

# Talousnäkökulmia jatkuvapelliteiseen metsänhoitoon

Janne Rämö  
Metsätieteiden laitos, Helsingin yliopisto

Taloudellis-ekologinen optimointi -tutkimusryhmä (prof. Tahvonen, Assmuth, Parkatti, Pekkarinen, Rämö)

janne.ramo@helsinki.fi

Economic-Ecological Optimization Group  
Department of Forest Sciences  
Department of Economics



## Taloudellinen malli metsävarojen käytöstä:

- Yhdistetään yksityiskohtainen ekologinen kuvaus metsikön kasvusta metsänhoidon taloudelliseen kuvaukseen
- Nettotulojen nykyarvon maksimoimiseksi optimoidaan harvennusten määrä, ajoitus, tyyppi sekä kiertoaika
  
- Tyypillisesti sovelletussa taloudellisessa mallissa (ns. Faustmannin malli vuodelta 1849) päädytään aina avohakkuuseen

Avoimia kysymyksiä:

- Auttaisiko jatkuvapeitteinen metsänhoito lisäämään metsän muita hyötyjä?
- Kuinka kalliiksi tämä tulisi vrt. avohakkuut?

Klassisen Faustmannin mallin yleistys:

- Sallitaan metsän hoito jatkuvapeitteisenä
- Lisätään malliin metsän luontainen uudistuminen
- Otetaan huomioon korkeammat korjuukustannukset kuin avohakkuussa
- Optimoidaan valinta avohakkuiden ja jatkuvapeitteisen metsanhoidon välillä

$$J(\chi, T) = \max_{\{h_{it}, \delta_{it}, T \in [t_1, \infty)\}} \frac{-w + \sum_{t=t_1}^{T-1} \left[ \sum_{i=1}^3 R(\mathbf{h}_{it}) - C_{inh}(\mathbf{h}_{it}) - \delta_t C_f \right] b^{\Delta(t+1)} + \left[ \sum_{i=1}^3 R(\mathbf{h}_{iT}) - \hat{C}_{ci}(\mathbf{h}_{iT}) - \delta_T C_T \right] b^{\Delta(T+1)}}{1 - b^{\Delta(T+1)}} \quad (1) \quad \text{Taloudellinen tavoitefunktio}$$

subject to,

$$x_{i1,t+1} = \phi_i(\mathbf{x}_t) + [1 - \alpha_{i1}(\mathbf{x}_t) - \mu_1(\mathbf{x}_t)]x_{i1t} - h_{i1t}, \quad t = t_1, \dots, T, \quad i = 1, 2, 3, \quad (2)$$

$$x_{is+1,t+1} = \alpha_{is}(\mathbf{x}_t)x_{ist} + [1 - \alpha_{is+1}(\mathbf{x}_t) - \mu_{is+1}(\mathbf{x}_t)]x_{is+1,t} - h_{is+1,t}, \quad i = 1, 2, 3, \quad s = 1, \dots, n-1, \quad t = t_1, \dots, T, \quad (3)$$

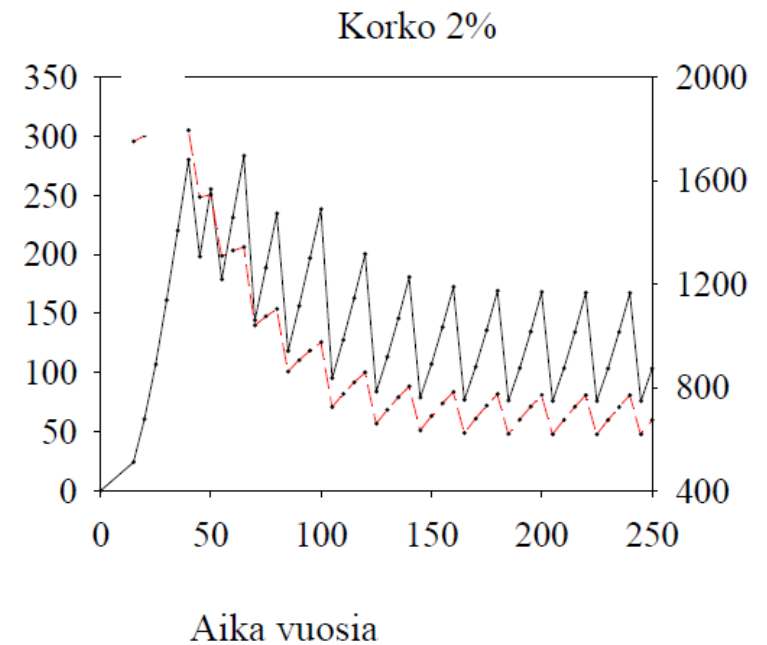
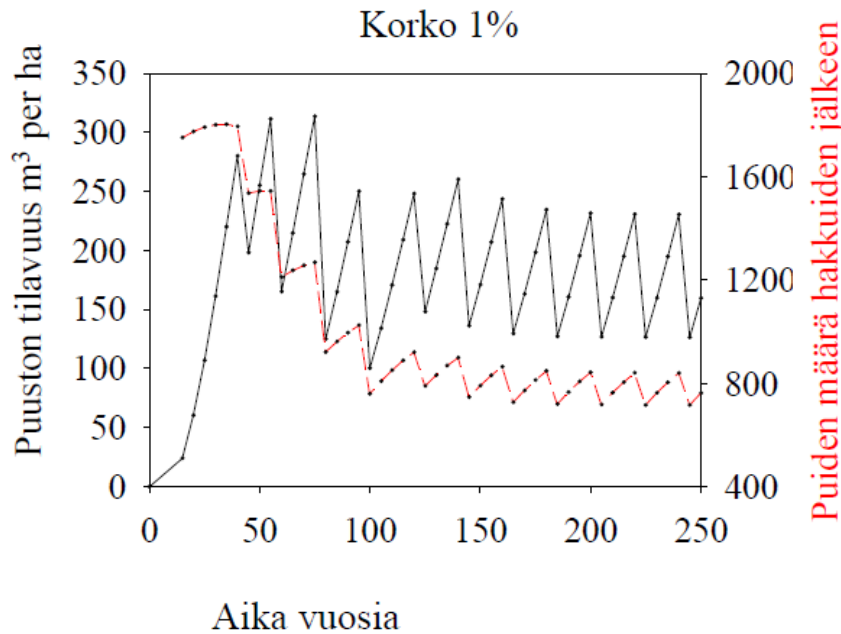
$$h_{ist} = \delta_t h_{ist}, \quad \delta_t : Z \in [0, 1], \quad t = t_0, t_0 + 1, \dots, i = 1, 2, 3, \quad s = 1, \dots, n, \quad (4) \quad \text{Hakkuiden ajoitus}$$

$$x_{i1t_1} = \chi, \quad x_{is t_1} = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad s = 2, \dots, n, \quad (5) \quad \text{Alkutila}$$

Transitiomatriisimalli (esim. Bollandssås et al. 2008)

Jokaisella puulajilla on omat kasvuyhtälönsä, korjuukustannuksensa, ym.

## Jatkuvapeitteinen metsänhoito, taloudellisen ylijäämän maksimointi (kuusi)



Lähde: Tahvonen ja Rämö 2016

## Jatkuvapeitteinen vs. avohakkuisiin perustuva metsänhoito

- Hyvä kasvupaikka, alhainen korko ja matalat uudistamiskustannukset parantavat kuusella avohakkuiden kannattavuutta, ja *vice versa* (Tahvonen ja Rämö, 2016)
- Yli 2% korko ja tyypilliset uudistamiskustannukset keskimääräisellä kasvupaikalla: jatkuvapeitteinen metsänhoito kuusella kannattavampaa (Tahvonen ja Rämö, 2016)
- Jatkuvapeitteinen metsänhoito soveltuu paremmin kuuselle kuin männylle (Parkatti 2017)
- Jatkuvapeitteisen metsänhoidon yhteydessä lahopuun lisääminen onnistuu luontevasti (Rämö et al. 2017)

# Miten ilmastonmuutos vaikuttaa metsien käyttöön?

## Vaihtoehtoja:

- Metsään sitoutuneen hiilivaraston lisääminen
- Varautuminen ilmastonmuutoksen aiheuttamiin riskeihin
- Usean puulajin heterogeeniset metsät osa riskien minimointistrategiaa

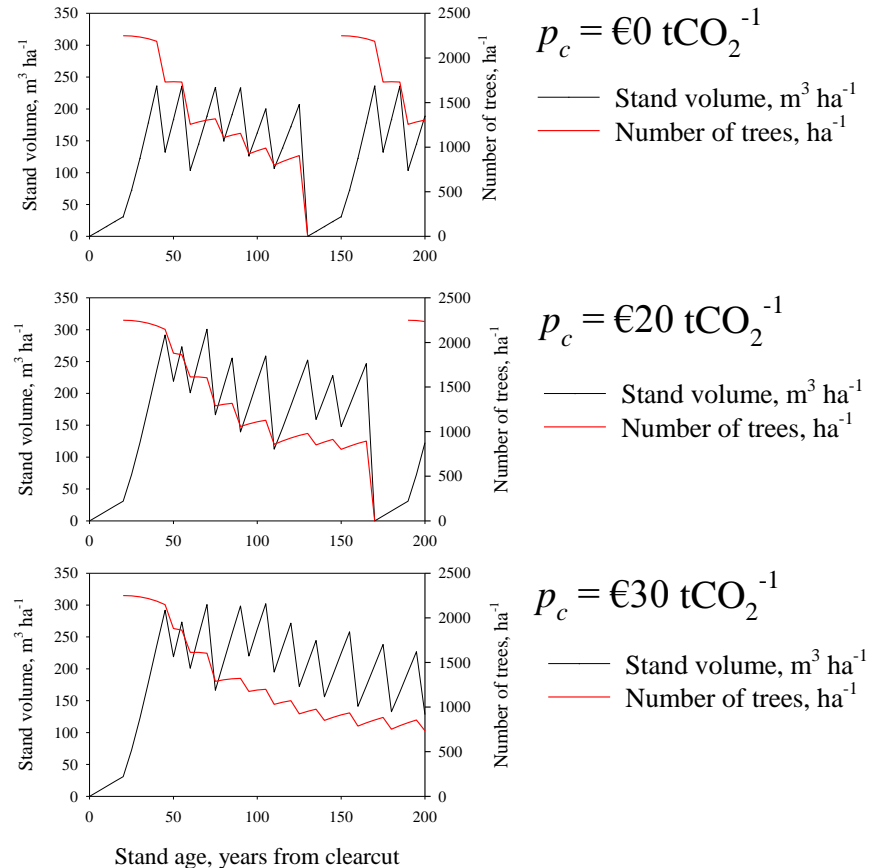
# Metsään sitoutuneen hiilen lisääminen

- pidentää kiertoaikoja (Pihlainen 2017, Assmuth et al. 2017)
- parantaa jatkuvapeitteisen metsänhoidon kilpailukykyä (Assmuth et al. 2017)

Korko- kanta	Hiilen hinta ( $p_c$ ) (€ tCO <sub>2</sub> <sup>-1</sup> )	Kiertoaika (v)
-----------------	---	-------------------

2%	0	130
	20	170
	30	∞

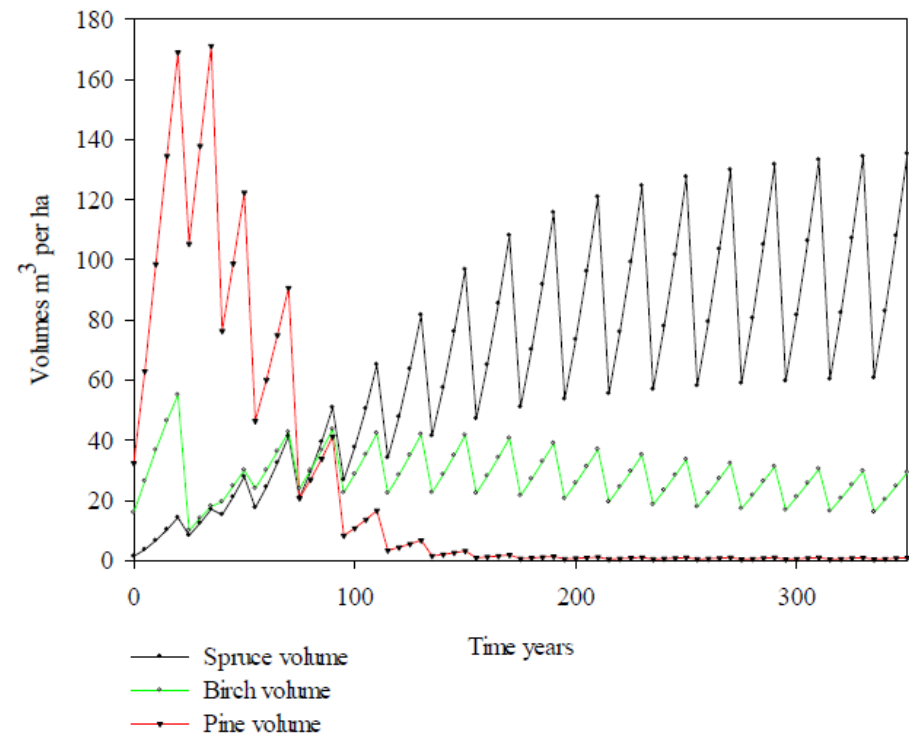
Assmuth et al. 2017





## Usean puulajin heterogeeninen metsä

- Esimerkki: Männylle keinollisesti uudistettu metsikkö, jonka pitkän aikavälin optimaalinen ratkaisu on kuusivaltainen jatkuvapeitteinen sekametsä
- Hyvä kasvupaikka, 3% korkokanta
- Optimaalinen hakkuuväli 15-20 vuotta.
- Hakuut aina yläharvennuksina



Tahvonen ja Rämö 2017

janne.ramo@helsinki.fi

## Julkaisut ja käsikirjoitukset toukokuuhun 2017 mennessä:

- Parkatti, V. 2017. Economics of boreal conifer species in continuous cover and clearcut forestry. Master's thesis.
- Rämö, J. 2017. On the economics of continuous cover forestry. PhD Thesis.
- Rämö, J., Assmuth, A., and Tahvonen O. 2017. Optimal continuous cover forest management with a lower bound constraint on dead wood. Manuscript.
- Assmuth, A, Rämö, J., and Tahvonen, O. 2017. Optimal carbon storage in generalized size-structured forestry. Manuscript.
- Assmuth, A., and Tahvonen, O. 2017. Continuous cover forestry vs. clearcuts with optimal carbon storage. Submitted manuscript.
- Sinha, A., Rämö, J., Malo, P., Kallio, M., and Tahvonen, O. 2017. Optimal management of naturally regenerating uneven-aged forests. *European Journal of Operational Research*, 256(3), 886-900.
- Tahvonen O., and Rämö J. 2016. Optimality of continuous cover vs. clearcut regimes in managing forest resources. *Canadian Journal of Forest Research* 46 (7), 891-901.
- Rämö, J., and Tahvonen O. 2016. Optimizing the Harvest Timing in Continuous Cover Forestry. *Environmental and Resource Economics*. In press.
- Tahvonen O. 2016. Economics of rotation and thinning revisited: the optimality of clearcuts versus continuous cover forestry. 2016. *Forest Policy and Economics* 62: 88-94.
- Rämö, J., and Tahvonen, O. 2015. Economics of harvesting boreal uneven-aged mixed-species forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(8), 1102-1112.
- Tahvonen, O. 2015. Economics of naturally regenerating, heterogeneous forests. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2(2), 309-337.

Thank you for your attention