



# ERI METSÄNKÄSITTELY- MENETELMIEN HIILITASE

Timo Pukkala

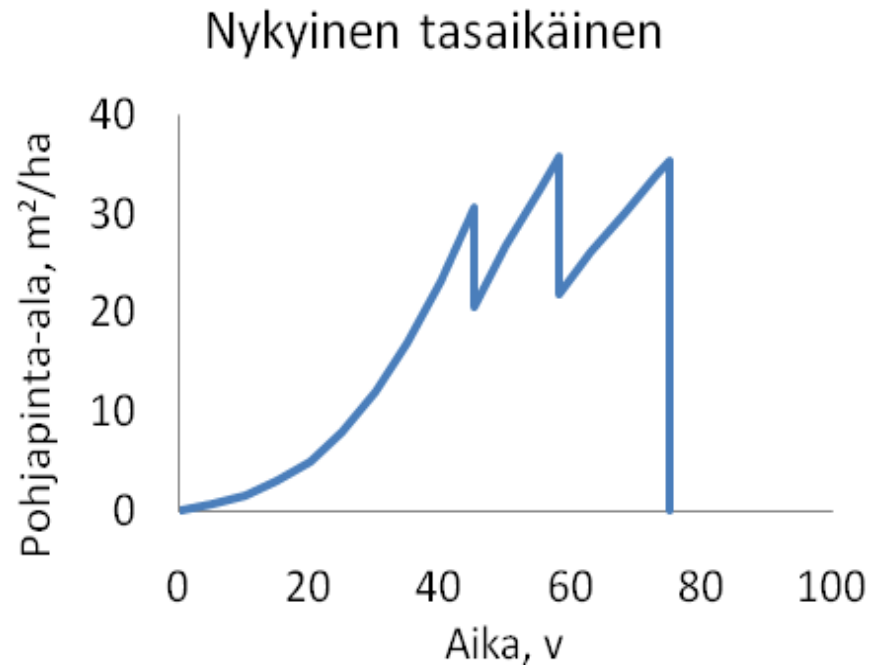
# Sisältö



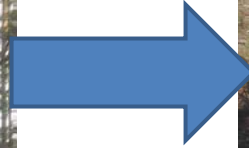
- Eri metsänkäsittelymenetelmät
- Huomioita hiilitaseesta
- Hiilitaseen laskenta
- Tuloksia hiilitaseesta
- Päätelmiä

# Tasaikäismetsätalous

- Uudistusalan ennakkoraivaus
- Avohakkuu
- Maanpinnan käsittely
- Istutus
- Varhaisperkaus
- Taimikonhoito
- Ensiharvennus
- Harvennus
- Avohakkuu

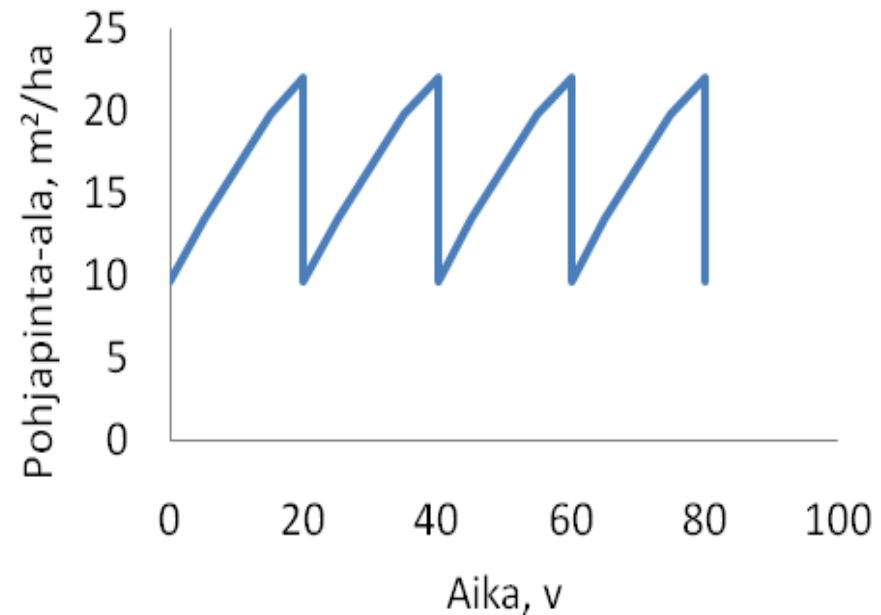


# Tasaikäismetsätalous



# Eri-ikäismetsätalous

- Yläharvennus
- Yläharvennus
- Yläharvennus
- Yläharvennus
- Yläharvennus
- Yläharvennus
- Yläharvennus



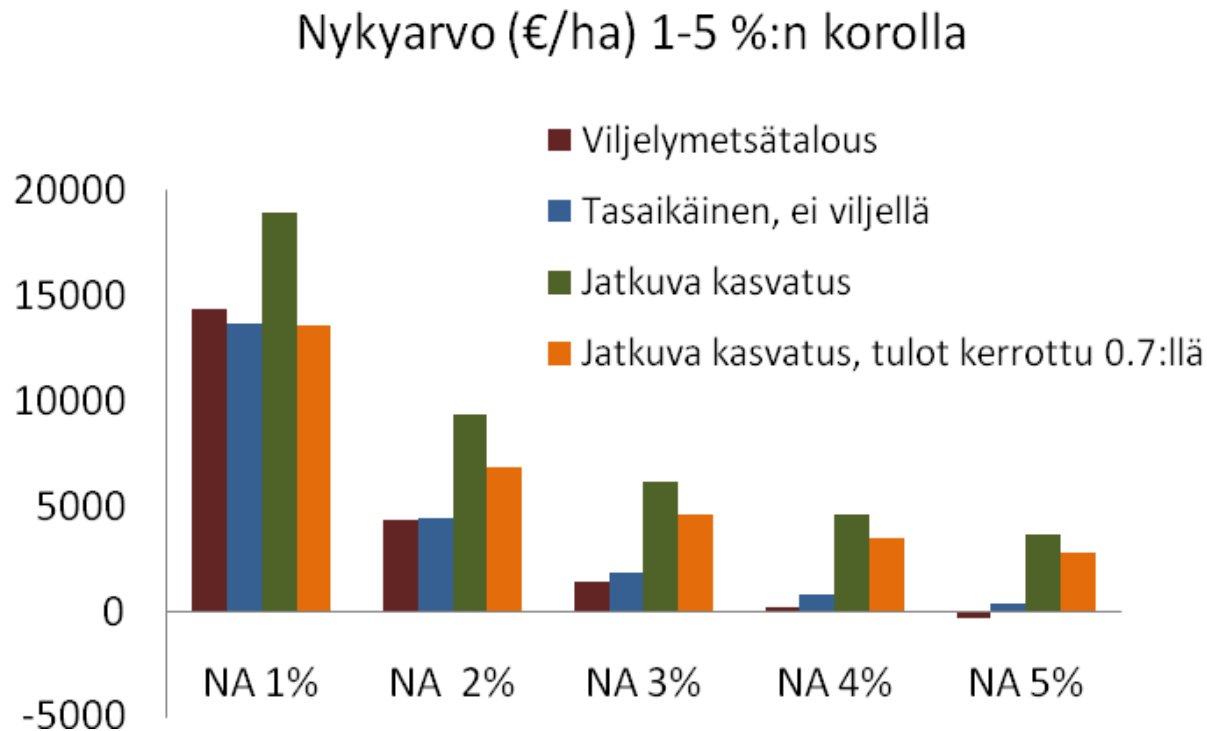
# Eri-ikäismetsätalous



# Muu jatkuva kasvatus



# Jaksollinen – jatkuva: Kannattavuus



Jatkuva kannattaa kun: (1) suuri korko, (2) huono kasvu(paikka), (3) suuret kustannukset, (4) huono hinta



# Huomioita hiilestä

- Sademetsä ei yleensä sido (enää) hiiltä
  - ▣ Hiilitase = 0 !
  - ▣ Hiiltä sitoutuu niin kauan kuin biomassa lisääntyy
  - ▣ Metsän hiilitase on aina lopulta nolla
- Sademetsän hakkuu ei aina merkitse hiilipäästöjä
  - ▣ Sademetsän **hävitys** aiheuttaa hiilipäästöjä
  - ▣ Hakkuun vaikutus riippuu tuotteista ja korjuuteknologiasta
  - ▣ Pitkäikäisiin tuotteisiin voidaan sitoa hiiltä
  - ▣ Hakkuun jälkeen biomassa kasvaa -> hiiltä sitoutuu
  - ▣ Kokonaisvaikutus voi olla positiivinen tai negatiivinen

# Hiilitaseen laskenta

Käytetty kahta tunnusta:

- Biomassaan sitoutuneen hiilen määrä (Carbon Stock)
  - $CS = 0.5 \times \text{Biomassa}$
- Hiilitase tietyssä aikana (Carbon Balance):
  - Sidottu hiili – Vapautunut hiili

- Laskennassa tarvitaan:
  - Biomassamalleja (tai kertoimia)
    - Runko (tilavuus x kuivatiheys)
    - Oksat, lehdet =  $f(d, h)$
    - Juuret =  $f(d, h)$
  - Lahoamisen simulointia
    - Kuolleet puut
    - Hakkuutähteet
    - Tuotteet: Elinikä -> lahoaminen

# Hiilitaseen laskenta

- Elävän puuston biomassan muutos ( $B$ , +/-)
- Hakattujen puiden biomassa ( $H$ , +)
- Kuolleiden puiden biomassa ( $K$ , +)
- Metsässä olevan kuolleen puuaineksen hajoaminen ( $P$ , -)
  - ▣ Metsässä vanhastaan olevan kuolleen puuaineksen hajoaminen
  - ▣ Tarkastelukauden aikana kuolevan puuaineksen hajoaminen

Lisäksi voidaan ottaa huomioon:

- Metsästä hakattujen ja pois vietyjen puiden hajoaminen ( $T$ , -)
  - ▣ Ennen laskentakauden alkua valmistettujen tuotteiden hajoaminen
  - ▣ Laskentakauden aikana valmistettujen tuotteiden hajoaminen
- Korjuun, kuljetuksen ja valmistuksen hiilipäästöt ( $V$ , -)
- Korvausvaikutukset ( $S$ , +)

$$C_{t1,t2} = a(B_{t2} - B_{t1} + H + K) - a(P + T) - V + S \quad a = \text{hiilen osuus biomassasta}$$

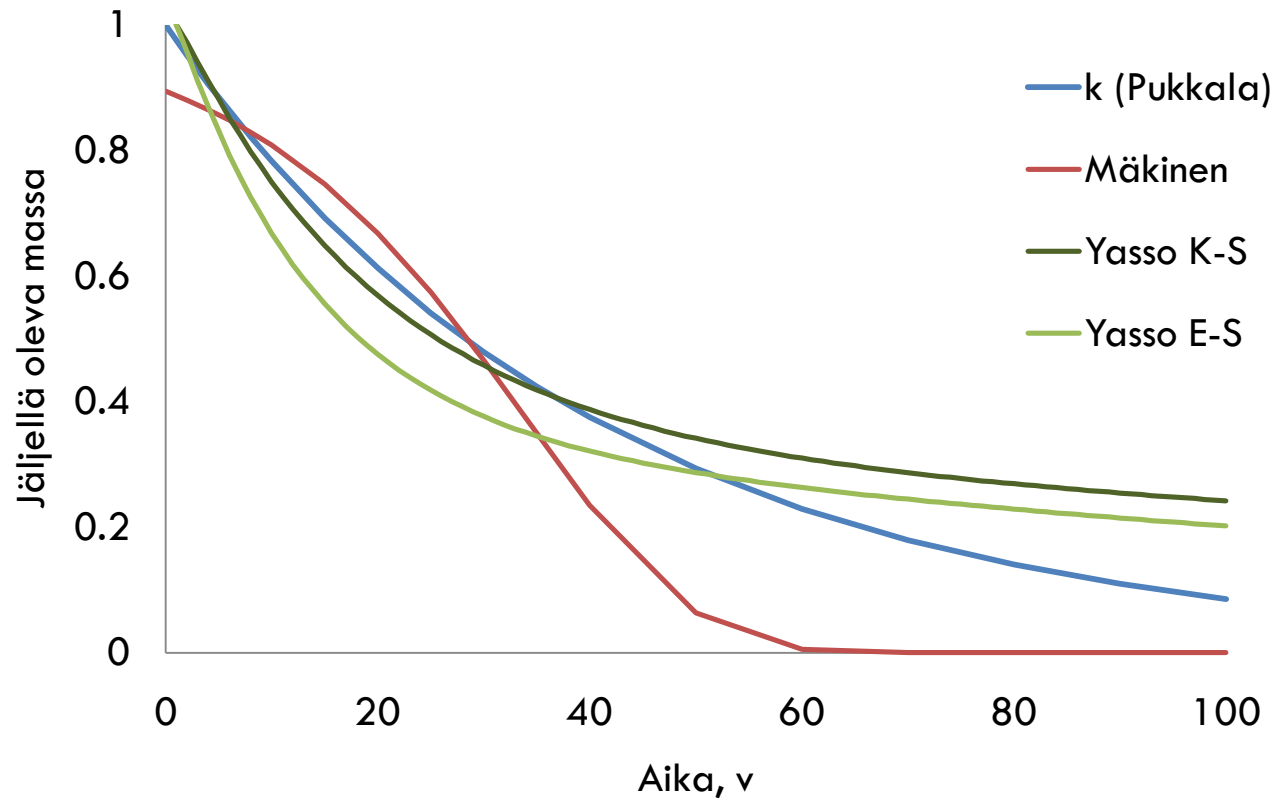
# Kuolleen aineksen hajoaminen

1.  $B_t = B_0 \exp^{-kt}$  ( $k$  = vuodessa hajoava osuus biomassasta)
  - $k$  riippuu puulajista, ositteesta, rungon koosta, lämpötilasta
2. Mäkisen ym. empiiriset mallit
  - On vain rungoille
3. Yasso
  - Aines jaetaan kemiallisiin komponentteihin
  - Niillä eri hajoamisnopeus (eri  $k$ )
  - Siirtymiä komponenttien välillä simuloidaan

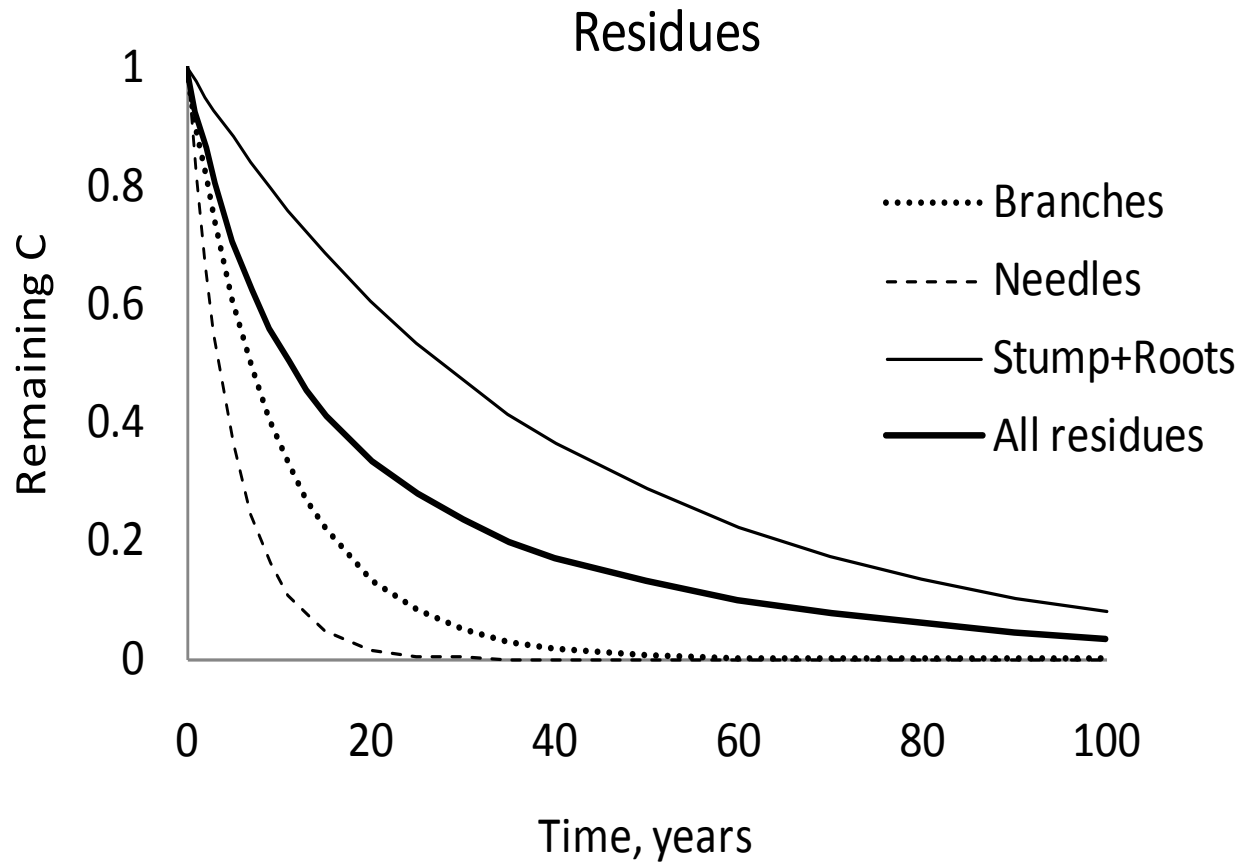
**Tämän esityksen tulokset perustuvat menetelmään 1**

# Kuolleen aineksen hajoaminen

Mänty maarunko, läpimitta 20 cm



# Kuolleen aineksen hajoaminen

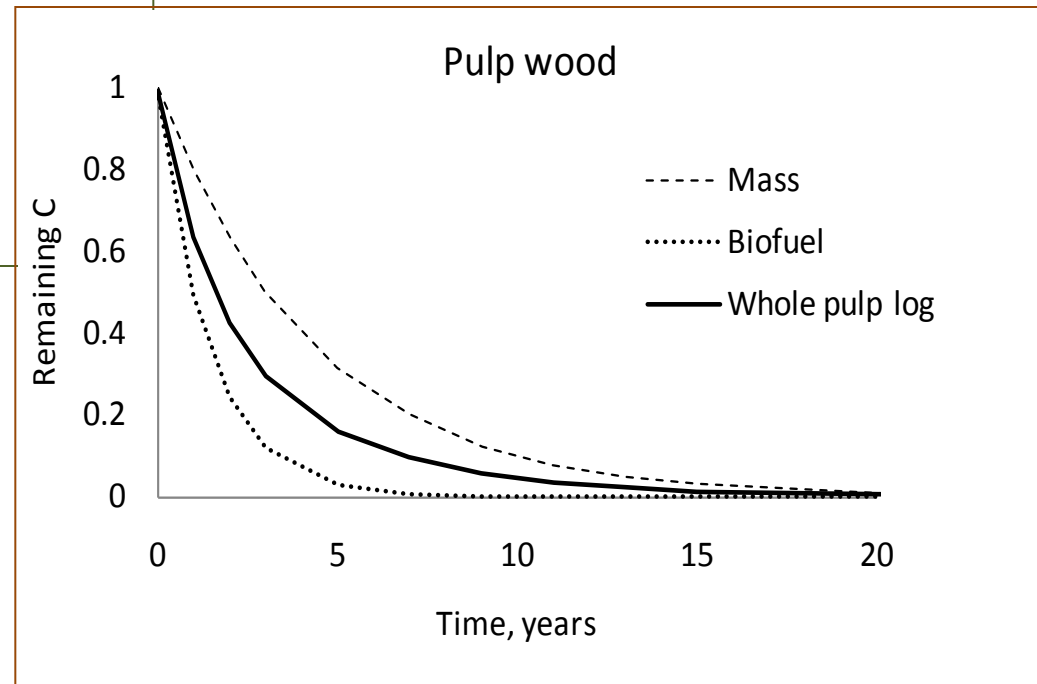
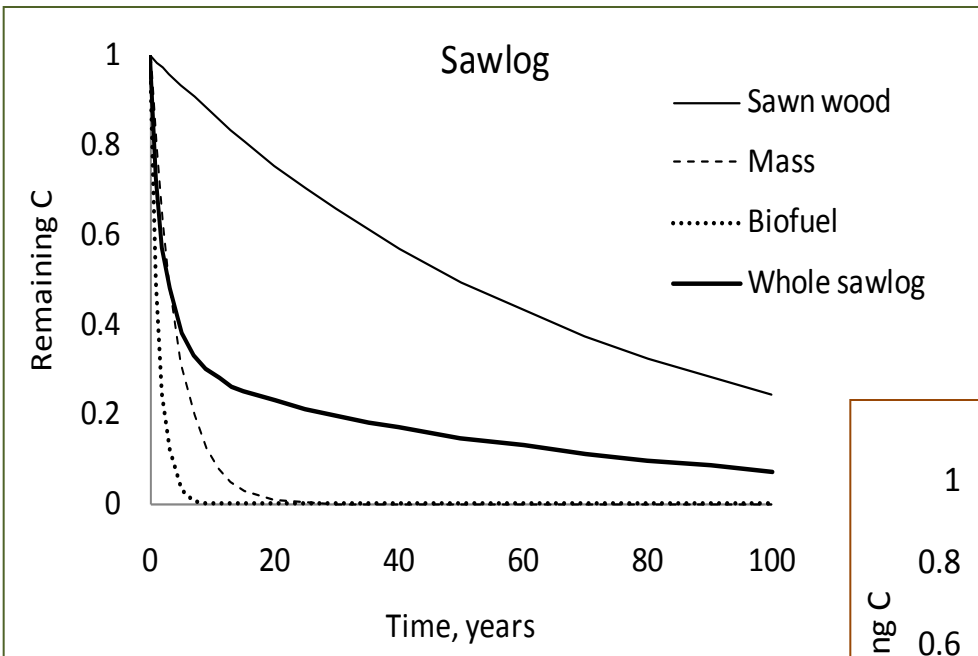


# Tuotteiden hajoaminen

- Pois vietävä puu jaetaan:
  - Tukkiosa
  - Kuituosa
  - Energiaranka
  - Oksa- ja kantobiopolttoaine (2/3 massasta, jos korjataan)
- Tukkiosa jaetaan edelleen
  - Pitkäkestoinen (sahatavara ja vaneri), puoliintumisaika 50 v
  - Mekaaninen massa
  - Kemiallinen massa
  - Polttoaine
- Kuituosa jaetaan edelleen
  - Mekaaninen massa
  - Kemiallinen massa
  - Polttoaine

Eri ositteilla eri  $k$   
Ositteiden hajoamista  
simuloidaan kaavalla  
$$B_t = B_0 \exp^{-kt}$$

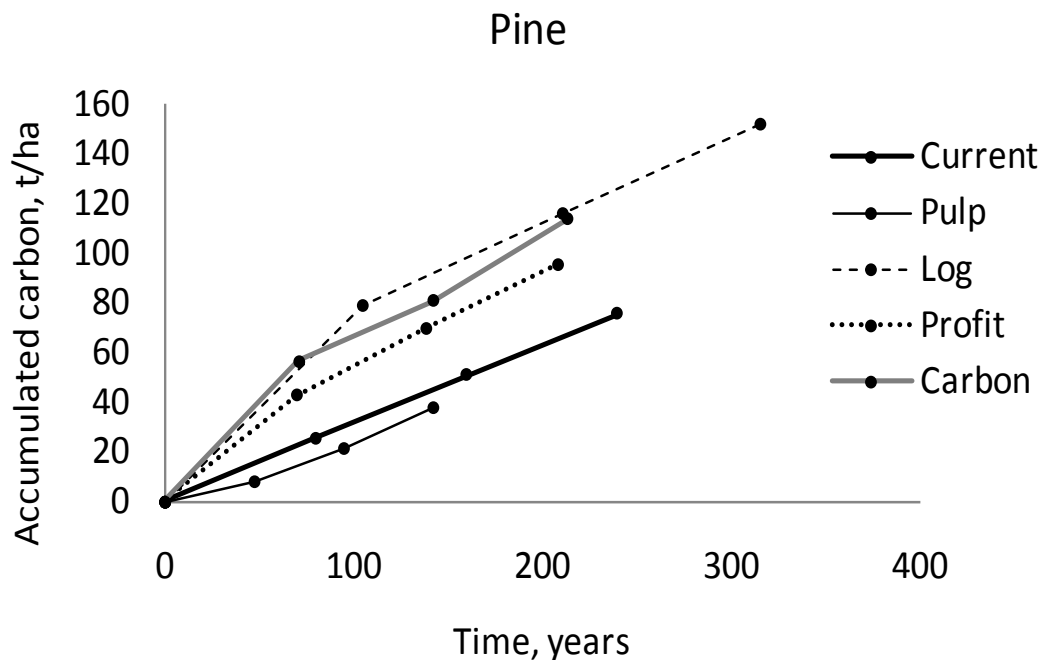
# Tuotteiden hajoaminen





# Tuloksia 1 Mänty, tasaikäismetsätalous

- Kolme aiempaa kiertoaikaa nykyohjeiden mukaisia
- Tuleva käsittely optimoitu eri tavoitteilla
- Hiilen kertyminen 3 seuraavan kiertoajan aikana
- Korvausvaikutukset:  $\frac{1}{2}$  biopolttoaineelle,  $\frac{1}{3}$  sahatavaralle



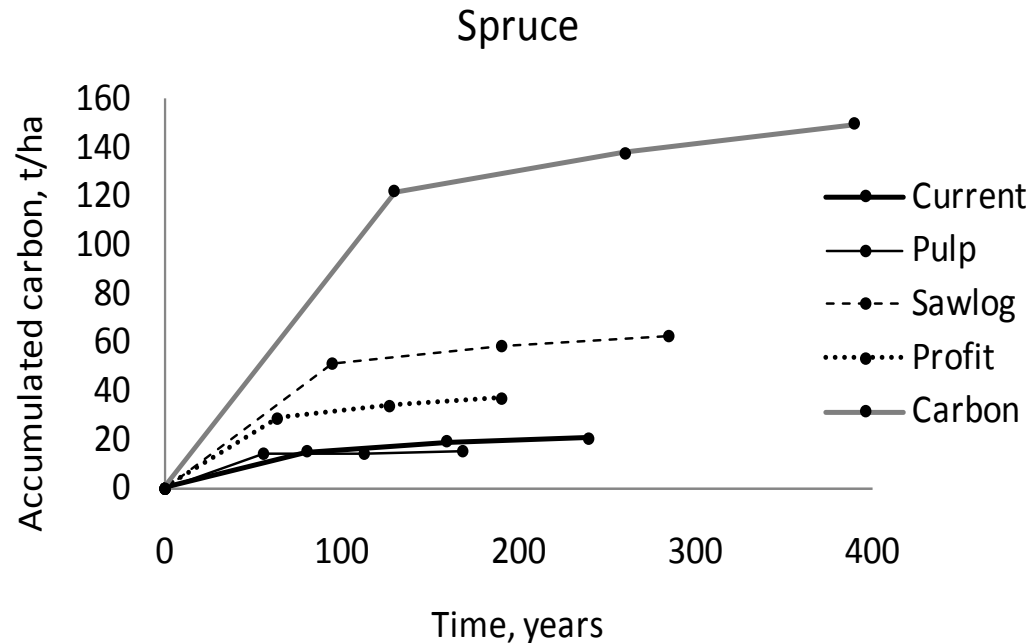
## Hyviä

- Max hiilensidonta
- Max kannattavuus
- Max tukki

## Huonoja

- Nykysuositukset
- Max kuitupuun tuotos

# Tuloksia 2 Kuusi, tasaikäismetsätalous



Hyviä

- Max hiilensidonta

Keskinkertaisia

- Max tukkituotos

- Max kannattavuus

Huonoja

- Nykysuositukses

- Max kuitupuun tuotos

## Millainen on Max hiilensidonta –vaihtoehto ?

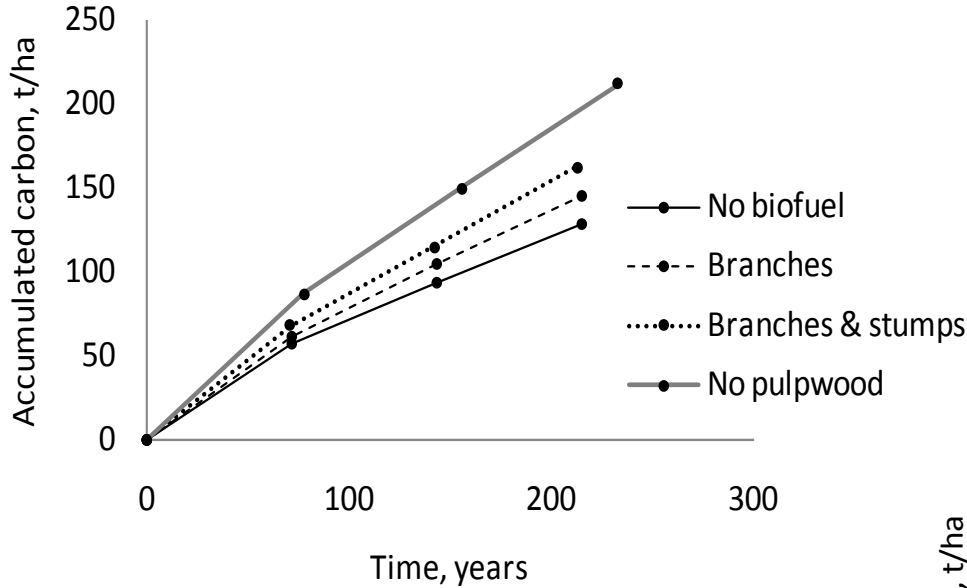
-Hyvin pitkä kiertoaika

-Erittäin myöhäinen ensimmäinen harvennus

-Korjataan vain suuria tukkipuita, joissa kuituosuus on hyvin pieni

# Tuloksia 3, biopolttoaine

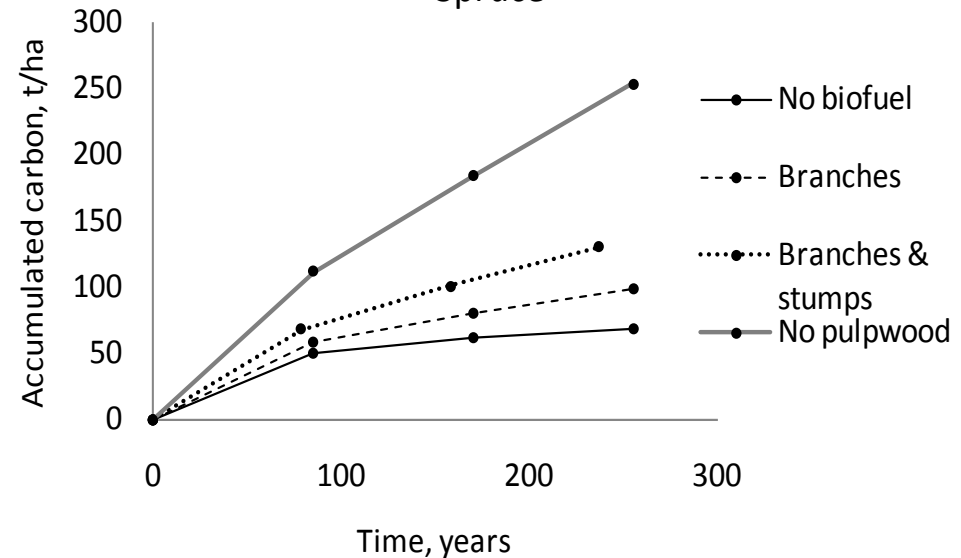
Pine



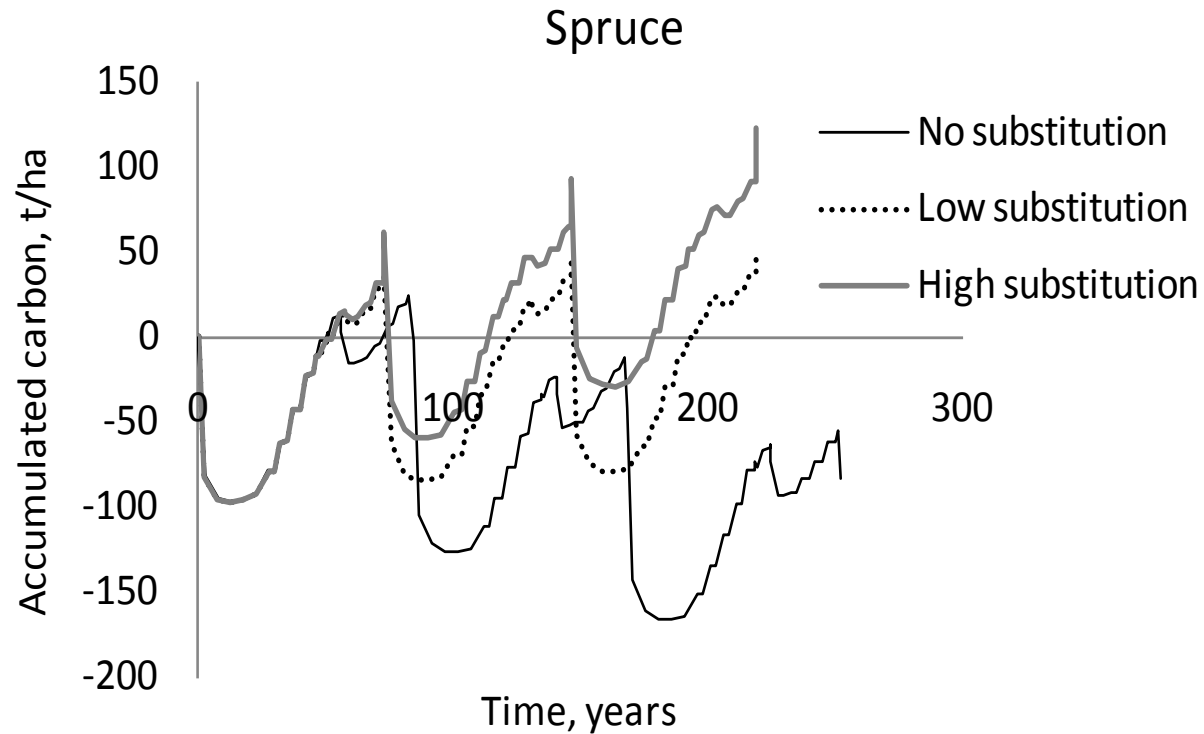
"No pulpwood"  
tarkoittaa, että  
kuitupuu poltetaan

Hiilitaseen kannalta  
parasta olisi korjata  
vain tukkia ja  
biopolttoainetta

Spruce

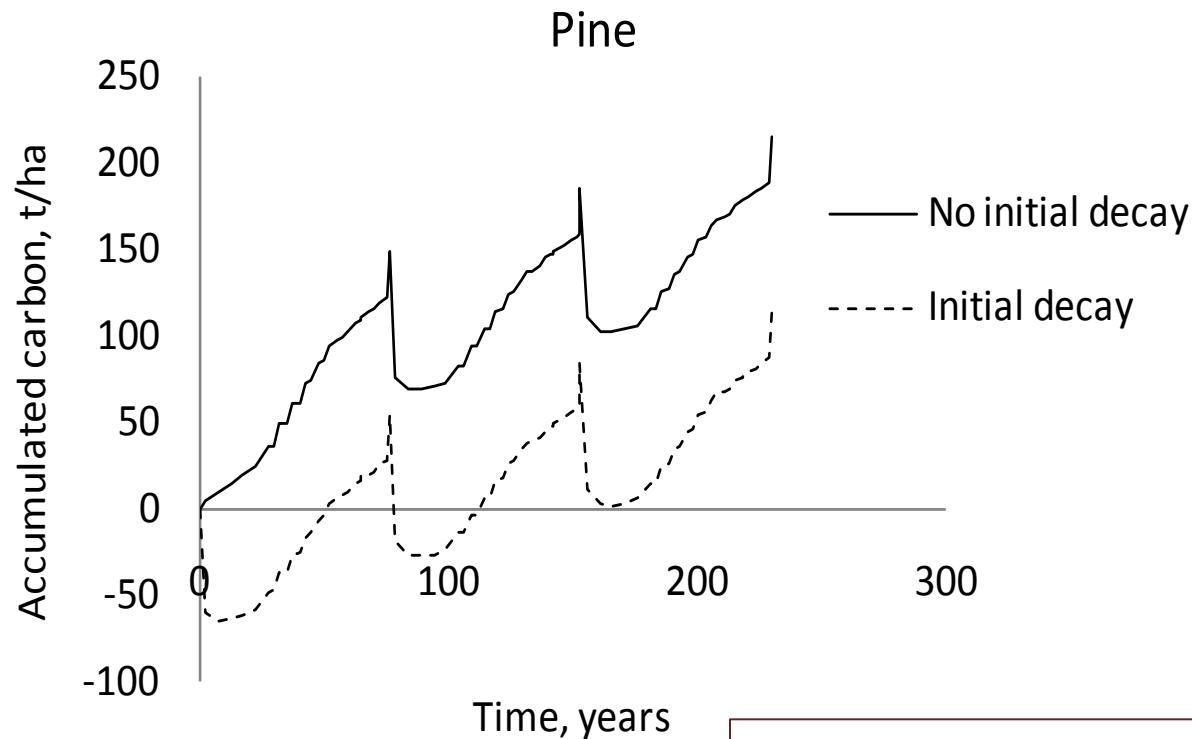


# Tuloksia 4, korvausvaikutukset



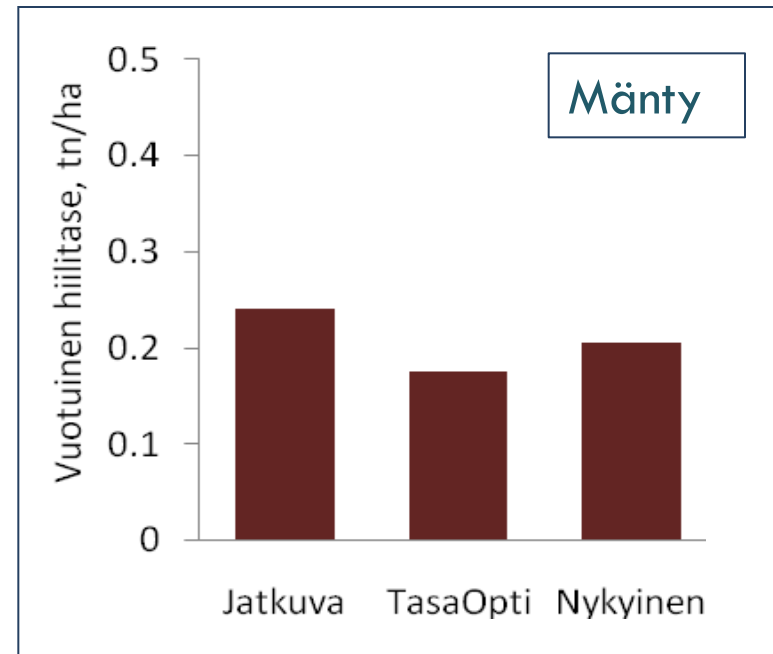
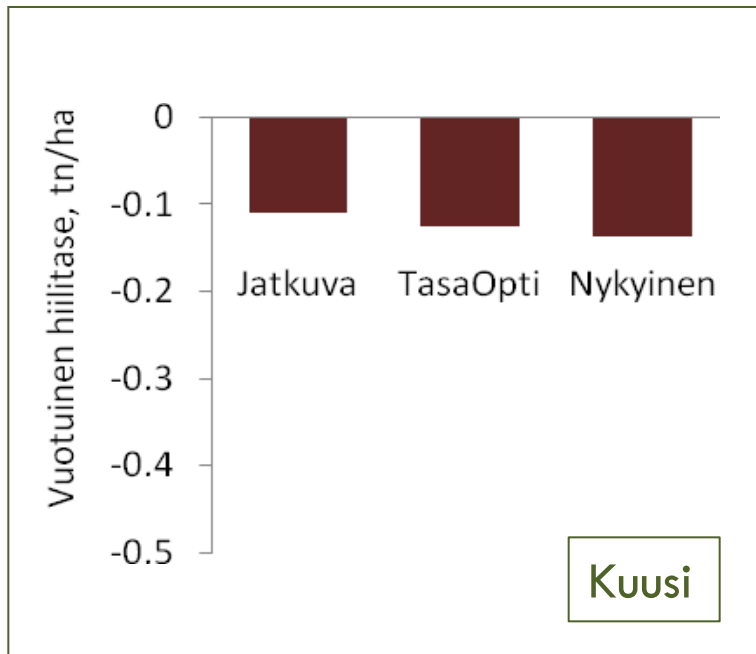
Ilman korvausvaikutuksia  
metsätalouden hiilitase on aina  
lopulta negatiivinen

# Tuloksia 5, jälleenmetsitys



Jälleenmetsityksessä hiilitase on **aluksi** paljon parempi (ei hajoavaa massaa varhemmilta kiertoajoilta)

# Tuloksia 6, eri-ikäismetsätalous



TasaOpti: maksimoidaan puuntuotannosta, hiilensidonnasta ja mustikan keruusta koituvaa kokonaishyötyä

Eri-ikäismetsätalouden hiilitase on vähän parempi

Syy: korjataan lähes pelkästään tukkipuita

**Ero olisi isompi, jos avohakkuu lisäisi maahengitystä**

# Päätelmiä 1

- Kuinka metsätalouden hiilipäästöjä voidaan vähentää
  - ▣ Pidentämällä kiertoaikaa
  - ▣ Lykkäämällä ensiharvennusta
  - ▣ Käyttämällä yläharvennusta
  - ▣ Käyttämällä eri-ikäismetsätaloutta
  - ▣ Kasvattamalla mäntyä (ja koivua)
  - ▣ Polttamalla kuusikuitupuu

# Päätelmiä 2

- Kuinka metsätalouden avulla voidaan sitoa hiiltä
  - ▣ Suurentamalla biomassaa
  - ▣ Tuottamalla pitkäikäisten tuotteiden raaka-aineita
  - ▣ Vähentämällä hoidon, korjuun, kuljetuksen ja valmistuksen päästöjä
  - ▣ Korvaamalla puulla öljyä, terästä ja betonia
  - ▣ Metsittämällä puuttomia alueita
  - ▣ Käsittelemällä metsää niin, ettei maan hiilivarasto rupea pienenemään



