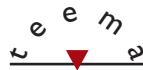


Karri Uotila, Juho Rantala ja Timo Saksa

## Kustannustehokas ja kannattava metsänuudistamisketju



### Näkökulmana koko uudistamisketju

Sanotaan, että hyvää ei saa halvalla. Metsänuudistamisessakin yksittäisessä toimenpiteessä halvimman vaihtoehdon valinta voi myöhemmissä toimenpiteissä johtaa moninkertaisiin kustannuksiin. Yksi esimerkki tästä on maanmuokkaus, jossa säästetyt eurot menetetään yleensä moninkertaisesti jo taimikonhoitovaiheessa. Metsänuudistamisen kustannuksia, kustannustehokkuutta ja kannattavuutta tuleekin tarkastella koko uudistamisketjun näkökulmasta. Kannattavuus ratkaistaan pitkälti metsänhoidon menetelmävalinnoilla ja töiden ajoituksella. Uudistamisketjussa valintoja tehdään muun muassa uudistamistavan, taimi- tai siemenmateriaalin, maanmuokkausmenetelmän sekä kilpailevan kasvillisuuden torjuntamenetelmien ja taimikonhoidon ajoituksen suhteen.

Uudistamisketjun menetelmävalinnat ovat vahvasti toisistaan riippuvaisia. Aiemmat toimenpiteet vaikuttavat ketjun myöhempien toimenpiteiden valintaan, ajoitukseen ja kustannuksiin. Uudistamisketjun alkupisteestä voidaan ajatella lähtevän useita vaihtoehtoisia polkuja, joista kukin haarautuu taas seuraavan toimenpiteen kohdalla. Vaihtoehtoisia uudistamisketjuja on siis useita erilaisia. Uudistamisen kokonaiskannattavuutta voidaan arvioida vasta polkujen päätepisteissä. Yleensä uudistamisketjun katsotaan päättyvän metsikön ensiharvennukseen. Useampikin polku voi johtaa kannattavuudeltaan lähes samaan lopputulokseen. Vaikka uudistamisket-

jua analysoitaessa havaittavat pienet kannattavuuserot hukkuvatkin helposti ennustemallien epävarmuuteen, voidaan tärkeimmät suuntaviivat kuitenkin osoittaa luotettavasti jo maanmuokkausta suunniteltaessa.

### Taimikonhoito on välttämätöntä

Kuusta istutetaan Suomessa pääasiassa viljaville kasvupaikoille, joilla pintakasvillisuuden ja lehtipuuston kilpailu heikentävät viljelytaimien menestymistä jo ensimmäisistä kasvukausista alkaen. Lehtipuuden runsaus on erityinen ongelma, jos maanmuokkauksessa paljastetaan tarpeettoman paljon kivennäismaata. Muokkaus on kuitenkin edellytys onnistuneelle kuusen uudistamiselle. Maanmuokkaus vähentää pintakasvillisuuden aiheuttamaa kilpailua ja parantaa kasvupaikan lämpö-, vesi- ja ravinneolosuhteita sekä ehkäisee tukkimiehentäituhuhoja.

Onnistuneesta maanmuokkauksesta ja viljelystä huolimatta istutuskuusikot joudutaan yleensä sekä varhaisperkaamaan että harventamaan. Joskus on mahdollista selvittää yhdelläkin taimikonhoitokerralla. Taimikonhoidon kustannuksiin voidaan vaikuttaa uudistamisketjun aikaisemmilla toimenpiteillä, kuten uudistusalan raivauksella, viljelytyön ajoituksella, taimimateriaalin ja etenkin maanmuokkausmenetelmän valinnalla. Kuusen uudistamisessa muokkausmenetelmän valinta on helppoa, koska mätästys on tunnetuista menetelmistä paras sekä

kuusten kasvuunlähdon että taimikonhoidon kustannustehokkuuden kannalta. Laikku- tai kääntömätästyksessä lehtipuiden taimettumista edistävää kivennäismaata paljastuu vähän, mutta mätäs tarjoaa hyvät kasvuolosuhteet istutustaimelle. Navero- ja ojamätästyksessä kivennäismaata paljastuu enemmän, mutta näillä kohteilla naveroiden tai ojien teko on välttämätöntä maaperän liiallisen kosteuden vähentämiseksi.

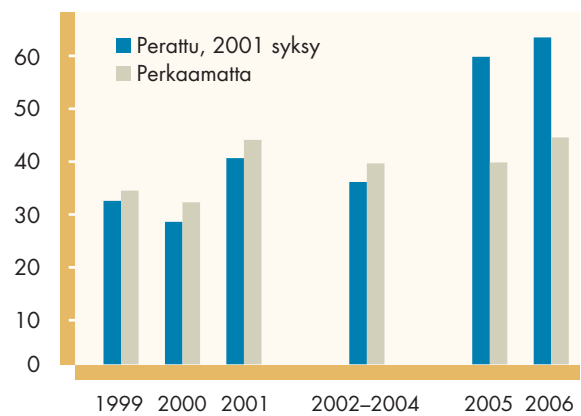
### Perkaus nopeuttaa taimikon kasvua

Taimikonhoidon kannattavuus riippuu kilpailevan puuston aiheuttamasta kasvutappiosta, taimikonhoidon kustannuksista, kilpailevan puuston uudelleen vesomisesta, taimikonhoitoinvestoinnille asetettavasta tuottovaatimuksesta ja puun myyntiarvosta. Metsänomistajan kannattaa huomioida myös tehdyn taimikonhoidon vaikutus metsän myyntiarvoon. Taimikonhoito nostaa aina taimikon arvoa, mutta kannattava taimikonhoito nostaa arvoa enemmän kuin mitä toimenpide maksaa.

Seuraavassa esimerkkilaskelmassa tarkastellaan yhden ja kaksi taimikonhoitokertaa sisältävien uudistamisketjujen kannattavuuksia. Vertailtavina ovat 18-vuotiaana kertaalleen harvennettu taimikko (1TH) ja taimikko, joka sekä perattiin 11-vuotiaana että harvennettiin 17-vuotiaana (2TH). Kentäkokeen toteutus määritteli perkausajankohdan. Ajankohta sijoittuu ns. varhaisperkauksen ja varsinaisen taimikonhoidon välille. Taimikonharvennus ajoitettiin molemmissa vaihtoehdoissa noin neljän metrin keskipituuteen.

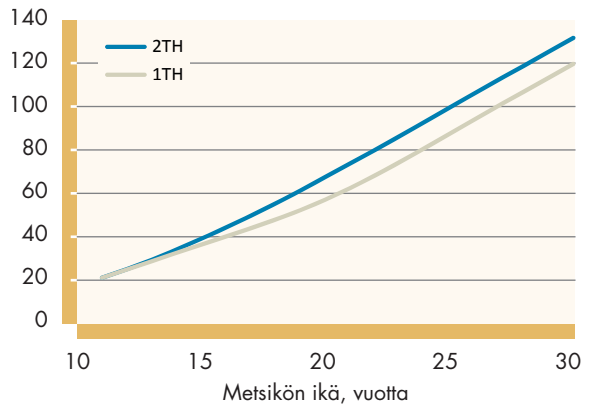
Perkaus lisää selvästi istutetun kuusentaimikon kasvua (kuva 1). Kasvureaktio näkyy 2–3 vuotta perkauksen jälkeen, mutta tällöin peratun kuusikon suhteellinen pituuskasvu voi olla jopa 50 % käsittelemätöntä taimikkoa suurempi. Perkauksen on arvioitu parantavan taimien paksuuskasvua suhteellisesti enemmän kuin pituuskasvua. Kailan ym. (2006) mukaan perattu puusto on ensiharvennusvaihetta lähestyttäessä keskiläpimitaltaan noin 20 % perkaamatonta kookkaampaa. Haitallisen kasvillisuuden poiston on havaittu jopa 10–13-kertaistavan nuoren taimikon havupuutilavuuden ja lyhentävän maksimaalisen keskituotoksen kiertoaikaa yli 10 vuotta.

Vuotuinen pituuskasvu, cm



**Kuva 1.** Syksyllä 2001 peratun 11-vuotiaan kuusikon pituuskasvu verrattuna samanikäiseen perkaamattomaan kuusen taimikkoon.

Pituus, dm



**Kuva 2.** Kuusen taimikon pituuskehitys perkausajankohdasta (11 v) eteenpäin yhden (1TH) ja kahden (2TH) taimikonhoitokerran uudistamisketjuissa.

Perkauksella saavutettu pituuskasvun lisäys näkyi kuusikossa koko kiertoajan, kunhan myös myöhemmistä taimikonharvennuksista huolehditaan (kuva 2). Usein seuraava toimenpide onkin ajankohtainen jo 4–7 vuoden kuluttua perkauksesta. Taimikonperkaus kiihdyttää kuusten kasvua ensiharvennukseen mennessä noin kahden kasvukauden kasvua vastaavan määrän verrattuna vain yhden varsinaisen taimikonhoitokerran sisältävään uudistamisketjuun.

## Ajoitus ratkaisee perkauskustannukset

Perkaus nostaa uudistamisketjun maanmuokkaukshetken laskettuja reaalikustannuksia 150–200 € ha<sup>-1</sup>, kun käytetään 3 %:n korkokantaa (taulukko 1). Perkauskustannusta voidaan pitää suhteellisen matalana verrattuna myöhemmässä vaiheessa tehtävän perkaamattoman taimikon harvennuskustannuksiin. Taimikossa, jossa perkaus on jätetty tekemättä, joudutaan taimikonharvennuksen yhteydessä poistamaan runsaasti järeää, kuusten valtapituuden ylittänyttä lehtipuuvesakkoa. Nuorissa alle 3-metrisissä kuusentaimikoissa perkauksen ajanmenekki kasvaa 25–30 % kahdessa vuodessa ja varttuneemmissa yli 4-metrisissä taimikoissakin noin 15 %.

Perkauksessa poistettiin 40 000 lehtipuuta hehtaarilta. Perkaushetken puusto ja poistuma perustuivat mittaustuloksiin. Sama puustotieto oli lähtökohtana molempien kasvatusvaihtoehtojen taimikonharvennuskustannusten arvioinnissa. Perkauksen jälkeinen taimikonharvennuksen poistuma (28 000 puuta/ha) estimoitiin perkausajankohdan puuston tunnuksista simuloimalla Uotilan ym. (2010) käyttämällä menetelmällä. Vaihtoehdossa 1TH, jossa taimikko ainoastaan harvennettiin, kustannuskehitys arvioitiin lähtökohtapuuston perusteella Kailan ym. (2006) esittämien suhteellisen kustannuskehityksen keskiarvotunnusten mukaan.

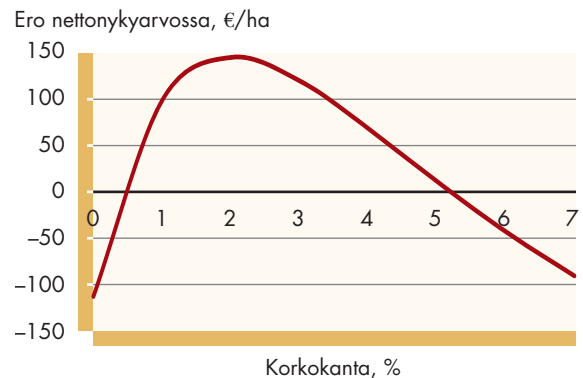
Kustannuksia tarkasteltaessa tulee muistaa, että lehtipuuvesakon kehityksen ennustamisessa käytettävällä mallilla on suuri vaikutus perkauksen kustannusten ja kannattavuuden arvioinnissa. Esimerkiksi lehtipuuvesakon tiheyden nouseminen 50 % korotaisi perkauksen kustannuksia 2TH-vaihtoehdossa 185 € ha<sup>-1</sup>. Kasvupaikan ja vallitsevan kilpailutilanteen vaikutus vesakon kehitykseen tunnetaan melko huonosti.

## Perkaus on kannattava investointi

Pelkkä kasvun lisäys ei riitä perusteeksi taimikonhoidolle, vaan sen tulee tuottaa vähintään metsänomistajan asettaman tuottovaatimuksen mukaiset tuotot. Esimerkkilaskelmassa ensiharvennuksesta eteenpäin metsänhoitosuosituksen mukaisesti kasvatettu 2TH-vaihtoehto tuotti perkaushetken nykyarvoltaan 50–150 € per hehtaari enemmän kuin

**Taulukko 1.** Taimikonhoitokustannusten nykyarvot 3 %:n korkokannalla yhden ja kaksi taimikonhoitokertaa sisältävissä kuusen uudistamisketjuissa.

Ketju	Diskontatut (3%) taimikonhoidon kustannukset, €/ha		
	Perkaus	Harvennus	Yhteensä
2TH	393	383	776
1TH	0	589	589



**Kuva 3.** Kaksi taimikonhoitokertaa (2TH) sisältävän uudistamisketjun kannattavuus verrattuna yhden taimikonhoitokerran sisältävään uudistamisketjuun (1TH). Kannattavuusero on laskettu metsikön kiertoaajalle ja esitetty perkausajankohdan nettonykyarvona.

vaihtoehto 1TH, kun laskennassa käytettiin 1–4 %:n korkokantaa. Laskentakorkokannan ylittäessä 5 %, pitkälle tulevaisuuteen sijoittuvien hakkuutulosten merkitys putoaa niin pieneksi, että kustannuksiltaan edullisempi yhden taimikonhoitokerran uudistamisketju on kannattavampi vaihtoehto (kuva 3).

Taimikonhoito-ohjelmien välinen kannattavuusero syntyy eroista taimikonhoidon kustannuksissa sekä harvennus- ja päätehakkuiden hakkuukertymästä ja ajoittumisesta. Myös perattavien puiden lukumäärä, vesomisherkkyyys ja taimikonhoitotöiden ajoitus vaikuttavat kannattavuuseroihin.

Kasvatusvaihtoehdon 2TH perkausta voisi nyky-suositusten mukaan aikaistaa huomattavasti ns. varhaisperkaukseksi, joka olisi yksittäisenä toimenpiteenä nyt käytettyä perkausta edullisempi. Kilpai-

lusta vapauttaminen varhaisemmin nopeuttaa myös kuusten kasvua. Aikaisempi perkaus nostaa kuitenkin ylimääräisen taimikonhoidon riskiä. Runsaasti lehtipuustoa kasvavien kuusikoiden perkausinvestointi maksaa usein itsensä takaisin jo ensiharvennukseen mennessä.

### Uudistamisketjuista tarvitaan tutkimustietoa

Metsänhoitotöiden tutkimuksessa on keskitytty yksittäisten työläjien sisällä tapahtuviin menelmävalintoihin ja töiden ajoituksen optimointiin. Optimaalinen uudistamisketju ei kuitenkaan löydy asettamalla yksittäiset, tehokkaasti suoritettavat työlajit aikajanelle peräkkäin, vaan ketjua on tarkasteltava kokonaisuutena.

Uutta tutkimustietoa tarvitaan etenkin eri menetelmävalintojen ja töiden ajoituksen vaikutuksesta muihin uudistamisketjun työlajeihin. Avoimia kysymyksiä on runsaasti. Esimerkiksi ensiharvennuksen ennakkoraivaamisen merkitystä koneellisen hakkuustyön tehostamisessa on korostettu ja siihen on suunnattu enenevässä määrin resursseja. Todennäköisesti kustannustehokkaampi tapa olisi ennakkoraivaustarpeen minimointi viimeisimmän taimikonhoidon ajoitusta optimoimalla. Niin ikään maanmuokkausmenetelmän vaikutuksesta taimikon perkaus- ja harvennustarpeeseen tarvitaan lisää tietoa.

Aiemmassa esimerkkilaskelmassa todettiin 11-vuotiaan runsaslehtipuustoisien kuusikon perkauksen olevan kannattavaa ennen taimikon harvennusta. Nykytiedon mukaan kuusikko kannattaa kuitenkin varhaisperata heti, kun lehtipuusto alkaa häitätä kuusten kasvua. Tällöin istutuksesta on yleensä kulunut vain 3–7 vuotta. Perkauksen optimaalinen ajoitus vaihtelee kasvupaikan olosuhteiden mukaan. Tutkimustietoa tarvitaan etenkin perkauksen taloudellisesta kannattavuudesta ja optimaalisesta ajoituksesta eri olosuhteissa.

Kuusen uudistamisessa mätästyksen ylivertaisuus verrattuna äestykseen tunnetaan, mutta sen sijaan kääntö- ja laikkumätästyksen väliset erot tulevassa taimikonhoitotarpeessa ovat hämärän peitossa. Taimikoiden varhaisperkauksessa koneellinen kitkentä on mielenkiintoinen uusi mahdollisuus, joka kaipaa kuitenkin tuekseen tietoa ainakin menetelmän kus-

tannuksista, työjäljen laadusta sekä kasvatettavien kuusten kasvureaktiosta ja lehtipuuden kitkennän jälkeisestä vesomisesta. Käytännön kokemukset viittaavat siihen, että kitkemällä varhaisperatuissa taimikoissa ei joko tarvita myöhempää taimikonhoitoa lainkaan tai sen tarve on merkittävästi katkaisemalla perattua taimikkoa vähäisempi.

Taimikonhoitomenetelmien ja -koneiden kehittämisessä on myös huomioitava ns. toistuva perkaus, jossa taimikko perataan kaksi kertaa saman kasvukauden aikana. Tällä on havaittu olevan huomattava myöhempää vesomista ehkäisevä vaikutus. Kustannustehokkuuden näkökulmasta menetelmän etuja verrattuna kahteen eri vuosille ajoittuvaan taimikonhoitokertaan ovat perkaustyön pieni työajanmenekki ja matalammat työnjohtokustannukset.

### Kirjallisuutta

- Boateng, J.O., Heineman, J.L., Bedford, L., Harper, G.J. & Linnel Nemeč, A.F. 2009. Long-term effects of site preparation and postplanting vegetation control on *Picea glauca* survival, growth and predicted yield in boreal British Columbia. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 111–129.
- Jobidon, R. 2000. Density-dependent effects of northern hardwood competition on selected environmental resources and young White spruce (*Picea glauca*) plantation growth, mineral nutrition, and stand structural development – a 5-year study. *Forest Ecology and Management* 130: 77–97.
- Johansson, T. & Lundh, J-E. 2008. Försök med upprepad röjning av björk och sälg. SLU, Institution för energy och teknik, Rapport 4. 35 s.
- Kaila, S., Kiljunen, N., Miettinen, A. & Valkonen, S. 2006. Effect of timing of precommercial thinning on the consumption of working time in *Picea abies* stands in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 496–504.
- Uotila, K., Rantala, J., Harstela, P. & Saksa, T. 2010. Effect of soil preparation method on economic result of Norway spruce regeneration chain. *Silva Fennica* 44(3): 511–524.

■ MMM Karri Uotila, MMT Juho Rantala, MMT Timo Saksa, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimipaikka. Sähköposti karri.uotila@metla.fi