

Tasaikäis- ja eri-ikäisrakenteisen metsänhoidon välisestä tasapainosta

Jussi Lintunen and Jani Laturi

Luonnonvarakeskus (Luke)

Metsätieteen päivä Helsinki
17.11.2015

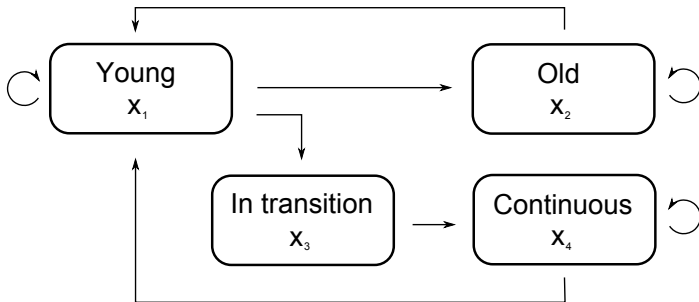
Motivointia

- Eri-ikäisrakenteista metsänhoitoa kohtaan on kasvavaa kiinnostusta
- Metsikkötason mallinnusta on tehty paljon viime vuosina
- Markkinatason vaikutukset ovat silti pitkälti tuntemattomia
- Tarve yksinkertaiselle mallille, jolla voidaan kuvata metsämaan allokaatiota eri metsänhoitotavoille

Malli

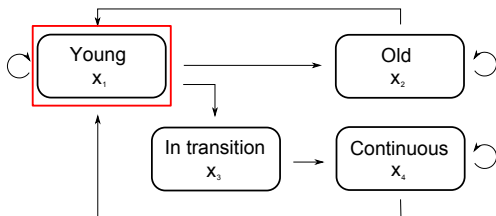
- Malli kuvaa puumarkkinoiden kilpailullista tasapainoa
- Maankäyttö ja hakkuut optimoidaan
- Valinta tasaikäis- ja eri-ikäisrakenteisen metsänhoidon väliltä endogeeninen
- Laajentaa Salo & Tahvonen (2002) tasaikäisrakenteisen metsän mallinnustapaa
- Pienin malli joka kuvaa ilmiön tärkeimmät piirteet
- Kaksi tasaikäistä ikäluokkaa ja eri-ikäisrakenteisen metsänhoidon maankäyttöluokka

Metsiköiden mahdolliset tilat



- 1 Nuori tasaikäinen metsä
- 2 Vanha tasaikäinen metsä
- 3 Siirtymäluokka (nuori tasaikäinen → eri-ikäisrakenteinen metsä)
- 4 Eri-ikäisrakenteinen metsä

Metsikkötason ongelma



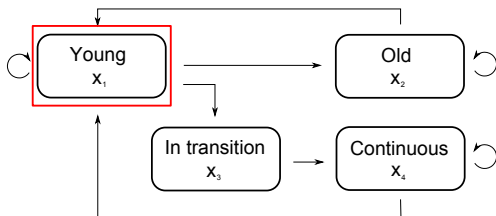
Metsänomistajat maksimoivat metsikön tulojen nettonykyarvoa (NPV)

Nuoren tasaikäisen metsikön hehtaarin arvo:

$$v_1 = \max\{\pi_1(p) + \beta v_1^+, \hat{\pi}_1(p) + \beta v_2^+, \tilde{\pi}_1(p) + \beta v_3^+\}$$

Päättehakkuu

Metsikkötason ongelma



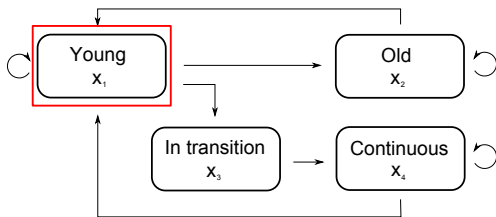
Metsänomistajat maksimoivat metsikön tulojen nettonykyarvoa (NPV)

Nuoren tasaikäisen metsikön hehtaarin arvo:

$$v_1 = \max\{\pi_1(p) + \beta v_1^+, \hat{\pi}_1(p) + \beta v_2^+, \tilde{\pi}_1(p) + \beta v_3^+\}$$

Tasaikäisharvennus

Metsikkötason ongelma



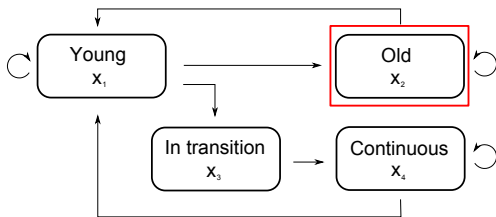
Metsänomistajat maksimoivat metsikön tulojen nettonykyarvoa (NPV)

Nuoren tasaikäisen metsikön hehtaarin arvo:

$$v_1 = \max\{\pi_1(p) + \beta v_1^+, \hat{\pi}_1(p) + \beta v_2^+, \tilde{\pi}_1(p) + \beta v_3^+\}$$

Siirtymäharvennus

Metsikkötason ongelma



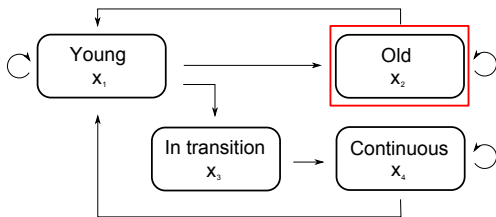
Metsänomistajat maksimoivat metsikön tulojen nettonykyarvoa (NPV)

Vanhan tasaikäisen metsikön hehtaarin arvo:

$$v_2 = \max\{\pi_2(p) + \beta v_1^+, \beta v_2^+\}$$

Päätihakkuu

Metsikkötason ongelma



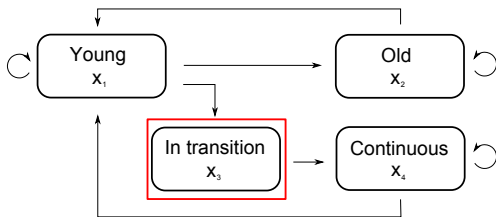
Metsänomistajat maksimoivat metsikön tulojen nettonykyarvoa (NPV)

Vanhan tasaikäisen metsikön hehtaarin arvo:

$$v_2 = \max\{\pi_2(p) + \beta v_1^+, \beta v_2^+\}$$

Ei hakkuita

Metsikkötason ongelma



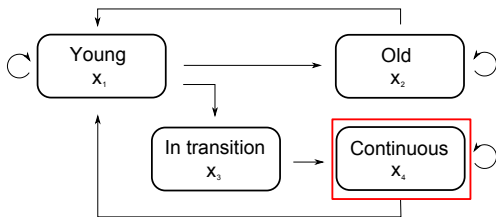
Metsänomistajat maksimoivat metsikön tulojen nettonykyarvoa (NPV)

Siirtymäluokan hehtaarin arvo:

$$v_3 = \tilde{\pi}_3(p) + \beta v_4^+$$

Ei optimointia

Metsikkötason ongelma



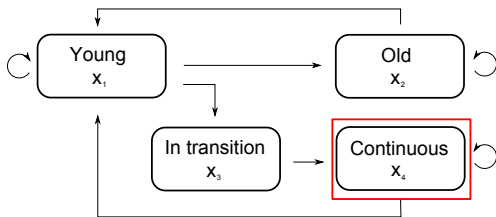
Metsänomistajat maksimoivat metsikön tulojen nettonykyarvoa (NPV)

Eri-ikäisrakenteisen metsikön hehtaarin arvo:

$$v_4 = \max\{\pi_4(p) + \beta v_1^+, \tilde{\pi}_4(p) + \beta v_4^+\}$$

Päätihakkuu

Metsikkötason ongelma



Metsänomistajat maksimoivat metsikön tulojen nettonykyarvoa (NPV)

Eri-ikäisrakenteisen metsikön hehtaarin arvo:

$$v_4 = \max\{\pi_4(p) + \beta v_1^+, \tilde{\pi}_4(p) + \beta v_4^+\}$$

Eri-ikäisrakenteisen metsänhoidon hakkuu

Epäsymmetria

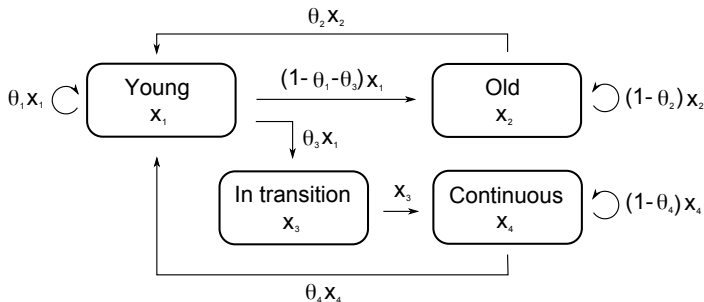
- Siirtymästä eri-ikäisrakenteiseen metsänhoitoon on taloudellisia kustannuksia, jos siirtymäluokan harvennus tuottaa vähemmän kuin eri-ikäisrakenteisen metsänhoidon hakkuusykli, eli $\tilde{\pi}_3(p) < \tilde{\pi}_4(p)$

Siirtymän epäsymmetria

- Eri-ikäisrakenteisesta metsänhoidosta voidaan siirtyä nopeasti tasaikäisrakenteeseen päätehakkuun avulla
- Tasa-ikäisrakenteesta siirtyminen eri-ikäisrakenteiseen metsänhoitoon vaatii siirtymäkauden, josta voi olla taloudellisia kustannuksia

Asetelma

- Suunnittelijan ongelmassa
 - Optimoidaan maankäyttöpäätöksiä \leftrightarrow hakkuupäätöksiä
 - Hakkuupäätökset osuuksia: $\theta_t = [\theta_{1t} \theta_{2t} \theta_{3t} \theta_{4t}]$
 - Maa-ala metsäluokissa: $\mathbf{x}_t = [x_{1t} x_{2t} x_{3t} x_{4t}]$



Metsämaan aikakehitys

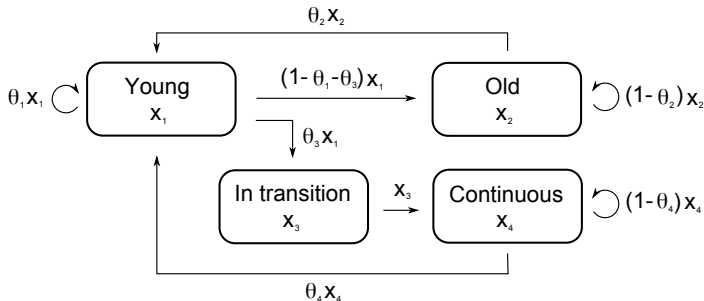
- Alojen liikeyhtälöt

$$x_{1,t+1} = \theta_{1t}x_{1t} + \theta_{2t}x_{2t} + \theta_{4t}x_{4t}$$

$$x_{2,t+1} = (1 - \theta_{1t} - \theta_{3t})x_{1t} + (1 - \theta_{2t})x_{2t}$$

$$x_{3,t+1} = \theta_{3t}x_{1t}$$

$$x_{4,t+1} = x_{3t} + (1 - \theta_{4t})x_{4t}$$



Suunnittelijan optimointiongelma

- Suunnittelija maksimoi metsäsektorin ylijäämän nettonykyarvoa:

$$\max_{\{\theta_t\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\int_0^{h(\theta_t, \mathbf{x}_t)} P_D(h) dh - c(\theta_t, \mathbf{x}_t) \right]$$

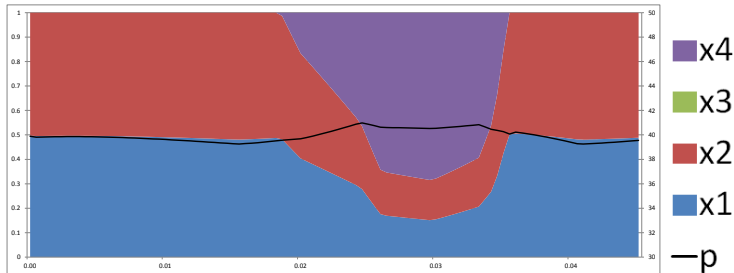
missä $\beta \in (0, 1)$ on diskonttoteleijä.

- Rajoitteet: em. liikeyhtälöt, $\theta_{it} \in [0, 1]$ ja $\theta_{1t} + \theta_{3t} \leq 1$
- Puun (käänteis)kysyntä on hakkuiden suhteen vähenevä eli hakkuiden lisäys alentaa puun hintaa ($P'_D < 0$)
- **Kuvaa kilpailullisen tasapainon tilannetta**

Parametreista

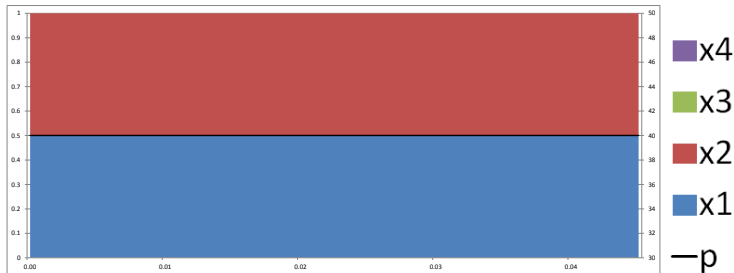
- Tarkastellulla hinta-alueella:
 - Pitkä rotaatio kannattavampi kuin lyhyt
 - Siirtymästä on kustannuksia, eli $\tilde{\pi}_3 < \tilde{\pi}_4$
 - Eri-ikäisrakenteisen metsikön päätehakkuusta saa enemmän tuloja kuin poimintahakkuista, eli $\tilde{\pi}_4 < \pi_4$
- Rotaatiosykli tuottaa vuosittain enemmän puuta kuutioina kuin eri-ikäisrakenteinen
- Seuraavat tulokset riippuvat oleellisesti käytetyistä parametriarvoista

Koron vaikutus, kun lähtötilanteena paljas maa



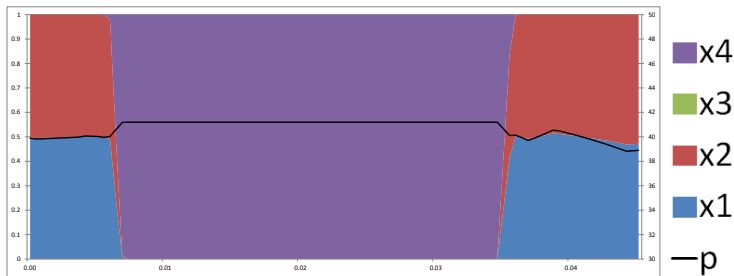
- Kaikki maa aluksi nuorena tasaikäisenä: $\mathbf{x}_0 = [1, 0, 0, 0]$
- Eri-ikäisrakenteiseen metsänhoitoon on kannattavaa siirtyä tietyillä koron arvoilla
- Tasaikäismetsänhoitoa havaitaan tasapainotilanteessa kaikilla koroilla → **Metsänhoitotavat voivat esiintyä tasapainossa yhtä aikaa**

Koron vaikutus, kun alkutilanteena normaalimetsä



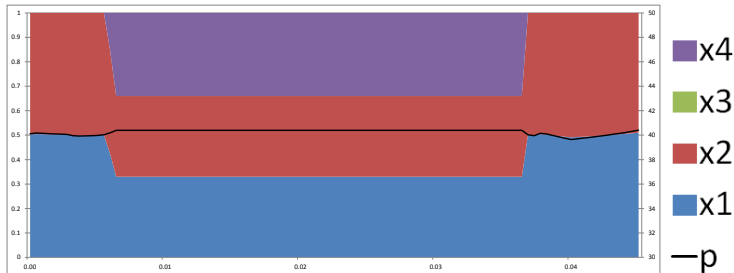
- Maan alkujako: $\mathbf{x}_0 = [1/2, 1/2, 0, 0]$
- Tarkastelluilla parametriarvoilla siirtymä eri-ikäiskasvatukseen ei ole kannattavaa millään korkotasolla
- Tulkinta: Siirtymä normaalimetsätilanteesta eri-ikäisrakenteeseen on suhteellisen kallista. Yksityiskohdat riippuvat mallin parametreista

Koron vaikutus, kun alkutilanteena eri-ikäisrakenne



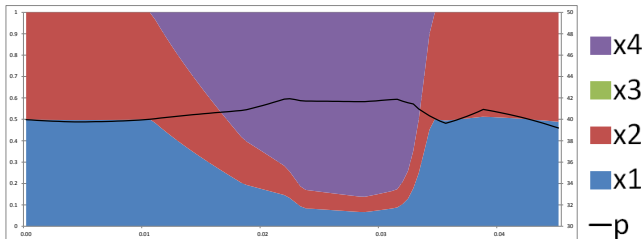
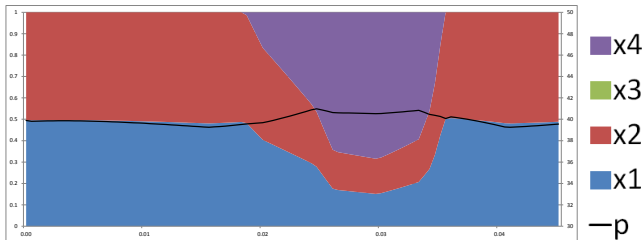
- Kaikki maa alussa eri-ikäisrakenteisena: $\mathbf{x}_0 = [0, 0, 0, 1]$
- Jos $\tilde{\pi}_4 < (\hat{\pi}_1 + \pi_2)/2$ niin pienillä koroilla $r \in [0, \underline{r}]$ tila $x_4 = 1$ ei ole vakaa (tasaikäisrakenteinen metsänhoito kannattavaa)
- Jos $\tilde{\pi}_4 < \pi_4$ niin suurilla koroilla $r \in [\bar{r}, \infty)$ tila $x_4 = 1$ ei ole vakaa (metsänomistaja on myooppinen)

Koron vaikutus, kun alkutilanteena sekametsätalous



- Maan alkujako: $\mathbf{x}_0 = [1/3, 1/3, 0, 1/3]$
- Tasajakauma on stabiili niillä koroilla, joilla myös eri-ikäisrakenteinen lähtötilanne oli stabiili
- Kustannukseton siirtyä tasaikäisrakenteeseen mahdollistaa tasapainon rikkoutumisen (toisin kuin normaalimetsän lähtötilanteessa)

Alhainen kysynnän hintajousto lisää eri-ikäisrakenteisen metsänhoidon kannattavuutta ($\mathbf{x}_0 = [1, 0, 0, 0]$)



Yhteenveto

- Esitetty malli mahdollistaa endogeenisen valinnan tasa- ja eri-ikäisrakenteisen metsänhoidon välillä, kun markkinavaikutukset huomioidaan
- Tasapainossa metsänhoitotavat voivat esiintyä samanaikaisesti, vaikka identtiset metsänomistajat maksimoivat voittojen nettonykyarvoa
- Metsänhoitomuotojen tasapaino-osuudet riippuvat:
 - Korkokannasta
 - Metsän jakautumisesta metsänhoitomuotojen välillä alkutilanteessa
 - Puun kysynnän hintajouston suuruudesta