> and ecosystem respiration in two bogs in Estonia along disturbance gradient. EGU2021, session Peatland Under Pressure.
- Mander, Ü., Espenberg, M., Melling, L., Kull, A. (2024). Peatland restoration pathways to mitigate greenhouse gas emissions and retain peat carbon. *Biogeochemistry*, 167 (4), 523–543. <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-023-01103-1>

- Mander, Ü., Krasnova, A., Schindler, T., Megonigal, J.P., Escuer-Gatius, J., Espenberg, M., Machacova, K., Maddison, M., Pärn, J., Ranniku, R., Pihlatie, M., Kasak, K., Niinemets, Ü., Soosaar, K. (2022). Long-term dynamics of soil, tree stem and ecosystem methane fluxes in a riparian forest. *Science of the Total Environment*, 809, 151723. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151723>
- Mander, Ü., Well, R., Weymann, D., Soosaar, K., Maddison, M., Kanal, A., Lõhmus, K., Truu, J., Augustin, J., Tournebise, J. (2014). Isotopologue Ratios of N<sub>2</sub>O and N<sub>2</sub> Measurements Underpin the Importance of Denitrification in Differently N-Loaded Riparian Alder Forests. *Environmental Science & Technology*, 48 (20), 11910–11918.
- Mander, Ü., Maddison, M., Soosaar, K., Teemusk, A., Kanal, A., Uri, V., Truu, J. (2015). The impact of a pulsing groundwater table on greenhouse gas emissions in riparian grey alder stands. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 2360-71.
- Morozov, G., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Aun, K., Lõhmus, K., Kukumägi, M., Uri, V. (2019). The effect of thinning on annual net nitrogen mineralization and nitrogen leaching fluxes in silver birch and Scots pine stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34 (8), 718–731. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2019.1680728>
- Morozov, G., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Lõhmus, K., Padari, A., Aun, K., Uri, V. (2019). Long-term dynamics of leaf and root decomposition and nitrogen release in a grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34 (1), 12–25. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2018.1521468>
- Noorma, A., Jakobson, L., Lang, M., Kutser, T., Oja, T., Uiboupin, R., Voormansik, K., Puust, R., Post, P., Sepp, K., Liibus, A. (2020). Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel. Lõpparuanne. Tellija: ETAG.
- Noorma, A., Lang, M., Alikas, K., Jakobson, L., Olesk, A., Kutser, T., Post, P., Toll, V., Uiboupin, R., Sipelgas, L., Raudsepp, U., Rikka, S., Oja, T., Sagris, V., Puust, R., Liivusk, A., Sepp, K., Järveoja, M., Voormansik, K. (2020). Kaugseire jätkusuutliku rakendamise kava.
- Palviainen, M., Pumpanen, J., Mosquera, V., Hasselquist, E.M., Laudon, H., Ostonen, I., Kull, A., Wilson, F.R., Peltomaa, E., Könönen, M., Launiainen, S., Peltola, H., Ojala, A., Laurén, A., (2024). Extending the SUSI peatland simulator to include dissolved organic carbon formation, transport and biodegradation - Proper water management reduces lateral carbon fluxes and improves carbon balance. *Science of the Total Environment* 950, 175173.
- Penu, P. (2014). Rohumaade muldade süsinikuvaru ja dünaamika hindamine. Aruanne. Saku: Põllumajandusuuringute Keskus.
- Purre, A.-H., Ilomets, M. (2021). Vegetation Composition and Carbon Dioxide Fluxes on Rewetted Milled Peatlands — Comparison with Undisturbed Bogs. *Wetlands* 41, 120.
- Purre, A.-H., Pajula, R., Ilomets, M. (2019). Carbon dioxide sink function in restored milled peatlands - the significance of weather and vegetation. *Geoderma* 346, 30–42.
- Putku, E., Penu, P. 2018. The status of soil organic carbon in no-till and conventional tillage fields. In: Alaru, M. (ed.) *Agronomy 2018*. Tartu: Estonian University of Life Sciences, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian Crop Research Institute, pp. 15–21.

Põllumajandusuuringute Keskus (2012). Eesti Maaelu Arengukava 2007-2013 2. telje püsihindamise ülevaade ja seotud uuringud 2011. aastal. [https://metk.agri.ee/sites/default/files/documents/2023-01/PMK\\_pysihindamine\\_ja\\_uuringud\\_2011.-kohta\\_01.06.2012\\_VEEBI.pdf](https://metk.agri.ee/sites/default/files/documents/2023-01/PMK_pysihindamine_ja_uuringud_2011.-kohta_01.06.2012_VEEBI.pdf)

Pärn, J., Aasa, A., Egorov, S., Filippov, I., Gabiri, G., Gheorghe, I., Järveoja, J., Kasak, K., Laggoun-Défarge, F., Luswata Kizza, C., Maddison, M., Mitsch, J.W., Óskarsson, H., Pellerin, S., Salm, J.-O., Sohar, K., Soosaar, K., Teemusk, A., Tenywa, M.M., Villa, A.J., Vohla, C., Mander, Ü. (2015). Global Boundary Lines of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> Emission in Peatlands. In: Vymazal, Jan (Ed.). The Role of Natural and Constructed Wetlands in Nutrient Cycling and Retention on the Landscape. (87–102). Switzerland: Springer.

Ranniku, R., Schindler, T., Escuer-Gatius, J., Mander, Ü., Machacova, K., Soosaar, K. (2023). Tree stems are a net source of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O in a hemiboreal drained peatland forest during the winter period. Environmental Research Communications, 5 (5), ARTN 051010. <http://dx.doi.org/10.1088/2515-7620/acd7c7>

Rezapour, A., Truu, M., Maddison, M., Rohula-Okunev, G., Tullus, A., Uri, V., Mander, Ü., Ostonen, I. (2022). Morphological Variation in Absorptive Roots in Downy Birch (*Betula pubescens*) and Norway Spruce (*Picea abies*) Forests Growing on Drained Peat Soils. Forests, 13 (1), 112. <http://dx.doi.org/10.3390/f13010112>

Riigikontroll (2020). Maaparandussüsteemide korrastamise jätkusuutlikkus Kas maaparandussüsteemide korrastamine on kestlik ja keskkonda säästev? Riigikontrolli aruanne Riigikogule. <https://www.riigikontroll.ee/tabid/206/Audit/2503/Area/94/language/et-EE/Default.aspx>

Riigikontroll (2022). Keskkonnaeesmärkidega vastuolus olevad majandusmeetmed. Kuidas on hinnatud keskkonnaeesmärkidega vastuolus olevate majandusmeetmete mõju ja mis on takistanud nendest vabanemist? Riigikontrolli ülevaade Riigikogule. <https://www.riigikontroll.ee/tabid/206/Audit/2544/Area/94/language/et-EE/Default.aspx>

Riigikontroll (2023). Loodusväärtuste kaitse ja raied kaitstavates metsades. Kas kaitstavatel aladel metsa raiudes jäävad kaitstavad loodusväärtused alles? Riigikontrolli aruanne Riigikogule. <https://www.riigikontroll.ee/tabid/206/Audit/2550/Area/94/language/et-EE/Default.aspx>

Salm, J.-O., Maddison, M., Tammik, S., Soosaar, K., Truu, J., Mander, Ü. (2012). Emissions of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from undisturbed, drained, and mined peatlands in Estonia. Hydrobiologia, 692, 41–55.

SMI (2022). Statistiline metsainventuur 2022. Tabelid. [https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/Teemad/Mets/SMI2022\\_tulemused.pdf](https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/Teemad/Mets/SMI2022_tulemused.pdf)

SMI (2023). Statistiline metsainventuur 2023. Tabelid. [https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/Teemad/Mets/SMI%20tulemused%202023/SMI2023\\_tulemused\\_graafikud.pdf](https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/Teemad/Mets/SMI%20tulemused%202023/SMI2023_tulemused_graafikud.pdf)

Tallinna Strateegiakeskus (2021). Tallinna soojussaarte kaardistus 2021. aastal.

Tammik, K., Kauer, K., Astover, A., Penu, P. (2018). The dynamics of organic carbon stock in Estonian arable soils 1989–2016. In: Alaru, M. (ed.) Agronomy 2018. Tartu: Estonian University of Life Sciences, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian Crop Research Institute, pp. 30–35.

- Tampuu, T., Praks, J., De Zan, F., Kohv, M., Kull, A. (2023). Relationship between ground levelling measurements and radar satellite interferometric estimates of bog breathing in ombrotrophic northern bogs. *Mires and Peat*, Volume 29, Article 17, 28 pp.
- Tampuu, T., Praks, J., Kull, A., Uiboupin, R., Tamm, T., Voormansik, K. (2021). Detecting peat extraction related activity with multi-temporal Sentinel-1 InSAR coherence time series. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 98, 102309.
- Uri, V., Kukumägi, M., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Aun, K., Krasnova, A., Morozov, G., Ostonen, I., Mander, Ü., Lõhmus, K., Rosensvald, K., Kriiska, K., Soosaar, K. (2019). The carbon balance of a six-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) ecosystem estimated by different methods. *Forest Ecology and Management*, 433, 248–262.
- Uri, V., Kukumägi, M., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Aun, K., Nikopensius, M., Uri, M., Buht, M., Sepaste, A., Padari, A., Asi, E., Sims, A., Karoles, K. (2022). Litterfall dynamics in Scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) and birch (*Betula*) stands in Estonia. *Forest Ecology and Management*, 520, 120417. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120417>
- Uri, V., Kukumägi, M., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Aun, K., Lõhmus, K., Soosaar, K., Astover, A., Uri, M., Buht, M., Sepaste, A., Padari, A. (2022). The dynamics of the carbon storage and fluxes in Scots pine (*Pinus sylvestris*) chronosequence. *The Science of The Total Environment*, 817, ARTN 152973. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152973>
- Uri, V., Kukumägi, M., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Morozov, G., Karoles, K (2017). Ecosystems carbon budgets of differently aged downy birch stands growing on well-drained peatlands. *Forest Ecology and Management*, 399, 82–93. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.023>
- Uri, V., Kukumägi, M., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Soosaar, K., Morozov, G., Ligi, K., Padari, A., Ostonen, I., Karoles, K (2017). Carbon budgets in fertile grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) stands of different ages. *Forest Ecology and Management*, 396, 55–67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.004>
- Uri, M., Kukumägi, M., Soosaar, K., Varik, M., Becker, H., Aun, K., Aosaar, J., Krasnova, A., Schindler, T., Buht, M., Sepaste, A., Padari, A., Sellin, A., Metslaid, M., Jõgiste, K., Kaasik, M., Uri, V. (2024). Short-term effect of the harvesting method on ecosystem carbon budget in hemiboreal Scots pine forest: Shelterwood cutting versus clear-cut. *Forest Ecology and Management*, 562 (121963), Art No 121963. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121963>
- Valgepea, M., Raudsaar, M., Karu, H., Suursild, E., Pärt, E., Sims, A., Kauer, K., Astover, A., Maasik, M., Vaasa, A., Kaimre, P. (2021). Maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse sektori sidumisvõimekuse analüüs kuni aastani 2050. Keskkonnaagentuur, Eesti Maaülikool. <https://dspace.emu.ee/server/api/core/bitstreams/5efaef31-3579-46de-a610-5d21668fc75f/content>
- 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 tulevikutsenaariumitest. Uuringu lõpparuanne. Eesti Maaülikool, 2023.
- Voormansik, K., Järveoja, M., Domnich, M., Sünter, I., Tamm, T., Lang, M., Sagris, V., Oja, T., Sepp, K. (2020). Põllumajandusmaade kasutuse seire. Lõpparuanne. Tellija: ETAG.

## Lisa 1 – KHG mõõtmisega seotud teadustaristu

Hetkel on maakasutusest tulenevate kasvuhoonegaaside heite seireks Eesti teadusasutustel kasutamiseks järgmine taristu:

- Integreeritud süsinikuseire süsteem ICOS, Eesti Maaülikool
  - ICOS Eesti on riiklik panus Euroopa teadusuuringute infrastruktuuri ICOS-RI. See koosneb SMEAR Estonia jaamast oma 130 m kõrguse atmosfääritorniga ja mitmetest ökosüsteemide aladest erinevates ökosüsteemides<sup>79</sup>. Nendel aladel uuritakse KHG allikaid ja neeldumisi Eestit katvates tüüpilistes hemiboreaalsetes ökosüsteemides. Põhirõhk on metsadel ja turbaaladel, kuid huvi all on ka järved ja linnad.
  - Kontaktisik: Steffen Manfred Noe
  - <https://www.etis.ee/Portal/ResearchInfrastructure/Display/5451d3a7-327f-4898-81fb-c8b24ccc971f>
- Ökosüsteemide analüüs ja eksperimentaaluuringute taristuvõrgustik AnaEE, Tartu Ülikool
  - AnaEE on looduslike ja majanduslike maismaa ja vee-ökosüsteemide uurimise üle-Euroopaline taristu. See koosneb koordineeritult arendatud erinevaid ökosüsteeme ja kliimavõtmeid hõlmavate eksperimentaalplatvormide võrgust, mille põhirõhk on eksperimentaalselt testida võimalikke tulevikustsenaariume.
  - Kontaktisik: Leho Ainsaar
  - <https://www.etis.ee/Portal/ResearchInfrastructure/Display/351ed683-227f-4fad-8a25-b23df3fc423f>
- Portatiivsed gaasianalüsaatorid, Tartu Ülikool ja Tallinna Ülikool
  - Portatiivsed gaasianalüsaatorid CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O kambrimõõtmiste jaoks on olemas TÜ ökoloogia ja maateaduste instituudil ning Tallinna Ülikooli loodus- ja tervise-teaduste instituudil. Kasutatakse nii pimekambreid kui läbipaistvaid kambreid. Gaasi-proovide analüüsimiseks on olemas gaaskromatograaf.
  - Kambrimõõtmiste all on TÜ-l püsiseires järved, kuivenduskraavid ja märgalad. FutureScapes tippkeskuse raames on plaanis rajada 24 püsiseirejaama (6 soos, 6 metsamaal, 6 niitudel, 6 põllumaal).
  - Kontaktisik: Ülo Mander, Kuno Kasak, Ain Kull, Mati Ilomets
  - Täiendavalt plaanivad endale soetada portatiivsed gaasianalüsaatorid EKUK ja METK ning seda 2024. aasta jooksul. Lisaks on mõlemal olemas laborid ja seadmed, et määrata mulla süsiniku sisaldust võetud mullaproovidest.
- Turbulentse kovariatsiooni mõõtesüsteemid, Tartu Ülikool
  - Kokku on TÜ ökoloogia ja maateaduste instituudil 8 Eddy-covariance mõõtesüsteemi, sh neist 3 on hetkel kasutuseta ning 5 asuvad järgmistes asukohtades:
    - Soontaga metsaökosüsteemis Valgamaal seiratakse 35 meetri kõrguses mastis CO<sub>2</sub> ja CH<sub>4</sub> voogusid;
    - Kauru looduslikus rabas Jõgevamaal mõõdetakse Picarro analüsaatoriga CO<sub>2</sub> ja CH<sub>4</sub> voogusid;
    - Agali segametsas Tartumaal seiratakse Aerodyne analüsaatoriga CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O voogusid;
    - Ess-soos mahajäetud ja taastatud turbatootmisalal Võrumaal mõõdetakse Li-Cor analüsaatoriga CO<sub>2</sub> ja CH<sub>4</sub> voogusid;

---

<sup>79</sup> [ICOS Estonia \(emu.ee\)](https://www.emu.ee)



- Lavasaare 10. aastat tagasi mahajäetud turbatootmisalal Pärnumaal seiratakse Li-Cor analüsaatoriga CO<sub>2</sub> ja CH<sub>4</sub> voogusid.
  - Püsivalt töös olevates jaamades mõõdetakse CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja H<sub>2</sub>O kontsentratsiooni, tuule kiirust ja suunda, õhuniiskust ja õhutemperatuuri, õhurõhku, sademeid, mullaniiskust ja -temperatuuri, fotosünteesiliselt aktiivset kiirgust, pika- ja lühilainelist kiirgust. Andmete kasutamine on vaba ning need laetakse üles European Fluxes Cluster andmebaasi. TÜ-l plaanis rajada lähiaastatel veel kaks Eddy-covariance jaama – kuivendatud soometsa ja Võrtsjärvele.
  - Kontaktisik: Kaido Soosaar, Kuno Kasak, Ülo Mander, Ain Kull
- Eesti Keskkonnaobservatoorium KKobs (vt ka järgmine alapeatükk)
  - Eesti Keskkonnaobservatoorium on Eesti teadusasutuste ühiselt arendatav keskkonnauuringute eksperimentaaljaamade võrgustik, mis katab integreeritult kolme teadussuunda: atmosfääri-, maapõue- ja kliimauuringud; bioloogilise mitmekesisuse uuringud; merekeskkonna uuringud.
  - KKobs kuulub Eesti teadustaristu teekaardile ja on osa tuumiktaristu loendist perioodil 2019–2024
  - Kontaktisik: Kaido Kansil
  - [Eesti Keskkonnaobservatoorium | Avaleht \(ut.ee\)](#)

## Eesti Keskkonnaobservatoorium

Eesti Keskkonnaobservatoorium osaleb tippkeskuse "Globaalmuutuste ökoloogia looduslikes ja põllumajanduskooslustes" EcolChange<sup>80</sup> teadustöös. Lisaks on Eesti Keskkonnaobservatoorium osa riiklikust teaduse tuumiktaristu loendist<sup>81</sup>, mis on avalikes huvides loodud teadus- ja arendusasutustele kuuluv uurimisteede täitmiseks vajalik taristu. Tuumiktaristuks nimetatakse Eesti teadustaristu teekaardi<sup>82</sup> objekti, mis osutab teenuseid väljapoole selle moodustanud asutust või asutusi ning mis kuulub tuumiktaristu loendisse. Aastal 2024 viib ETAG läbi uue Eesti teadustaristu teekaardi koostamise. Taotluste esitamise tähtaeg on 20.06.2024.

Keskkonnaobservatooriumi eksperimentaaljaamade võrgustik on ühtne geograafilis-kliimaatiliselt integreeritud välilaborite ja automaatjaamade süsteem. Teadusasutuste koostöös on sisse seatud 11 üle Eesti asuvat jaama. Jaamad asuvad erinevates looduslikes keskkondades maismaal, sisevetel ja rannikumeres. Võrgustikus asuvad jaamad katavad keskkonnauuringute nelja valdkonda: atmosfäär-biosfäär, maismaaökosüsteemid, veeökosüsteemid ning geomaatika ja geoinformaatika.

Eesti Keskkonnaobservatoorium hõlmab vaatluste ja eksperimentaalsete uuringutega nii elusloodust (linnustik, loomastik, taimestik, kalad, muu vee-elustik) kui ka nende elukeskkonna seisundit (atmosfäär, meri, siseveekogud, pinnas, maapõu), samuti strateegiliste loodusressursside uuringuid. Keskkonnaobservatooriumi olulisteks funktsioonideks on atmosfääri ning biosfääri, sh. mereökosüsteemide vaheliste aine- ja energivoogude analüüs, maismaa- ja

<sup>80</sup> [EcolChange \(emu.ee\)](#)

<sup>81</sup> [Tuumiktaristu toetus - Eesti Teadusagentuur \(etag.ee\)](#)

<sup>82</sup> [Eesti teadustaristu teekaart - Eesti Teadusagentuur \(etag.ee\)](#)

veeökosüsteemide adaptatsiooni küsimused, globaalsete muutustele, eeskätt elurikkuse ja produktiivsuse muutused.

Keskkonnaobservatooriumi teenused ja mõõteseadmed on seirejaamade kaupa leitavad siit: [Eesti Keskkonnaobservatoorium | Teenused \(ut.ee\)](#).

## Jõhvi monitooringujaam

Asutused: Tallinna Ülikooli Loodus- ja terviseteaduste instituut

Üldinfo: Tallinna ülikooli Jõhvi monitooringujaam on viimase paarikümne aasta jooksul olnud põlevkivitööstuse keskkonnamõjude uurimise piirkondlikuks keskuseks. KKobs võrgustiku koosseisus pakub Jõhvi monitooringujaam baasi Kirde-Eestis tehtavateks välitöödeks. Jaamas on olemas võimalused proovide säilitamiseks ning esmaseks ettevalmistamiseks; samuti välitöövarustuse ladustamiseks. Lisaks on jaamas olemas portatiivsed seadmed maismaakoosluste produktsiooni ning põhiliste keskkonnatingimuste automaatseks mõõtmiseks.

Kontakt: Mihkel Kangur

Link: <http://www.tlu.ee/et/Okoloogia-keskus>

## Järvelja SMEAR jaam

Asutused: Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut; Tartu Ülikooli Füüsika instituut; Tartu Observatoorium

Üldinfo: SMEAR (metsaökosüsteemi ja atmosfääri vastastoime mõõtmise) uurimisjaam on EMÜ taimeökoloogia osakonna ja TÜ Füüsika Instituudi keskkonnafüüsika labori ühiselt arendatav uurimiskeskus. Jaama kuuluvad 130-meetrine SMEAR mast koos sellele eri kõrgustele paigaldatud anduritega, EMÜ laborihoone mõõtmisaparatuur, kaks 30 m kõrgust tellingumasti, variselöksud, TÜ atmosfääriaerosoolide mõõtepaviljon mõõteaparatuuriga ja Tartu Observatooriumi aparatuur.

Kontakt: Steffen M.Noë; Urmas Hõrrak; Andres Kuusk; Joel Kuusk

Link: <http://smear.emu.ee>

## Rõka uurimisjaam

Asutused: Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste instituut

Üldinfo: TÜ Ökoloogia ja Maateaduste instituudi metsaökosüsteemi katseala (FAHM – metsaökosüsteemi õhuniiskusega manipuleerimise eksperiment) asub Rõka külas Meeksi vallas Tartumaal. Baasis on eksperimentaalala ja laborihoone. Rõka-Järvelja FAHM uurimisalal uurimis- ja õppetöid teostavatel kraadiõppuritel, kodu- ja välisteadlastel on võimalus kasutada koostöös kompleksena kliimaeksperimentide läbiviimiseks monitooritud eksperimentaalökosüsteeme, teadusaparatuuri ja laborit; samuti KHG mõõtmisel mobiilseid Eddy-covariance süsteeme muudel uurimisaladel. FAHM pakub võimalusi interdistsiplinaarseteks uuringuteks mitmete erialade teadlastele. Mõõtejaam asub SMEAR masti läheduses, mis võimaldab



vajadusel seostada kahe mõõtejaama andmestikku metsaökosüsteemi mõjutavate atmosfääri-tingimuste võrdlemise läbi.

Kontakt: Krista Lõhmus

Link: <https://sisu.ut.ee/fahm1/avaleht>

## Soontaga metsaökosüsteemi mõõtejaam

Asutused: Ökoloogia ja Maateaduste Instituut

Üldinfo: Soontaga metsaökosüsteemi mõõtejaam, sh portatiivne KHG mõõtejaam pakub pikemaajalisi KHG mõõtmistulemusi ja pikaajalisi meteoandmeid. Pikaajaline toitainete leostumise uuringu andmeid ja tulemusi. Maapealse ja maa-aluse biomassi uuringu andmeid ja tulemusi. Ökosüsteemijaama maapinnast 34 m kõrgusele mastile on võimalik paigaldada erinevat tüüpi mõõteaparatuuri nii võrdlus kui ka täienduringuteks, samuti kasutatakse masti sidevahendide paigaldamisel.

Kontakt: Kaido Soosaar

## Valgjärve telemast

Asutused: Tartu Ülikooli Füüsika instituut

Üldinfo: TÜ Füüsika Instituudi atmosfäärifüüsika labori teadusaparatuuri asub Valgjärve telemastis Kanepi vallas Põlvamaal. Neljal erineval kõrgusel (10, 30, 110 ja 200 meetrit maapinnast) asuvad ultrahelianemomeetrid koos õhutemperatuuri ja -niiskuse mõõtmise sensoritega. Neljakomponendiline radiomeeter (lühi- ja pikalaineline kiirgus ülalt ja alt) paikneb 200 m kõrgusel ja maapinna tasemel on sademete indikaator. Seadmed võimaldavad asukohas täpset atmosfääri piirkihi näitajate jälgimist lühiajalise ja keskpika ilmaprognoosi mudelite valideerimiseks.

Kontakt: Marko Kaasik

Link: <http://www.fi.ut.ee/et/bio-keskkonnafuusika>

## Lisa 2 – Kaasatud isikud ja asutused

Aruteludel ja intervjuudel osalenute ning kirja ja telefoni teel informatsiooni andnud isikute ja asutuste nimekiri tähestikulises järjekorras:

Asutus	Isik
BASF OÜ	Alo Põldmaa
Eesti Keskkonnauuringute Keskus (EKUK)	Cris-Tiina Pärn, Kadi Meltz, Marek Maasikmets
SA Eestimaa Looduse Fond (ELF)	Jüri-Ott Salm
Eesti Maaülikool (EMÜ)	Alar Astover, Allan Sims, Ants-Hannes Viira, Diana Laarmann, Endla Reintam, Eve Veromann, Evelin Loit-Harro, Jelena Ariva, Kalev Sepp, Karin Kauer, Mait Lang, Merrit Shanskiy, Monika Suškevičs, Paavo Kaimre, Sirli Pehme, Steffen Manfred Noe, Urmas Peterson, Valdo Kuusemets, Veiko Uri
Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda (EPKK)	Elena Sapp, Mae Alviste, Ragnar Viikoja
KappaZeta OÜ	Tanel Kobrusepp, Tauri Tampuu
Keskkonnaagentuur (KAUR)	Eve Suursild, Helen Karu, Krisela Uussaar, Indrek Laas, Liis Lille, Madis Raudsaar, Madli Linder, Martin Maddison, Rainer Laigu, Taimar Ala, Taivo Denks
Kliimaministeerium (KLIM)	Aire Rihe, Antti Tooming, Eleri Pulk, Ene Jürjens, Herdis Fridolin, Kadri Möller, Karin Radiko, Kerli Kirsimaa, Laura Rimmelgas, Leno Kuura, Raili Allmäe, Reeli Sildnik, Sigrid Morozov, Taimo Aasma
Maa-amet	
Maaelu Teadmuskeskus (METK)	Ain Kull, Ants-Hannes Viira, Jekaterina Jutkina, Kalvi Tamm, Priit Penu
Põllumajanduse Registrite ja Infosüsteemi Amet (PRIA)	Ethel Tekkel, Evely Veetsmann, Jane Jäger, Kaidi Tsimmer, Kristlin Kiudorv, Tiina Ait
Põllumajandus- ja Toiduamet (PTA)	Ele Liivamägi, Tiina Tubli, Tiiu Valdmaa
Regionaal- ja Põllumajandus-ministeerium (REM)	Argo Peepson, Birgit Pai, Eike Lepmets, Kadri Kask, Katrin Rannik, Liis Sipelgas, Madis Pärtel, Merje Põlma, Reena Osolin, Robert Kond, Sandra Salom
Riigikontroll	Mart Kiis
Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK)	Hardo Becker, Kristi Parro, Tauri Arumäe
Rohetiiger	Riina Maruštšak
Shroomwell OÜ	Angelika Sofia Sapatšuk
Statistikaamet	Kaia Oras, Kätlin Aun
Tallinna Ülikool (TLÜ)	Anna-Helena Purre
Tartu Ülikool (TÜ)	Ain Kull, Aveliina Helm, Evelyn Uuemaa, Ivika Ostonen-Märtin, Kaido Soosaar, Kuno Kasak, Ülo Mander

## Lisa 3 – Ülevaade maakasutuse ja KHG-dega seotud teadusprojektidest

Pealkiri	Algus	Löpp	Vastutav täitja
<a href="#">Harvendusraiate mõju keskealiste palumännikute süsiniku- ja lämmastiku varudele ja voogudele</a>	01.01.2018	31.12.2019	Aosaar, Jürgen
<a href="#">Valgustusraiate mõju viljakate kasvukohtade arukaasikute arengule</a>	01.05.2019	30.04.2021	Aosaar, Jürgen
<a href="#">Põllumuldade süsiniku-, lämmastiku- ja fosforiringe optimeerimine kestlikuks taimekasvatuseks</a>	01.01.2017	31.12.2018	Astover, Alar
<a href="#">Turvas- ja turvastunud muldade kordusmääramised mullastikukaardi täpsustamiseks</a>	01.01.2017	31.12.2018	Astover, Alar
<a href="#">Eelanalüüs ja ettepaneku koostamine projekti „Huumusbilansi kalkulaatori edasiarendus ja taimetoitainete bilansikalkulaatori arendus põllu- ning taluvärava (ettevõtte) põhisenä“ tellimiseks ning huumusbilansi kalkulaatori edasiarendus</a>	01.06.2015	02.11.2015	Astover, Alar
<a href="#">Eesti mullaproovide kogude digitaliseerimine</a>	01.09.2008	30.06.2009	Astover, Alar
<a href="#">Mullaelustiku uuringute arendamine ja rahvusvahelistumine mullateaduse vastutusvaldkonnas</a>	01.09.2016	31.12.2018	Astover, Alar
<a href="#">Mullastikukaartide- ja andmebaaside rakendused jätkusuutlikuks maakasutuseks ja põllumajandustootmiseks</a>	03.03.2010	01.12.2013	Astover, Alar
<a href="#">Maakasutusmuutuste (põld rohumaast ja põld rohumaaks) mõju muldade orgaanilise süsiniku sisaldusele ja varule</a>	03.10.2016	15.11.2017	Astover, Alar
<a href="#">Arbuskulaarse mükoriisa ja biosöe koosmõju põllukultuuride P omastamisele</a>	04.11.2016	30.06.2017	Astover, Alar
<a href="#">Põlevkivituha ümbertöötlemisel tekkiva kõrvalsaaduse mõju mulla reaktsioonile ja toiteelementide sisaldusele</a>	06.12.2022	30.09.2023	Astover, Alar
<a href="#">Huumusbilansi kalkulaatori arendus ja NPK bilansikalkulaatori väljatöötamine ja arendus põllu- ning taluvärava põhisenä</a>	08.11.2016	30.11.2019	Astover, Alar
<a href="#">Estonian Cell komposti väetisena kasutamise mõju lämmastiku ja fosfori liikumisele mullas, võimalikule leostumisohule ja põllukultuuri saagile</a>	15.09.2021	30.11.2022	Astover, Alar
<a href="#">Haava puitmassi tootmisjääkide ja selle kompostide mõju põllukultuuridele, keskkonnale ja tasuvusele</a>	22.12.2008	30.11.2011	Astover, Alar
<a href="#">Orgaaniliste ja mineraalväetiste mõju ja koosmõju põllukultuuridele ning keskkonnale pikaajalises põldkatses intensiiv-, tava- ja maheviljeluse võrdluses</a>	24.01.2008	05.12.2008	Astover, Alar
<a href="#">Rapsi, nisu, rukki, odra ja tritikale viljeluse keskmiste kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamise meetoodika väljatöötamine</a>	29.08.2014	24.04.2015	Astover, Alar
<a href="#">Abiootiliste ja biootiliste stressifaktorite all kannatavate kaseliste ja pöögiliste emissioonid ja mittelenduvate sekundaarsete metaboliitide sisaldused</a>	01.01.2012	31.12.2012	Copolovici, Lucian Octav
<a href="#">Kas veepuudus ähvardab? Kahe viimase aastakümne põudade mõju Euroopa metsade kasvule</a>	01.11.2020	31.10.2022	George, Jan Peter

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
<a href="#">Loopealsete suuremahulise taastamise mõju elurikkusele, taastamisjärgne seisund ja taastamis-tegevuste analüüs</a>	01.01.2019	30.04.2021	Helm, Aveliina
<a href="#">Loopealsete suuremahulise taastamise mõju elurikkusele, taastamiseelse seisundi jäädvustamine</a>	01.06.2015	08.06.2017	Helm, Aveliina
<a href="#">Eesti niiduökosüsteemide roll kliimamuutuste leevendamisel</a>	01.06.2022	29.02.2024	Helm, Aveliina
<a href="#">Eesti loopealsete taastamine</a>	01.09.2014	01.09.2019	Helm, Aveliina
<a href="#">Loodusliku elurikkuse säilitamine põllumajandusmaal</a>	04.04.2019	15.09.2020	Helm, Aveliina
<a href="#">Põllumajanduse ja pärandniitudega seotud uuringute vajaduse kaardistamine</a>	11.12.2020	28.12.2020	Helm, Aveliina
<a href="#">Maismaaökosüsteemiteenuste üleriigiline rahaline hindamine, sh meetodika väljatöötamine</a>	15.07.2021	25.01.2023	Helm, Aveliina
<a href="#">Ökosüsteemide ja nende teenuste baastasemete hindamine ja kaardistamine</a>	19.12.2018	10.07.2020	Helm, Aveliina
<a href="#">Euroopa riikide kogemus maismaaökosüsteemide teenuste rahalisel hindamisel</a>	22.04.2021	27.09.2021	Helm, Aveliina
<a href="#">Poollooduslike koosluste ökoloogilise toimimise hinnang</a>	30.05.2019	15.12.2019	Helm, Aveliina
<a href="#">Puude kõrguskasvu, puidu tiheduse ja põhjavee taseme dünaamika kuivendatud männienamusega puistutes peale kraavivõrgu rekonstrueerimist</a>	01.06.2022	31.05.2024	Hordo, Maris
<a href="#">Puistus toimunud häiringute tuvastamine dendrokronoloogiliste meetoditega</a>	01.09.2011	30.09.2012	Hordo, Maris
<a href="#">Kliima mõju erivanuseliste puistute puude kasvule majandatavates ja kaitsealustes metsades</a>	01.09.2019	10.06.2021	Hordo, Maris
<a href="#">Kuivendussüsteemi rekonstrueerimise mõju puistu juurdekasvu ning põhjavee taseme dünaamikale</a>	01.09.2020	16.06.2022	Hordo, Maris
<a href="#">Taimede kõrge temperatuuri taluvus – füsioloogiline taust ja ökoloogiline varieeruvus</a>	01.01.2007	31.12.2011	Hüve, Katja
<a href="#">CO2 looduslikud vood Eestis</a>	01.01.2001	31.12.2005	Ilomets, Mati
<a href="#">Turba jääkväljade rekultiveerimine turbasammaldega. "Keskkonnakorraldus, Maapõue alamprogramm" programmi projekt nr. 25</a>	01.01.2006	30.11.2006	Ilomets, Mati
<a href="#">Turba jääkväljade rekultiveerimine turbasammaldega. "Keskkonnakorraldus, Maapõue alamprogramm" programmi projekt nr. 28</a>	01.04.2008	01.02.2009	Ilomets, Mati
<a href="#">Turba jääkväljade rekultiveerimine turbasammaldega. "Keskkonnakorraldus, Maapõue alamprogramm" programmi projekt nr. 14</a>	01.04.2009	01.02.2010	Ilomets, Mati
<a href="#">Sooelupaigatüüpide seiremeetodika täiustamine</a>	01.05.2014	15.03.2016	Ilomets, Mati
<a href="#">Looduslähedase seisundi taastamine kaitstavatel liigirikastel madalsoodel. "Looduskaitse, liikide kaitse korraldamise alamprogramm" programmi projekt nr. 27</a>	01.06.2007	28.02.2008	Ilomets, Mati
<a href="#">Turba jääkväljade rekultiveerimine turbasammaldega. "Keskkonnakorraldus, Maapõue alamprogramm" programmi projekt nr. 28</a>	01.06.2007	28.02.2008	Ilomets, Mati
<a href="#">Looduslähedase seisundi taastamine kaitstavatel liigirikastel madalsoodel. "Looduskaitse, liikide kaitse korraldamise alamprogramm" programmi projekt nr. 109</a>	01.07.2008	01.02.2009	Ilomets, Mati

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
<a href="#">Turba jääkväljade rekultiveerimineturbasammaldegaga – 5 aastat hiljem</a>	01.07.2011	30.09.2013	Ilomets, Mati
<a href="#">Põhja-Euroopa madaliku soode taastamisega CO2 emissiooni vähendamine</a>	01.07.2016	31.03.2022	Ilomets, Mati
<a href="#">Nõrglubja allikad ja nõrglubja sood Eestis – otsing ja seisundi analüüs III</a>	02.07.2012	30.04.2014	Ilomets, Mati
<a href="#">Eesti allikasood - seisund ja kaitseväärtused</a>	09.06.2015	08.06.2017	Ilomets, Mati
<a href="#">Seiretöö: ohustatud taimekooslused (Natura elupaigad) – sood, lepinguga kokkulepitud tingimustel ja korras</a>	09.06.2015	01.11.2015	Ilomets, Mati
<a href="#">Korrastatavate jääksoode valik</a>	10.10.2014	01.07.2015	Ilomets, Mati
<a href="#">Endla raba lääneserva seirevõrgustiku rajamine</a>	11.09.2012	01.12.2012	Ilomets, Mati
<a href="#">Soode taimekooslused: madalsood</a>	14.05.2010	12.10.2010	Ilomets, Mati
<a href="#">Soode taimekooslused: rabad</a>	14.05.2010	12.10.2010	Ilomets, Mati
<a href="#">Looduslähedase seisundi taastamine liigirikastel madalsoodel</a>	14.12.2010	29.02.2012	Ilomets, Mati
<a href="#">Looduslähedase seisundi taastamine liigirikastel madalsoodel</a>	14.12.2011	28.02.2013	Ilomets, Mati
<a href="#">Seiretöö: ohustatud taimekoosluste (Natura elupaikade) – soode seire 2014. aastal</a>	19.06.2014	01.10.2014	Ilomets, Mati
<a href="#">Ammendatud freesturbaväljade taastaimestamise tehnoloogiate efektiivsuse võrdlev analüüs</a>	20.06.2013	15.11.2015	Ilomets, Mati
<a href="#">Nõrglubja allikad ja nõrglubja sood Eestis – otsing ja seisundi analüüs II</a>	24.06.2011	31.05.2012	Ilomets, Mati
<a href="#">Nõrglubja allikad ja nõrglubja sood Eestis – otsing ja seisundi analüüs III</a>	02.07.2012	30.04.2014	Ilomets, Mati
<a href="#">Ohustatud taimekooslused (Natura elupaigad) – soode seire 2016. aastal</a>	25.05.2016	01.11.2016	Ilomets, Mati
<a href="#">Ruunasoo hüdroloogilise seisundi ja toitumistingimuste selgitamine ning taimkatte analüüsid</a>	25.07.2005	01.11.2005	Ilomets, Mati
<a href="#">Uuring madalsoode taastatavuse määramiseks</a>	27.04.2015	01.12.2015	Ilomets, Mati
<a href="#">Märgalade taastamine (Eesti-Läti-Vene INTERREG IIIA programmi raames)</a>	27.06.2006	15.01.2007	Ilomets, Mati
<a href="#">Nõrglubja allikad ja nõrglubja allikasood Eestis – otsing ja seisund</a>	29.09.2010	30.04.2011	Ilomets, Mati
<a href="#">Riikliku keskkonnaseire soode seiretööd 2013</a>	30.07.2013	01.10.2013	Ilomets, Mati
<a href="#">Eesti turba-alade looduskaitseline inventeerimine (I etapp) (reg nr 104648)</a>	31.07.2008	15.05.2010	Ilomets, Mati
<a href="#">Maastiku muutused Eestis seoses globaalse kliima soojenemise ja inimtegevusega</a>	01.01.2009	31.12.2012	Jaagus, Jaak
<a href="#">Copernicus kaugseireandmete usaldusväärsuse tagamise põhimõtted ja infrastruktuur</a>	01.12.2020	30.11.2022	Jakobson, Erko; Vendt, Riho
<a href="#">Muutuvate kliimatingimuste mõju boreaalse ja parasvöötme metsade häiringureziimile</a>	01.01.2008	31.12.2013	Jõgiste, Kalev
<a href="#">Sõnnikustandardite arendamine parendamiseks jätkusuutlikku toitaime kasutamist ja vähendamaks saasteainete emissioone</a>	01.10.2017	30.09.2019	Kaasik, Allan
<a href="#">Metsade majandamisel eraldisepõhise langi pindala rakendamise mõjude analüüs</a>	29.10.2010	10.12.2010	Kaimre, Paavo

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
<a href="#">Puistupõhiste küpsusvanuste rakendamise mõju analüüs</a>	29.10.2010	10.12.2010	Kaimre, Paavo
<a href="#">Eesti metsanduslike mudelite ja andmestike infosüsteemi ForMIS arendamine</a>	01.03.2012	28.02.2013	Kangur, Ahto
<a href="#">Tellimustööd "KHG inventuuri LULUCF sektori heite arvutamiseks vajalike metsakasvumudelite väljatöötamine" ning „Raietoodete andmestiku lähteandmete hindamine ja täiustamine“</a>	03.12.2021	05.12.2022	Kangur, Ahto
<a href="#">Märgalade taastamise optimeerimine ja majandamise strateegiate arendamine süsiniku sidumiseks atmosfäärist</a>	01.01.2021	31.12.2021	Kasak, Kuno
<a href="#">Märgalade taastamise optimeerimine ja majandamise strateegiate arendamine süsiniku sidumiseks atmosfäärist</a>	01.01.2022	31.12.2026	Kasak, Kuno
<a href="#">Märgalade taastamine ja selle mõju hindamine kasvuhoonegaaside lendumisele turbulentsete kovariatsioonide meetodi abil</a>	01.07.2018	31.12.2019	Kasak, Kuno
<a href="#">Märgalade taastamise strateegiate arendamine pikaajaliseks süsiniku sidumiseks saavutamaks kliimaeesmärke (REWET)</a>	01.10.2022	30.09.2026	Kasak, Kuno
<a href="#">Majandamise mõju mulla orgaanilise aine fraktsioonilisele koostisele</a>	01.01.2017	31.12.2017	Kauer, Karin
<a href="#">Mulla orgaanilise aine stabiilsus</a>	01.01.2018	31.12.2021	Kauer, Karin
<a href="#">Mulla süsinikuringe modelleerimise võimekuse suurendamine Eesti Maaülikoolis</a>	01.01.2018	31.12.2019	Kauer, Karin
<a href="#">Mulla süsinikuvarude seis ja dünaamika</a>	01.09.2015	01.12.2019	Kauer, Karin
<a href="#">Mineraalmuldadel asuvatel põllumajandusmaade mulla orgaanilise süsiniku varu muutuse hindamine simulatsioonimudeliga</a>	06.07.2021	30.12.2022	Kauer, Karin
<a href="#">Eesti põllumajandusmuldade süsinikuvaru ja selle muutuste modelleerimine riikliku kasvuhoonegaaside inventuuri jaoks</a>	10.08.2018	30.11.2018	Kauer, Karin
<a href="#">Turba potentsiaal mulla süsinikuvaru suurendamiseks</a>	15.12.2023	30.04.2024	Kauer, Karin
<a href="#">Puu ja puistu mudelite ja andmestike infosüsteem</a>	01.01.2004	31.12.2007	Kiviste, Andres
<a href="#">Eesti puistute kasvukäigu modelleerimine muutuvates kasvutingimustes Euroopa puistu kasvu-mudelite foonil</a>	01.01.2011	31.12.2014	Kiviste, Andres
<a href="#">Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine 2008/2009</a>	01.04.2008	01.04.2009	Kiviste, Andres
<a href="#">Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine 2009/2010</a>	01.04.2009	31.05.2010	Kiviste, Andres
<a href="#">Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine 2010/2011</a>	01.04.2010	31.05.2011	Kiviste, Andres
<a href="#">Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine 2011/2012</a>	01.04.2011	31.05.2012	Kiviste, Andres
<a href="#">Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine 2012/2013</a>	01.04.2012	31.05.2013	Kiviste, Andres
<a href="#">Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine 2013</a>	01.04.2013	31.05.2014	Kiviste, Andres
<a href="#">Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide kordusmõõdistamine 2015/2016</a>	01.04.2015	31.05.2016	Kiviste, Andres

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine 2016	01.04.2016	31.05.2017	Kiviste, Andres
Metsa kasvukäigu Eestit katva püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine 2004. aastal	01.06.2004	31.12.2004	Kiviste, Andres
Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine	01.06.2014	31.05.2015	Kiviste, Andres
Taasmetsastatud põlevkivikarjääride ökosüsteemide dünaamika uurimine	01.07.2011	30.09.2012	Kiviste, Andres
Eesti Metsakorralduskeskuse treeningproovalade integreerimine FORMIS ning NOLTFOX info-süsteemidesse	01.07.2016	30.11.2017	Kiviste, Andres
Eesti pikaajaliste metsanduslike katsealade infosüsteemi väljatöötamine	01.09.2008	30.09.2009	Kiviste, Andres
Ülakõrgusele tugineva puistute boniteerimismudeli loomine	01.09.2021	15.06.2023	Kiviste, Andres
Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine 2007/2008	02.04.2007	30.04.2008	Kiviste, Andres
<a href="#">Märgalade taastamine kui lahendus süsiniku sidumiseks, lõimides inimtegevust elurikkusega</a>	01.12.2021	31.11.2026	Kohv, Marko
Eesti metsakaitsealade võrgustiku analüüs ja seire korraldamine vanade loodusmetsade (9010*) elupaigatüübis metsade seisundi ja dünaamika jälgimiseks	01.03.2015	30.11.2016	Korjus, Henn
Metsade pindala muutumise ja raiete jälgimine kaugseire meetoditega	01.04.2008	31.05.2009	Korjus, Henn
Metsade pindala muutumise ja raiete jälgimine kaugseire meetoditega	01.04.2009	31.05.2010	Korjus, Henn
Metsade looduslikkuse taastamise tulemuslikkuse hindamine	01.04.2013	30.04.2014	Korjus, Henn
Kliimamuutus ja metsakasvatuse alternatiivid Euroopas	27.05.2008	26.05.2012	Korjus, Henn
Metsa puistuandmete kordusseire metsa taastamise 50 püsiseirealal	29.04.2008	12.01.2009	Korjus, Henn
Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja -rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse teemavaldkondades: BIOCLIM	01.01.2015	31.08.2015	Kotta, Jonne; Mander, Ülo
Rakendusuuring vee-ettevõtetes aunkompostimistehnoloogia optimeerimiseks reoveesette jäätmeaastuse lakkamiseks	01.06.2018	31.08.2020	Kriipsalu, Mait
Biomelioratiivsete meetodite ja nende agroökoloogiliste aspektide uurimine künnikihialuse tihesega põllumuldadel	01.01.2003	31.12.2006	Kuht, Jaan
Eesti kliima ja keskkonnaseisundi võimalike muutuste hindamine atmosfääri-, mere- ja jõgede äravoolu dünaamiliste mudelite tulemuste põhjal (EstKliima)	01.01.2012	31.12.2014	Kull, Ain
Soode ökoloogilise funktsionaalsuse tagamiseks vajalike puhvertsoonide määratlemine pikaajaliste häiringute leviku piiramiseks või leevendamiseks	01.01.2012	12.12.2013	Kull, Ain
Soode ökoloogilise funktsionaalsuse tagamiseks vajalike puhvertsoonide määratlemine pikaajaliste häiringute leviku piiramiseks või leevendamiseks, II etapp	01.07.2014	02.06.2016	Kull, Ain
Eesti mullaärakande intensiivsuse modelleerimine GIS abil USLE mudeliga	01.08.2011	01.12.2011	Kull, Ain
Muldade erosioon Eestis modelleerituna USLE mudeliga, täpsustamine LIDAR andmete põhiste reljeefiandmetega	15.10.2014	01.12.2014	Kull, Ain

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
<a href="#">Kraavide andmestiku analüüs ja kraavide KHG heitetegurite leidmine erinevate maakasutus-kategooriate jaoks turvasmuldadel</a>	15.10.2021	27.11.2023	Kull, Ain
<a href="#">Ammendatud turbamaardlate veerežiimi taastamise kompleksuuringu meetodika väljatöötamine ja uuringu läbiviimine</a>	24.04.2017	01.09.2023	Kull, Ain
<a href="#">Suuremõtkavalise digitaalse mullastikukaardi kaasaegse kontseptsiooni loomine ja olemasoleva mullastikukaardi ajakohastamine</a>	01.07.2024	01.11.2026	Kull, Ain
Agroökosüsteemide mitmekesisus, terviklikkus ja jätkusuutlikkus	01.01.2008	31.12.2013	Kull, Tiit
Eesti ning Balti regiooni keskkonna optilise kaugseire alused	01.01.2003	31.12.2007	Kuusk, Andres
Optiliselt keerukate looduskeskkondade kaugseire	01.01.2008	31.12.2012	Kuusk, Andres
Taimkatte kvantitatiivne kaugseire	01.01.2011	31.12.2016	Kuusk, Andres
Eesti mullad: omadused, ökoloogia, seisundi hindamine, säästlik kasutamine, taksonoomia.	01.01.2003	31.12.2007	Kõlli, Raimo
Mullamuuseumi arendamine ja kasutusvõimaluste kaasajastamine Eesti ühiskonna mullastikualase teadlikkuse tõstmiseks ja mulla säästlikuks kasutamiseks	01.01.2004	31.12.2006	Kõlli, Raimo
Ökosüsteemide ja nende teenuste baastasemete hindamine ja kaardistamine, sh meetodika välja-töötamine Keskkonnaagentuurile	19.12.2018	31.07.2020	Külm, Siiri
Muraka soostiku ökosüsteemi seire 2022	17.08.2021	20.03.2023	Küttim, Martin
Metsaökosüsteemide looduslikkuse hindamine kaugseiremeetoditega	01.01.2022	15.06.2023	Laarmann, Diana
Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine 2018-2019	01.06.2018	30.04.2020	Laarmann, Diana
Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine 2020-2021	01.06.2020	30.04.2022	Laarmann, Diana
Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine 2022-2023	01.06.2022	30.04.2024	Laarmann, Diana
Kaugseire, metsanduslike andmebaaside ning metsakasvu ja -heleduse mudeli lõimimine pideva metsakorralduse süsteemi poolboreaalsete metsade jaoks	01.01.2010	31.12.2013	Lang, Mait
Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel	01.01.2019	31.12.2020	Lang, Mait
Optimising Access to Spot Infrastructure for Science	01.02.2008	31.12.2010	Lang, Mait
Lidarmõõtmistest ja multispektraalsetelt piltidelt puistute takseertunnuste hindamine Aegviidu katsealal	01.06.2011	31.01.2012	Lang, Mait
<a href="#">Metsa takseerandmete uuendamise ja täiendamise meetodite arendamine kaugseire võimaluste abil</a>	01.07.2010	31.10.2011	Lang, Mait
<a href="#">Metsade majandamisvõimalused Euroopas kliimamuutuste mõju leevendusvõimekuse tõstmiseks</a>	01.10.2012	30.09.2016	Lang, Mait
<a href="#">Eesti noorte metsade hooldusraievajaduse indikatsioonikaart 2023</a>	03.07.2023	02.11.2023	Lang, Mait
<a href="#">Kaugseire meetoditega metsaressursi arvestamine - kosmosepiltide ja laserskaneerimise andmete töötlemise lõimimine infosüsteemi</a>	10.09.2018	31.07.2020	Lang, Mait



Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
<a href="#">Eesti puistute liigilise koosseisu kaardi koostamine kosmosepildelt</a>	20.02.2017	31.01.2018	Lang, Mait
<a href="#">Põllumajanduskultuuride kasutamine põletamiseks ja biogaasiks; sortiment ja agrotehnoloogia</a>	24.01.2008	01.12.2012	Lauk, Ruth; Shanskiy, Merrit
<a href="#">Haruldaste, ohustatud ja probleemsete liikide ning koosluste, elupaikade ja maastike struktuur, seisund ja dünaamika ning looduskaitsevalikud</a>	01.01.2001	31.12.2005	Leito, Aivar
<a href="#">Metoodika väljatöötamine ja lähteülesande koostamine ning kooskõlastamine märgalade seisundi hindamiseks ja määramiseks</a>	08.09.2010	28.03.2011	Lode, Elve
Märgalade seisundi hindamine ja keskkonnanäesmärkide määramine	16.02.2011	31.12.2012	Lode, Elve
Mullast saagini: mulla, taimekasvu ja saagi kvaliteedi hindamise indikaatorid erinevates viljelusviisides	01.01.2013	31.12.2016	Loit-Harro, Evelin
Stressi mõju biomassi kujunemisele muutlikes keskkonnatingimustes	01.01.2017	31.12.2018	Loit-Harro, Evelin
Euroopa põllumajanduse ja toiduga varustatuse kliimamuutuste riskide hindamine	04.03.2015	30.06.2017	Loit-Harro, Evelin
Tärgliseterade geneetiline ja morfoloogiline iseloomustus eri viljelusviisides	23.11.2017	31.08.2018	Loit-Harro, Evelin
Mullaviljakuse parandamise meetodid maheviljeluse süsteemides	01.01.2015	31.12.2017	Luik, Anne
Minimeeritud mullaharimine ja haljasväetised jätkusuutlikele mahetaimekasvatuse süsteemidele, ERA-NET CORE Organic II	15.08.2011	01.12.2014	Luik, Anne
Taimekaitse jätkusuutlikule taimekasvatusele	01.01.2009	31.12.2014	Luik, Anne; Mänd, Marika
Juurkonkurentsi hindamine kuuse-kase segametsades stabiilsete isotoopide meetodil	01.01.2021	31.12.2021	Lutter, Reimo
ArGrow biostimulandi mõju hindamine männi-, kuuse- ja kasetaimedele	01.04.2021	31.03.2024	Lutter, Reimo
Sanglepa sobivus niiskete kasvukohtade metsastamisel	01.07.2022	17.06.2024	Lutter, Reimo
Genotüübi mõju hübriidhaava veekasvatuse efektiivsusele ja süsiniku isotoopide sisaldusele	01.11.2020	31.10.2022	Lutter, Reimo
Risofääriprotsesside mõju metsaökosüsteemi kujunemisele erineva liigilise koosseisuga puistutes põlevkivikarjäärade puistangutel	01.01.2004	31.12.2007	Lõhmus, Krista
Risofääriprotsessid muudetud õhuniiskusega lehtmetsaökosüsteemide ainerings	01.01.2009	31.12.2012	Lõhmus, Krista
<a href="#">Raiete mõju metsade süsinikuringele</a>	01.07.2015	30.06.2018	Lõhmus, Krista
<a href="#">Maastiku aineringe dünaamika analüüs ja modelleerimine muutuvates kliimaatilistes ja sotsiaal-majanduslikes tingimustes ning optimeerimine ökotehnoloogia võtete abil</a>	01.01.2003	31.12.2007	Mander, Ülo
Vahemeremaade märgalade inventeerimine ja monitooringusüsteemi väljatöötamine. Eesti kogemuse lisamine.	01.01.2005	31.12.2007	Mander, Ülo
<a href="#">Maakasvatuse ja veerežiimi muutuste mõju metaani ja naerugaasi emissioonile põllumajandusmaastikul</a>	01.01.2008	31.12.2011	Mander, Ülo
<a href="#">Maastike aineringe muutuvates kliima- ja maakasvatuse tingimustes ning selle ökotehnoloogiline reguleerimine</a>	01.01.2008	31.12.2012	Mander, Ülo

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
<a href="#">Kasvuhoonegaaside emissiooni leevendamine kuivendatud soodes energiakultuuride kasvatamise abil</a>	01.01.2012	31.12.2012	Mander, Ülo
<a href="#">Globaalne soojenemine ja maastike aineriinge. Maastike struktuuri ja funktsioonide muutused seoses globaalse kliima soojenemise ja inimtegevusega ning aineriinge modelleerimine ja ökotehnoloogiline reguleerimine</a>	01.01.2013	31.12.2018	Mander, Ülo
<a href="#">Kasvuhoonegaaside vood märgalades lokaalsest globaalseni – kliima soojenemise ja maakasutuse mõju</a>	01.01.2019	31.12.2023	Mander, Ülo
Maastike kaugseire (metoodika analüüs ja võrdlus)	01.05.2007	31.12.2007	Mander, Ülo
Süsiniku ja lämmastikuringe muudetud veerežiimiga metsades	01.05.2013	30.04.2016	Mander, Ülo
<a href="#">Orgaaniliste muldade naerugaasi bilansi hindamine lokaalsest globaalse tasandini (N2ORG)</a>	01.05.2019	30.11.2020	Mander, Ülo
<a href="#">Turbamaade N2O bilanss - protsessidest globaalse üldistuseni (N2OPEAT)</a>	01.05.2022	30.06.2023	Mander, Ülo
<a href="#">Naerugaasi (N2O) bilanss turbamaadel- protsessidest ökosüsteemse üldistuseni</a>	01.09.2023	31.08.2028	Mander, Ülo
<a href="#">Jääksoode metsastamise mõju ökosüsteemi süsiniku- ja lämmastikubilansile</a>	01.01.2023	31.12.2025	Mander, Ülo
<a href="#">Soometsade uurimise Living Labs (LiWeFor)</a>	01.01.2023	31.12.2025	Mander, Ülo
<a href="#">Kuivendatud turbaalade kasvuhoonegaaside emissiooni kahandamine soode taastamise abil</a>	01.01.2024	31.12.2028	Mander, Ülo
Maastiku aineriinge labor	01.06.2012	31.12.2013	Mander, Ülo
Dilämmastikoksiidi ja metaani emissioon Eesti põllumajandusmaastikes - ökosüsteemidevaheline varieeruvus ja võimalikud regulatsioonistrateegiad (Emission of nitrous oxide and methane from Estonian agricultural landscapes - variation among various eco	01.09.2007	01.09.2010	Mander, Ülo
Kliimateadlik maaviljelus turbamuldadel	01.12.2014	30.11.2017	Mander, Ülo
<a href="#">Kasvuhoonegaaside emissioon põllumajandusmaastiku märgaladest ja kaldavööndidest</a>	14.11.2012	30.10.2013	Mander, Ülo
Kasvuhoonegaaside emissioon ida-Virumaa turbatootmisaladelt	19.12.2008	15.01.2010	Mander, Ülo
Kasvuhoonegaaside emissioon põllumajandusmaastiku märgaladest ja kaldavööndidest	30.10.2008	30.10.2011	Mander, Ülo
Biomassi tootmine metsaökosüsteemides, selle metsanduslikud ja ökofüsioloogilised alused	01.01.2008	31.12.2013	Mandre, Malle; Ots, Katri
Luhtade majandamisvõtete mõju uuringu metoodika väljatöötamine	21.12.2021	15.03.2022	Melts, Indrek
Mikroreljeefi ja ökoloogiliste faktorite mõju puurinde looduslikule uuendusele häiringualadel	01.01.2010	31.12.2012	Metslaid, Marek
Erineva päritoluga hariliku kuuse populatsioonide kasvureaktsioon, vastupanu- ja taastumisvõime põua järgselt - dendrokronoloogiline analüüs	01.08.2018	31.10.2019	Metslaid, Sandra
Erineva päritoluga hariliku kuuse populatsioonide põuakindlus, kohanemisvõime ja tüvelõhede tekitamist põhjustavate faktorite analüüs	01.09.2019	21.11.2021	Metslaid, Sandra
Maakatte ja kliimamuutuste mõju voolurežiimile ja mullaniiskusele	01.03.2021	28.02.2023	Moges, Desalew Meseret

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
Eestis olemasoleva, praeguse või juba kavandatud tootmise-tarbimise juures tekkiva biomassi ressursi hindamine	20.04.2007	01.12.2007	Muiste, Peeter
Jätkusuutlik taimekaitse: ökosüsteemi teenuste rakendamine taimekasvatustes	01.01.2015	31.12.2020	Mänd, Marika
Põlluservade rajamiseks sobilike seemnesegude väljatootamine põllumajandustootjatele, kes soovivad taotleada keskkonnasõbraliku majandamise toetust	25.05.2010	31.12.2010	Mänd, Marika
Taimede stressitaluvuse ökofüsioloogia	01.01.2007	31.12.2012	Niinemets, Ülo
Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskus	01.01.2011	31.12.2015	Niinemets, Ülo
C3 fotosünteesist C4 fotosünteesini jätkusuutliku põllumajanduse jaoks	01.01.2012	31.12.2016	Niinemets, Ülo
Taimede stress muutub kliimas: stressivastustest kohanemiseni	01.01.2013	31.12.2018	Niinemets, Ülo
Globaalmuutuste ökoloogia looduslikes ja põllumajanduskooslustes	01.01.2016	01.03.2023	Niinemets, Ülo
Krüptogaamide kasvav roll ökosüsteemide produktiivsuses soojenevas ja niiskenevas kliimas	01.01.2019	31.12.2023	Niinemets, Ülo
Ökosüsteemide analüüs ja eksperimentaaluuringud	01.01.2020	31.08.2023	Niinemets, Ülo
The nitrogen cycle and its influence on the European greenhouse gas balance	01.02.2006	30.04.2011	Niinemets, Ülo
Stressindutseeritud taimsed lenduvad ühendid biosfääri-atmosfääri süsteemis	01.05.2013	30.04.2018	Niinemets, Ülo
Stressindutseeritud taimsed lenduvad ühendid biosfääri-atmosfääri süsteemis	01.05.2013	30.04.2018	Niinemets, Ülo
Põllukultuuride resistentsusaretus	01.06.2011	31.08.2015	Niinemets, Ülo
Lenduvate orgaaniliste ühendite emissiooni indutseerimine biotiliste ja abiotiliste stresside poolt ja selle tähendus koosluste ökoloogias: multidistsiplinaarsed uuringud	01.08.2011	31.07.2014	Niinemets, Ülo
Lenduvate orgaaniliste ühendite emissiooni indutseerimine biotiliste ja abiotiliste stresside poolt ja selle tähendus koosluste ökoloogias: multidistsiplinaarsed uuringud	01.08.2011	31.07.2014	Niinemets, Ülo
Konverentsi "Taimede abiotiline stress: signaaliülekandest kasvuni" läbiviimine	20.01.2009	30.07.2009	Niinemets, Ülo
Mehhanistliku isopreeni emissioonimudeli arendamine	24.04.2006	30.04.2009	Niinemets, Ülo
Eesti metsade produktiivsuse monitooring satelliitkaugseire abil	01.01.2006	31.12.2009	Nilson, Tiit
Metsade kaugseire füüsikalised alused (PHYSENSE)	01.01.2007	31.12.2008	Nilson, Tiit
Eesti looduslike ja energiametsa liikide lenduvate orgaaniliste ühendite emissiooni ennustamine mehhanistlike mudelitega	01.01.2009	31.12.2012	Noe, Steffen Manfred
Eesti Keskkonnaobservatoorium	01.01.2010	31.12.2015	Noe, Steffen Manfred
Eesti Keskkonnaobservatooriumi biosfääri ja atmosfääri alane teadus- ja arendustegevus	01.01.2012	31.12.2014	Noe, Steffen Manfred
Biosfääri ja atmosfääri vaheliste ainevoogude ning kliimanäitajate uurimine Eesti SMEAR-mõõtejaama abil	01.01.2017	31.12.2018	Noe, Steffen Manfred
Readiness of ICOS for Necessities of integrated Global Observations	01.01.2017	31.12.2020	Noe, Steffen Manfred

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
Eesti hemiboreaalse metsa struktuuri mõju hindamine süsiniku ringele ja puistu kasvule ning turbulentsete kovariatsioonide mõõtmise neelu ala kujunemisele	01.01.2019	31.12.2020	Noe, Steffen Manfred
Eesti Keskkonnaobservatoorium	01.01.2020	31.03.2021	Noe, Steffen Manfred
Baasfinantseerimise toetus projekti "Metsaökosüsteemi kasvust sõltuva metsa süsiniku talletamise potentsiaali protsessipõhine modelleerimine kliimateadliku metsamajanduse rakendamiseks" taotlusega seotud teadus- ja arendustegevuse toetamiseks	01.01.2021	31.12.2021	Noe, Steffen Manfred
Eesti Keskkonnaobservatoorium - Eesti teaduse infrastruktuuri teekaart	01.01.2021	31.12.2022	Noe, Steffen Manfred
SMEAR Eesti mõõtejaama andmetel põhineva Eesti metsade süsiniku sidumisvõime analüüsi-metoodika väljatöötamine ja avalikkusele kättesaadavaks tegemine	01.08.2021	15.06.2023	Noe, Steffen Manfred
Measurement Campaign to study Biosphere-Atmosphere exchange of volatile organic compounds in a northern temperate Ecosystem	27.06.2008	17.08.2008	Noe, Steffen Manfred
Läänemere maade foorum sõnniku jätkusuutliku käitlemise uuenduslikest tehnoloogiatest	17.09.2010	16.12.2013	Normak, Argo
Urbaniseerumise mõju maastikumustrile ning asustusstruktuuri muutused Eestis	01.01.2009	31.12.2012	Oja, Tõnu
Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel	01.01.2019	31.12.2020	Oja, Tõnu
Eesti peamiste puuliikide imijuurte ökomorfoloogiline varieeruvus erinevates metsakasvukohatüüpides	01.01.2005	31.12.2007	Ostonen-Märtin, Ivika
Peente juurte adapteerumisstrateegiad Euroopa okas- ja lehtpuumetsades põhja-lõuna gradiendil.	01.01.2008	31.12.2011	Ostonen-Märtin, Ivika
Metsamajandamise mõju vähendamine siseveekogudele	01.04.2019	31.03.2022	Ostonen-Märtin, Ivika
Metsahalduse kalkulaatori nõustamisteenus	01.06.2022	31.05.2023	Ostonen-Märtin, Ivika
Peenjuurte bio- ja nekromass ning aastane produktsioon kuusikutes ja männikutes ICP Forests ja Integrated Monitoring aladel (6 ala)	24.08.2012	20.04.2013	Ostonen-Märtin, Ivika
Puistuelemendi tagavara juurdekasvu mudeli väljatöötamine Eesti metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku andmetel ja selle kohta aruande esitamine	09.10.2020	30.06.2021	Padari, Allar
Meetme 8.1 tulemuste hindamise metoodika välja töötamine: Soelupaikade sihttaastamise tulemuslikkuse hindamise metoodika ja tulemuslikkuse seire kava koostamine.	27.05.2019	15.11.2019	Pajula, Raimo
Häiringute mõju märgalaökosüsteemidele Eestis	01.01.2007	31.12.2012	Pensa, Margus
Mineraal muldadel asuvatel põllumajandusmaade mulla orgaanilise süsiniku varu muutuse hindamine simulatsioonimudeliga	06.07.2021	30.12.2022	Penu, Priit
Eesti põllumajanduse arengu analüüs ja prognoos ökonomeetriselise modelleerimise abil	13.03.2007	05.12.2007	Pöldaru, Reet
Eesti põllumajanduse arengu analüüs ja prognoos ökonomeetriselise modelleerimise abil	22.03.2006	05.12.2006	Pöldaru, Reet
Eesti põllumajanduse arengu analüüs ja prognoos ökonomeetriselise modelleerimise abil	24.01.2008	05.12.2008	Pöldaru, Reet
Makroökoloogilised protsessid taimekoosluse mitmekesisuse ja talitluse määratlejatena	01.01.2006	31.12.2009	Pärtel, Meelis

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
Tume elurikkus: taksonoomiline, fülogeneetiline, funktsionaalne ja geneetiline mitmekesisus dünaamilistes taimekooslustes	01.01.2014	31.12.2019	Pärtel, Meelis
Nutikas elurikkuse kaitse Eesti loodus- ja majandusmetsades: ökoinformaatika lahendused Eesti lõunaosa näitel	01.09.2015	31.08.2018	Pärtel, Meelis
Alternatiivsete väetusainete keskkonnahoidliku kasutuse võimalused ja efektiivsus tava- ja maheviljeluses võrdlevalt traditsiooniliste orgaaniliste ja mineraalväetistega	03.03.2010	01.12.2014	Raave, Henn
Muldade tihenemine rohumaadel: põllumajanduse mõju muldade deformeerumisele ja taimestikule	01.01.2008	31.12.2011	Reintam, Endla
Interaktiivne mulla kvaliteedi hindamine Euroopas ja Hiinas põllumajandusliku tootlikkuse ja keskkonna jätkusuutlikkuse tagamiseks	01.05.2015	30.10.2020	Reintam, Endla
Taimede juureeriste ekstraheerimise meetodite täpsustamine ja vaheskultuuride lagunemise hindamine mulla struktuuriagregaatide stabiilsuse ning toitainete omastatavuse määramiseks	01.12.2017	31.08.2018	Reintam, Endla
Mullaagregaatide sisalduse ja mullapoorsuse väli- ja laboratoorsete tööde läbiviimine Kuusiku Katsekeskuse katsepõllul	09.06.2010	05.12.2010	Reintam, Endla
Mullastiku seire ja hindamine maaelu arengukava (MAK) raames	12.11.2010	05.12.2010	Reintam, Endla
Tellija poolt soovitud katsepõllul Kuusiku Katsekeskuses mullaagregaatide sisalduse ja mulla-poorsuse ning lasuvustiheduse nii väli- kui ka laboratoorsed tööd vastavalt etteantud metoodikale ja andmete sisestamine andmebaasi	14.06.2011	08.12.2011	Reintam, Endla
Ranniku (maismaaliste) elupaikade (Loodusdirektiivi I lisa: 1210, 1220, 1230, 1310, 1620, 1640, 2110, 2120, 2130, 2140, 2190 ja 2320) soodsa seisundi kriteeriumite ja seiremetoodika väljatöötamine	02.05.2014	20.04.2016	Rivis, Reimo
Ranniku (maismaaliste) elupaikade (Loodusdirektiivi I lisa) soodsa seisundi kriteeriumite ja seiremetoodika väljatöötamine 2. Omafinantseering	28.07.2014	20.11.2016	Rivis, Reimo
Karula ja Soomaa rahvusparki maakatte andmebaasi koostamine ning ajaloolise maakasutuse analüüs ja tsoneering	01.01.2015	25.11.2016	Sepp, Kalev
Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel	01.01.2019	31.12.2020	Sepp, Kalev
Maakasutuse muutuste ning ökosüsteemsete teenuste ja hüviste arvestamine jätkusuutliku maakasutuse planeerimisel	01.02.2012	31.08.2015	Sepp, Kalev
Enhancing ecoSysteM sERvices mApping for poLicy and Decision mAKing	01.02.2015	31.07.2018	Sepp, Kalev
Liigikaitseliselt oluliste ranna-alade kaitsemeetmed – väärtuste hinnag ja lahendused	01.02.2019	10.12.2020	Sepp, Kalev
KIK-i 2007. aasta Keskkonnakorralduse programmi tehnika alamprogrammi projekt nr 53, "Maastiku interaktiivse visualiseerimise süsteemi soetamine ja rakendusmetoodika koostamine maastiku visuaalse mõju hindamiseks ning avalikkuse kaasamiseks mõjude strateegilise hindamise protsessi"	01.03.2008	30.06.2009	Sepp, Kalev

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
Matsalu ja Vilsandi rahvuspargi maakatte andmebaasi koostamine ning ajaloolise maakasutuse analüüs ja tsoneering	01.03.2013	30.11.2014	Sepp, Kalev
Euroopa elurikkuse vaatlusvõrgustik: ajas ja ruumis integreeritud elurikkuse seiresüsteemi kujundamine ja katsetamine	01.04.2008	31.03.2012	Sepp, Kalev
Eesti-Prantsuse koolitusprojekt "Kaevandusalade rekultiveerimine"	01.05.2004	31.12.2004	Sepp, Kalev
Indikaatori "Maastiku struktuuri muutused punkt-, joon- ja pindelementides" andmete kogumine	01.05.2010	30.09.2010	Sepp, Kalev
Scenarios for Agricultural Landscapes' Biodiversity and Ecosystem Services	01.05.2019	31.12.2022	Sepp, Kalev
Ökosüsteempõhised terviklikud planeerimislahendused poollooduslike koosluste jätkusuutlikuks majandamiseks	01.06.2014	30.04.2019	Sepp, Kalev
Riikliku eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire alaprogrammi "Põllumajandusmaastike seire" täitmine 2010	01.07.2010	11.11.2010	Sepp, Kalev
Riikliku eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire allprogrammi seiretöö "Põllumajandusmaastike seire" täitmine 2011	01.07.2011	10.11.2011	Sepp, Kalev
Vooremaa maastikukaitseala maakatte muutuste andmebaasi, analüüsi ja tsoneeringu koostamine	01.07.2020	10.06.2022	Sepp, Kalev
Maastikuseire kava perioodiks 2016-2025, seire tulemuste analüüs ja meetodika täiendamine	01.09.2014	23.05.2016	Sepp, Kalev
Maastikuparameetrite kaardistamine kergkaalulise lennuobjektiga. Erinevate kaamerate testimine	01.09.2015	31.12.2015	Sepp, Kalev
KIK-i 2017. ja 2018. aasta looduskaitse programmi projekt nr 13547, Otepää ja Haanja loodusparkide maakatte andmebaasi koostamine ning ajaloolise maakasutuse analüüs ja tsoneering	01.09.2017	20.12.2020	Sepp, Kalev
Põllumajandusmaastiku väärtuste hindamismetoodika lähteseisukohtade väljatöötamine	04.11.2013	10.12.2013	Sepp, Kalev
Seiretöö: Põllumajandusmaastike seire 2014.a.	05.06.2014	01.10.2014	Sepp, Kalev
Lahemaa rahvuspargi kaitsekorralduskava alusuuringud: Lahemaa rahvuspargi ajaloolise maakasutuse inventuur ja pärandmaastike tsoneering	06.08.2010	10.12.2010	Sepp, Kalev
2007. aasta riikliku keskkonnaseire programmi allprogramm "Elustiku mitmekesisuse ja maastike seire" (maastikud)	14.05.2007	01.02.2008	Sepp, Kalev
2007. aasta riikliku keskkonnaseire programmi allprogramm "Elustiku mitmekesisuse ja maastike seire" (tellitavad tööd)	14.05.2007	01.02.2008	Sepp, Kalev
Support for the Natura 2000 Biogeographical Process	20.12.2017	19.12.2020	Sepp, Kalev
Looduse ja maastike mitmekesisuse seire	22.06.2006	01.02.2007	Sepp, Kalev
Põllumajandusmaastike seire	22.08.2012	01.11.2012	Sepp, Kalev
LAS formaadis LIDAR andmete eeltöötlemine 4-l testalal ja *.TAB andmeformaati konverteerimine	23.09.2013	01.12.2013	Sepp, Kalev
Droonitehnoloogial põhineva kaugseiresüsteemi käivitamine ja katsetamine testaladel	23.11.2017	31.08.2018	Sepp, Kalev

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
Põllumajandusmaastike seire	25.07.2013	01.10.2013	Sepp, Kalev
Riikliku eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire alaprogrammi "Põllumajandusmaastike seire" täitmine	26.05.2009	12.11.2009	Sepp, Kalev
Maastiku struktuuri muutused punkt-, joon- ja pindelementides	26.08.2004	30.10.2004	Sepp, Kalev
Riikliku eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire alaprogrammi "Põllumajandusmaastike seire" täitmine	29.02.2008	01.11.2008	Sepp, Kalev
Läänemere piirkonna maastike muutused: uuenduslikud lähenemisviisid jätkusuutlikele metsamaastikele	29.09.2011	28.03.2014	Sepp, Kalev
Eesti tingimustesse sobivate valemite leidmine kasvava metsa ja metsamaterjali mahu määramiseks	01.01.2013	31.12.2015	Sims, Allan
Pindalapõhise LULUCF aruandluse meetodika analüüs ja arendamine	01.01.2023	17.06.2024	Sims, Allan
Kasvava puu tüvekuju mõõtmise meetodika väljatöötamine tüvemoodustaja analüüsiks Eesti tingimustes	01.09.2011	31.03.2012	Sims, Allan
Forest Management Decision Support Systems	02.04.2009	01.04.2013	Sims, Allan
Potentsiaalse puiduvaru andmestiku ja informatsiooni arendamine – Euroopalik lähenemine mitmeallikalise statistilise metsainventeerimisele	08.10.2010	07.10.2014	Sims, Allan
Puistu takseertunnuste juurdekasvu mudelite täiustamine	10.12.2008	24.11.2011	Sims, Allan
Püsiproovitükkide infosüsteemi loomine metsanduslike püsiproovitükkide andmete jaoks	15.03.2007	31.08.2007	Sims, Allan
LULUCF arvutuste ja algoritmide juhendi ja rakenduse (R-kood) koostamine	17.06.2022	13.12.2023	Sims, Allan
<a href="#">Toitainete ärakanne ning denitrifikatsioon parasvöötme põllumajandusmaastikel</a>	01.01.2012	31.12.2012	Soosaar, Kaido
<a href="#">Toitainerikaste turvasmuldade kliimamuutuste leevendamise meetmete potentsiaali selgitamine Baltimaades ja Soomes</a>	01.08.2019	31.08.2024	Soosaar, Kaido
<a href="#">Valikraiate mõju metsaökosüsteemi süsinikubilansile ja majanduslikud aspektid</a>	01.08.2020	31.07.2023	Soosaar, Kaido
<a href="#">Eesti Keskkonnaobservatooriumi biosfääri ja atmosfääri alane teadus- ja arendustegevus (BioAtmos)</a>	01.10.2011	31.12.2014	Soosaar, Kaido
<a href="#">Eesti kuivendatud metsamaa turvasmuldade heite ja süsinikuvaru dünaamika täpsem hindamine riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuris</a>	01.06.2021	15.12.2024	Soosaar, Kaido
<a href="#">Kasvuhoonegaaside (KHG) mõõtmised põldkatse mullast</a>	28.03.2023	31.12.2023	Soosaar, Kaido
<a href="#">Märgalade taastamine tulevikuks (ALFAwetlands)</a>	01.06.2022	31.11.2026	Soosaar, Kaido
<a href="#">Mullaseened põllumajandusmaastikes</a>	01.01.2023	31.12.2027	Õpik, Maarja
Aiakultuuride kasvatus- ning taimekaitsetehnoloogiate täiustamine toodangu kvaliteedi konkurentsivõime suurendamise eesmärgil	03.03.2010	01.12.2014	Starast, Marge

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
Keskkonnamuutuste mõju rannikutele minevikus, tänapäeval ja tulevikus - ENCHANTED	01.01.2014	31.12.2019	Sugita, Shinya
Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja -rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse teemavaldkondades	01.01.2015	31.08.2015	Suškevičs, Monika
<a href="#">Globaalmuutuste ökoloogia looduslikes ja põllumajanduskooslustes (TK131)mu</a>	01.01.2016	01.03.2023	Zobel, Martin
<a href="#">Põllukultuuride väetamisnormatiivide nüüdisajastamine, sh digitaalse kasutamise võimekuse arendamine ning väetamisest tulenevate kasvuhoonegaaside voogude mõõtmine</a>	01.01.2023	31.12.2026	Tamm, Kalvi
Vegetatsioonifiltriga ala pinnase hüdrofüüsikalised omaduste ja niisutuse-kuivenduse mõju veebilansile ja toitainete leostumisele	01.01.2004	31.12.2006	Tamm, Toomas
Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimestevise ja päästevõimekuse teemas	01.01.2015	31.08.2015	Tamm, Toomas
Maaparandussüsteemi täiendava vee juhtimisel maaparandushoiukulude jaotuse meetodika väljatöötamine	01.06.2015	01.12.2015	Tamm, Toomas
Drenaažkuivendusega kuivendussüsteemide kuivendus seisundi uurimine rasketes liivsavi ja savi pinnastes	01.10.2015	03.10.2016	Tamm, Toomas
Drenaažisüsteemide korrashoiu uuring keskmistel muldadel	31.03.2016	01.10.2018	Tamm, Toomas
Eesti Riikliku Arengukava raames maaparanduslike abinõude uuringu läbiviimine kuivendatud maatulundusmaalt pärineva hajureostuse vähendamiseks	06.12.2006	30.10.2007	Timmusk, Toomas
Komposti tootvate ettevõtete, tootmispaikade ja tehnoloogiate kaardistamine	12.07.2010	15.10.2010	Timmusk, Toomas
Meetme 1.8 raames rajatud maaparandussüsteemi keskkonnarajatiste efektiivsuse uuringu läbiviimine	21.04.2010	19.11.2010	Timmusk, Toomas
Kuivendatud maatulundusmaalt pärineva hajureostuse vähendamiseks maaparanduslike abinõude uuring	22.06.2006	01.08.2006	Timmusk, Toomas
Maaparandussüsteemide negatiivsete keskkonnamõjude leevendus- ja kompensatsioonimeetmete rakendamiseks normtehnilise väljundi koostamine	23.11.2023	01.04.2024	Timmusk, Toomas
Drenaažkuivendusega põllumajandusmaal hajukoormuse leviku iseärasuste selgitamine ja hajukoormuse ohjamise meetodite täpsustamine	29.05.2020	01.11.2022	Timmusk, Toomas
Ohustatud taimekoosluste (Natura2000 kooslused) seire: Madalsood	04.07.2011	14.11.2011	Truus, Laimdota
Ohustatud taimekoosluste (Natura2000 kooslused) seire: Rabad	04.07.2011	14.11.2011	Truus, Laimdota
Eesti arukaasikute kohanemisvõime kliimamuutusega – rakendusuuringud FAHM katsealal	01.01.2016	30.11.2017	Tullus, Arvo
Valgus- ja juurkonkurentsi roll lehtpuude kasvu ja metabolismi reaktsioonis kliimamuutusele	01.01.2018	31.12.2021	Tullus, Arvo
Eesti metsade säästlik ja looduslähedane majandamine	01.01.2002	31.12.2006	Tullus, Hardi
Hübriidhaavaistandike biomajanduslik potentsiaal ja pikaajaline mõju elurikkusele ning metsaökosüsteemi arengule	01.01.2020	31.12.2020	Tullus, Hardi



Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
Hübriidhaava istandikud süsiniku sidujana ja energiapuidu tootjana	01.04.2013	30.11.2014	Tullus, Hardi
Kaseistandike potentsiaal kliimamuutustega kohanemisel ja leevendamisel: ökoloogilis-majanduslik analüüs	01.04.2019	31.12.2020	Tullus, Hardi
Turberaiete ökoloogilis-majanduslik analüüs ja näidis-püsikatsealade võrgustiku rajamine	01.06.2011	31.05.2014	Tullus, Hardi
Mitmekriteeriumiline otsuste tugisüsteem ühise metsamajandamise jaoks, et tugevdada metsa vastupidavust, tagada jätkusuutlikud puiduvood ja huvirühmade koostöö	01.06.2021	31.05.2024	Tullus, Hardi
Kiirekasvuliste lehtpuunoorendike kasvukäik endisel põllumajandusmaal ja selle mõjutegurid	01.07.2011	30.06.2012	Tullus, Hardi
Nutikas elurikkuse kaitse Eesti loodus- ja majandusmetsades: ökoinformaatika lahendused Eesti lõunaosa näitel	01.09.2015	31.08.2018	Tullus, Hardi
Turberaie, valikraie ja püsimeetsanduse näidiskatsealade võrgustik ning juhend	01.09.2020	16.12.2022	Tullus, Hardi
Puidu biomassi produktsioon keskmise raieringiga hübriidhaava ja papli istandikes	25.05.2017	30.11.2018	Tullus, Hardi
Välitööd Metsanduse Kliimaprogrammi projekti metsakasvatuse komponendis. Mulla- ja taimsete proovide võtmine erinevate puuliikide ja kasvukohtade puistutest. Keemilised analüüsid C/N määramiseks	30.11.2010	01.03.2012	Tullus, Hardi
Suviõra ja talinisu katsete läbiviimine	30.01.2020	31.12.2020	Tõrra, Toomas
Lämmastiku- ja fosforibilanss endisel põllumaal kasvavas arukase noorendikus	01.01.2004	31.12.2006	Uri, Veiko
Süsiniku akumulatsioon ja puistu kasvukäik arukaasikutes	01.01.2007	31.12.2010	Uri, Veiko
Hall-lepikute majandamisega kaasnevad võimalikud keskkonnamõjud	01.01.2012	31.12.2015	Uri, Veiko
<a href="#">Eesti metsade süsiniku dünaamika ja jätkusuutlik majandamine</a>	01.01.2014	31.12.2019	Uri, Veiko
Eesti hall-lepikud bioenergiaressursina	01.03.2011	30.11.2012	Uri, Veiko
<a href="#">Süsinikubilanss kuuse-kase segametsade vanuseraas</a>	01.03.2015	24.11.2016	Uri, Veiko
<a href="#">Raiete mõju metsade süsinikuringele</a>	01.07.2015	30.06.2018	Uri, Veiko
<a href="#">Süsinikubilanss palumännikute vanuseraas</a>	01.08.2016	31.05.2018	Uri, Veiko
<a href="#">Süsinikubilanss viljakate kuusikute vanuseraas</a>	01.08.2018	01.06.2020	Uri, Veiko
<a href="#">Kasvukoha süsinikubilansi dünaamika lageraie järgselt</a>	01.08.2020	30.05.2022	Uri, Veiko
<a href="#">Valikraiate mõju metsaökosüsteemi süsinikubilansile ja majanduslikud aspektid</a>	01.08.2020	31.07.2023	Uri, Veiko
<a href="#">Süsinikubilansi dünaamika kõdusoomännikute vanuseraas</a>	01.09.2022	31.07.2024	Uri, Veiko
Hall-lepikud Eesti metsade süsinikubilansis	01.09.2012	30.04.2014	Uri, Veiko
<a href="#">Kuivendamise mõju viljakate soometsade süsinikubilansile</a>	01.09.2013	31.03.2015	Uri, Veiko
<a href="#">Metsavarise seire, uuringud ja modelleerimine</a>	01.12.2014	01.11.2018	Uri, Veiko

Pealkiri	Algus	Lõpp	Vastutav täitja
<a href="#">Eesti puistute biomassi mudelite väljatöötamine</a>	01.12.2017	06.04.2020	Uri, Veiko
<a href="#">Metoodika väljatöötamine Eesti puistute biomassi mudelite jaoks</a>	13.06.2017	02.10.2017	Uri, Veiko
Süsiniku- ja lämmastikuringe muudetud veerežiimiga metsades	24.04.2013	30.04.2016	Uri, Veiko
Eesti metsade alternatiivne hindamine	01.03.2022	01.02.2023	Uuemaa, Evelyn
Märgaladele optimaalse suuruse ja asukoha leidmine efektiivseima toitainete ärastuse tagamiseks põllumajanduslikest valglatest kasutades ruumianalüüsi ja modelleerimist	01.05.2015	30.04.2018	Uuemaa, Evelyn
Veekaitsevööndite reostustundlikkuse ja kaldavööndi puhverribade rajamise vajalikkuse hinnangute kaardikihtide loomine	01.10.2019	15.02.2021	Uuemaa, Evelyn
EstModeli testimise ja valideerimise I osa	01.11.2021	31.12.2021	Uuemaa, Evelyn
Suurte üleujutustega siseveekogude nimistu kõrgveepiiri määramise tingimuste ülevaatamine	01.12.2020	30.11.2021	Uuemaa, Evelyn
Geoinfo veebirakenduse laiendamine	10.10.2022	30.11.2022	Uuemaa, Evelyn
Geoinfo veebirakendus (geoportaal)	19.08.2022	30.11.2022	Uuemaa, Evelyn
Maaviljeluse optimeerimine sobivate kultuuride, sortide ja viljelusmeetoditega EMÜ mahetaimekasvatuse uurimiskeskuse loomisega	01.01.2009	31.12.2012	Veromann, Eve
Ökosüsteemi teenuste roll jätkusuutlikus põllumajanduses	01.02.2013	31.01.2017	Veromann, Eve
Põllumajandusmaa mitmekesisus	02.08.2019	01.12.2019	Veromann, Eve
Maismaaökosüsteemiteenuste üleriigiline rahaline hindamine, sh metoodika väljatöötamine	08.10.2021	25.01.2023	Veromann, Eve
Söödakulude optimeerimise mudeli väljatöötamine	06.09.2019	31.03.2020	Viira, Ants-Hannes
Põllumajandusliku maakasutuse muutuse analüüs sõltuvalt tulevikustsenaariumitest	16.07.2020	30.10.2022	Viira, Ants-Hannes
Osalemine BIOEAST (Central and Eastern Europe initiative for knowledge-based agriculture, aquaculture and forestry in the bioeconomy) algatuse taotluse ettevalmistamisel	17.10.2018	31.12.2018	Viira, Ants-Hannes
Kvaliteedi tagamise (QA – quality assurance) kontrolli aruanne Eesti riikliku kasvuhoonegaaside 2016. aasta inventuuri ja inventuuriaruande põllumajanduse valdkonna kohta	22.12.2015	10.01.2016	Viira, Ants-Hannes
Rohumaakoosluste funktsioneerimine, liigiline mitmekesisus, produktiivsus ja efektiivne majandamine erinevates keskkonnatingimustes	01.01.2003	31.12.2007	Viiralt, Rein
Rohumaa aineringete seosed fütoproduktiivsusega olenevalt taimiku koosseisust, kasutusviisist ja väetamisest	01.01.2004	31.12.2007	Viiralt, Rein
Vedelsõnniku (läga) kasutamine rohumaade ja põllukultuuride väetisena ning mõju keskkonnale ja saagi kvaliteedile	24.01.2008	01.12.2010	Viiralt, Rein
Kohalike väetiste efektiivsem kasutamine ja rohusöötade tootmise majanduslik hinnang kohapealse söödatootmise arendamisel	26.01.2011	01.12.2014	Viiralt, Rein
Uudsed droonide kaugseire rakendused põllumajanduses ja looduskaitstes	01.01.2022	31.12.2022	Villoslada Pecina, Miguel

<b>Pealkiri</b>	<b>Algus</b>	<b>Lõpp</b>	<b>Vastutav täitja</b>
Teadmussiirde pikaajaline programm põllumajanduse suurandmete tegevusvaldkonnas	10.09.2018	09.09.2019	Visse, Urmas
Environmentally Smart Agriculture in the Baltic Sea Region	01.07.2015	30.06.2016	Vollmer, Elis

