

Metsamulla süsinikuringe hindamisest

Allan Sims

Kestlik mulla- ja maakasutus – mullateadusest maakasutuse juhtimiseni, 04.12.2025

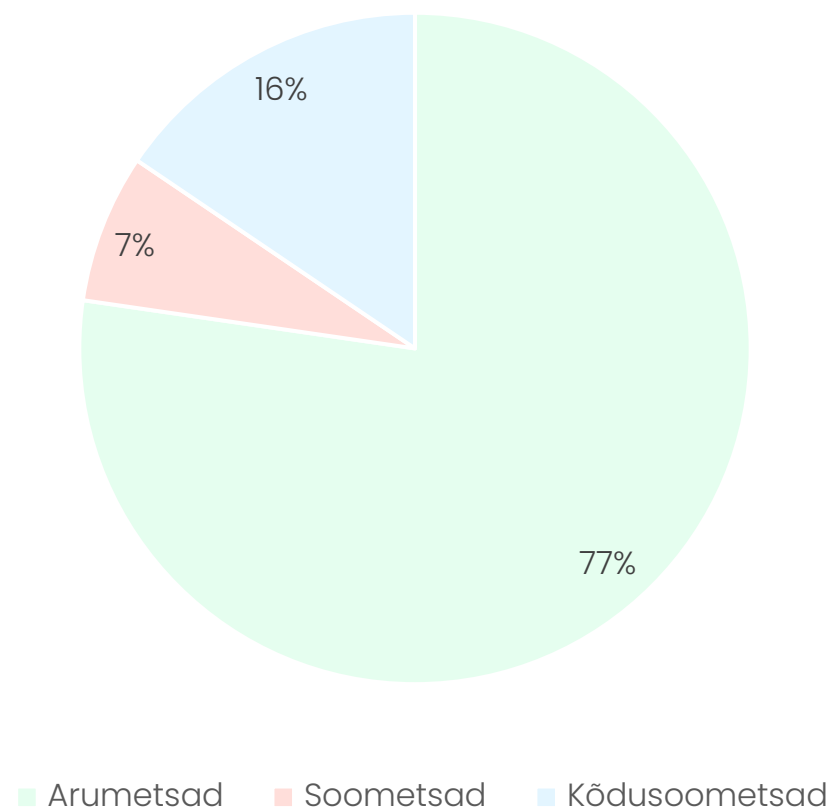


Süsinik metsamullas

- Kogu süsiniku varu on 314 ± 27 Mt (Kõlli jt 2004)
- Aastane süsiniku muutus (KHG 2024)
 - Mineraalmuld $0,19$ t/ha $\Rightarrow 0,347$ Mt
 - Orgaaniline muld $-0,33$ t/ha $\Rightarrow -0,191$ Mt
- Kokku muutus $0,156$ Mt aastas
 - 20 aasta summa $3,12$ Mt

Mullad metsas

- Mineraalmullad
- Turvasmullad
 - Kuivendamata (≥ 30 cm)
 - Kuivendatud (≥ 25 cm)
- Igal ühel on erineva põhimõttega protsess





LULUCF mullaklassid

- Mineraalmullad
- Orgaanilised mullad
 - organogeense horisondi tusedus ≥ 10 cm
 - segatud kihis vähemalt 12% orgaanilist süsinikku < 20 cm



Süsiniku varu mullas

- on tasakaal orgaanilise aine sisendi ja lagunemisprotsesside vahel.
 - Sisend (+):
 - puude ja alustaimestiku varis (okkad, lehed, oksad), juurestiku uuenemine.
 - Väljund (-):
 - mullahingamine (heterotroofne respiratsioon), leostumine.



Tegevused hindamiseks

- Mõõta olemasolevaid varusid
- Mõõta muutuse protsesse
- Kasutada mullamudeleid

Mullamudelid

Sisendandmed =>

=> Tulemused



Mudelite ansamblimeetod

- Mulla protsessid on väga erinevad mullaliikide puhul
- Üks mudel ei kirjelda kõiki protsesse erinevates muldades
- Erinevad mudelid kasutavad erinevaid põhimõtteid, mida jälgivad
- Kui erinevad mudelid annavad sarnase tulemuse, võib eeldada, et tulemus võib olla usaldusväärne
- Kasutatavad mudelid peavad olema kontrollitavad
 - Eeldab avatud koodi



Yasso (Yasso07 / Yasso15 / Yasso20)

- See on levinuim mudel riiklikes kasvuhoonegaaside inventuurides.
 - Põhimõte: lagunemine sõltub varise keemilisest koostisest ja kliimast.
- Sisend: kliima (temp, sademed) ja varise keemilised fraktsioonid (kui hästi lahustub vees, happes, etanoolis jne).
- Eelis: ei vaja andmeid mulla füüsikaliste omaduste (nt lõimise või savisisalduse) kohta, mida metsas on sageli raske määrata.
- Kasutus: peamiselt mineraal muldade huumuskihi dünaamika.



RothC (Rothamsted Carbon Model)

- Algselt põllumuldadele loodud, kuid kohandatud ka metsadele.
 - Põhimõte: lagunemine sõltub mulla füüsikalistest omadustest ja savisisaldusest.
- Struktuur: jagab süsiniku viieks grupiks (kiiresti lagunev, aeglaselt lagunev, mikroobne biomass, huumus jne).
- Eelis: tuntud ja väga laialt levinud terves maailmas.
- Puudus: vajab täpseid mullaandmeid (savisisaldus), mis võivad metsas olla väga varieeruvad.



ECOSSE

- Loodud spetsiaalselt orgaaniliste muldade (turvas) ja mineraalmuldade jaoks, kus veerežiim on kriitiline.
 - Põhimõte: arvestab veetaset ja hapnikupuudust.
- Eelis: suudab modelleerida olukordi, kus muld on liigniiske (anaeroobne lagunemine, metaan) või kuivendatud.
- Tähtsus: kriitiline Eesti kontekstis, kus on palju soometsi ja kuivendatud alasid, millega Yasso ja RothC hästi hakkama ei saa.



CBM-CFS3

- Kanada metsasektori süsinikubilansi mudel (Carbon Budget Model).
 - Põhimõte: see on ökosüsteemi mudel, mitte ainult mullamudel. See ühendab elusa biomassi (puud), surnud puidu ja mulla ühtseks süsteemiks.
- Eelis: Võimaldab simuleerida metsamajanduse (raied, istutamine) ja häiringute (tulekahjud, putukad) mõju kogu süsinikuringele.
- Sisu: Mulla moodul (DOM – Dead Organic Matter) töötab sarnaselt Yasso/RothC põhimõtetele, kuid on integreeritud puistu kasvukäiguga.



Mudelite avatus

- Võimalik testida vahetulemusi reaalselt mõõdetud tunnuste alusel
- Mõõdetud on projektide põhiselt üksikud protsesse, aga puudub pikaajaline andmestik kogu protsessi kohta



Kokkuvõte

- Mudelite ansambel võimaldab anda tulemust kõikide muldade kohta metsas
- Avatud lähekoodiga mudelid võimaldavad mõõdetud andmete alusel hinnata vahetulemuste paikapidavust