

Ilmastoviisas metsien hoito

Jari Hynynen, Luonnonvarakeskus

HIME-työpaja 29.11.2109

Lahti

A. Taustaa

Ilmakehän kohonnut hiilidioksidipitoisuus on nykykäsityksen mukaan keskeinen ilmaston lämpenemistä lisäävä tekijä. Pohjoisten ja lauhkeiden vyöhykkeiden metsät sitovat ja varastoivat huomattavan määrän hiilidioksidia, mikä on luonut uuden näkökulman metsävarojen käyttömuotoihin.

Metsänkasvatuksen oletetaan

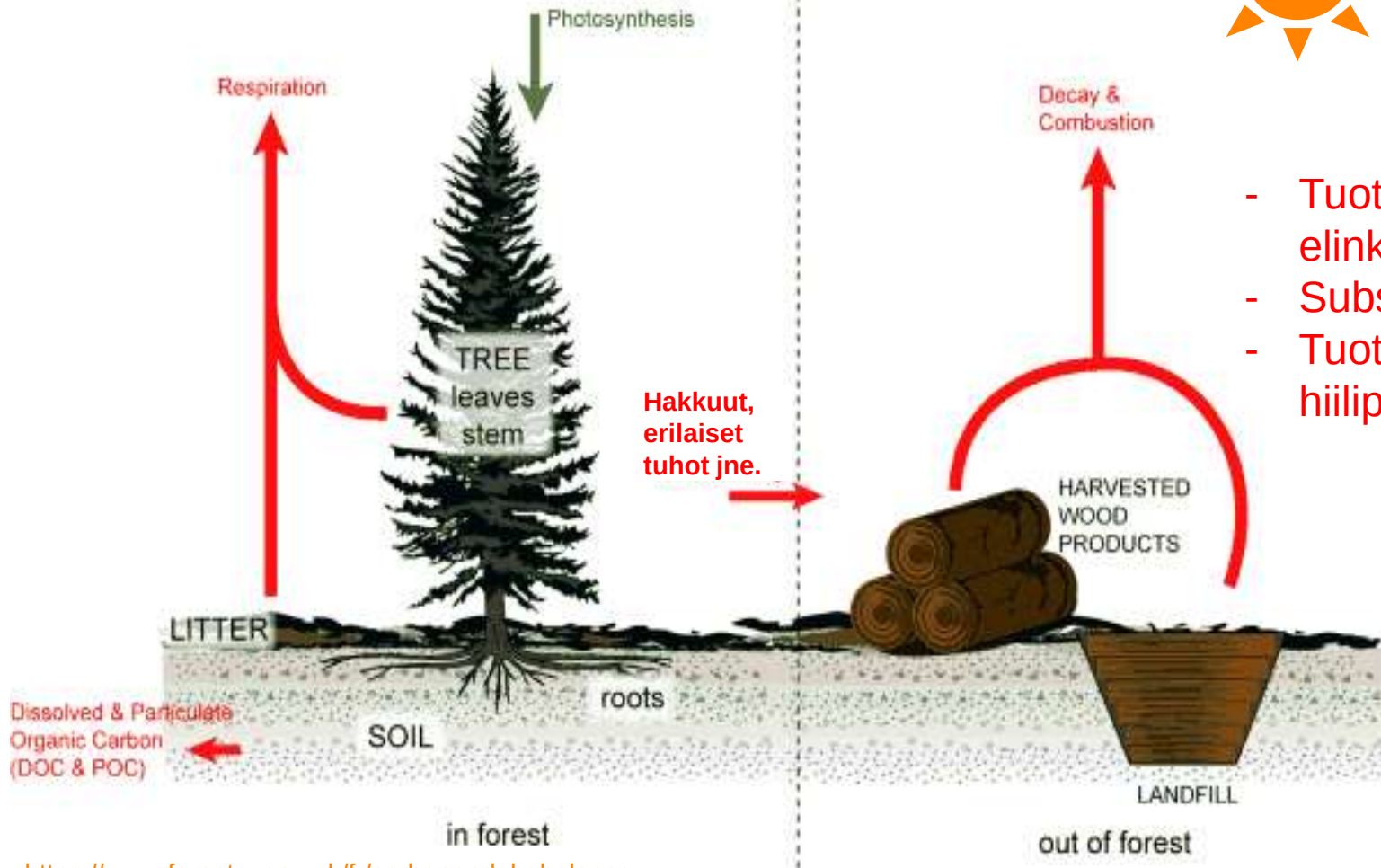
- Toimivan hiilinieluna
 - Lisäävän uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä ja edistävän biotaloutta
- Ovat nämä tavoitteet yhteneväisiä vai ristiriitaisia?

Keskeisimmät metsien hiilen kiertoon liittyvät käsitteet

Hiilivarasto	Puustoon, muuhun kasvillisuuteen ja maaperään varastoituneen hiilen määrä
Hiilinielu / hiilidioksidinielu	Kasvava hiilivarasto
Hiililähde	Pienenevä hiilivarasto
Hiilivirta	Hiilen siirtyminen varastosta toiseen
Hiilitase	Metsään varastoituneen hiilen määrän muutos aikayksikössä (vuodessa). Lasketaan vähentämällä puuston kasvusta sen kokonaispoistuma ja siten saatu tase muunnetaan hiilidioksidiksi (puumassaan sitoutunut hiili). Lisäksi laskennassa otetaan huomioon maaperään, kuolleeseen puuhun ja karikkeeseen sitoutuneen hiilen määrä. Metsän hiilitaseessa on mukana myös lannoituksen, metsäpalojen ja kulotuksen kasvihuonekaasupäästöt.

Metsän hiilivarastot ja -virrat

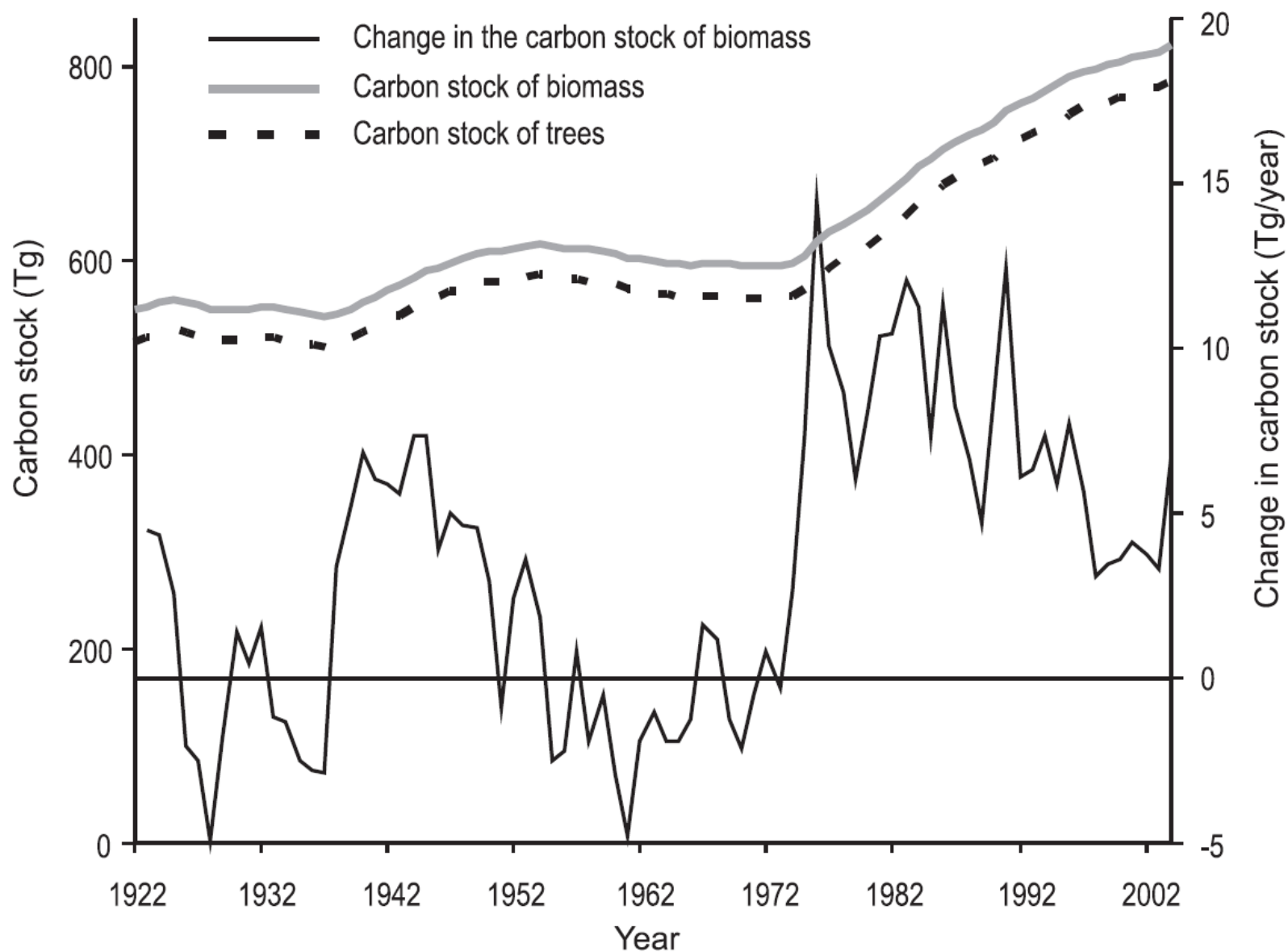
Suora heijastusvaikutus



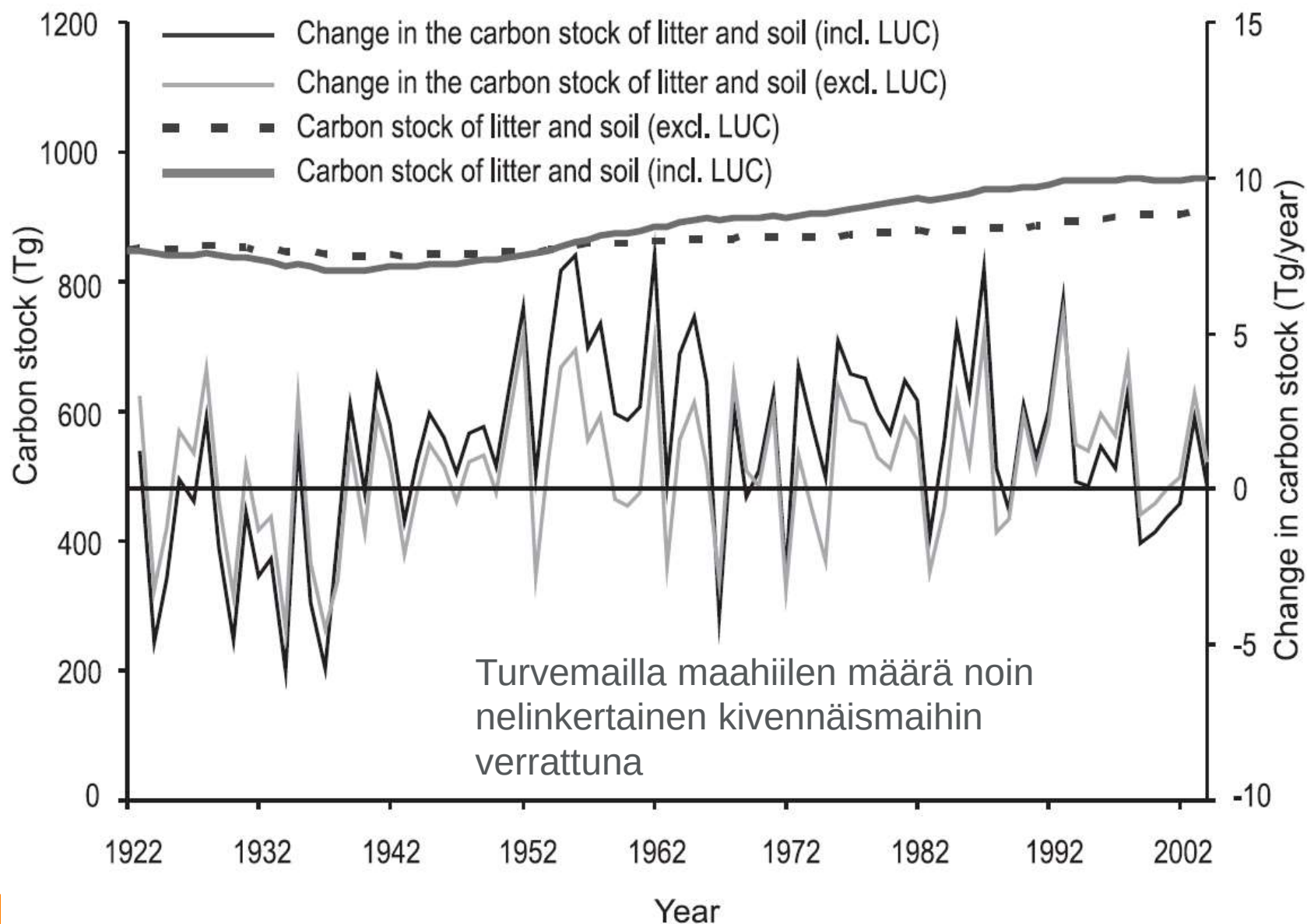
- Tuotteiden elinkaari
- Substituutio
- Tuotannon hiilipäästöt

<https://www.forestry.gov.uk/fr/carbonandghgbalance>

Puuston ja pintakasvillisuuden hiilivarastot (Liski ym. 2006)



Maaperän hiili (kivennäismaat) 1922-2004 (Liski ym. 2006)



Metsiin ja puutuotteisiin sitoutuu ja varastoituu hiiltä

Metsien hiilinielulla tarkoitetaan metsiin vuosittain sitoutuneen ja siitä poistuneen hiilimäärän erotusta. Suomen metsien maaperään ja puustoon sitoutunut hiilimäärä on Euroopan suurimpia. Käyttämällä puuta tuotteisiin ja energiaksi voidaan vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja uusiutumattomien raaka-aineiden käyttöä.

METSÄMAA JA PUUSTO

yhteensä: -26,1 milj. t CO₂-ekv.

v. 2018: -20,8

Puuston kasvu
-131,1 milj. t CO₂-ekv.

Puuston poistuma
104,6 milj. t CO₂-ekv.

Kangasmaat
-8,4 milj. t CO₂-ekv.

Suomaat
8,8 milj. t CO₂-ekv.

PUUTUOTTEET

yhteensä: -4,4 milj. t CO₂-ekv.

v. 2018: -4,0

Varaston kasvu
-24,5 milj. t CO₂-ekv.

Varaston poistuma
20,1 milj. t CO₂-ekv.

CO₂-ekv. = Hiilidioksidiekvivalentti on ilmastotieteessä käytetty suure, joka kuvaa kaikkien ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen määrää.

Missä mittakaavassa metsän käsittelyvaikutuksia kasvuun ja hiilivaraston muutokseen tulisi tarkastella?

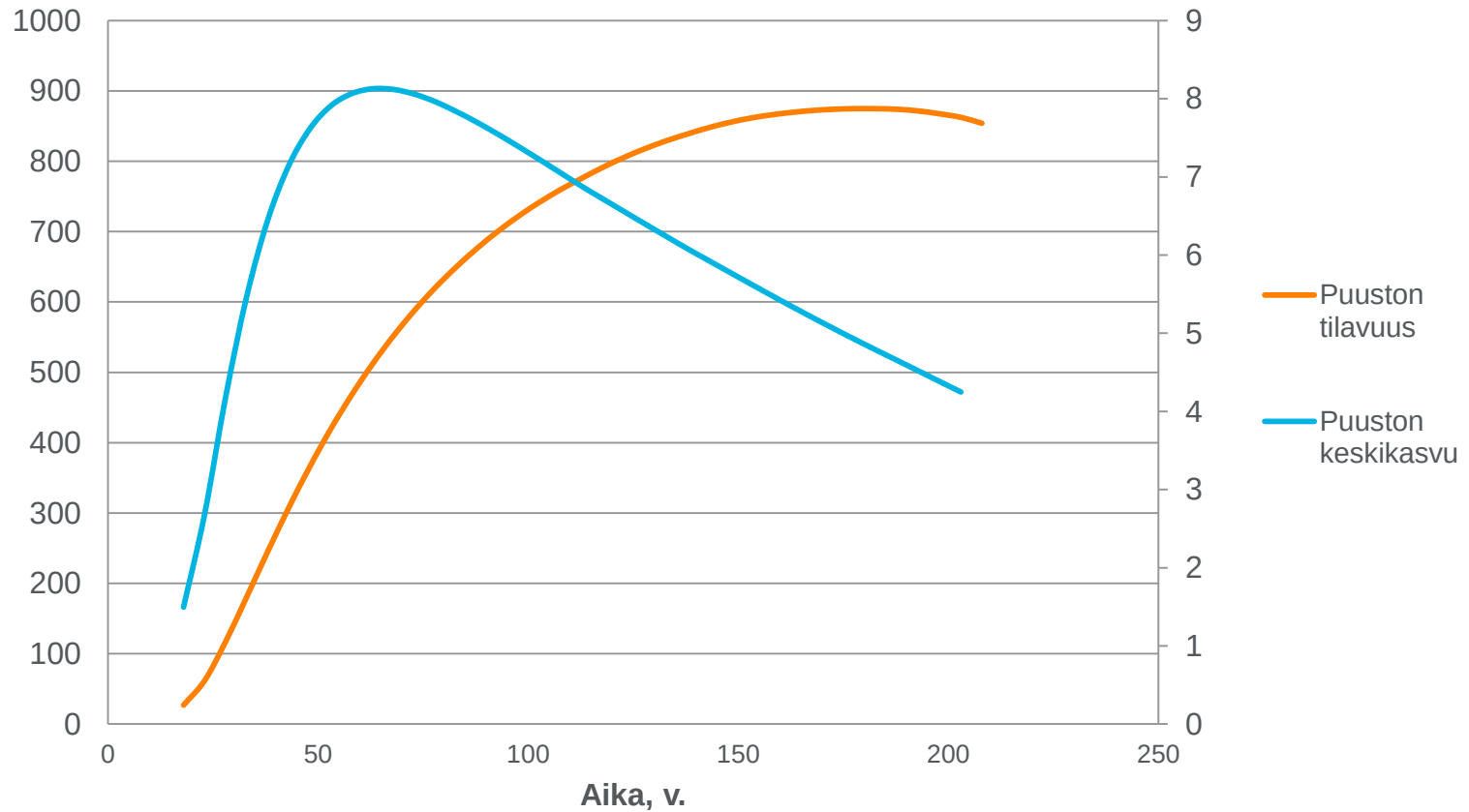
- Alueellinen mittakaava
 - Metsikkö vai metsäalue, Suomi, Eurooppa, maailma?
- Ajallinen mittakaava
 - Lyhyt (< 10 v), keskipitkä (n. 30 v.), pitkä (100 v)?

Johtopäätökset metsänkäsittelyn vaikutuksista riippuvat tarkastelutasosta!

Istutuskuusikko, tuore kangas, Myrskylä MOTTI-simulointi ilman toimenpiteitä

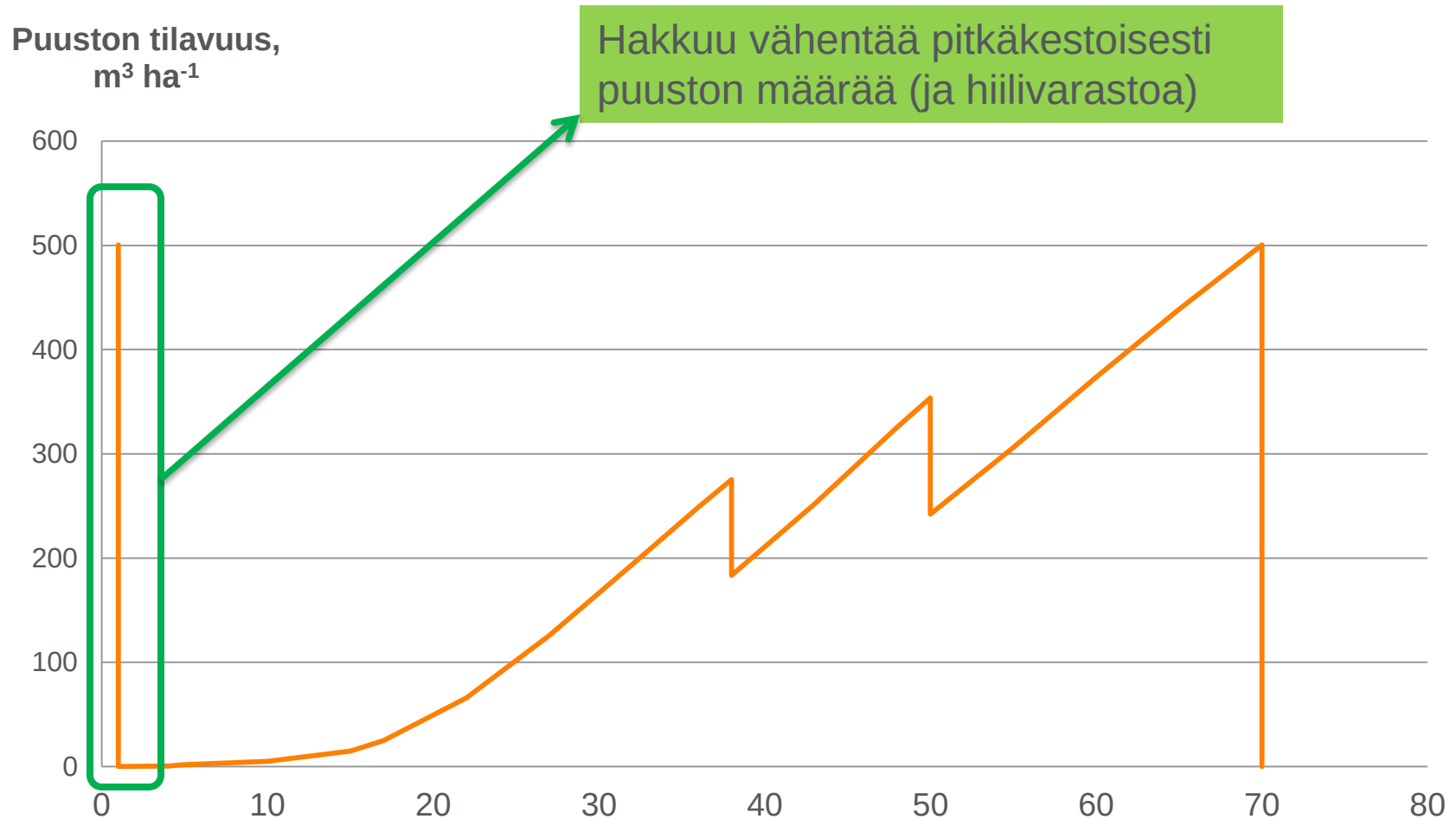
Tilavuus,
 m^3ha^{-1}

Tilavuuskasvu,
 $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{v}^{-1}$



Hiilensidonnan optimikiertoaika 65 v. , varastoinnin 180 v.

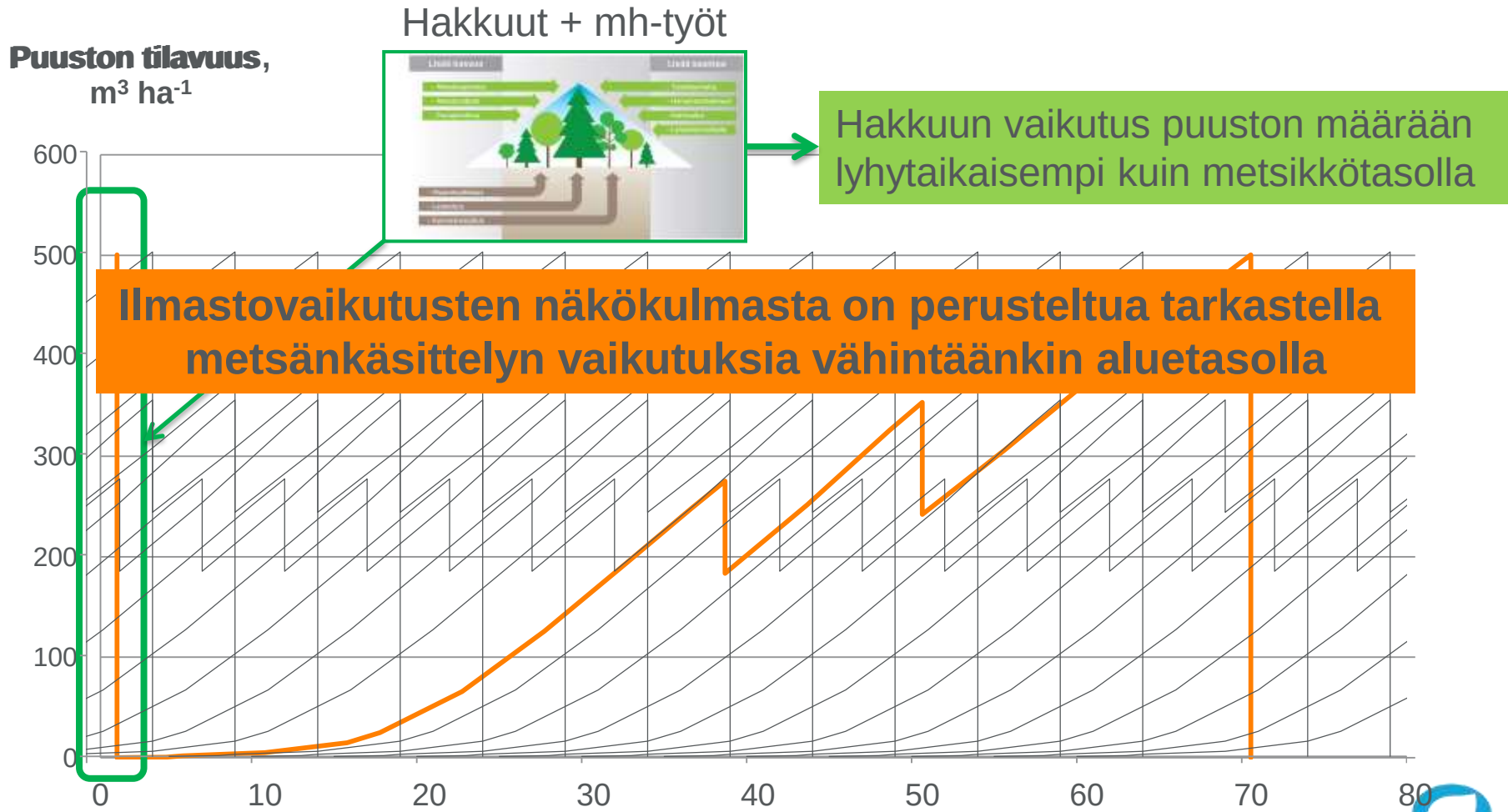
Puuston käsittelyn vaikutus metsikön kehitykseen



aika, v.

Käsittelyvaikutukset metsäalueen puustoon

Metsäalue koostuu eri kehitysvaiheissa olevista metsistä



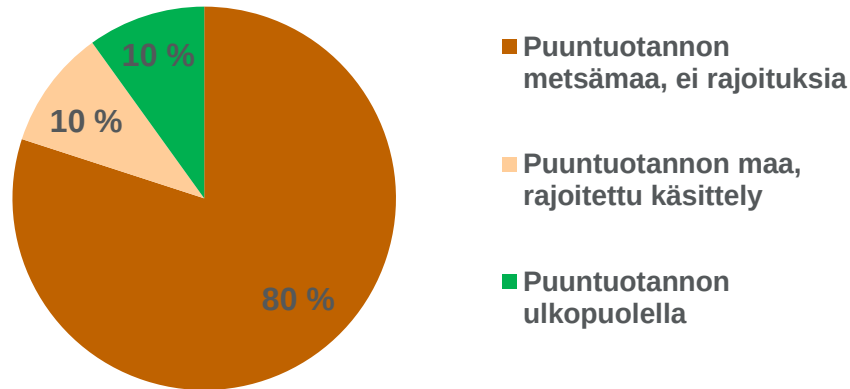
Keinot lisätä kasvua ja säädellä raaka-aineen laatua talousmetsissä



Kaikki metsät eivät ole puuntuotannon piirissä

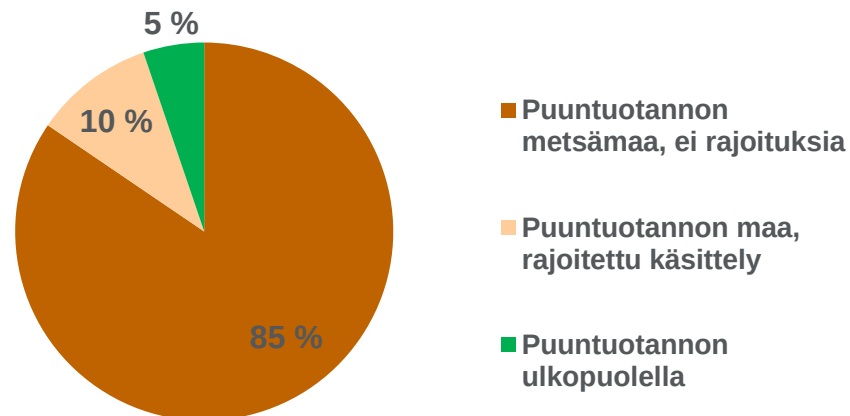
Puuston tilavuus

Kokonaistilavuus 2 475 milj. m³



Puuston kasvu

Kokonaiskasvu 108 milj. m³



Skenaariotarkastelu metsänkäsittelyn vaikutuksista kasvuun

Kasvun lisäämisen keinot talousmetsissä

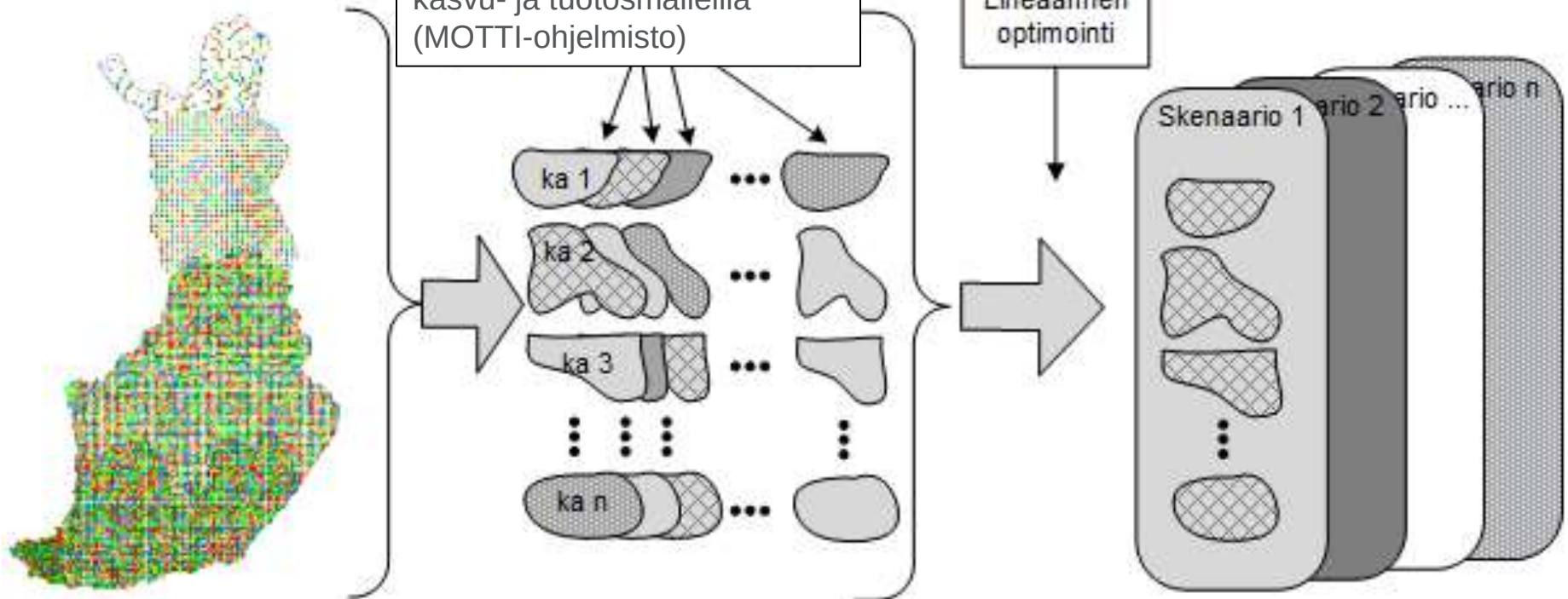
- Tausta: Suomen nykyiset vuotuiset hakkuumäärät ovat noin 68 milj. m³, mutta puunkäyttö on lisääntymässä
- Tavoitteena arvio siitä, millaiset vaikutukset vuotuisten hakkuumäärien nostamisella nykytasosta 80 milj. m³:iin on metsävaroihin ja niiden kehitykseen, jos
 - metsänhoito pysyy nykytasolla
 - metsänhoitotoimia tehostetaan tavoitteena
 - metsien kasvun lisääminen ja
 - runsaan puustopääoman ylläpitäminen lisääntyvistä hakkuista huolimatta
- Laskelmien kohteena puuntuotannon metsämaa (ei käyttörajoitteita)
 - n. 66 % koko metsätalousmaan pinta-alasta
 - n. 80 % puuston kokonaismäärästä

Tutkimusaineisto ja toteutusperiaate

Laskenta-aineistoina valtakunnan metsien inventoinnin (VMI11) maastokoealat (noin 48 000 kpl)

Jokaiselle koealalle laskettiin useita vaihtoehtoisia käsittely-ohjelmia, joissa metsänhoidon intensiteetti vaihtelee. Ennusteet tuotettiin laajoihin mittausaineistoihin perustuvilla kasvu- ja tuotasmalleilla (MOTTI-ohjelmisto)

Hakkuukertymien määrät ja metsänhoitotoimien toteutustasot määritettiin aluekohtaisesti



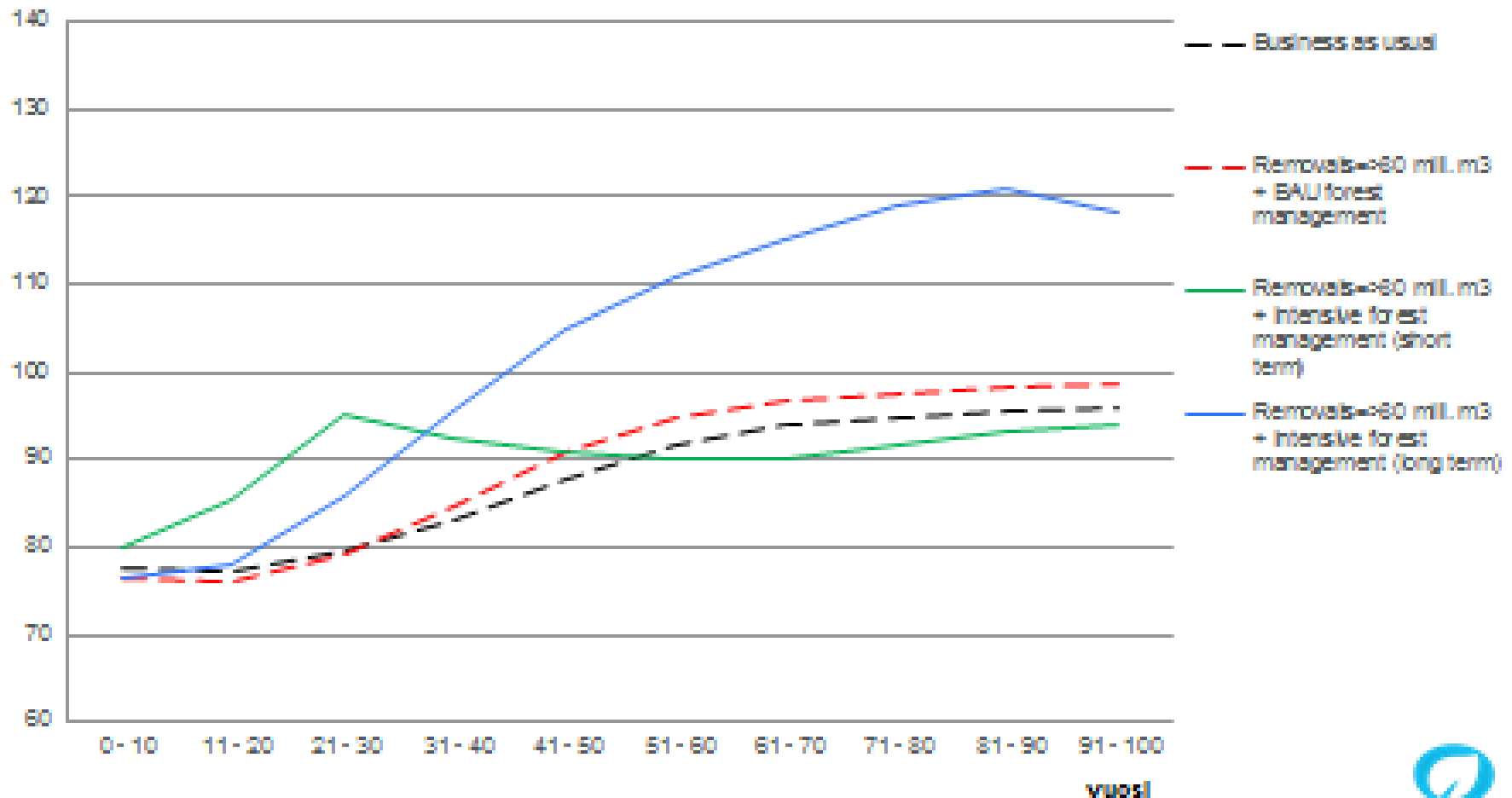
Skenaariot

1. **BAU**: metsänhoitotoimenpiteiden toteutusmäärät ja hakkuumäärät säilyvät nykyisellä tasolla
 2. **BAU80**: vuotuiset hakkuumäärät nostetaan 80 milj. m³:iin , mutta metsänhoitotoimenpiteiden toteutukset säilyvät nykyisellä tasolla
 3. **INT80_30**: vuotuiset hakkuumäärät nostetaan 80 milj. m³:iin ja samalla tehostetaan metsänhoitotoimia tavoitteena ainespuun kasvun lisääminen lyhyellä aikavälillä (30 v)
 4. **INT80_100**: vuotuiset hakkuumäärät nostetaan 80 milj. m³:iin ja samalla tehostetaan metsänhoitotoimia tavoitteena ainespuun kasvun lisääminen pitkällä aikavälillä (100 v)
- Skenaarioiden tarkastelujakso on 100 vuotta
 - Muuttuvan ilmaston mahdollisia vaikutuksia puuston kasvuun ja metsätuhojen määrään ei otettu laskelmissa huomioon

Tulokset

Puuston kasvuerot eri skenaarioissa vertailutasona hakkuiden ja metsänhoidon nykytaso

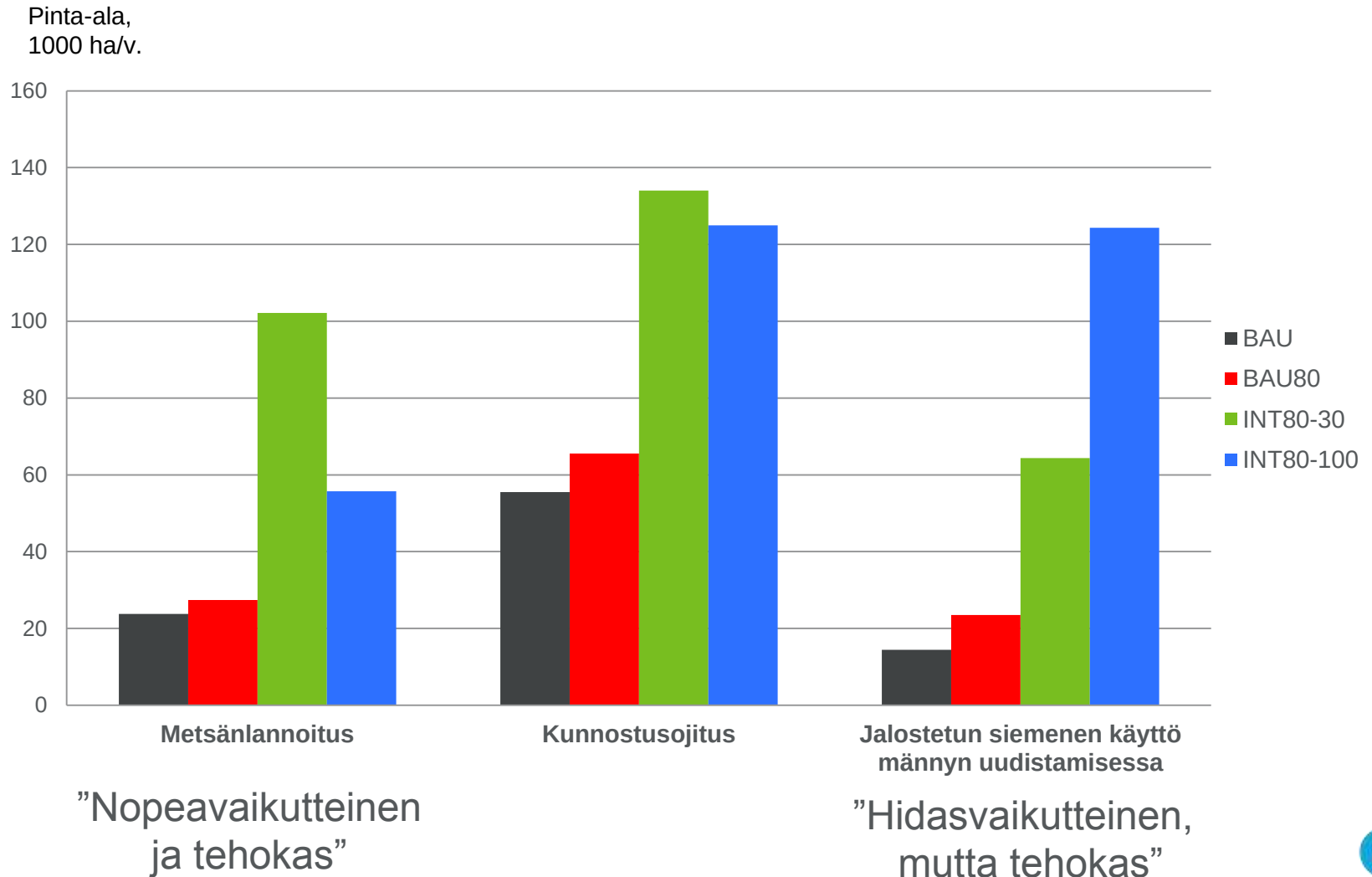
Suhteellinen kasvu %



Puuston runkotilavuuden kehitys talousmetsissä



Metsänhoitotoimien toteutuspinno-arat eri skenaarioissa tulevan 30 vuoden aikana



Ilmastonmuutos ja kasvu

Suomen metsien kasvun lisääntyminen vuodesta 1971 vuoteen 2010 VMI-aineiston perusteella

- Havaittu kasvunlisäys 40 vuoden aikana on ollut
– **47** milj. m³, eli **81 %**
- **63 %** lisääntyneestä kasvusta johtuu metsien käsittelystä ¹⁾
- **37 %** kasvun lisäyksestä on kasvuympäristöstä johtuvaa ¹⁾

¹⁾ Lähde: Henttonen, H.H., Nöjd, P. & Mäkinen, H. 2017. Environment-induced growth changes in the Finnish forests during 1971 – 2010 – an analysis based on National Forest Inventory. Forest Ecology and Management 386 (2017) 22–36

Metsänkäsittelymenetelmät

Jatkuva kasvatus

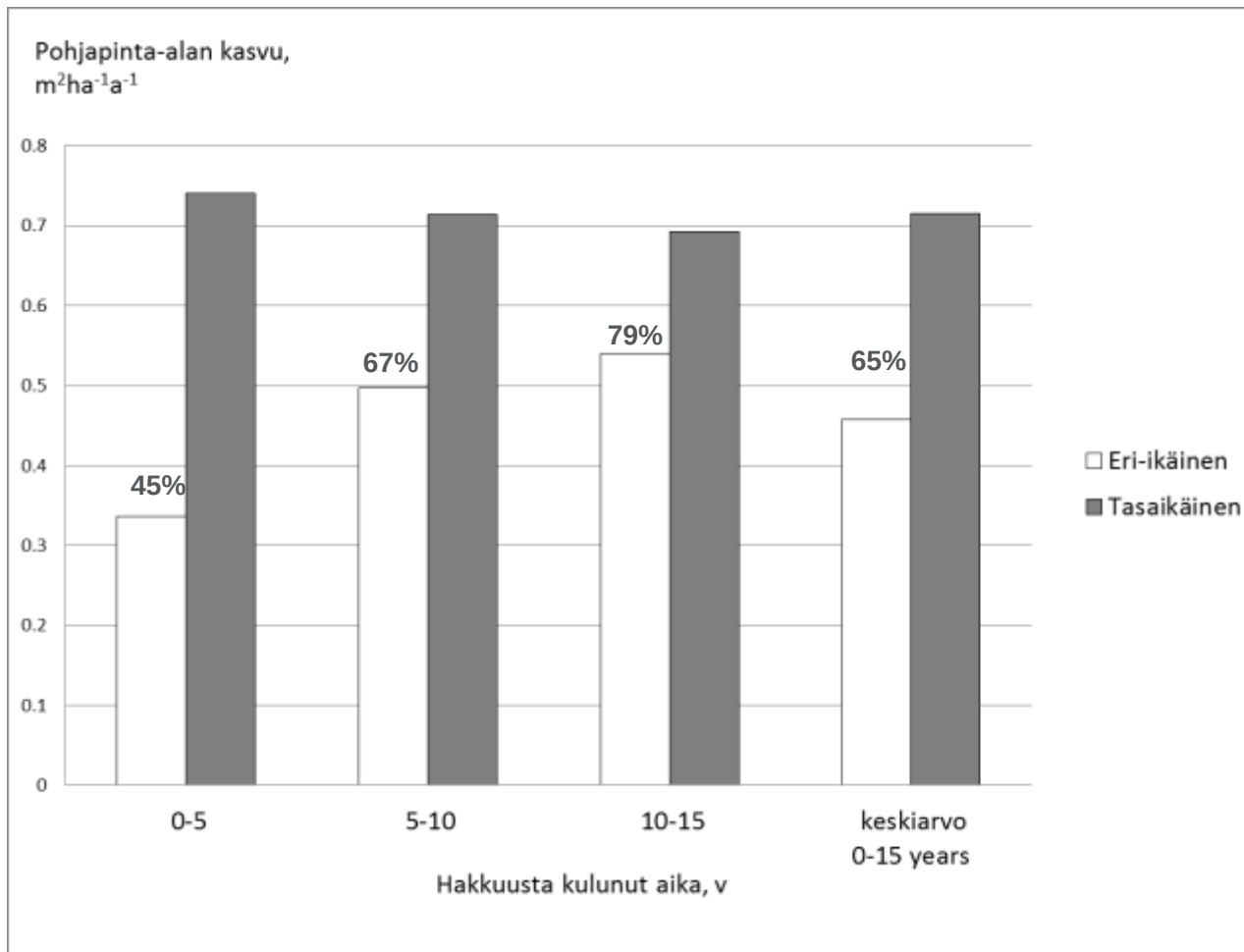


Puuston kasvu ja tuotos

Puuntuotos

- Luotettavaa mittaustuloksiin perustuvaa tutkimustietoa on vain **poimintahakkuin käsitellyistä eri-ikäiskuusikoista Etelä-Suomessa** ja vastaavissa oloissa Ruotsissa ja Norjassa
- Suomalaisten tutkimustulosten perusteella eri-ikäiskuusikossa puuntuotos ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$) on pitkällä aikavälillä 15 – 25 % alhaisempi kuin tasaikäisessä viljelykuusikossa
- Ruotsalaisten ja norjalaisten tutkimusten mukaan vastaava ero on 10-20 %

Puuston kasvunopeus hakkuun jälkeen eri-ikäisessä



Tasaikäinen kuusikko:
alaharvennus

- PPA hakkuun jälkeen: $20 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$
- Hakkuupoistuma: 33% PPA:sta

Eri-ikäinen kuusikko:
poimintahakkuu

- PPA hakkuun jälkeen: $12 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$
- Hakkuupoistuma: 50% PPA:sta

Luken kestokoetarkastelu: Hakkuukertymät

Jatkuva kasvatus

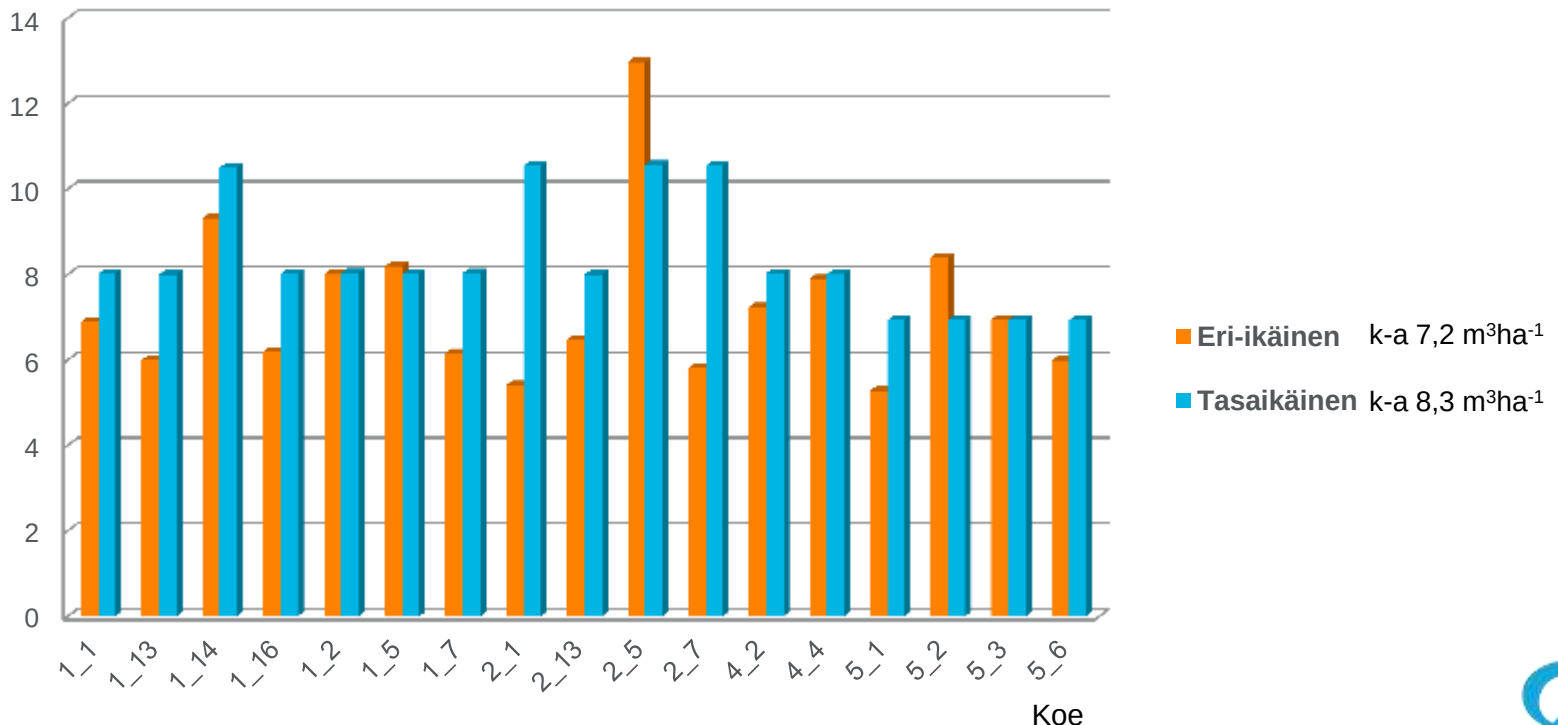
- Pitkään seurattujen kestokokeiden poimintahakkuissa toteutuneet hakkuukertymät
- Aineistona 17 ERIKA-koetta

Tasaikäinen kasvatus

- Jokaiselle ERIKA-kestokokeelle tuotettiin koko kiertoajan kattavat kehitysennusteet MOTTI-ohjelmistolla olettaen, että puustoa käsitellään Tapion metsänhoitosuositusten mukaisesti

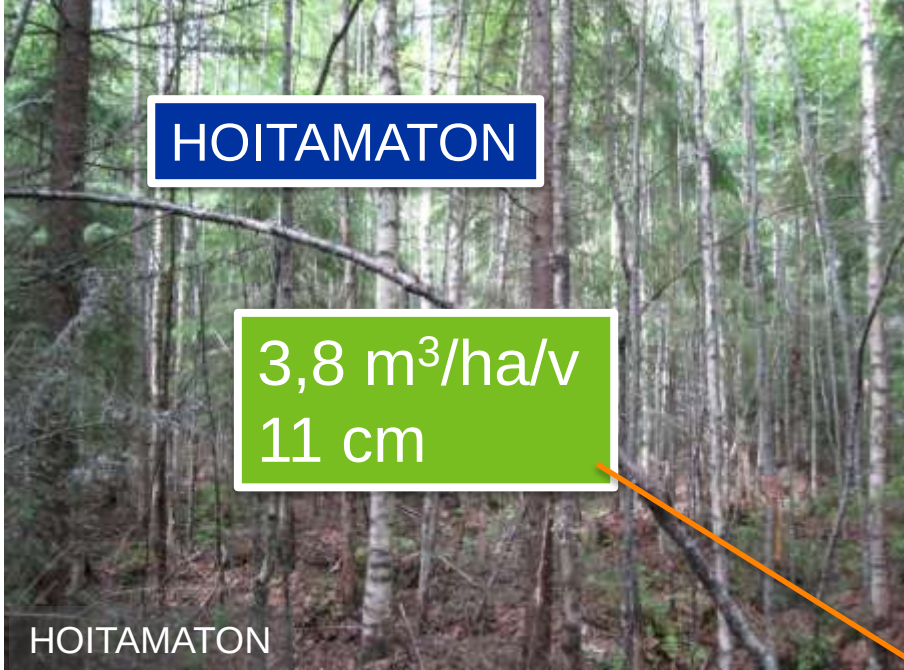
Kertymä,
 $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{v}^{-1}$

Vuotuinen ainespuun tuotos



Metsänkäsittelymenetelmät

Taimikonhoito



HOITAMATON

3,8 m³/ha/v
11 cm

HOITAMATON



TAIMIKON
VARHAISPERKAUS

4,7 m³/ha/v
12 cm

TAIMIKON VARHAISPERKAUS



TAIMIKON-
HARVENNUS

5,2 m³/ha/v
15 cm

TAIMIKONHARVENNUS



TAIMIKON
VARHAISPERKAUS
JA TAIMIKON-
HARVENNUS

5,4 m³/ha/v (+39%)
16 cm

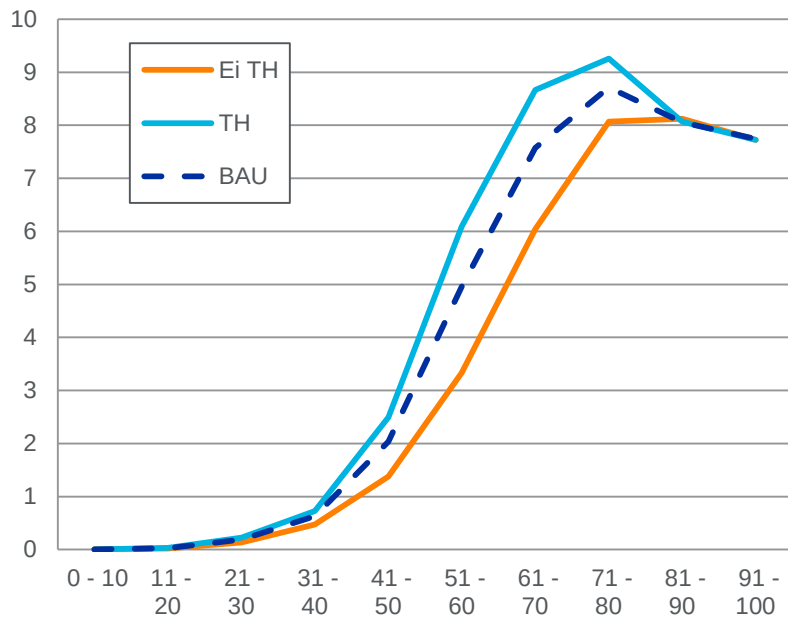
TAIMIKON VARHAISPERKAUS
JA TAIMIKONHARVENNUS

Ero PMA 3%= 23%

Taimikonhoidon vaikutukset hakkuukertymiin

milj. m³ v⁻¹

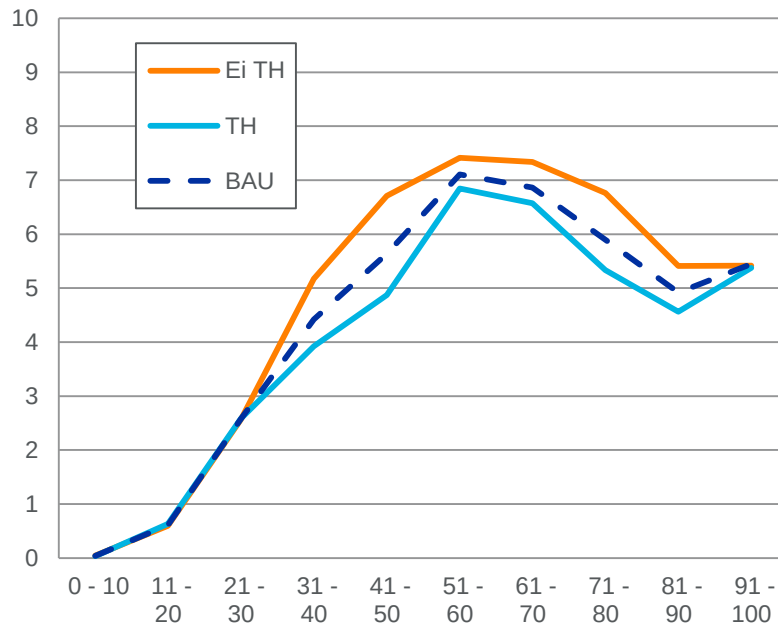
Tukkikertymä



10-vuotisjakso

milj. m³ v⁻¹

Kuitukertymä



10-vuotisjakso

Taimikonhoito nopeuttaa puiden järeytymistä. Sen seurauksena hakkuissa saadaan tukkia aikaisemmin ja tukkikertymät ovat suurempia verrattuna tilanteeseen, jossa taimikot jätetään hoitamatta.

Jos taimikoita ei hoideta, hakkuissa saadaan enemmän kuitupuuta, koska isompi osa hakkuukertymästä korjataan harvennuksissa, joissa tukkipuun tukkipuun osuus on alhaisempi kuin päätehakuissa.



Johtopäätökset



Taimikonhoidolla voidaan:

- Lisätä merkittävästi järeän ainespuun tuotosta
- Lisätä hakkuukertymien keskijäreyttä myös harvennuksissa
- Aikaistaa merkittävästi tukkikertymiä
- Saada yli 20 % suurempi tukkikertymä tämän hetken pienistä taimikoista seuraavan 100 vuoden aikana
- Lisätä kantorahatuloja noin 2 mrd. € sadan vuoden aikana nykytasoon verrattuna, mutta samalla metsänhoidon kustannukset kasvavat noin 0,6 mrd. €.



Päätelmät

Metsänhoidon tehostaminen ja hakkuut

Jos hakkuita lisätään, mutta metsänhoito säilyy nykytasolla

- ⇒ Talousmetsissä puuston tilavuus (ja hiilivarasto) pienenee 30 vuoden kuluessa n. 20 % nykyistä alemmalle tasolle
- ⇒ Koko Suomen metsien yhteenlaskettu puuston määrä kasvaa edelleen, mutta nykyistä hitaammin

Jos hakkuita lisätään ja samalla metsänhoitoa tehostetaan

- ⇒ puuston kasvua on mahdollista lisätä, niin että jo 20-30 vuoden kuluttua lisäkasvu on hakkuukertymän lisäystä suurempi
 - nopeimmat keinot: kasvatuslannoitukset ja kunnostusojitukset
 - haasteena haitalliset ympäristövaikutukset (etenkin kunnostusojitukset)
 - pitkällä aikavälillä keino: jalostetun siemenen käyttö metsänuudistamisessa
- ⇒ Koko Suomen metsien yhteenlaskettu puuvarasto kasvaa vähintään nykyvauhtia

Metsänkäsittely ei vaikuta pelkästään puustoon, vaan myös

- maan hiilivarastoihin ja hiilensidontaan (=> hiilen kokonaisvarasto & hiilinielu)
- tuotetun raaka-aineen soveltuvuuteen eri lopputuotteisiin (=> substituutiovaikutus)

Kasvulisäyksen ajallinen mittakaava

Ilmastonmuutos todennäköisesti lisää kasvua jatkossakin, mutta samalla tuhoriskit kasvavat

Jos metsien kasvua ja hiilivarastoja halutaan lisätä hyvin lyhyellä, alle 10 vuoden aikavälillä

- ⇒ lopetetaan/vähennetään hakkuita tuntuvasti nykytasosta
 - ⇒ kuolleisuus ja tuhoriskit lisääntyvät – ei ole kestävä ratkaisu?

Jos kasvua halutaan lisätä 20-30 vuoden aikavälillä

- ⇒ lisätään nykyisten kasvatusmetsien kasvua lannoituksin, kunnostusojituksin ja soveltuvilla kohteilla myös kuitu-/energiapuun kasvattamisella lyhyemmällä kiertoajalla

Jos kasvua halutaan lisätä pitkällä (50 + vuotta) aikavälillä

- ⇒ tehostetaan metsänhoitoa ja lisätään jalostetun materiaalin käyttöä tuntuvasti viljelymetsissä



Kiitos!

Voidaanko metsänhoitoa muuttamalla vaikuttaa suometsien hiilitaseeseen?

- Hannu Hökkä¹⁾, Paavo Ojanen²⁾, Sakari Sarkkola¹⁾
- ¹⁾ Luonnonvarakeskus
- ²⁾ Helsingin yliopisto

[http://www.lapintutkimusseura.fi/files/Hökkä Metsänhoito ja suometsien hiilitase 12042018.pdf](http://www.lapintutkimusseura.fi/files/Hökkä_Metsänhoito_ja_suometsien_hiilitase_12042018.pdf)

Turvemaiden hiilitase – luonnontilainen suo

- Luonnontilainen suo on hiilidioksidin nielu, sillä suolla kasvavat kasvit hajoavat vain osittain ja syntyvä turve varastoituu
- Suo on myös metaanin lähde, sillä osa hajoamistuotteista vapautuu metaanina ilmakehään
- Suon merkitys ilmastolle (viilentää/lämmittää) määräytyy em. nielun ja päästön suhteesta
- Suon kehittyessä se aluksi lämmittää ja vanhempana jäähdyttää ilmastoa

Turvemaiden metsätaloustalouden vaikutukset hiilitaseeseen

- Ojituksella alennetaan pohjavettä, jolloin syvemmät turvekerrokset hapettuvat ja puiden juurten ravinteiden saanti paranee
- Samalla metaanin tuotanto loppuu, mutta maan mikrobien hajotustoiminta kiihtyy ja turpeen hiili alkaa vapautua ilmakehän hiilidioksidiksi
 - Kun vedenpinta alenee n. 30 cm syvyyteen kasvupaikka on metaanin nielu
 - Toisaalta, mitä syvemmälle pohjavesi painuu, sitä enemmän hiilidioksidia vapautuu
 - viljavat suot suurimpia CO₂:n lähteitä, karut jopa nieluja

Status quo ojitusalueilla

- Maaperän hiilidioksidin tuotanto kohonnut ojituksen jälkeen
- Ojitetun suokasvupaikan hiilitaseeseen vaikuttaa:
 - Kasvupaikan viljavuus
 - Pohjoisuus
 - Märkyys
- Kuivatuksen tuloksena parantunut puuston kasvu sitoo ilmakehästä hiiltä maanpäälliseen biomassaan
 - Vain viljavimmilla soilla Etelä-Suomessa biomassan kasvu ei riitä kompensoimaan maaperän CO₂-lähdettä
 - Karuhkoilla soilla myös maaperä voi olla CO₂-nielu
- Ojitusalueiden maaperästä vapautuu 8 milj. t/C/v, metsiin kaikkiaan sitoutuu 25 milj. t/C/v Suomessa (LULUCF)

Entäpä ennallistaminen?

- Ojitetun suon ennallistaminen tarkoittaa vedenpinnan tason huomattavaa nousua
- Karuilla kasvupaikoilla metaanipäästöt lisääntyvät ja CO₂:n sitoutuminen puustoon loppuu – suo muuttuu selväksi päästöksi vuosisatojen ajaksi
- Viljavien soiden metsätalous pitkällä ajalla jatkuvasti pienentää turpeen hiilivarastoa
- Ennallistaminen pysäyttää turpeen hajoamisen, mutta lisää metaanipäästöjä, joten ilmaston kannalta tilanne ei parane pitkään aikaan

Kiitos!