



# Metsänhoidon keinot hiilensidontaan

Sampo Soimakallio, Suomen ympäristökeskus,  
Ilmastokestävyys osaksi metsänhoidon suosituksia 3.12.2020

# 3 Metsän käsittelyn vaikutukset metsien hiilivarastoihin ja -nieluihin muuttuvassa ympäristössä

Sakari Sarkkola, Anu Akujärvi, Anna Repo, Sampo Soimakallio, Alekski Lehtonen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 98/2020



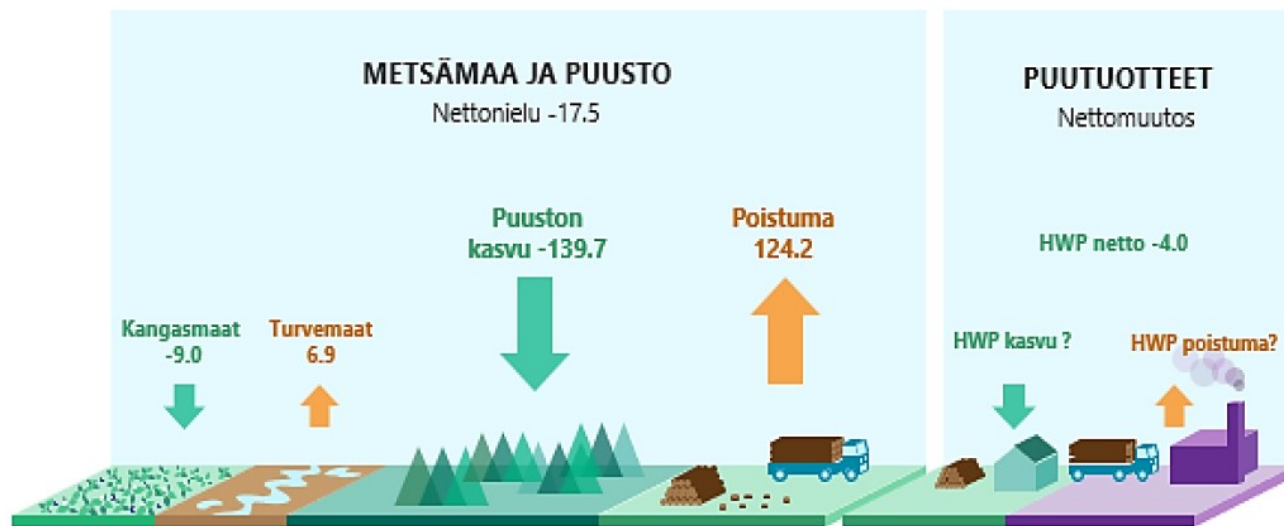
## Sisällys

1. Johdanto.....	7
2. Muuttuvan ilmaston vaikutukset metsiin .....	9
2.1. Lämpötilassa ja säteilyssä tapahtuvien muutosten vaikutukset .....	9
2.1.1. Vuosisykli ja sen säätely .....	9
2.1.2. Kasvun alkaminen ja päättymisen: tärkeä osa vuosisykliä ja sopeutumista .....	10
2.2. Sateisuudessa ja vedensaavuudessa tapahtuvien muutosten vaikutukset .....	13
2.2.1. Maan vesipitoisuus ja puiden vedentarve .....	13
2.2.2. Maan märkyyden vaikutusmekanismit .....	14
2.2.3. Talvisadannan vaikutukset, routa .....	15
2.2.4. Tuultuhoirikot .....	15
2.2.5. Metsäpaloriskit .....	16
3. Metsänkäsittelyn vaikutukset metsien hiilivarastoihin ja -nieluihin muuttuvassa ilmastossa ...	17
3.1. Suomen metsien ja puutuotteiden hiilivarastot ja hiilen sidonta .....	17
3.2. Hakkuiden vaikutukset metsien hiilivarastoihin ja hiilen sidontaan .....	20
3.3. Metsänkäsittelyn vaikutus hiilivarastoihin kangasmailla .....	22
3.4. Metsänkäsittelyn vaikutus hiilivarastoihin metsäsojitetuilla soilla .....	23
3.5. Jatkuvapitteinen vs. tasaikäismetsänkasvatus .....	24
3.6. Miten muuttuva ilmasto vaikuttaa puuston ja maaperän hiileen? .....	26
4. Metsänhoidon keinot vastata muuttuvaan ilmastoon .....	29
4.1. Mitä on ilmastonmuutokseen sopeutuva metsänhoito? .....	29
4.2. Uudistaminen .....	29
4.2.1. Siemensadot .....	29
4.2.2. Luontainen uudistaminen ja kylvö .....	30
4.2.3. Maanmuokkaus .....	30
4.2.4. Istutus .....	31
4.2.5. Jalostettu viljelymateriaali .....	31
4.2.6. Puulajivalinta, sekametsät .....	32
4.3. Kasvatusevaihe .....	33
4.3.1. Taimikonhoito ja kasvatushakkuut .....	33
4.3.2. Kasvatuserämenetelmät .....	34
4.3.3. Lannoitus .....	35
5. Raportin keskeiset viestit .....	36
5.1. Sään ääri-ilmiöt aiheuttavat ongelmia puille? .....	36
5.2. Kuinka hiiltäse pidetään hyvänä? .....	36
5.3. Metsänhoidon mahdollisuudet vastata ilmastonmuutokseen? .....	37
<b>Viitteet .....</b>	<b>38</b>

# Metsien ja soiden hiilivarastot

- ▶ Puuston hiilivarasto: n. 3196 Mt CO<sub>2</sub> (842 Mt C)  
(Tilastokeskus 2020)
- ▶ Kangasmetsien maaperä: n. 3550 Mt CO<sub>2</sub> (960 Mt C) (Liski  
ym. 2006)
- ▶ Soiden turpeen hiilivarasto: n. 20200 Mt CO<sub>2</sub> (5600 Mt C)  
(Turunen 2008)

# Metsien ja puutuotteiden hiilen virrat Suomessa vuonna 2018

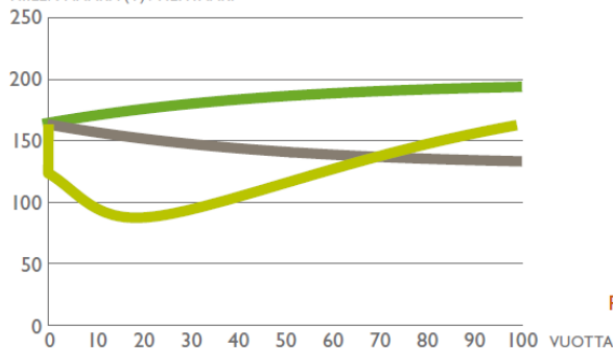


Kuva 1. Metsien ja puutuotteiden hiilen virrat. Luvut perustuvat vuoden 2020 kasvihuonekaasuinventaarioon. HWP = harvested wood production. Lähde: YM, MMM, TEM ja Ilmasto-opas.fi

”Vuotuinen puuston hiilinielu on suurin silloin, kun puusto on nuori ja elinvoimainen, hyödyntää hyvin kasvutilansa ja kasvaa nopeasti eli biomassatuotanto on huipussaan (Pingoud ym. 2016, 2018).”

### Metsäpalstan hiilivarasto

HIILEN MÄÄRÄ (T) / HEHTAARI

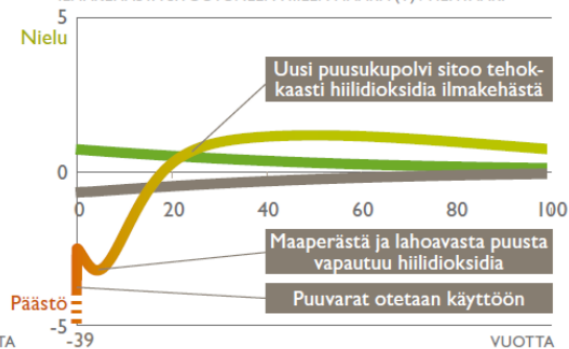


- HAKKAAMATON METSÄ, PUUSTO JA HIILIVARASTO KASVAVAT
- HAKKAAMATON METSÄ, LAHOAMINEN NOPEAMPI KUIN KASVU, HIILIVARASTO PIENENEY
- HAKATTU METSÄ JA UUDELLEEN METSITYS

Hakkuun seurauksena metsän hiilivarasto pienenee ja metsä muuttuu päästölähteeksi. Hakkuun jälkeen uudelleen istutetun metsän vuotuinen hiilinielu on noin 15–20 vuoden jälkeen suurempi kuin hakkaamattoman metsän vuotuinen nielu (oikealla). Hakatun metsän ilmakehästä kokonaisuudessaan sitoma hiilidioksidimäärä on kuitenkin vuosikymmeniä pienempi kuin hakkaamattoman metsän sitoma määrä (vasemmalla).

### Metsäpalstan hiilinielu (+) ja -päästöt (-)

ILMAKEHÄSTÄ SITOUTUNEEN HIILEN MÄÄRÄ (T) / HEHTAARI



Lähde: Hildén ym. 2016

# Miten hiilinielu maksimoidaan?

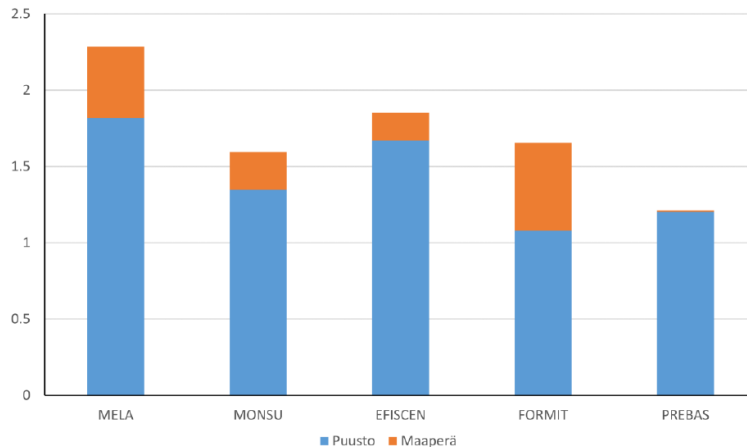
- ▶ ”Teoriassa vuotuinen puuston hiilinielu voidaan maksimoida käsittelemällä metsät siten, että puuston kasvu on niin suurta kuin kasvupaikan tuotoskyky enimmillään mahdollistaa ja puustoa ei hakata kyseisenä vuonna (esim. Cooper 1983, Harmon ym. 1990, Kurz ym. 2013, Odum 1969, Pregitzer ja Euskirche 2004).”
- ▶ ”Pitkällä aikavälillä kumulatiivisesti laskettuna hiilinielu on kuitenkin suurimmillaan sellaisessa metsässä, mihin kertyy eniten hiiltä.”

# Vanhojen ja nuorten metsien hiilivarastot ja -nielut

- ▶ ”Vanhoissa metsissä puuston kasvu, eli hiilen kertyminen, hidastuu, mutta maaperän ja kuolleen puuston hiilivaraston kasvu jatkuu ja jopa voimistuu ajan myötä.”
- ▶ ”Vanhan metsän puustoon ja maaperään voi olla kertynyt huomattavasti enemmän hiiltä kuin nuoreen metsään ja metsän vanhetessa hiilen kertyminen jatkuu ainakin niin kauan, kun häiriöiden seurauksena metsästä tapahtuva hiilen poistuma ei pitkäaikaisesti ylitä hiilen kertymänopeutta (Schultze ym. 2012).”
- ▶ ”Yleisesti voidaan todeta, että nuoret metsät ovat hyvä hetkellinen hiilinielu ja vanhat metsät suureksi hiilen varastoksi kumuloitunut nielu (Kurz ym. 2013, Cooper 1983).”

# Hakkuiden lisäys pienentää nielua

- ”Kansallisella tasolla hakkuumäärien nosto pienentää metsien hiilinielua verrattuna tilanteeseen, jossa hakkuumääriä ei kasvateta tarkasteluissa, joissa aikahorisontti on noin 50 vuotta, ja joissa ei oteta huomioon mahdollisesti lisääntyviä metsätuhoja (Sievänen ym. 2014, Koljonen ym. 2020).”



**Kuva 3.11** Nielun ja hakkuiden suhde eri malleissa Matala- ja Poliittika-skenaarioiden välisenä erotuksena vuoteen 2055 ulottuvalla aikajänteellä. Y-akseli kuvaa kuinka paljon nielu laskee yhtä hakkuuyksikköä kohti jaksolla 2010-2055. Jos y-akselin arvo on esimerkiksi 2, niin hakkuilla, jotka vastaavat 1 t<sub>CO2</sub> runkopuun hakkuukertymää, menetetään jaksolla 2010-2055 metsänielua 2 t<sub>CO2</sub>.

Lähde: Suomen ilmastopaneeli 2/2019



# Metsien hiilinieluun vaikuttavat tekijät

## Hiilinielua kasvattavat

- ▶ Puuston kasvun lisääntyminen
- ▶ Hakkuupoistuman vähentyminen
- ▶ Maaperän ja kuolleen puun päästöjen vähentyminen

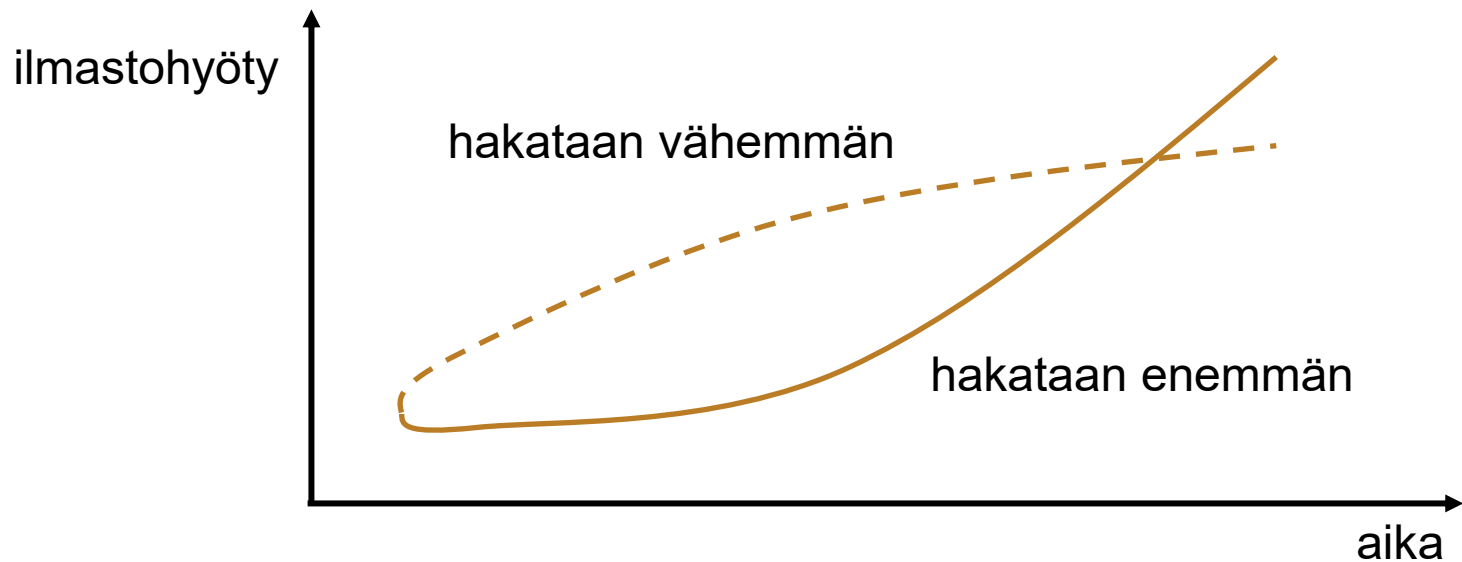
## Hiilinielua pienentävät

- ▶ Puuston kasvun vähentyminen
- ▶ Hakkuupoistuman lisääntyminen
- ▶ Maaperän ja kuolleen puun päästöjen lisääntyminen

# Miten maksimoidaan metsätalouden hiilihyödyt?

- ▶ Maksimoidaan metsien hiilivarasto, jolloin metsiin on sitoutuneena eniten hiiltä ilmakehästä?
  - ▶ Ei hakata mitään, mutta ei saada puutakaan yhteiskunnalle
- ▶ Maksimoidaan metsien ja puutuotteiden yhteinen hiilivarasto, jolloin metsiin ja puutuotteisiin on sitoutuneena eniten hiiltä ilmakehästä?
  - ▶ Hakataan, mutta valmistetaan vain mahdollisimman pitkäikäisiä puutuotteita
- ▶ Maksimoidaan puuntuotos, jolloin saadaan eniten puuta korvaamaan uusiutumattomia raaka-aineita?
  - ▶ Hakataan metsät riittävän nuorina, jotta vuosituotos yli ajan maksimoituu
- ▶ **Maksimoidaan yhteenlaskettuna substituutiohyödyt (vältetyt päästöt) ja metsien ja puutuotteiden hiilivarasto?**
  - ▶ ???

# Hakkuiden lisäyksen ilmastohyödyt realisoituvat viiveellä



# Jatkuvapeitteinen vs. tasaikäinen kasvatus hiilitaseen kannalta

- ▶ ”Hiilitaseen kannalta metsän tuotos, hakkuiden intensiivisyys, biomassan hajotustoiminta, erilaiset häiriöt ja fossiilisten raaka-aineiden korvausvaikutukset voivatkin olla merkittävämpiä seikkoja kuin valittu metsänkäsittelymenetelmä.”
- ▶ ”Jos jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen menetelmillä pystytään säätämään kasvupaikan vedenpinnan tasoa edelle mainitulla tavalla, menetelmillä saattaa olla merkittäviäkin mahdollisuuksia ainakin metsikkö- tai suoaluetasolla hillitä turpeen hajoamista ja vähentää maaperästä tulevia päästöjä.”

# Pääviestit

- ”Ilmastonmuutoksen hillinnässä metsät toimivat paitsi uusiutuvan raaka-aineen ja energian lähteenä myös tärkeänä hiilen nieluna ja varastona.”
- ”Maaperän hiilivarasto on suurempi kuin puustoon sitoutunut hiilen määrä ja erityisen korostunut ero on soilla”
- ”Metsien hiilinielua voidaan kasvattaa varmistamalla hakkuiden jälkeen nopea uudistuminen, pidentämällä kiertoaikaa ja myöhentämällä harvennuksia, edistämällä lahoppuun määrän kasvua, keventämällä maanmuokkausmenetelmiä, metsittämällä sekä valitsemalla metsätuhoriskien näkökulmasta parhaat metsänhoitomenetelmät. Lyhyellä aikavälillä nopeimmin metsien hiilinielua voidaan kasvattaa pidentämällä kasvatusaikaa ja vähentämällä hakkuita.”
- Muuttuva ilmasto vaikuttaa metsien kasvuun mutta myös orgaanisen aineksen hajotusnopeuteen sekä tuhoriskien kautta hiilivarastojen pysyvyyteen.

# Kiitos!

Lähdeviitteet löytyvät pian julkaistavasta raportista:

Saksa, T. (editori) 2020. Ilmastonmuutos ja metsänhoito.  
Yhteenveto ilmastonmuutoksen vaikutuksista  
metsänhoitoon. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus  
X/2020.