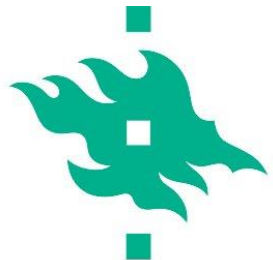


# Taloudellinen optimointi jaksollisen ja jatkuvapeitteisen metsänhoidon välillä boreaalisissa sekametsissä

Vesa-Pekka Parkatti ja Olli Tahvonen  
Taloudellis-ekologinen optimointi -tutkimusryhmä  
Helsingin yliopisto, Metsätieteiden osasto



UNIVERSITY OF HELSINKI

FACULTY OF AGRICULTURE AND FORESTRY



MAJ JA TOR NESSLINGIN SÄÄTIÖ

\*Metsätieteen päivä 20.11.2019

# 1 Johdanto

- varhaiset taloustieteelliset tutkimukset jatkuvapeitteisistä sekametsistä
  - Haight ja Getz (1987), Haight ja Monserud (1990a,b)
- taloustieteellinen tutkimus valinnasta jaksollisen ja jatkuvapeitteisen metsänhoidon välillä
  - muutamia yhden puulajin tutkimuksia (e.g. Tahvonen ja Rämö 2016, Parkatti ym. 2019)
- vain yksi julkaistu taloustieteellinen tutkimus sekametsistä joka sisältää optimoinnin jaksollisen ja jatkuvapeitteisen metsänhoidon välillä (Tahvonen ym. 2019)

# 1 Johdanto jatkuu.

- Suomessa noin 30 luontaisesti kasvavaa puulajia (Hämet-Ahti ym. 1992)
- puhtaasti yhden puulajin metsän ylläpito vaatii metsänhoitotoimenpiteitä joita ei pystytä kuvaamaan yhden puulajin tutkimuksissa
- sekametsät boreaalisissa ja temporaalisissa metsissä
  - ~50% metsistä Suomessa ja Ruotsissa (VMI Suomi, VMI Ruotsi)
  - 74 % metsistä Saksassa (VMI Saksa)

→ taloustieteellisten sekametsätutkimusten puute vaikuttaa ongelmalliselta

# 1 Johdanto jatkuu.

- tutkitaan kuuselle keinolisesti uudistettua tuoretta kangasta johon muut puulajit (mänty, koivu, haapa) syntyvät luontaisen uudistumisen kautta
- tutkimuskysymykset:
  - *mikä on taloudellisesti optimaalinen metsänhoitomuoto kuuselle keinollisesti uudistetulla tuoreella kankaalla jossa myös muut puulajit voivat kasvaa luontaisen uudistumisen kautta?*
  - *kuinka taloudellisesti optimaaliset ratkaisut riippuvat puulajeista?*
  - *mikä on ”harsinnan” rationaalisuus sekametsissä*

## 2 Dynaaminen puustotason optimointimalli

- Tahvonen (2015a,b) kehittämä malli jota aiemmin sovellettu tutkimuksissa: Tahvonen ja Rämö (2016), Assmuth ym. (2018), Parkatti ym. (2019) ja Tahvonen ym. (2019)
  - empiirinen puulajikohtainen kokoluokkarakenteinen kuvaus metsikködynamiikasta, kasvu, kuolleisuus sekä luontainen uudistuminen (Pukkala ym. 2011, 2013)
  - puulajikohtaiset tukki ja kuitu hinnat
  - puulajikohtaiset korjuukustannukset (kiinteät ja muuttuvat kustannukset) (Nurminen ym. 2006)
- kolmitasoinen optimointi (AMPL/Knitro 10.3)
  - **kiertoaika**, **harvennusajankohdat** ja **harvennusintensiteetit**

## 2 Dynaaminen puustotason optimointimalli jatkuu. malli yhdelle tai usealle puulajille

Keinollisen  
uudistamisen  
kustannukset

Harvennustulot

Päätehakkuutulot

$$J = \max_{\{h_{jst}, k_{jst}, \delta_t, T \in [t_0, \infty)\}} \frac{-w + \sum_{t=t_0}^{T-1} \left[ R(\mathbf{h}_t) - C_{th}(\mathbf{h}_t, \mathbf{k}_t) - \delta_t C_f \right] b^{\Delta(t+1)} + \left[ R(\mathbf{h}_T) - C_{cl}(\mathbf{h}_T, \mathbf{k}_T) - \delta_T C_f \right] b^{\Delta(T+1)}}{1 - b^{\Delta(T+1)}} \quad (1)$$

s.t,

$$x_{j,1,t+1} = \phi_j(\mathbf{x}_t) + \left[ 1 - \alpha_{j1}(\mathbf{x}_t) - \mu_{j1}(\mathbf{x}_t) \right] x_{j1t} - h_{j1t} - k_{j1t}, \quad j = 1, \dots, l, t = t_0, \dots, T \quad (2)$$

$$x_{j,s+1,t+1} = \alpha_{js}(\mathbf{x}_t) x_{jst} + \left[ 1 - \alpha_{j,s+1}(\mathbf{x}_t) - \mu_{j,s+1}(\mathbf{x}_t) \right] x_{j,s+1,t} - h_{j,s+1,t} - k_{j,s+1,t}, \quad j = 1, \dots, l, s = 1, \dots, n-1, t = t_0, \dots, T \quad (3)$$

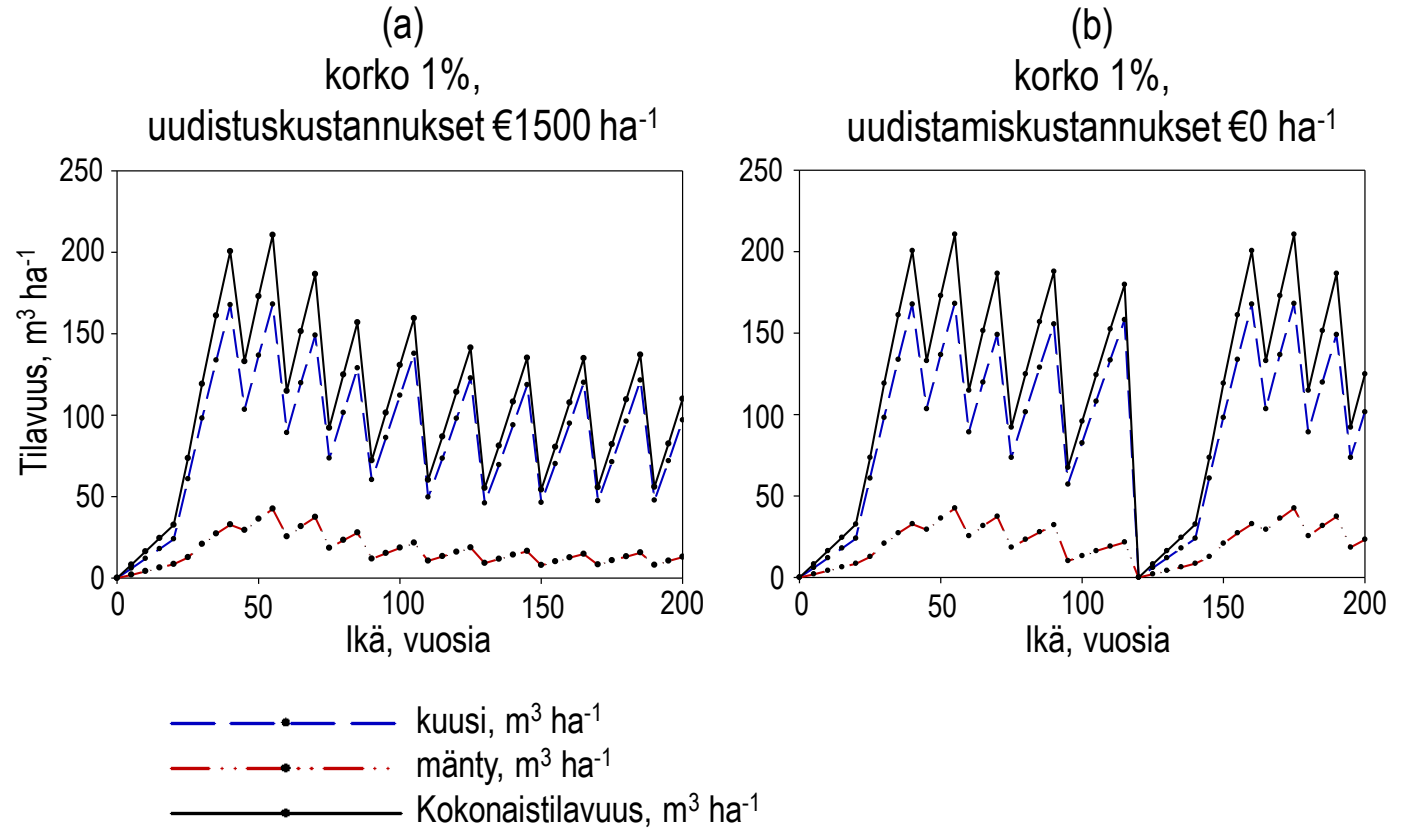
$$h_{jst} = \delta_t h_{jst} \quad s = 1, \dots, n, t = t_0, \dots, T \quad (4)$$

$$k_{jst} = \delta_t k_{jst} \quad s = 1, \dots, n, t = t_0, \dots, T \quad (5)$$

$$\delta_t : Z \in \{0, 1\}, \quad x_{jst_0} \text{ annettu} \quad (6)$$

# 3 Tulokset

- **jatkovapeitteinen metsänhoito aina optimaalista**

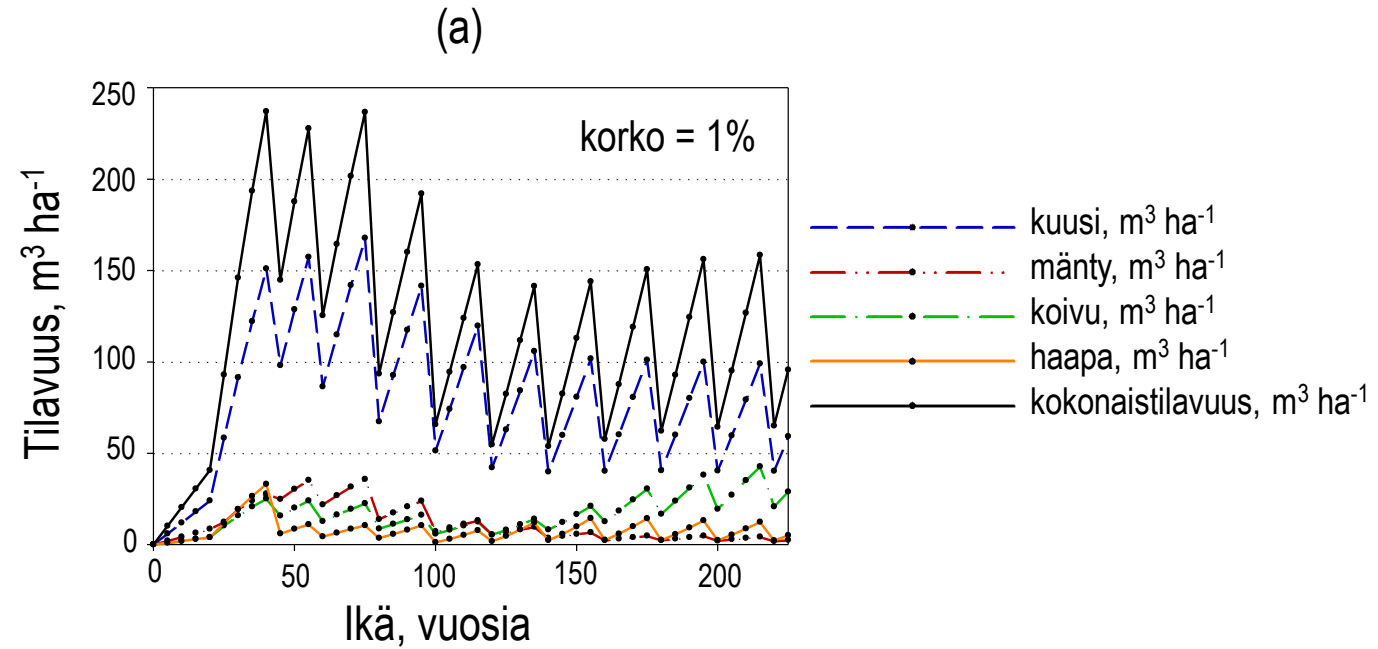


Kun mänty uudistuu luontaisesti:  
matala korko ja erittäin matalat keinollisen  
uudistamisen kustannukset

→ **jaksollinen metsänhoito optimaalista**

# 3 Tulokset jatkuu.

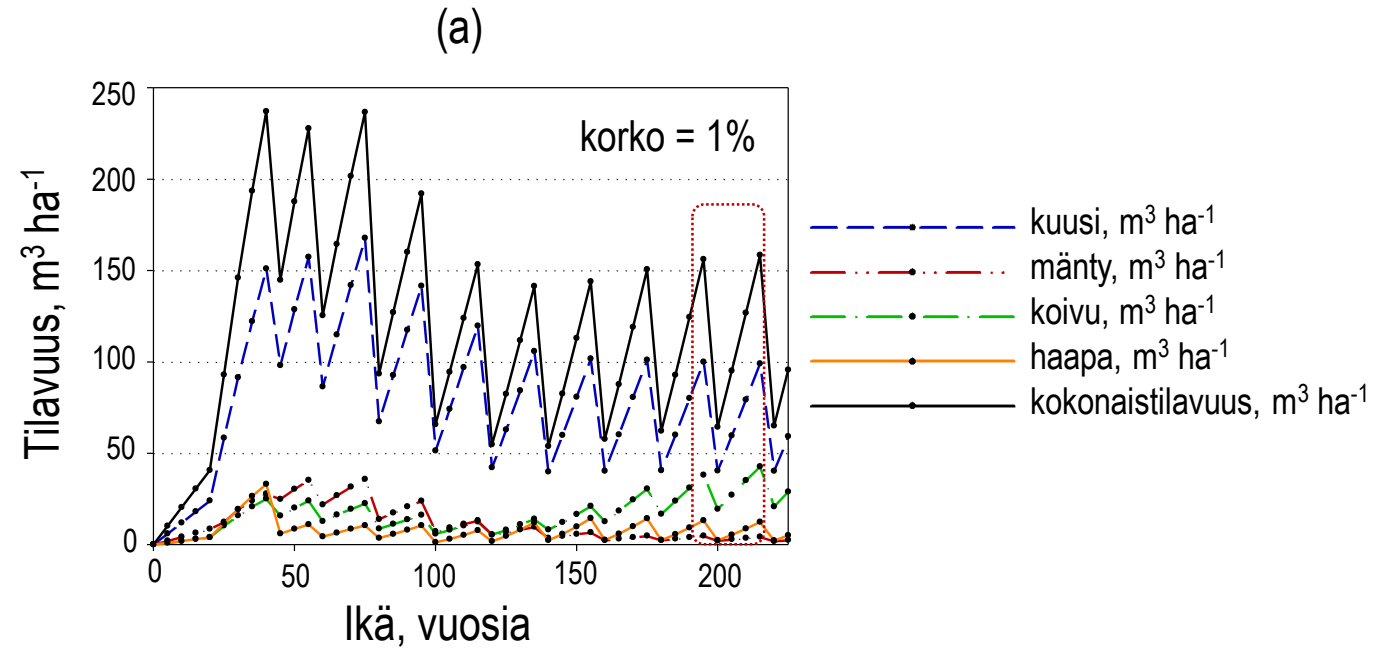
- jatkuvapeitteinen metsänhoito aina optimaalista (Huom. männyn vaikutus)
- optimaalisissa jatkuvapeitteisen metsänhoidon ratkaisuisissa mäntyä "katoaa" noin 100 vuodessa





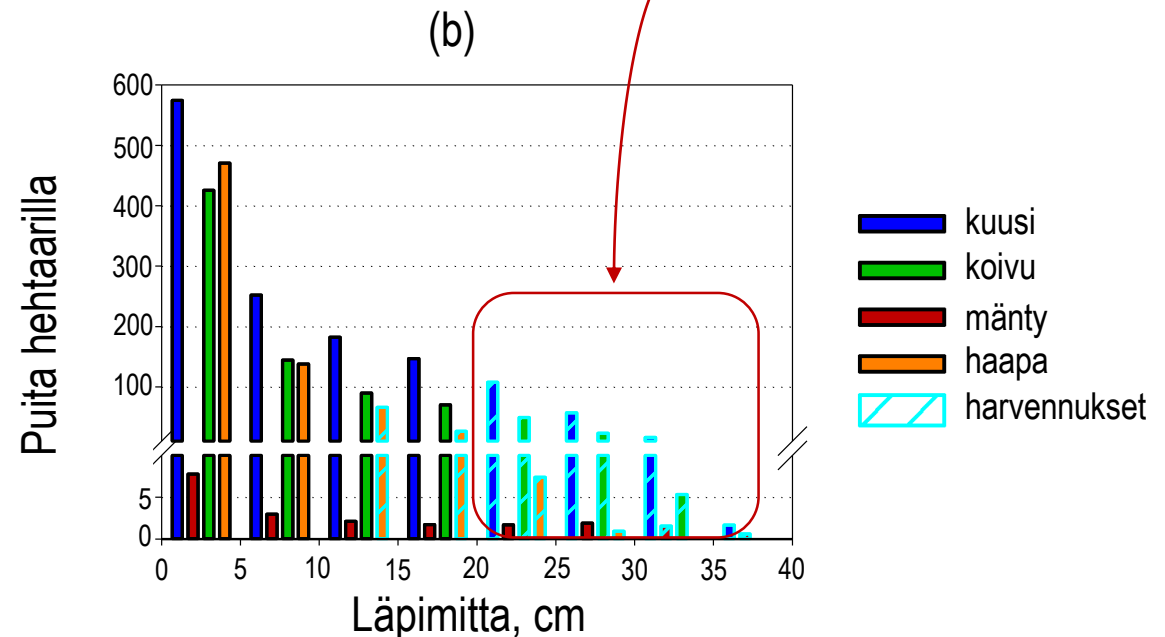
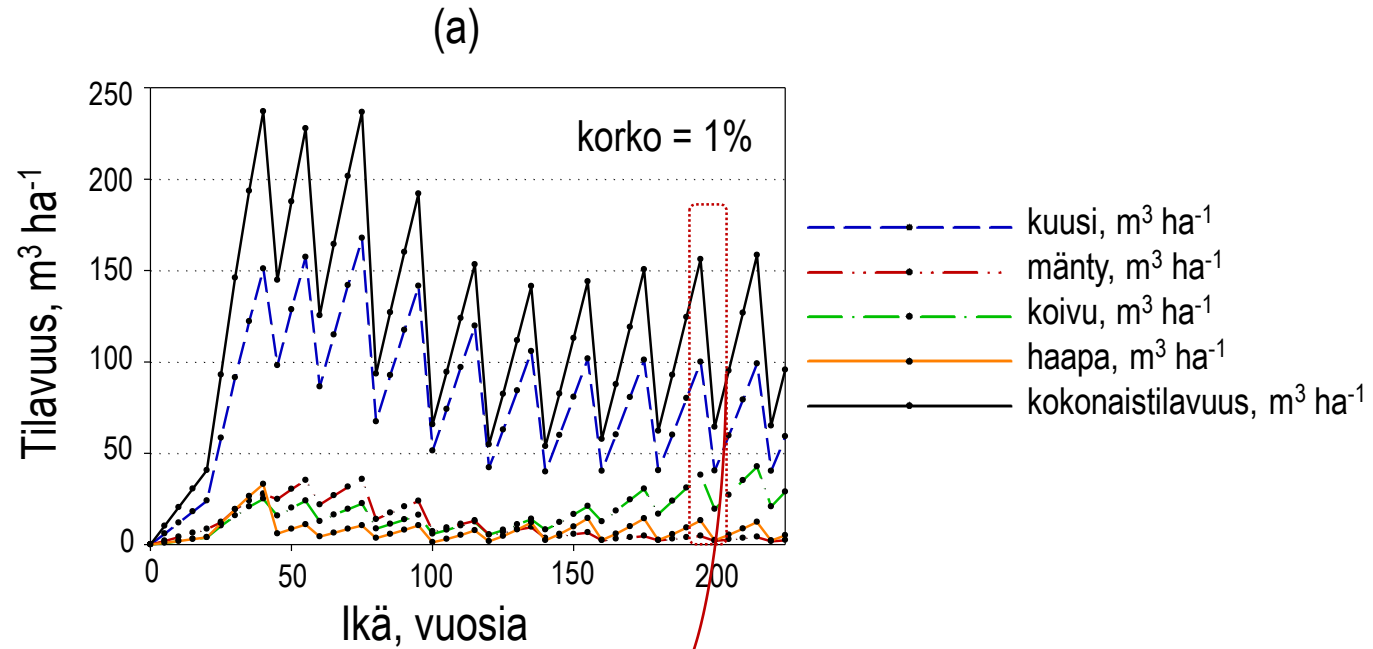
# 3 Tulokset jatkuu.

- jatkuvapeitteinen metsänhoito aina optimaalista (Huom. männyn vaikutus)
- optimaalisissa jatkuvapeitteisen metsänhoidon ratkaisuisissa mäntyä ”katoaa” noin 100 vuodessa
- optimaalinen hakkuuväli tasapainotilassa aina 15–25 vuotta



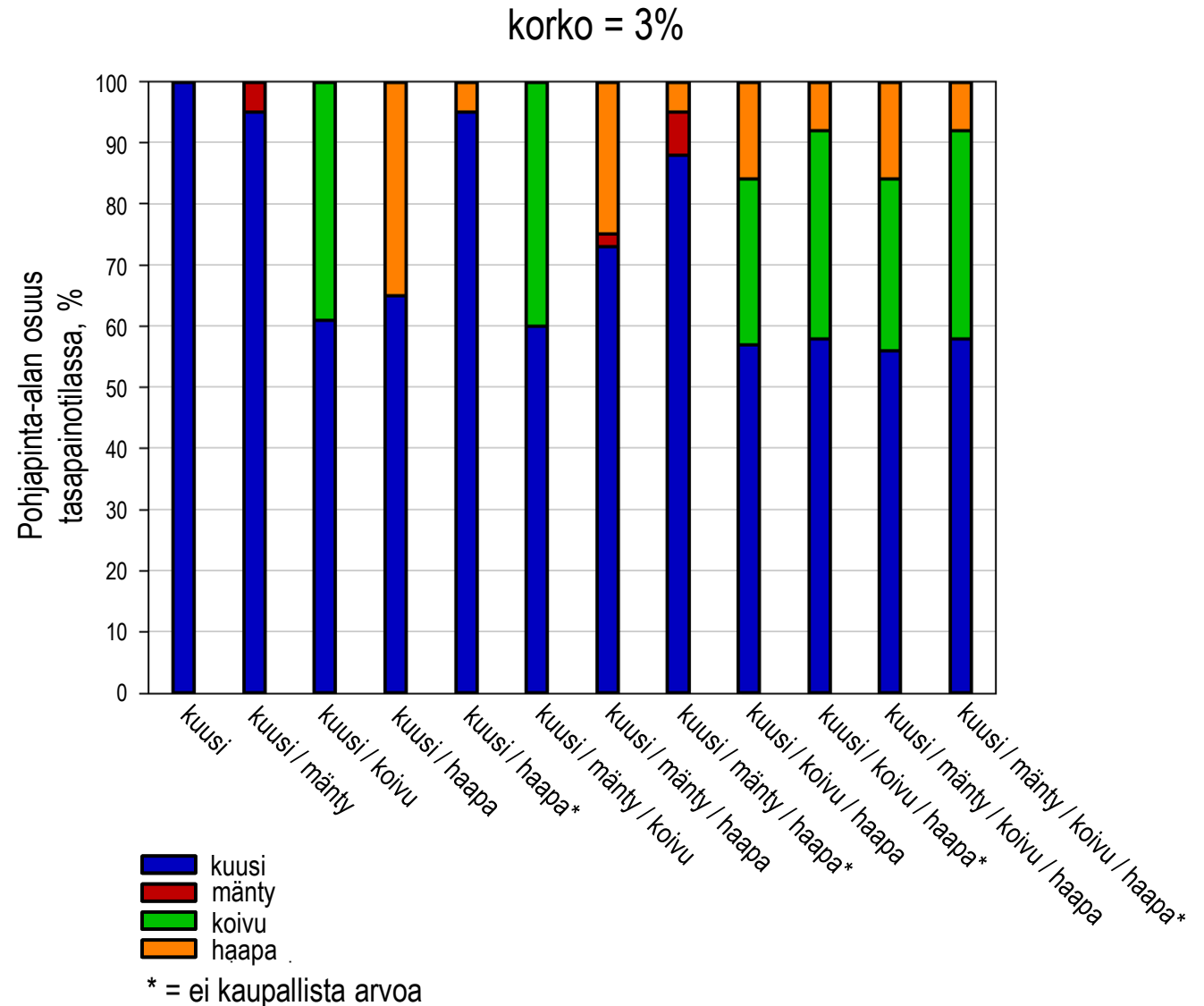
# 3 Tulokset jatkuu.

- jatkuvapeitteinen metsänhoito aina optimaalista (Huom. männyn vaikutus)
- optimaalisissa jatkuvapeitteisen metsänhoidon ratkaisuissa mäntyä ”katoaa” noin 100 vuodessa
- optimaalinen hakkuuväli tasapainotilassa aina 15–25 vuotta
- kuuset ja koivut harvennetaan kun ylittävät 20 cm läpimitan



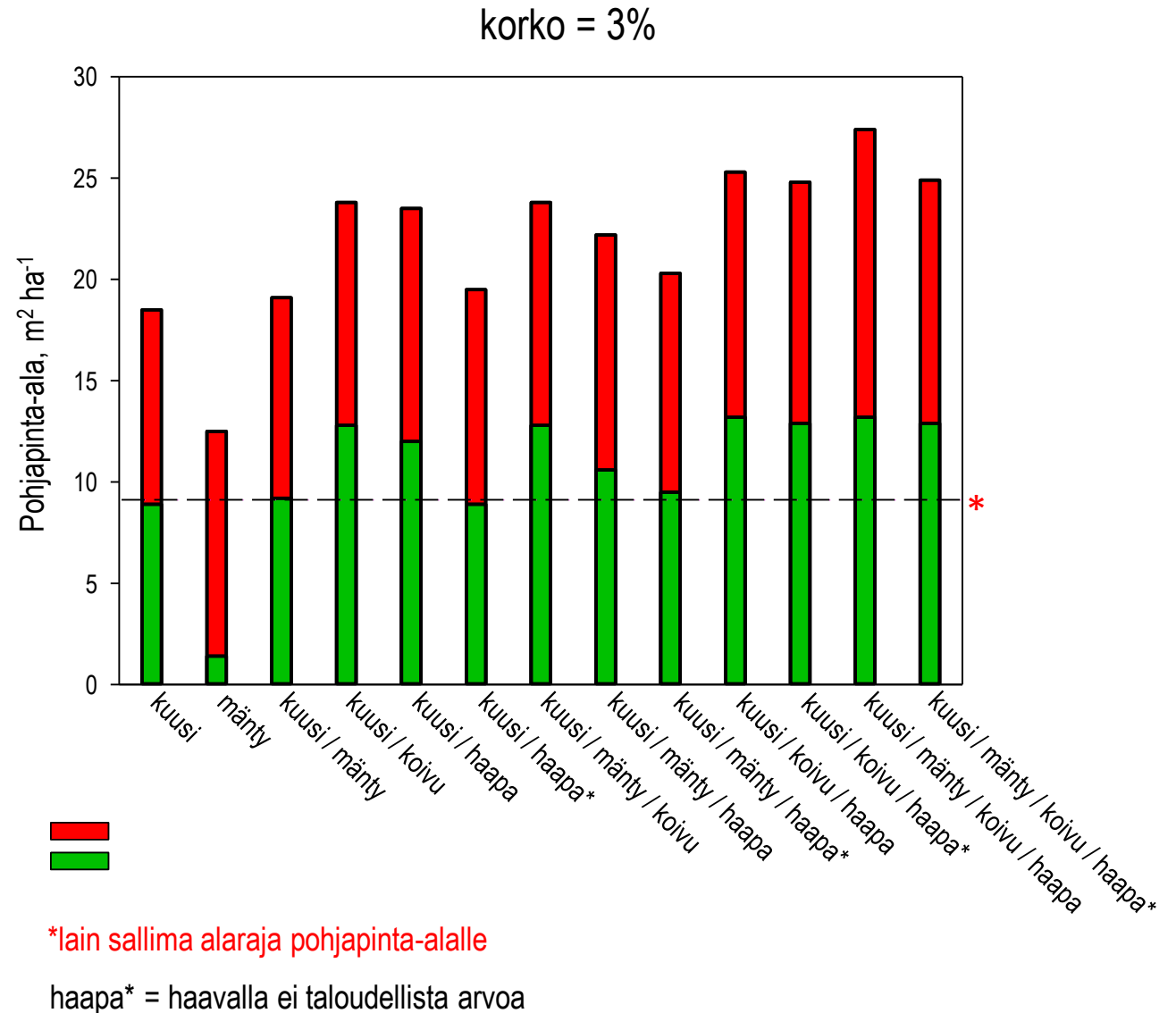
# 3 Tulokset jatkuu.

- jatkuvapeitteinen metsänhoito aina optimaalista (Huom. männyn vaikutus)
- optimaalisissa jatkuvapeitteisen metsänhoidon ratkaisuisissa mäntyä ”katoaa” noin 100 vuodessa
- optimaalinen hakkuuväli tasapainotilassa aina 15–25 vuotta
- kuuset ja koivut harvennetaan kun ylittävät 20 cm läpimitan
- kuusi säilyy valtapuulajina



# 3 Tulokset jatkuu.

- jatkuvapeitteinen metsänhoito aina optimaalista (Huom. männyn vaikutus)
- optimaalisissa jatkuvapeitteisen metsänhoidon ratkaisuisa mäntyä ”katoaa” noin 100 vuodessa
- optimaalinen hakkuuväli tasapainotilassa aina 15–25 vuotta
- kuuset ja koivut harvennetaan kun ylittävät 20 cm läpimitan
- kuusi säilyy valtapuulajina
- **hakuunjälkeiset pohjapinta-alat suuremmat sekametsissä kuin yhden puulajin metsissä**



# 3 Tulokset jatkuu.

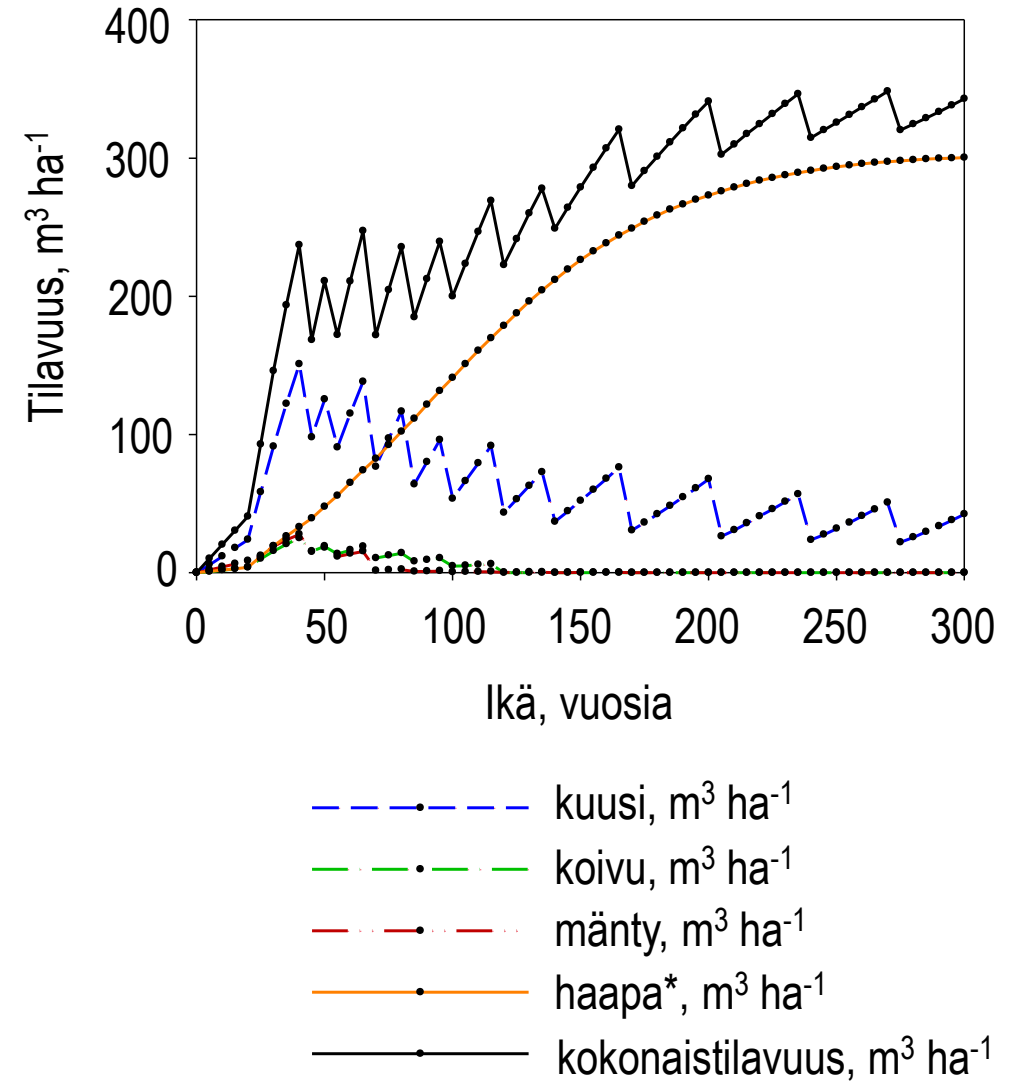
## Harsinta

- ei-kaupallisten haapojen kaataminen on aina optimaalista
- mitä jos kaatamista ei sallita?

# 3 Tulokset jatkuu.

## Harsinta

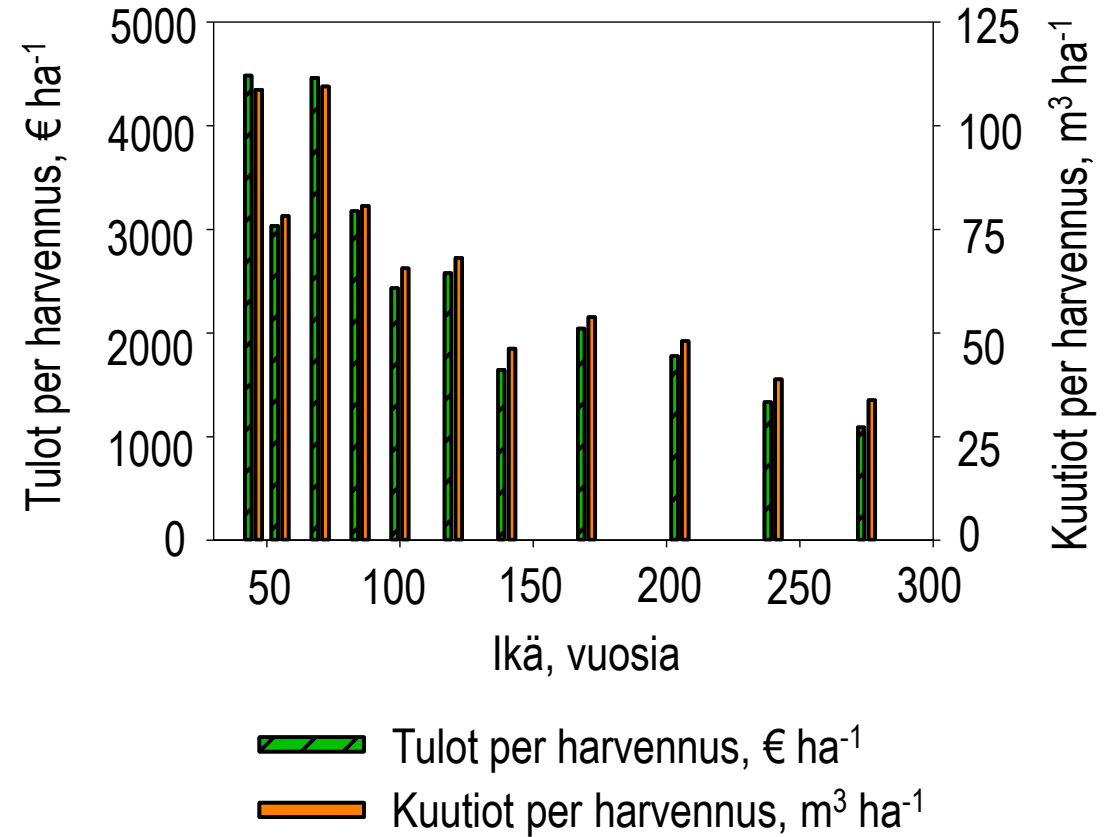
- ei-kaupallisten haapojen kaataminen on aina optimaalista
- mitä jos kaatamista ei sallita?
  - haapa valtaa metsikön



# 3 Tulokset jatkuu.

## Harsinta

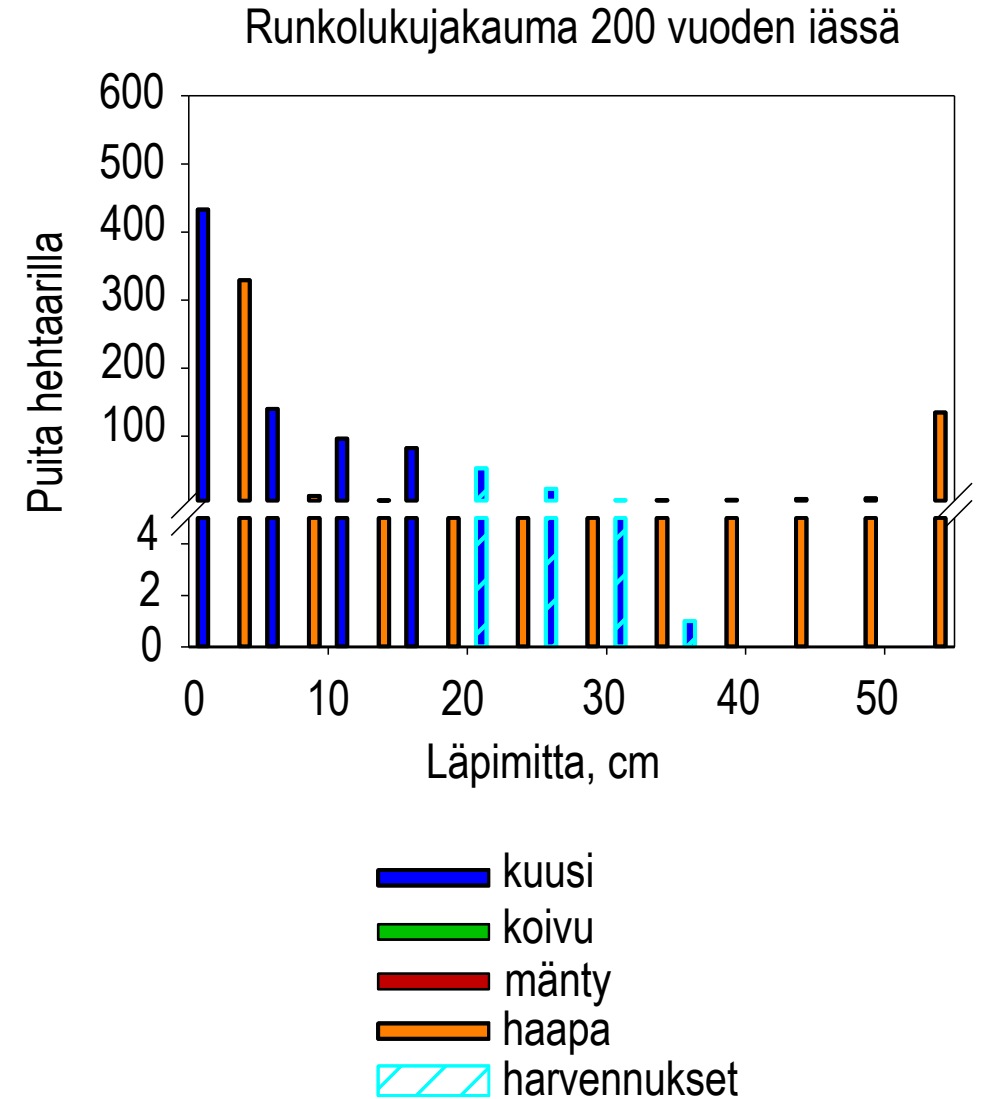
- ei-kaupallisten haapojen kaataminen on aina optimaalista
- mitä jos kaatamista ei sallita?
  - haapa valtaa metsikön
  - niin tulot kuin kuutiot per harvennus alenevat



# 3 Tulokset jatkuu.

## Harsinta

- ei-kaupallisten haapojen kaataminen on aina optimaalista
- mitä jos kaatamista ei sallita?
  - haapa valtaa metsikön
  - niin tulot kuin kuutiot per harvennus alenevat
  - lopulta suuret/vanhat haavat dominoivat metsikköä



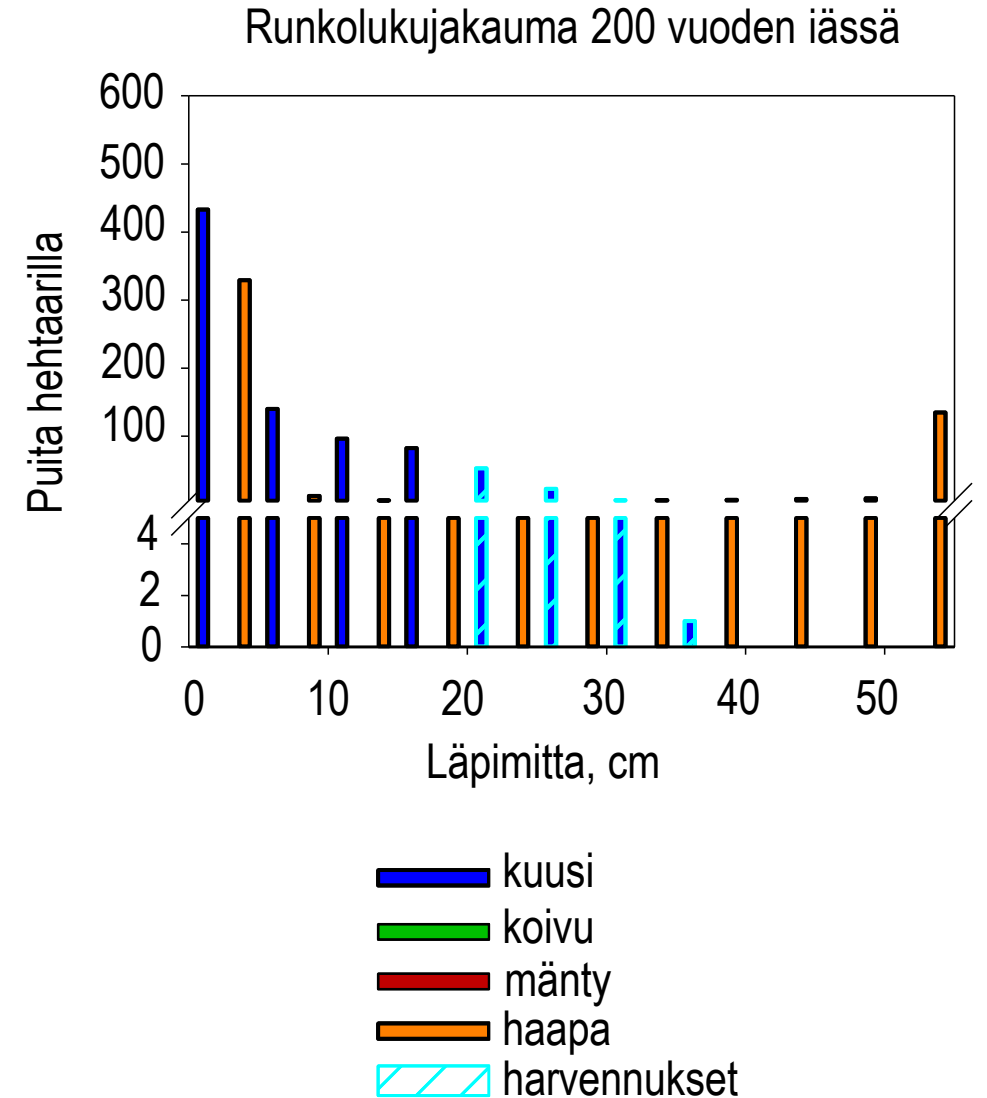


# 3 Tulokset jatkuu.

## Harsinta

- ei-kaupallisten haapojen kaataminen on aina optimaalista
- mitä jos kaatamista ei sallita?
  - haapa valtaa metsikön
  - niin tulot kuin kuutiot per harvennus alenevat
  - lopulta suuret/vanhat haavat dominoivat metsikköä
- "harsinta" aiheuttaa taloudellista tappiota  
(paljaan maan arvo laskee €2107 ha<sup>-1</sup> → €1449 ha<sup>-1</sup>)

→ harsinta ≠ jatkuvapuiteinen metsänhoito



# Johtopäätökset

- enemmän taloudellisesti arvokkaita puulajeja → korkeampi kannattavuus
- *”mikä on taloudellisesti optimaalinen metsänhoitomuoto kuuselle keinollisesti uudistetulla tuoreella kankaalla jossa myös muut puulajit voivat kasvaa luontaisen uudistumisen kautta?”*
  - jatkuvapeitteinen metsänhoito (Huom: männyn vaikutus)
- *”kuinka taloudellisesti optimaaliset ratkaisut riippuvat puulajeista?”*
  - yläharvennus aina optimaalista
  - tasapainotilassa hakkuut aina 15–25 vuoden välein
  - yli 20 cm kuuset ja koivut poistetaan harvennuksissa
  - hakkuunjälkeiset pohjapinta-alat suuremmat sekametsissä kuin yhden puulajin metsissä
- *”mikä on ns. ”harsinnan” rationaalisuus sekametsissä?”*
  - harsinta ≠ jatkuvapeitteinen metsänhoito
  - harsinta → huomattava taloudellinen tappio