

---

# Metsade süsiniku sidumise ja talletamise võime ning selle seosed metsade majandamisega

---

Jürgen Aosaar

EMÜ metsakasvatuse vanemteadur

Metsaharidus OÜ



Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoja Metsandusfoorum 2021

14.10.2021

Eesti Rahva Muuseum

Tartu

METS  
HARIDUS

---



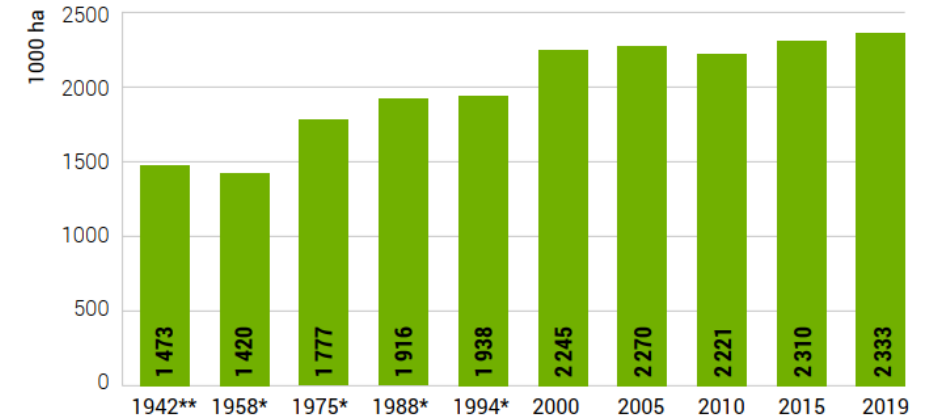
# METSANDUSES ON TULEVIK

# Üldiselt ja sissejuhatuseks

- ~53%, 2,33 mil ha, 481 mil m<sup>3</sup>
- Peamised puuliigid (pindala enamuspoolsuuligiti)
  - Mänd 31%
  - Kask 29% ~80%
  - Kuusk 19%
  - Hall lepp 9%
  - Sanglepp 4%
  - Harilik haab 6%

Joonis 1.4.1.1 Metsamaa pindala muutumine

Figure 1.4.1.1 Changing of forest land area

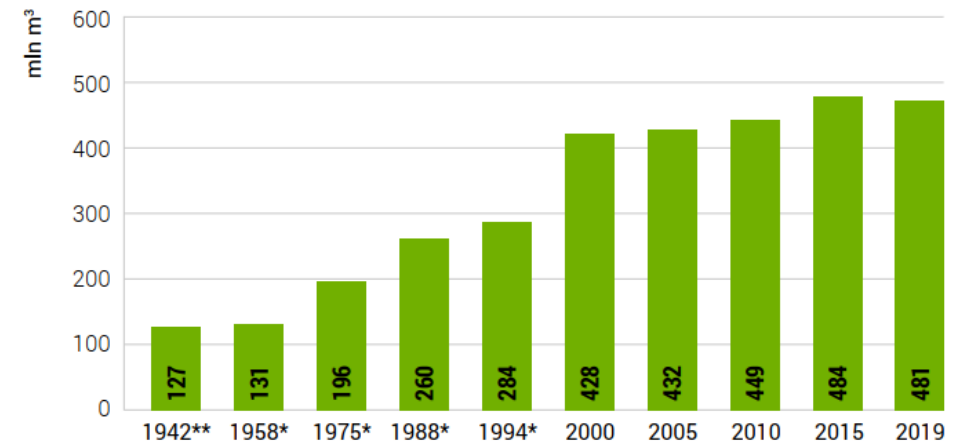


\* Lausmetsakorraldus / Standwise forest inventory

\*\* Akadeemilise metsaseltsi toimetised V / Published in Akadeemilise metsaseltsi toimetised V

Joonis 1.6.1.1 Tagavara muutumine

Figure 1.6.1.1 Changing of growing stock



\* Lausmetsakorraldus / Standwise forest inventory

\*\* Akadeemilise metsaseltsi toimetised V / Published in Akadeemilise metsaseltsi toimetised V

# Üldiselt ja sissejuhatuseks

## Aastaraamat Mets 2019:

- Peamine LULUCF-sektori süsinikusiduja on metsamaa
- 2018. aastal suurenes süsinikuvaru Eesti metsades 2,63 miljoni tonni CO<sub>2</sub> ekv võrra
- Puittoodete kategoorias seoti 2018. aastal 1,10 miljonit tonni CO<sub>2</sub>. Kõige suurema panuse sellesse reservuaari andsid saematerjal ja puitplaadid.
- Paberi ja papi ning kemi-termo-mehaanilise puitmassi kategooriate osakaal ja mõju süsinikuringlusesse on lühiajaline ja väike



# Terminoloogia

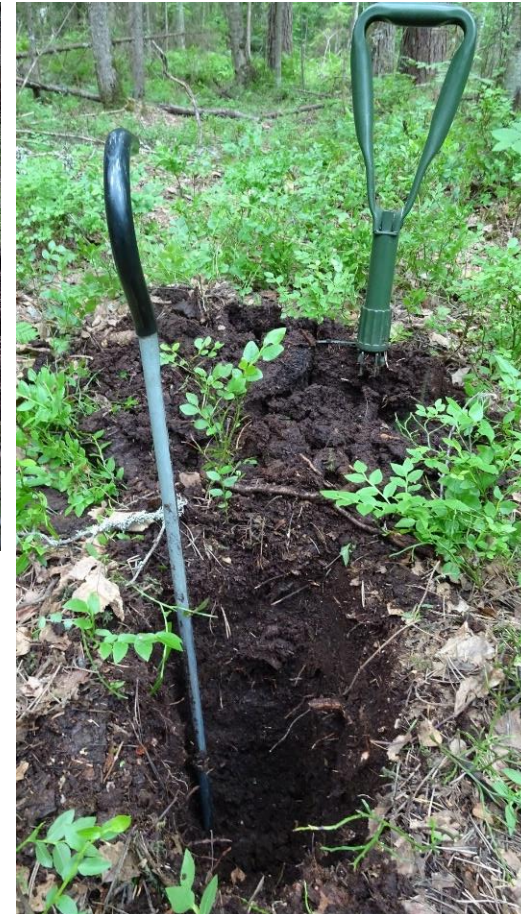
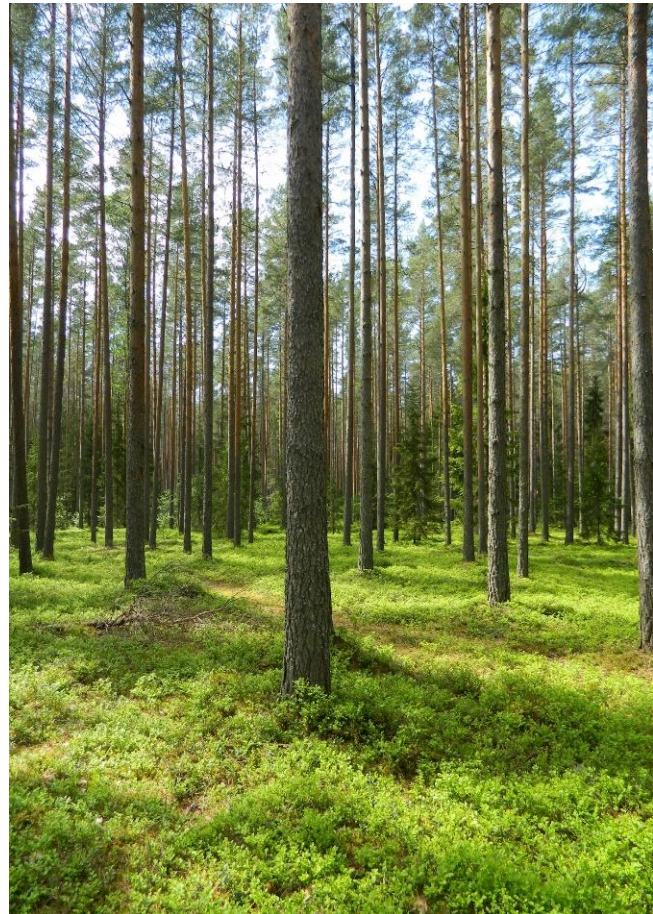
- **C sidumine** – C voog, mis liigub atmosfäärist taimedesse ja mulda
- **C tagavara/varu** – C kogus, mis on seotud biomassis ja mullas
- **C emissioon** – C eraldumine taimedest ja mullast
- **Mullahingamine (Rs)** – CO<sub>2</sub> emissioon mullast, see jaguneb:
  - Autotroofne mullahingamine (Ra)**

Taimejuurte hingamisel tekkiv CO<sub>2</sub> emissioon
  - Heterotroofne mullahingamine (Rh)**

Mullas oleva orgaanilise aine lagunemisel emiteeruv CO<sub>2</sub>
- **C sidumine (siduja)** – metsaökosüsteemi C tagavara suureneb
- **C allikas** – metsaökosüsteemi C tagavara väheneb
- **C bilanss** - Metsaökosüsteemis aasta jooksul seotud ja emiteerunud C voogude vahe

# *Kus C metsas paikneb ja kuhu seotakse?*

- Sõltub puistust ja mullatüübist
- Muld (mulla org aine). Org muldadel suurem, mineraalmuldade ei suurene C tagavara lõputult
- Biomass (puud, alustaimestik, maa peal ja –all)



Kust, kuhu ja kui palju tuleb, on ja läheb?

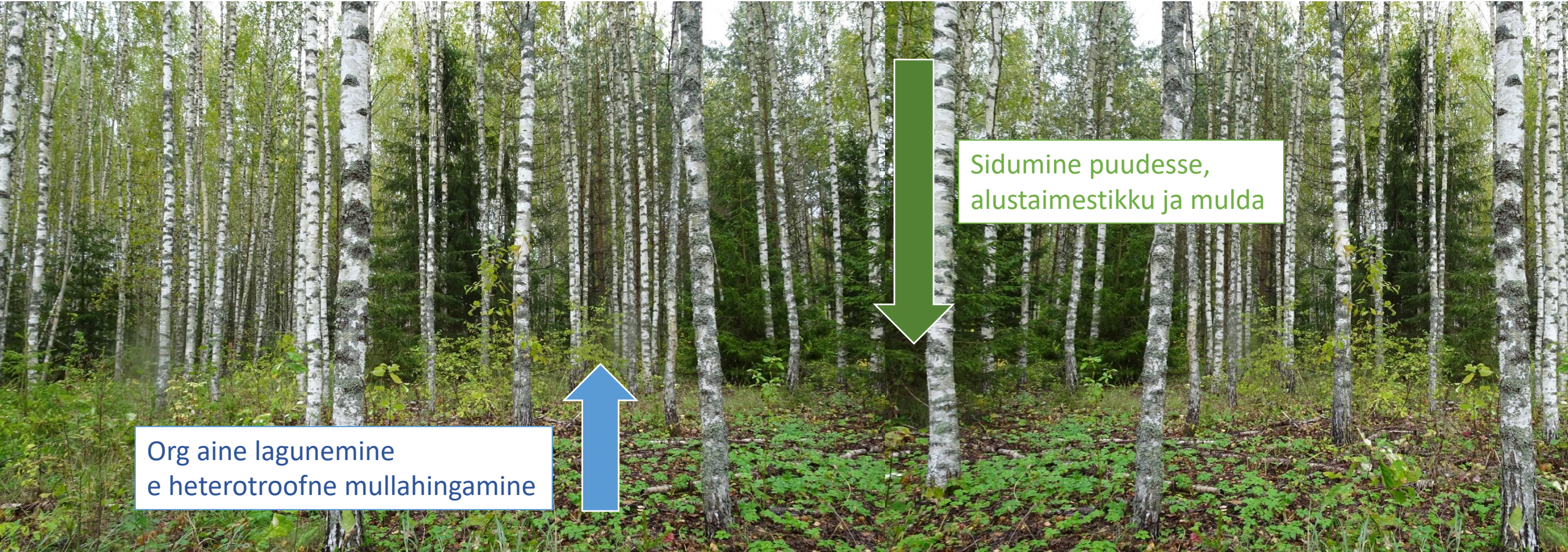
Kas seob või emiteerib?

ehk –

milline on metsaökosüsteemi C BILANSS?

*Kuidas küsimustele vastata?  
Ehk kuidas koostada puistu C bilanssi?*

- Puistu C bilanss sõltub sisenevate ja väljuvate C voogude vahest



Org aine lagunemine  
e heterotroofne mullahingamine

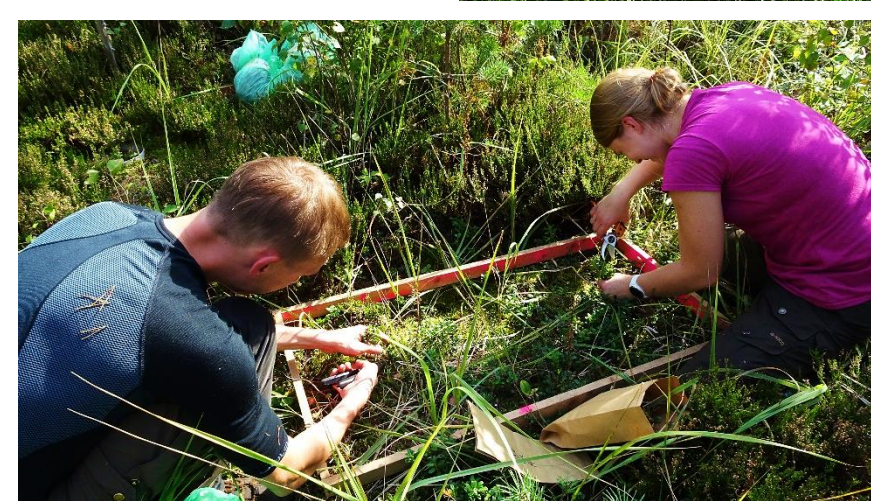


Sidumine puudesse,  
alustaimestikku ja mulda



# *Puistu maapealne osa – BM ja produktsioon*

- Puud
- Puhmad
- Rohttaimed
- Samblad
- Varis



EMÜ biomassi- ja süsiniku-uuringute töörühma argipäev

# *Puistu maa-alune osa – BM ja produktsioon*

- Puude jäme- ja peenjuured
- Rohhtaimede ja puhmaste juured ja risoomid



32 aastase kase juurestiku väljakaevamine



Mullamonoliit, kust pestakse välja puude peenjuured ja alustaimestiku juured

# Muld

- Mullakirjeldus
- Tagavarad
- Hingamine
- Leostumine



Lüsimeeter leostumise hindamiseks



Teadur Mai Kukumägi CIRAS-2 abil mullahingamist mõõtmaks



Prof. Veiko Uri mullakirjeldust koostamas

# C bilansi näide 24-aastase hall-lepiku põhjal

<b>Maapealne</b>		Voog, t C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
1	Puitse biomassi aastane juurdekasv	2,1
2	Lehevaris	1,9
3	Oksavaris, muu varis	0,7
4	Alustaimestiku produktsioon	0,7
<b>Maa-alune</b>		
5	Jämejuurte (d>2mm) produktsioon	0,4
6	Puude peenjuurte (d≤2mm) produktsioon	1,2
7	Alustaimestiku juurte produktsioon	0,4
<b>Väljuvad vood</b>		
8	Heterotroofne hingamine	4,7
9	Orgaanilise C leostumine	0,02
<b>Muld</b>		
10	Mulda sisenev C voog = 2 + 3 + 4 + 6 + 7	4,8
11	Mulla C bilanss = 10 – 8	0,1
<b>Produktsioon</b>		
12	Aastane netoprimaarproduktsioon = 1 + 2 + 4 + 5 + 6 + 7	6,7
13	Aastane ökosüsteemi netoproduktsioon = 12 - (8 + 9)	<b>+1,9</b>

# *Soovitused metsade C sidumise hoidmiseks ja suurendamiseks*

Nabuurs et al. 2013. Nat. Clim. Change 3(9):792-796.  
First signs of carbon saturation in European forest biomass.

1. Suure C tagavaraga püsikindlate vanade metsade säilitamine (nn süsinikupank)
2. Häiringutundlike küpsete puistute raiumine
3. Metsakasvatustlike võtete optimeerimine
4. Bioenergia eesmärgil majandatavates puistutes intensiivistada majandamist ja lühendada raieringi
5. Jätkata metsastamist ja vähendada raadamist

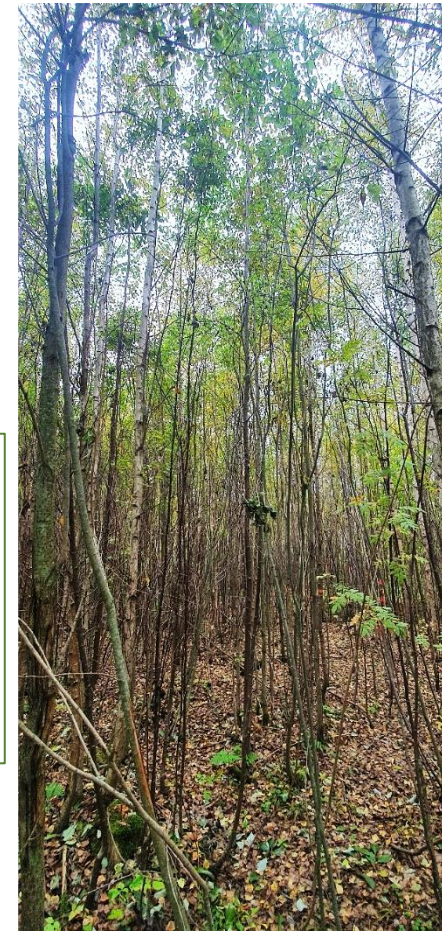
## *EMÜ ja TÜ teadlaste poolt läbi viidud arvukalt metsade C alaseid uuringuid*

- Uuringute juht enamasti maaülikooli prof. Veiko Uri
- C bilansid levinud metsatüüpide aegridades
- Majandamise mõju puistute C voogudele ja varudele
- Endisel põllumajandusmaal kasvavad puistud

# Hooldusraied – metsa kasvatamiseks hädavajalikud

- Tehakse perspektiiviga, pikaajalise kasu nimel
- Õigeaegsed hooldusraied
  - puude kiirem kasv, kvaliteetsem puit, liigiline koosseis, püsikindlus
- Väljalangeva puidu kasutuselevõtt, puittooted
- Asendusefekt – nii pika-, kui lühiajaliste toodete puhul
- Ohud – kuusikute harvendus?

- Harvendusraiate järgselt on puistud endiselt C-d siduvad, Rh voog ei suurene (Ms MÄ, Jk KS) (Aun jt. 2021ab, RMK aruanne 2018)
- 1 aasta peale valgustusraiet on puistu C bilanss tasakaalus (Jk KS) või kergelt miinuses (JO KS) (KIK aruanne 2021)



# Metsauuendamine

- Metsi uuendatakse peamiselt lageraietega, meie tingimustes sobivaim
- Metsakultuuride rajamine
  - Kiiremini uus metsapõlv, sobilik puuliik, istutusmaterjali kvaliteet
- Maapinna ettevalmistamine.
- Muld?

- Lageraiesmikud võivad muutuda C-d siduvaks juba varem kui 10 aastat peale raiet (Jk KS, Ms MÄ, Jk-Ms segapuistu).  
Oluline edukas uuenemine/uuendamine (Uri jt. 2019, Rebane jt. 2020, RMK aruanne 2018, KIK aruanne 2021)
- Lageraie järgselt ei suurene Rh voog võrreldes vanemate puistutega (Nd LV, Ms MÄ, Jk KS, Jk-Ms segapuistu)  
(Uri jt. 2019, Aosaar jt. 2019, RMK aruanne 2018, Rebane jt. 2020)
- Lageraiesmikelt kuusekändude juurimine ei suurendanud Rh voogu (ca 2-3,5 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) (Jk, Ms KKT) (Uri jt. 2015)



# Kuivendamine

- Kõdusood ~15% Eesti metsadest
- Vana võtte metsade produktiivsuse tõstmiseks
- Võimalus saada puitu seni vähetootlikult metsamaalt
- Vanade kraavisüsteemide korrashoid
- Võib suurendada mulla C kadu, aga ka mulda jõudvat C voogu
- Väheneb metaani (CH<sub>4</sub>) emissioon



- **RMK uuring:**

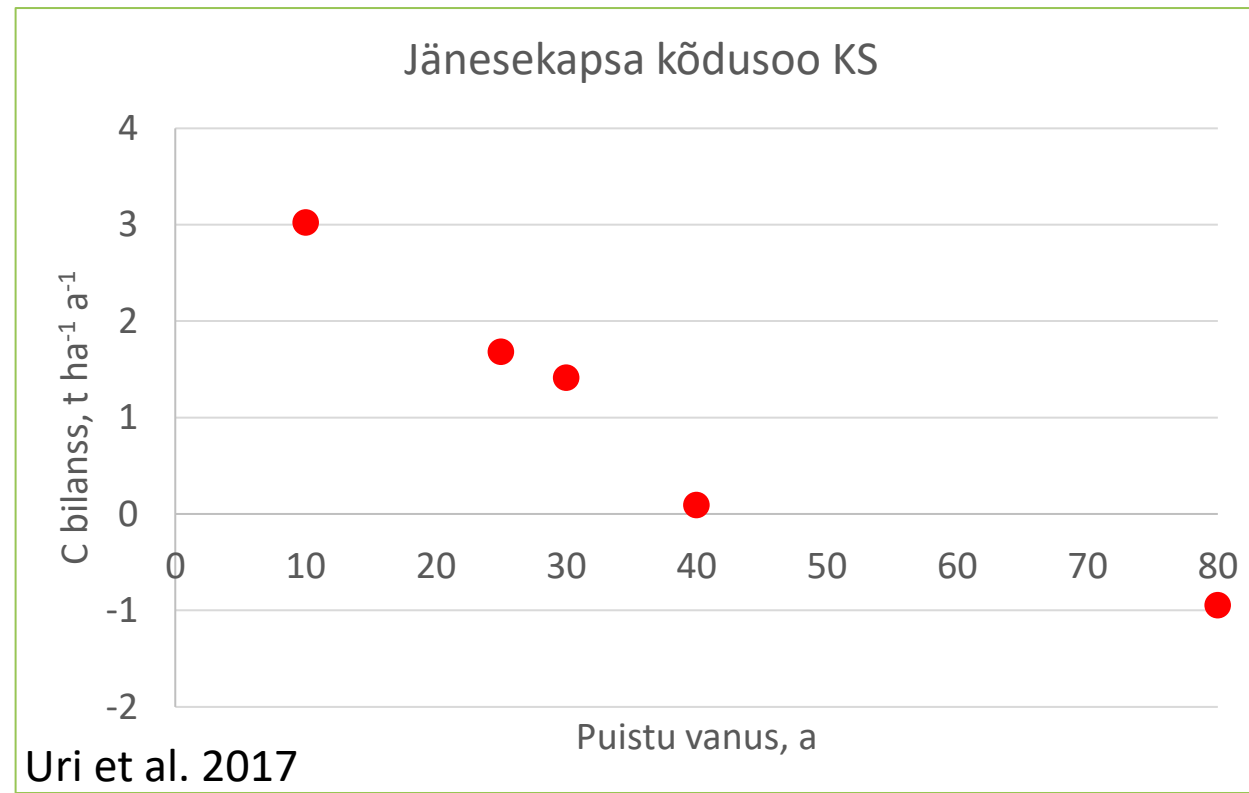
- Jk-Kds KU reeglina kliima jahendajad, sidumine ( $\sim 3,2 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ )
- Ms-Kds MÄ kliima jahendajad ( $\sim 2,4 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ )
- Jk-Kds KS süsiniku-neutraalsed (varieeruvad)

- **Kõdusookaasikud** (Uri et al.2017)

- Mullast lenduv C ei sõltu vanusest
- C sidumine puudesse vanemates puistutes langeb

Suurem C sidumisvõime?

Raiering? Puuliik?



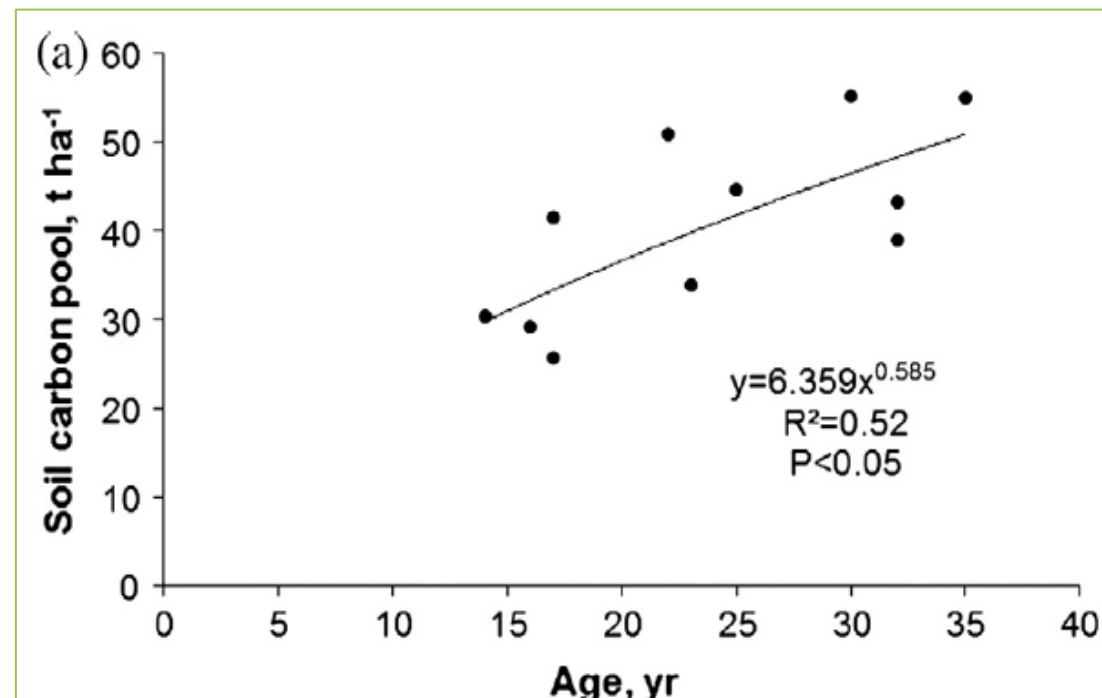
## *Põllumaade metsastamine*

- Kas ja millistel tingimustel on mõistlik?
- Eestis põllumaad tavaliselt metsastuvad kiiresti
- Arukask, sanglepp
- Okaspuud – hea produktsioon, probleemid kvaliteediga (okslikkus, lai aastarõngas, juurepess)



# Põllumaade metsastamine

- C sidumine biomassi
- Põllumaade metsastamise mõju mulla C-le pikaajaliselt positiivne
  - Okaspuud – sidumine O horisonti, mineraalmullas võib C tagavara ajutiselt langeda. Pikaajaliselt suureneb ka mineraalmulla C tagavara (Paul et al. 2002, Li et al. 2012)
  - Lehtpuud: I põlvkonna hall-lepikud, hübriidhaavikud: BM + muld
  - Rohumaadel on nõrk sidumine või puudub
  - Haritavatel maadel sidumine suurem
  - Eesti tulemused hübriidhaavikutes, arukaasikutes ja hall-lepikutes kinnitavad seda (Uri jt. 2011, 2014, Aosaar jt. 2013, 2016, Lutter jt. 2016)
- „Mulla C kaod või lisandumine on võrreldes puudesse seotud C-ga üldiselt väikesed.“ (Paul et al. 2002)



I põlvkonna hall-lepikute sidumine mulda (Uri et al. 2014)

## *Puistute liigiline koosseis*

- Saab valida/suunata metsauuendamise ja hooldusraietega
- Suund segapuistutele, meie tingimustes tavaline KU-KS
- Tormikindlad, tootlikud, intensiivne C sidumine
- Sõltub mullast, osades kasvukohtades puudub männile alternatiiv



- C sidumine 20-70 a Jk KKT puistutes 6-9 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>  
(KIK aruanne 2016)

# *Täna kuulamast!*

