



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Hiilen käyttäytyminen metsänhoidon valinnoissa

Antti Kilpeläinen

Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto

Hiilinielut ja hiilivarastot osana ilmastokestävää metsätaloutta –webinaari, 21.3.2024



Sisältö

- Terminologiaa, käsitteitä
- Hiili metsässä, puutuotteissa ja puutuotteiden korvausvaikutukset
- Hiilen lisäämisen keinot metsänhoidon valinnoissa

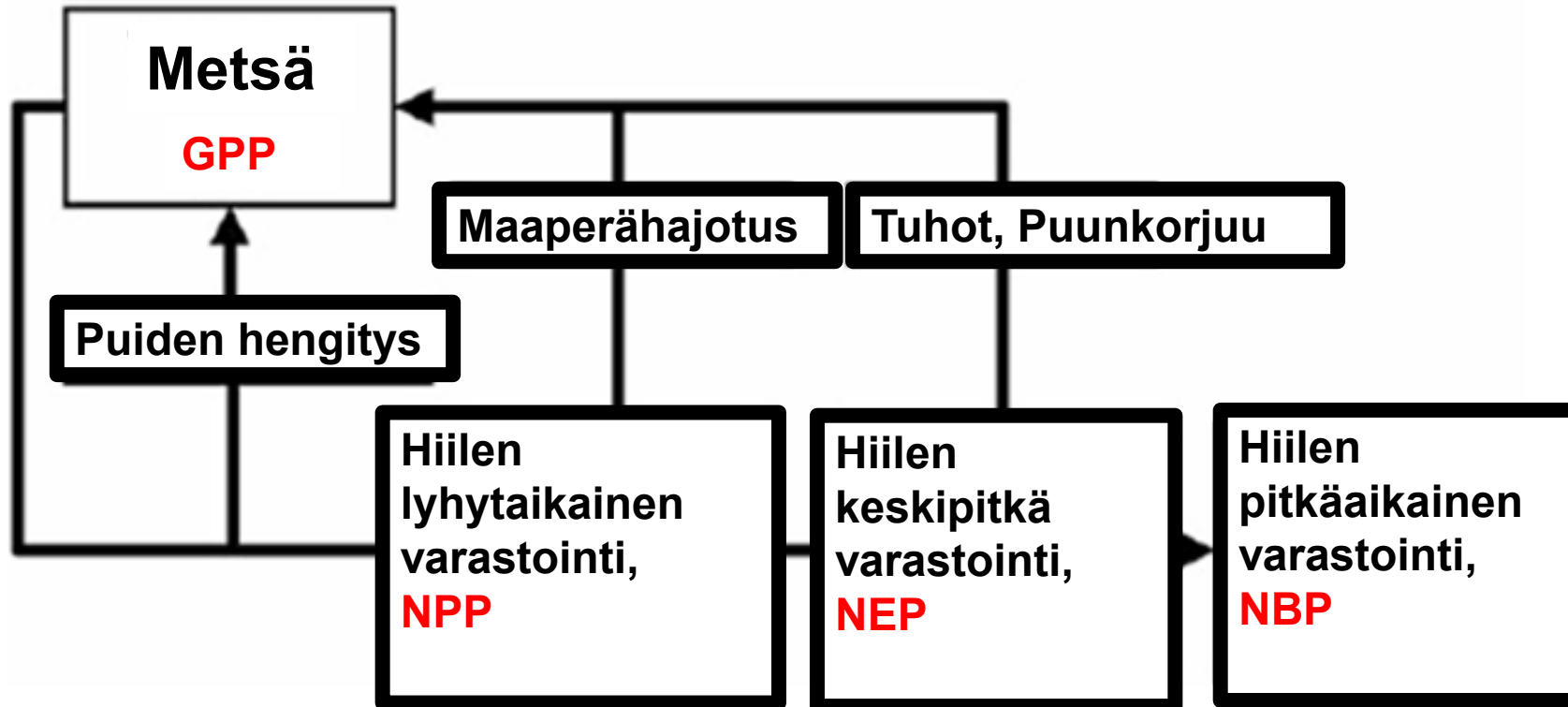


Käsitteitä

- Puiden kasvu, hiilivarasto, hiilitase, hiilenvaihto, hiilinielu/hiililähde
- Metsän ja puunkäytön hiilitaseet
- Metsänhoidon ja puunkäytön ilmastovaikutukset



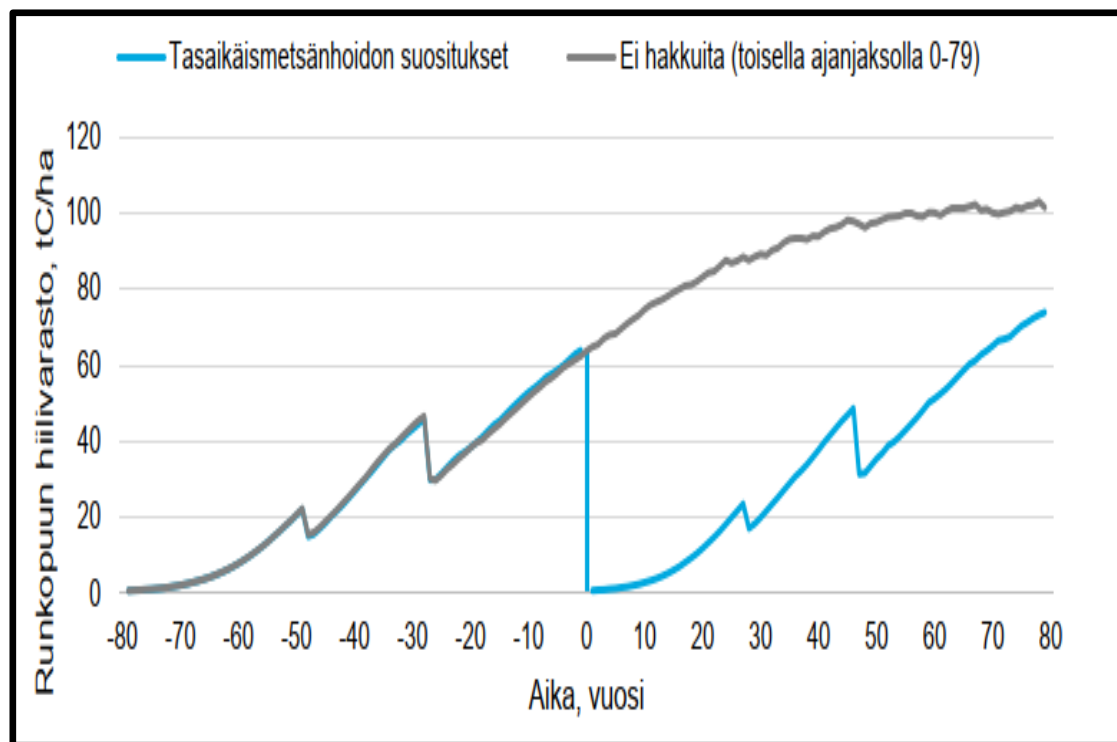
Metsän hiilinielut



- NEP = biologisesti sidotusta hiilestä vähennetään maaperässä hajonnut hiili -> **biologinen hiilinielu**
- NBP = biologisesta hiilinielusta vähennetään korjatun ainespuun määrä -> **nettohiilinielu**



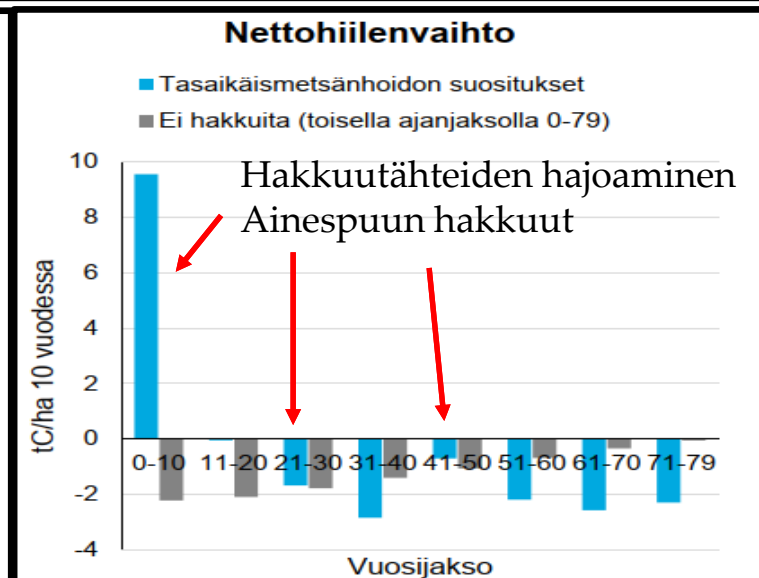
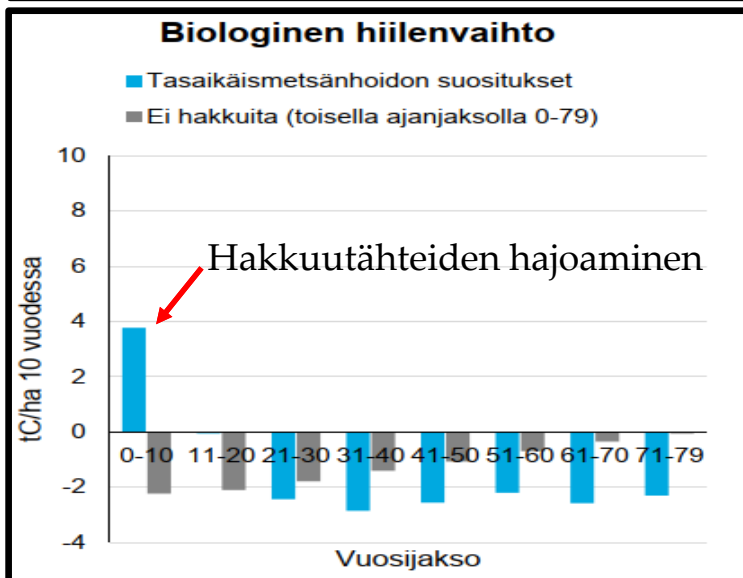
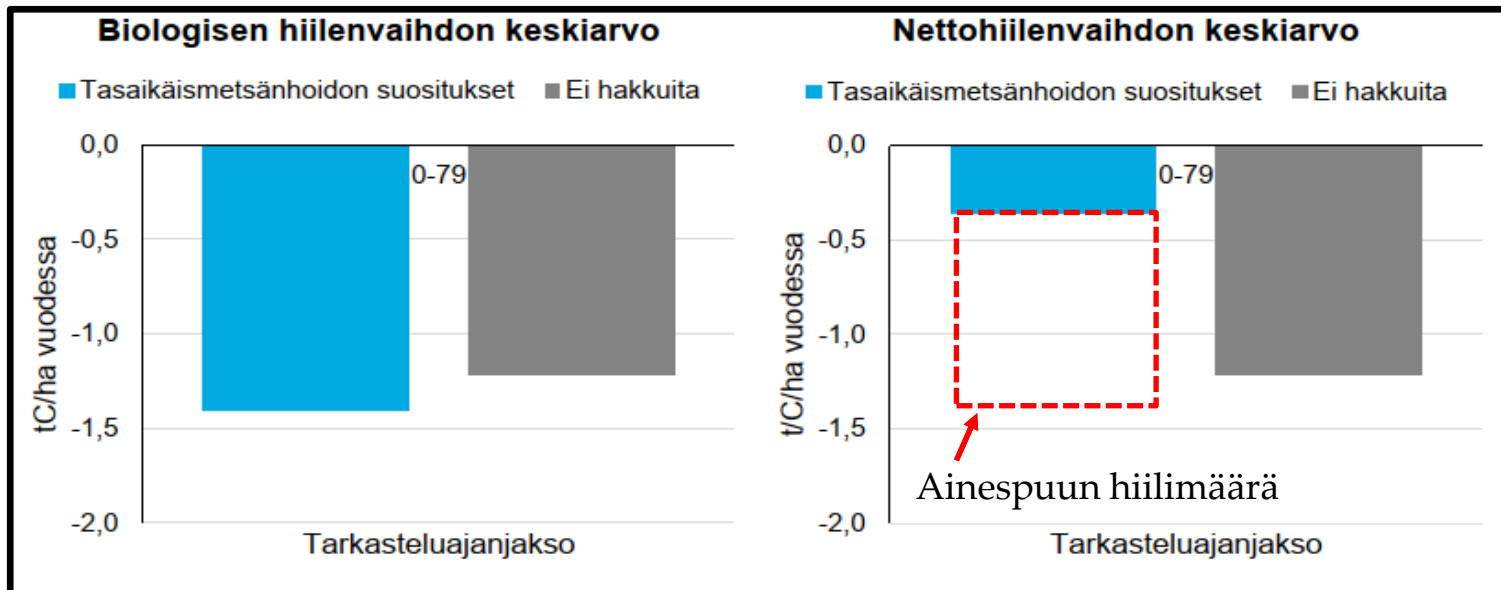
Metsän hiilenvaihdot, esimerkki



- Hiilivaraston kehittyminen, kun metsää hoidetaan metsänhoidon suositusten mukaan tai ei tehdä hakkuita
- Tarkastelujakso on 80 vuotta (vuodet 0-79)
- Kuvassa runkopuun hiilivaraston kehitys



Metsän hiilenvaihdot, esimerkki

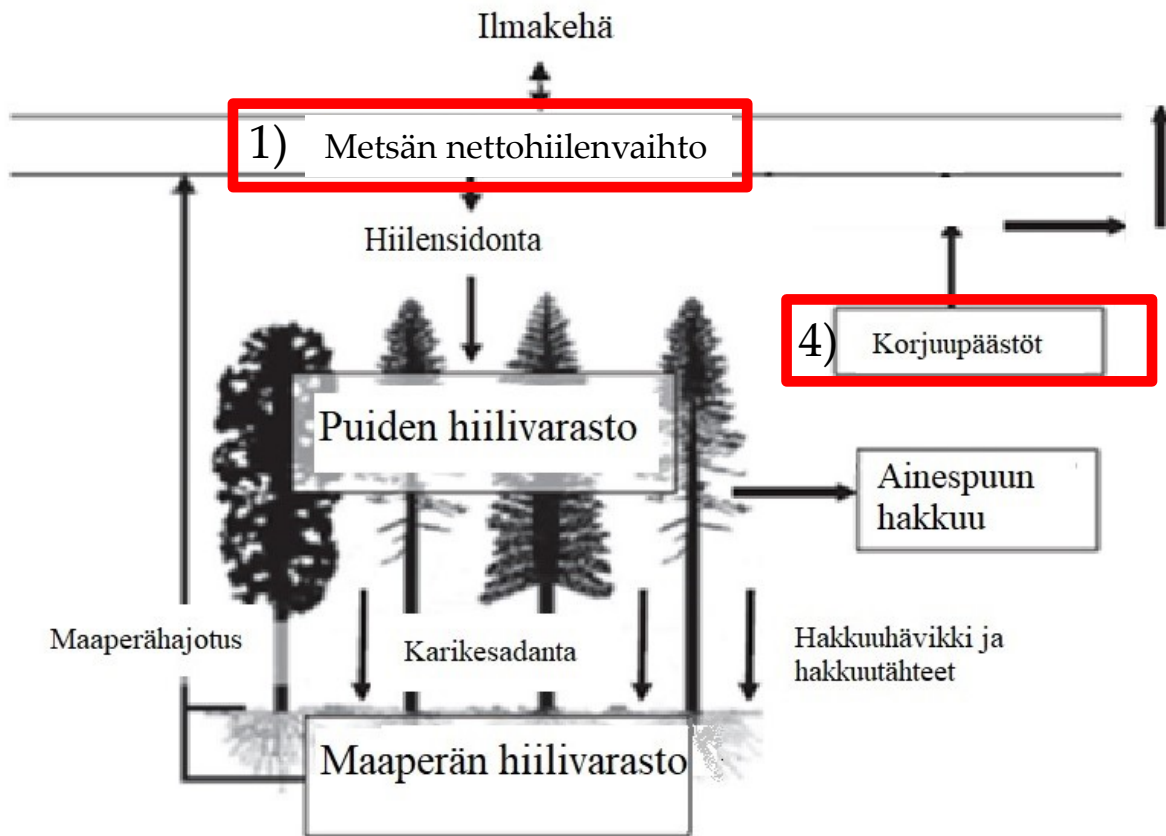


- Biologinen hiilenvaihto ja nettohiilenvaihto, keskiarvo 80 vuoden tarkastelujaksolla, mukana puut ja maaperä
- Nettohiilivaihto huomioi poistuvan ainespuun päästönä metsän hiilenvaihdossa.
- Päätehakkuu vuonna 0, harvennukset vuosina 29 ja 48
- Ainespuu siirtyy käyttöön eri puutuotteisiin



Metsänhoidon ja puun käytön hiilitaseet

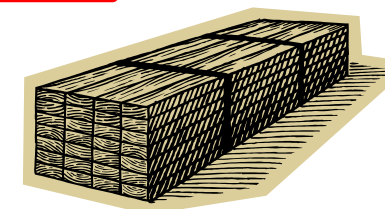
Ekosysteemi



Teknosysteemi

3) Substituutio eli korvausvaikutukset

2) Puutuotteiden varaston muutos



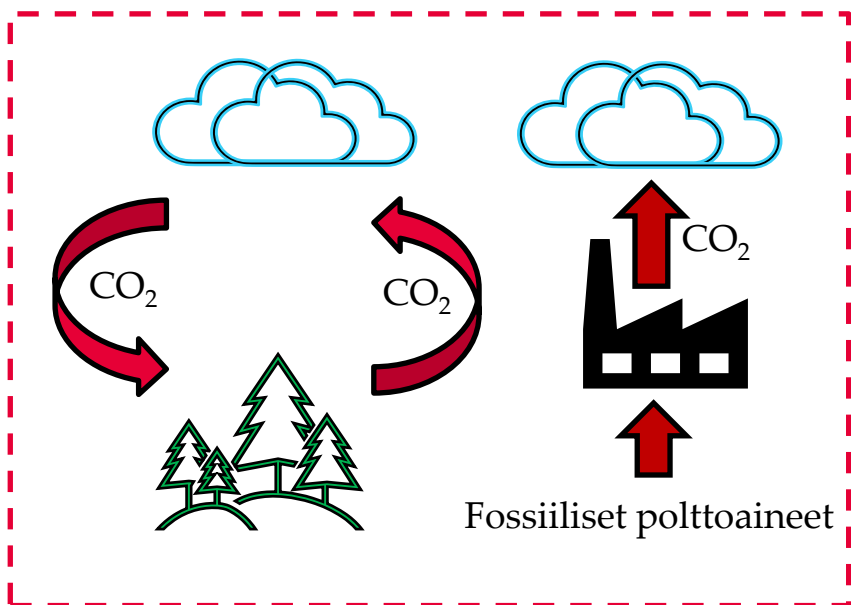


Metsänhoidon ja puun käytön hiilitase

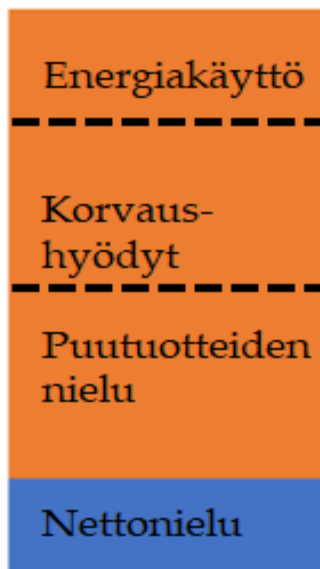
- Hiilitaseen muodostuminen ja kehittyminen päätehakkuun jälkeen (- ilmakehän varasto pienenee, + ilmakehän varasto suurenee):
 - **Metsän hiilitase:** Puuston varaston pieneneminen (+), hakkuutähteet, karike, humus (+), uusi kasvu (-)
 - **Puutuotteiden hiilitase:** Puutuotteet siirtyessään käyttöön (-), ¹pitkäikäisten tuotteiden varasto hajoaa hitaasti (+) ja ²lyhytikäisten nopeasti (+)
 - **Korvausvaikutukset (-):** suhteessa vastaaviin fossiilipohjaisiin tuotteisiin ja energiaan, metsästä korjattua puutonnia kohti (³keskimäärin 0.55 tC/tC, ^{3,4}vaihteluväli 0.27-5.1 tC/tC); laskennallisia ja sisältävät paljon vaihtelua ja epävarmuuksia!
 - **Tuotannon fossiiliset päästöt (+):** esim. korjuu ja kuljetus, lannoitus



Metsänhoidon ja puun käytön ilmastovaikutus



Metsänhoito ja puun käyttö

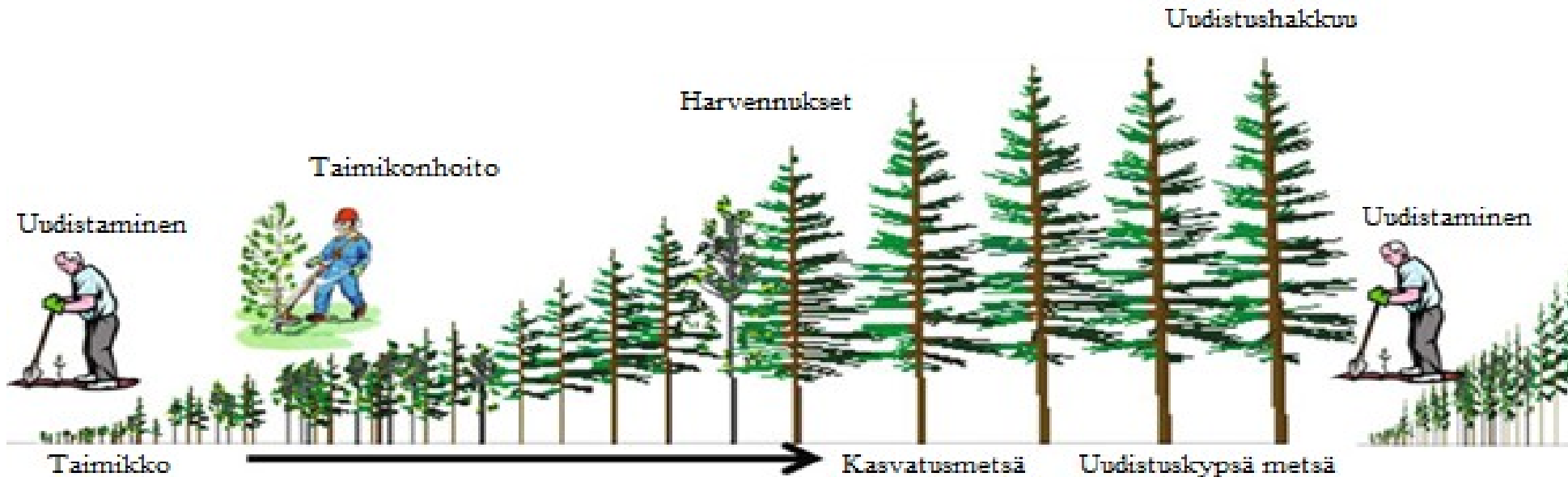


Metsä hiilivarastona

- Biogeeninen hiili kiertää, fossiilinen hiili lisää ilmakehän hiilimäärää.
- Metsänhoidon ja puun käytön ilmastovaikutuksia lasketaan suhteessa **vertailutilanteeseen** (hiilitaseiden erot).
- Metsän nettonielu on esim. hoidetussa metsässä pienempi kuin hoitamattomassa metsässä, koska puun korjuu pienentää puuston hiilivarastoa. Puutuotteet tuottavat ilmastohyötyä, mutta vain osa hiilestä varastoituu pitkäikäisiin tuotteisiin.
- Ilmastonmuutoksen hillinnän ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen keinot metsissä, **lyhyt ja pitkä aikaväli?**



Hiilen lisäämisen keinot metsänhoidon eri vaiheissa

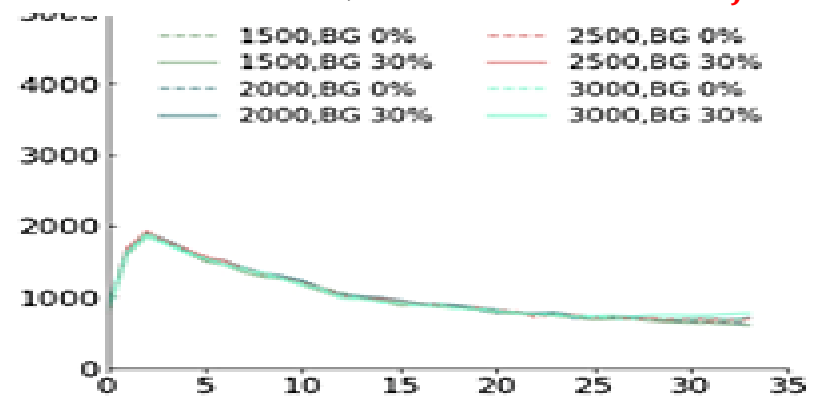
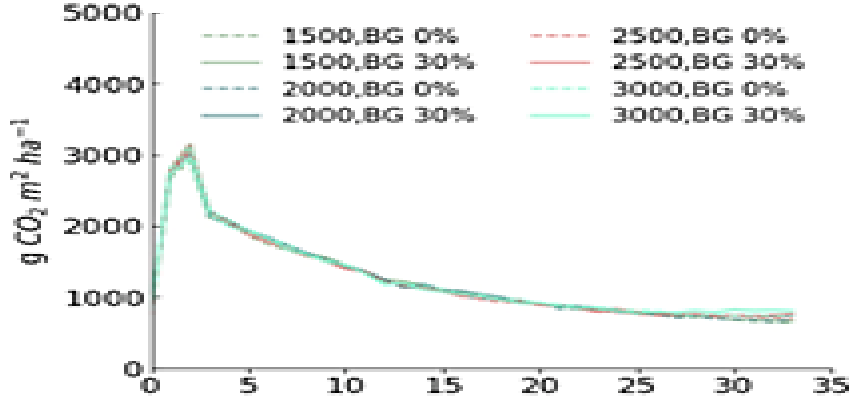


- Hiilen lisäämisen keinot metsään eri metsänhoidon vaiheissa
 - Uudistaminen, taimitiheys, harvennukset, lannoitus, kiertoaika

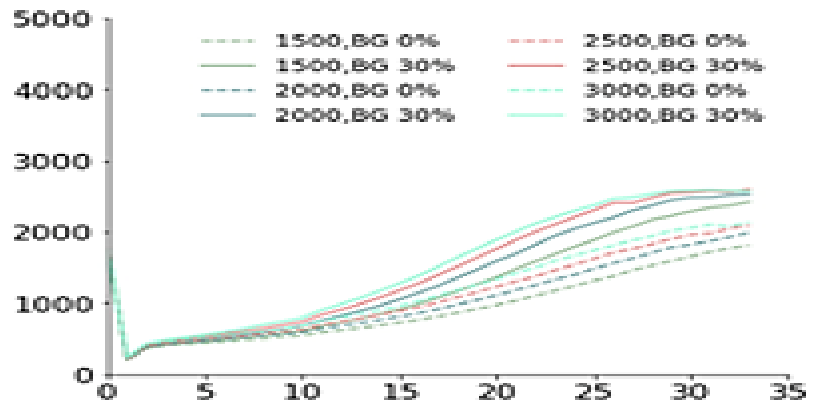
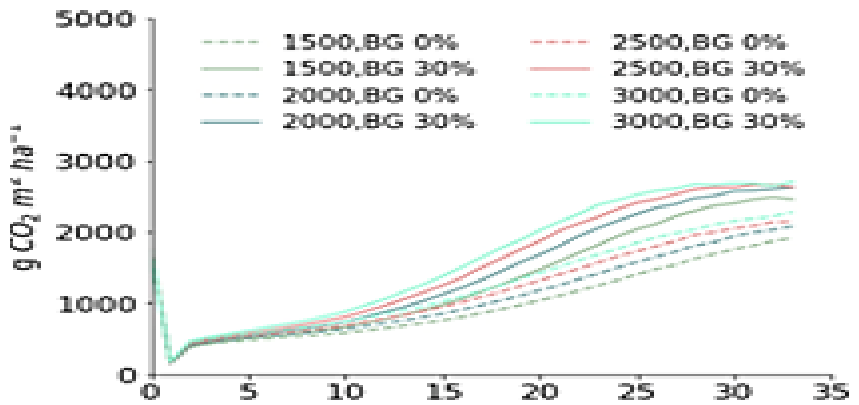
Hiilen lisäämisen keinot, uudistaminen & taimitiheys (Petty et al. 2024, unpublished)

Maaperäpäästö

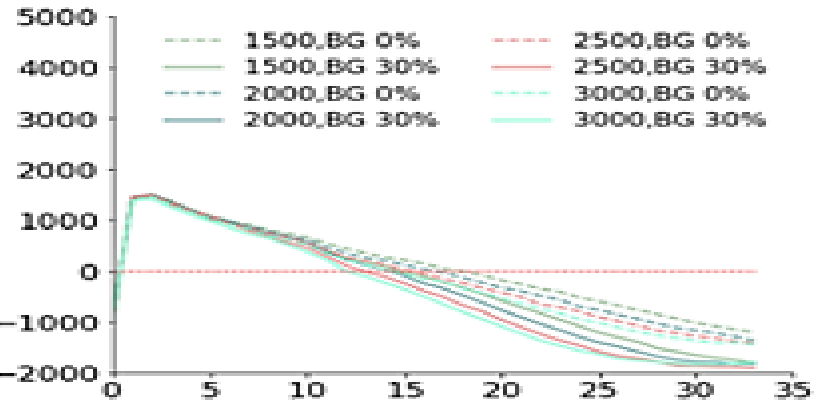
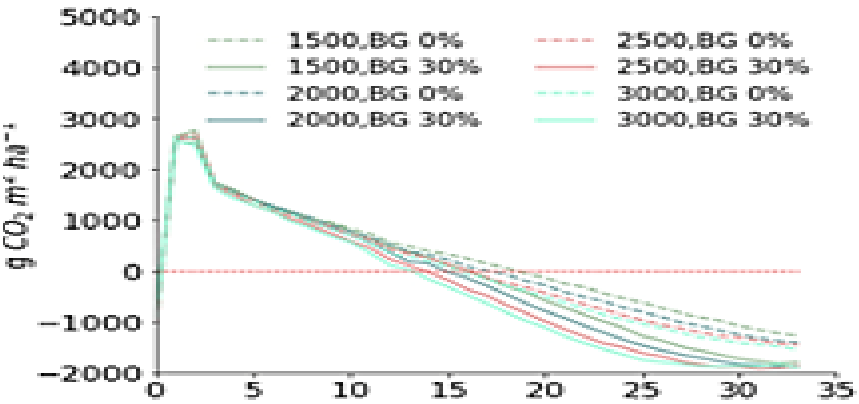
Päätihakkuu, hakkuutähteitä **ei korjattu** Päätihakkuu, hakkuutähteet **korjattu**



Taimien hiilensidonta



Biol. hiilenvaihto



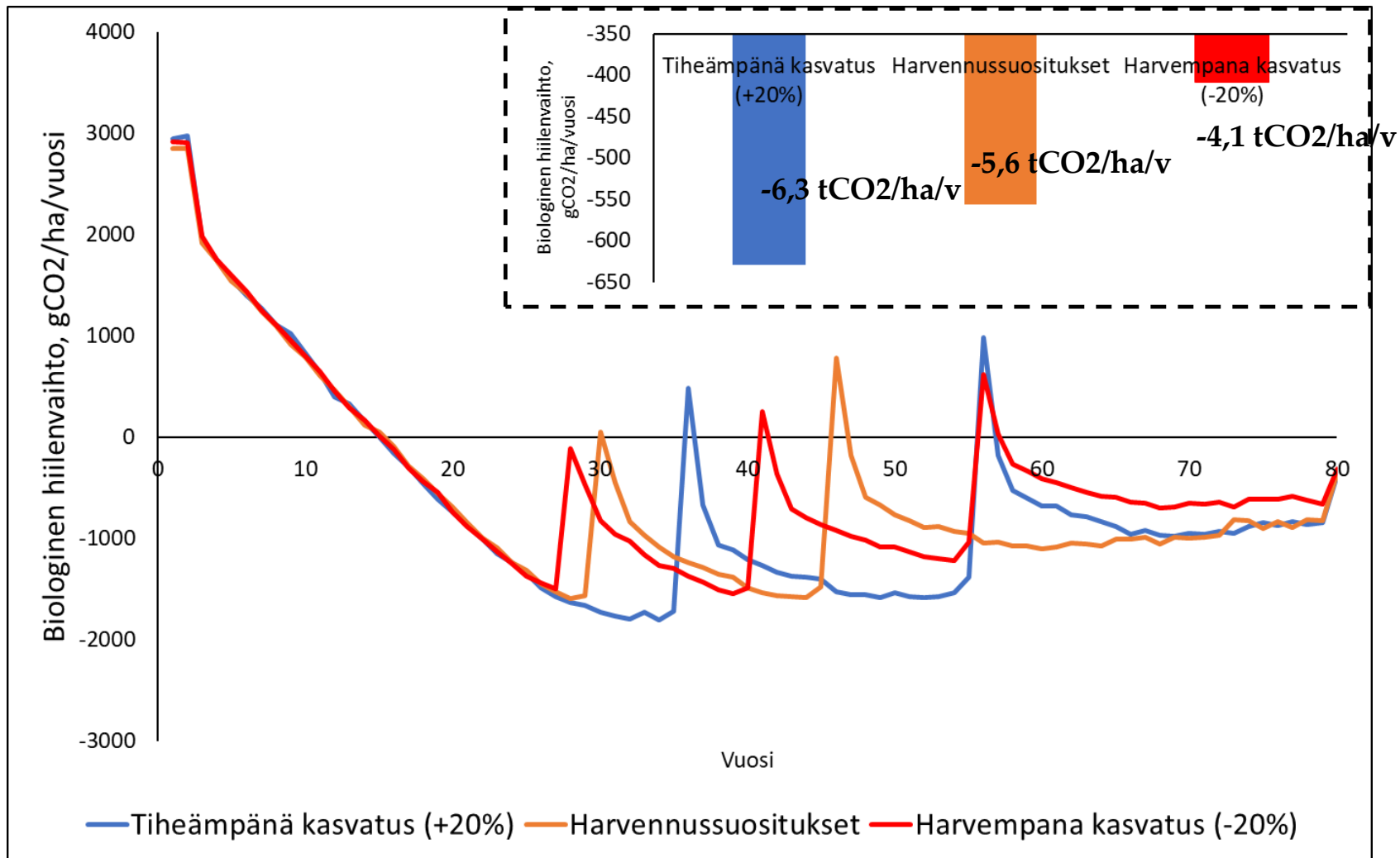
Ikä, vuotta

Ikä, vuotta

Taimitiheys, r/hehtaari	Kasvun lisäys, %	NEE < 0, vuotta	
		Ei korjattu	Korjattu
1,500	0	19	18
1,500	10	18	17
1,500	20	18	17
1,500	30	17	15
2,000	0	18	17
2,000	10	17	16
2,000	20	16	15
2,000	30	15	15
2,500	0	17	16
2,500	10	16	15
2,500	20	15	14
2,500	30	14	13
3,000	0	16	15
3,000	10	15	14
3,000	20	15	14
3,000	30	14	12



Hiilen lisäämisen keinot, harvennukset

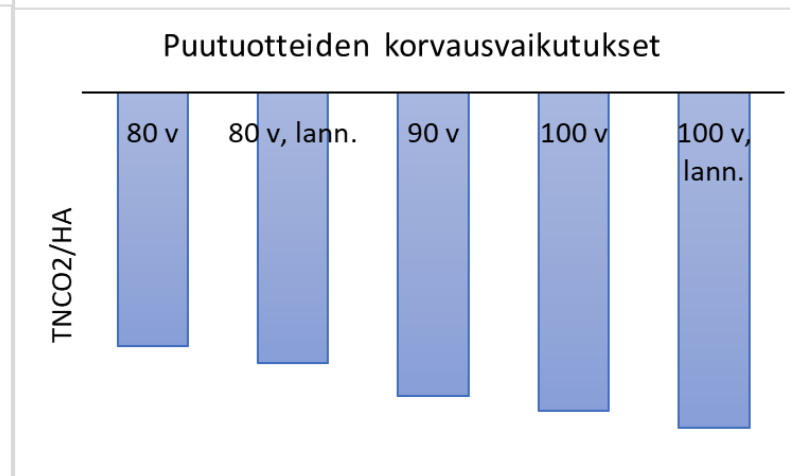
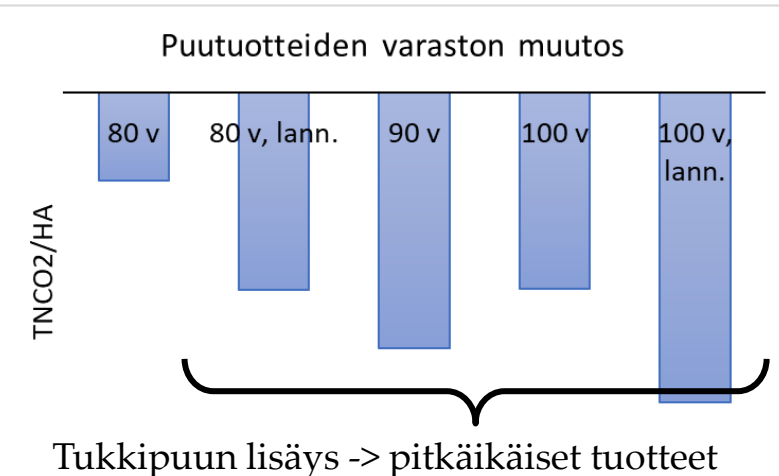
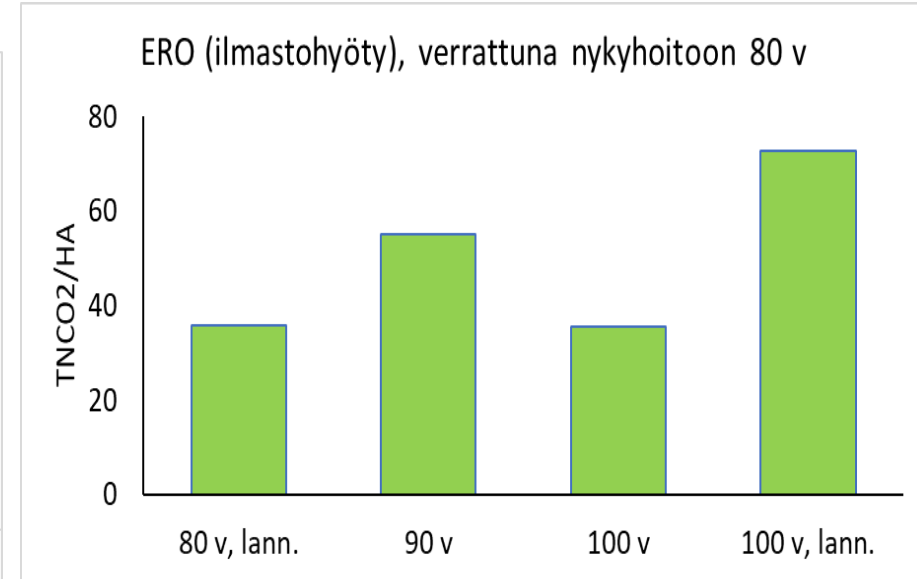
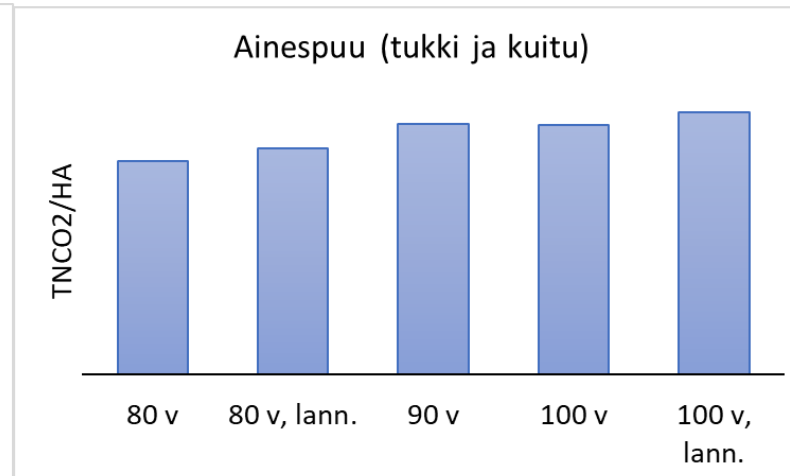
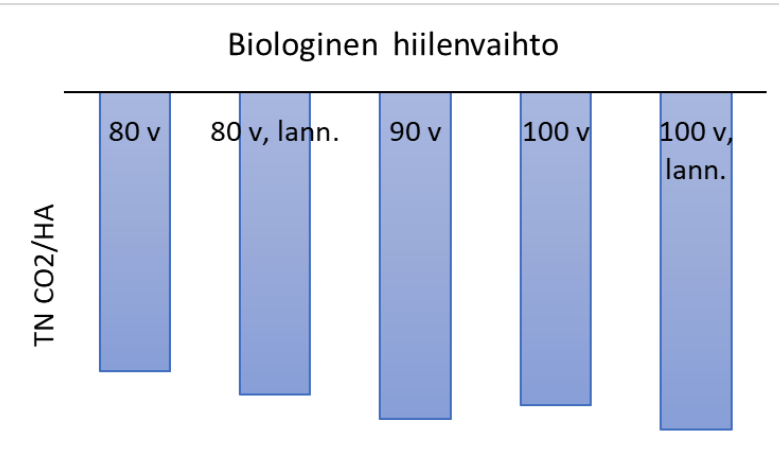


- Tiheämpänä kasvatus lisää esimerkissä hiilen sidontaa metsään 13% vrt. harvennussuositukseen
- Harvempana kasvatus vähentää esimerkissä hiilensidontaa 27% (huom. 3 harvennusta, muissa 2)
- Suomalaisten keskipäästö on n. 10 tCO₂(e)/v



Hiilen lisäämisen keinot, typpilannoitus & pidennetty kiertoaika

1 tCO₂ = 0.27 tC = 1,36 m³



- Kumulatiiviset hiilivarastojen muutokset (puut, maaperä ja puutuotteet)
- Puutuotteiden korvausvaikutukset
- Lannoitus 2 krt/kiertoaika (200 kgN/ha), kiertoajan pidennys 10 tai 20 vuotta
- Ilmastohyödyt, verrattuna tasaikäismetsänhoidon suositukseen 80 vuoden kiertoajalla

Lopuksi

- Metsänhoidolla voidaan lisätä metsien hiilinielua, mutta puun korjuun määrällä on suuri vaikutus metsien hiilinieluun.
- Käyttämällä korkeampaa istutustiheyttä ja parempikasvuista alkuperää metsänuudistamisessa, voidaan lyhentää aikaa jolloin metsä muuttuu hiilinieluksi.
- Tiheämpänä kasvatus lisää metsän hiilensidontaa, mutta se voi pienentää tukin osuutta ja näin vaikuttaa pitkäikäisten tuotteiden määrään.
- Typpilannoituksella ja pidentämällä kiertoaikaa voidaan lisätä hiilensidontaa metsiin. Nämä voivat lisätä myös pitkäikäisten puutuotteiden varastoa.
- Metsänhoidon ja/tai puun käytön ilmastovaikutukset muodostuvat suhteessa vertailutilanteeseen.



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Kiitos!

uef.fi

