

Eeva Hellström

Konfliktikulttuurit – metsiin liittyvien ympäristökiistojen kansainvälinen vertailu

Seloste julkaisusta: Hellström, E. 2001. Conflict cultures – Qualitative Comparative Analysis of environmental conflicts in forestry. Silva Fennica Monographs 2. 109 s. ISBN 951-40-1777-3.

Julkinen metsäkeskustelu ja metsäkiistat muokkaavat eri maiden metsätaloudesta ja sen kestävydestä syntyviä mielikuvia. Etenkin metsään liittyvien ympäristökiistojen kiihtynyt kansainvälistyminen 1990-luvulla sekä sen vaikutukset kansainvälisiin metsäneuvotteluihin ja metsäteollisuustuotteiden markkinoihin on lisännyt tarvetta ymmärtää niitä yhteiskunnallisia ja kulttuurisia olosuhteita, joissa kiistat syntyvät ja joissa niitä käsitellään.

Tutkimuksen tarkoitus ja toteutus

Tutkimuksen lähtökohtana on oletamus, jonka mukaan kullakin yhteiskunnalla on oma kulttuurinen tapansa ”tuottaa” ja käsitellä metsään liittyviä ympäristökiistoja. Tutkimuksen tarkoituksena on kuvailla ja vertailla näitä ”konfliktikulttuureja” seitsemässä runsasmetsäisessä länsimaassa sekä tunnistaa ja analysoida niiden taloudellisia, sosiaalisia, poliittisia ja metsäluonnonvaraan liittyviä taustatekijöitä. Lopuksi pohditaan, mitä konfliktien ymmärtäminen aikaan ja yhteiskuntaan sidonnaisina kulttuurisina tuotteina merkitsee konfliktien käsittelyn näkökulmasta.

Tutkimuksessa vertaillaan metsiin liittyviä ympäristökiistoja Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Länsi-Saksassa, Ranskassa, sekä Yhdysvaltojen Min-

nesotassa ja luoteisrannikon osavaltioissa. Tutkimusaineisto kohdentuu vuosille 1984–95 ja perustuu kohdemaissa tehtyyn 211 teemahaastattelun. Haastateltavat edustivat monipuolisesti mm. metsä- ja ympäristöhallintoa, metsäteollisuutta, metsäsektorin etujärjestöjä, ympäristö- ja muita kansalaisjärjestöjä, tutkimusta ja tiedotusvälineitä.

Aineisto analysoitiin Charles Raginin 1980-luvulla kehittämällä Qualitative Comparative Analysis -menetelmällä (QCA), joka mahdollistaa laajan laadullisen aineiston systemaattisen analyysin silloinkin kun tapauksia on ”enemmän kuin kourallinen”. Menetelmää on pääosin sovellettu kausaalianalyysissä. Koska konfliktikulttuurien tarkastelussa ei ole tarkoituksenmukaista erotella syitä ja seurauksia, menetelmälle kehitettiin tässä työssä uusi ymmärättävä ja tulkinnallinen (hermeneuttinen) sovellus.

Kehitystä kohtuullisten kiistojen kautta

Tutkimuksen keskeisenä tuloksena esitetään empiirinen konfliktikulttuurien malli. Sen mukaan kiihvimpiä kiistoja tuottavien ja konfliktihakuisimpien kulttuurien (esim. USA:n luoteisrannikko ja Suomi) keskeisimpänä taustatekijänä oli osapuolten välinen, jo ennalta tapahtunut voimakas polarisoituminen ja avoimen vuorovaikutuksen puute.

Esimerkiksi ”kiistoille otolliset” luonnonolosuhteet, kuten uhattuina pidettyjen suojelemattomien vanhojen metsien runsaus, osoittautuivat välttämättömäksi, muttei riittäväksi taustatekijäksi voimakkaita kiistoja toistuvasti tuottaville kulttuureille. Lisäksi vaikka yksittäisillä kiistoilla oli taipumus useammin kohdistua julkisesti kuin yksityisesti omistettuihin metsiin, julkisen metsänomistuksen vallitsevuus ei näyttänyt ratkaisevasti vaikuttavan konfliktikulttuurin muodostumiseen.

Lievimmät kiistat puolestaan ilmenivät olosuhteissa, joissa joko vuorovaikutus ja yhteistyö metsästä kiinnostuneiden moninaisten tahojen välillä oli

avointa ja jatkuvaa (esim. Minnesota) sekä vastakkaisissa olosuhteissa, joissa eri tahojen välisiä suhteita voitiin luonnehtia eristäytyneiksi ja joissa metsäpolitiikkaa ja metsien käyttöä voitiin luonnehtia perinteiseksi ja vakaaksi (esim. Länsi-Saksa).

Kiistojen voimakkuudella oli merkittävä vaikutus metsäpolitiikan ja metsätalouden menetelmien uudistumiseen. Metsien ympäristönhoitoa suosivia muutoksia esiintyi eniten kohtuullisen voimakkaiden konfliktien olosuhteissa (esim. Suomi ja Ruotsi). Myönteiset muutokset olivat vähäisempiä olosuhteissa, joissa konfliktien yhteiskunnalliset vaikutukset olivat hallitsemattomia (esim. USA:n luoteisrannikko), joissa pitkälle viety kompromissihakuisuus ja vapaaehtoisuus vaikeuttivat uusien tavoitteiden toteuttamista (esim. Minnesota) tai jossa metsäkeskustelua käytiin hyvin perinteisissä ja vakaisissa oloissa (esim. Länsi-Saksa).

Kiistojen käsittelyn noidankehä

Myös konfliktien käsittely osoittautui vahvasti kulttuurisidonnaiseksi. Tutkimuksessa tuotettu konfliktikulttuurien malli osoittaa, etteivät konfliktien käsittelyn strategiat useinkaan muotoudu sen mukaan, mihin kiistojen taustatekijöihin olisi suurin tarve vaikuttaa. Sen sijaan kiistojen käsittelyssä esiintyy usein saman tyyppisiä ongelmia, jotka kiistoja alun perin aiheuttivatkin.

Esimerkiksi niissä tapauksissa, joissa voimakkaiden kiistojen taustalla oli erityisesti osapuolten välisten suhteiden tulehtuneisuus (USA:n luoteisrannikko, Suomi ja Ranska), konfliktien käsittelyssä kiinnitettiin vähinten huomiota avoimen vuorovaikutuksen kehittämiseen ja konfliktien vapaaehtoiseen sovitteluun.

Konfliktien käsittelyyn näyttäisikin liittyvän eräänlainen noidankehä, jossa tietynlaiset kulttuuriset tekijät aiheuttavat tietynlaisten kiistojen esiintymistä, mutta jossa samat kulttuuriset tekijät aiheuttavat myös kyvyttömyyttä ratkaista juuri kyseisen kaltaisia tyyppisiä kiistoja.

Arkkikäytöksissä kulttuuria pidetään yleensä suhteellisen hitaasti muuttavana ja varjeltavana. Konfliktikulttuurit eivät kuitenkaan ole pysyviä, vaan ne voivat muuttua – ja niitä voidaan tietoisesti pyrkiä muuttamaan. Konfliktien käsittelyyn liittyvä noidan-

kehän murtaminen edellyttää kuitenkin kyseiselle maalle ominaisen konfliktikulttuurin ominaispiirteiden tiedostamista. Konfliktikulttuurit eivät muutu ulkoisin neuvoin, vaan sisäisen ymmärryksen kautta. Tähän tarkoitukseen tutkimuksen tuottamat tulokset tarjoavat uusia näkökulmia.

Yksittäisten, paikkaan tai teemoihin sidottujen kiistojen sijaan laajempaan yhteiskunnalliseen tarkasteluun perustuessaan tulosten avaamat näkökulmat konfliktikulttuureihin ovat sovellettavissa myös moniin nykypäivän kiistoihinkin.

■ MMT Eeva Hellström, Suomen Metsäyhdistys. Sähköposti eeva.hellstrom@smy.fi

Anneli Jalkanen

Hirvituho todennäköisyys taimikoissa eteläisessä Suomessa

Seloste artikkelista: Jalkanen, A. 2001. The probability of moose damage at the stand level in southern Finland. *Silva Fennica* 35(2): 159–168.

Tutkimuksessa selvitettiin hirvieläinten aiheuttamien voitusten yleisyyttä valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin perusteella (VMI8). Aineisto oli mitattu vuosina 1986–92, jolloin valtaosa voituksista eli taimien latvojen katkonnasta ja syönnistä oli hirven aiheuttamaa, mutta osa myös metsäkauriin ja valkohäntäpeuran jälkiä. Käsite ”hirvi” sisältää tutkimuksessa em. eläimet. Vain metsikön tärkein tuho havainnoitiin, eli tulokset kuvaavat sitä, miten usein hirvituho oli arvioitu tärkeimmäksi tuhoksi puuntuotannon kannalta.

Vioitukset olivat yleisimpiä mittaushetkellä 2–5 metriä pitkissä, noin kymmenen vuotta vanhoissa taimikoissa. Näissä hirvillä oli runsaasti syötävää sopivalla korkeudella maasta. Mallien pohjana oleva aineisto käsitti pienet taimikot, isot taimikot ja nuoret kasvatusmetsät. Haapavaltaisissa metsiköissä hirvituhoa oli eniten: tuhometsiköiden osuus kaikista havainnoista oli 16 prosenttia, ja vähiten niissä,

joissa valtapuuna oli kuusi (tuhoja alle puoli prosenttia). Mänty ja rauduskoivu olivat haluttavuudeltaan edellisten välissä (tuhoja noin kolme prosenttia). Hieskoivun tai lepän ollessa valtapuuna tuhoja havaittiin puolet vähemmän kuin männyllä tai rauduskoivulla. Tämä kuvastanee vähäisemmän maisutuvuuden lisäksi myös sitä, että ne ovat puuntuotannollisesti vähempiarvoisia puulajeja, joille tuhoja merkitään inventoinnissa harvemmin.

Tässä aineistossa taimikon puulajisekoituksella ei havaittu olevan vaikutusta tuhon yleisyyteen. Ainoastaan haapavaltaisissa sekataimikoissa syöntiä näyttäisi olevan selvästi enemmän kuin puhtaissa haavikoissa. Taimikon kokonaistiheydellä, kasvuskelpoisten taimien tiheydellä tai lehtipuun osuudella kokonaistiheydestä ei myöskään havaittu olevan vaikutusta.

Eri tekijöiden yhtäaikaisia vaikutuksia samassa taimikossa kuvattiin logistisilla regressiomalleilla, jotka ennustavat hirvituhon todennäköisyyttä taimikossa välillä 0–1. Mallissa parhaat metsikkötason selittäjät eli sellaiset taimikon piirteet, jotka altistivat sen hirvituholle, olivat taimikon ikä ja valtapuulaji. Mitä nuorempi taimikko, sitä enemmän tuhoa esiintyi. Lohkokeskiaarvoina kuvattuna tuhoja lisäsi edellisten lisäksi kasvupaikan rehevyys ja sijainti turvemaalla. Sen sijaan hirvituhoa vähensi taimikon sijainti niin, että metsä muuttuu jyrkkärajaisesti hakuuaukoksi, huomattavasti nuoremaksi metsäksi tai metsämaasta joksikin muuksi maaluokaksi. Mahdollisesti tällaiset reuna-alueet eivät ole riittävän rauhallisia hirven ruokailupaikoiksi.

Suurin osa mallin selittämättä jäävästä vaihtelusta oli lohkotasolla, joten suunnilleen sillä mittakaavalla pitäisi etsiä uusia mitattavia muuttujia. Eri taimikkoalueiden arvon luonnehdinta hirven kannalta voisi auttaa tuhon kohdentumisen ennustamisessa. Männen haluttavuus pääpuulajina ja haavan merkitys tuholle sivupuulajina vaihtelivat lisäksi lohkolta eli alueelta toiselle.

Haapa männyntaimikossa sivupuulajina lisäsi voimakkaasti hirvituhon riskiä. Esimerkiksi 10-vuotiaassa puhtaassa männyntaimikossa riski oli keskimäärin noin 5 prosenttia, mutta männyntaimikossa, jossa haapa on sivupuulajina, jo yli 20 prosenttia eli yli nelinkertainen. Periaatteessa tällöin vähintään joka viidennessä haapaa kasvavassa taimikossa olisi havaittu tuhoa havainnointijaksolla. Inventoinnis-

sa kolme neljännestä havaituista tuhotapauksista oli sattunut alle viiden vuoden kuluessa ennen mittaushetkeä. Haapavesakon tiedetään lisäävän versoruotesien aiheuttaman tuhon riskiä taimikossa. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella haapavesakko houkuttelee taimikkoon myös hirven.

■ MMT Anneli Jalkanen, Metla, Helsingin toimipaikka. Sähköposti anneli.jalkanen@metla.fi

Marja-Liisa Juntunen

Torjunta-aineiden käyttö taimitarhoilla 1996

Seloste artikkelista: Juntunen, M-L. 2001. Use of pesticides in Finnish forest nurseries in 1996. *Silva Fennica* 35(2): 147–157.

Vuonna 1996 metsätaimitarhojen tuotantomenetelmiä kartoitettiin laajalla kyselytutkimuksella. Kyselyssä oli kolme osaa. Ensimmäisessä osassa kysyttiin laajasti perustietoja tarhojen taimikasvatuksesta ja sen hallintaan liittyvistä tekijöistä. Toisessa osassa tarhat antoivat taimieräkohtaisia kasvatustietoja yleisimpien taimityyppien kasvatuksesta kasvukaudella 1996. Kolmannessa osassa selvitettiin kasvitautien ja hyönteisten aiheuttamia taimituhoja. Tässä artikkelissa tarkastellaan torjunta-aineiden käyttöä tarhoilla.

Torjunta-aineiden käyttömääriä tiedusteltiin kyselyssä kahdella eri tavalla. Tarhojen arvio torjunta-aineiden kokonaiskäytöstä kasvukaudella 1996 antoi yleiskuvan torjunta-aineiden käyttömääristä eri kohteissa. Tarkennettua tietoa taimien kasvinsuojelusta saatiin eri puulajien taimieräkohtaisista kasvatustiedoista, joissa tarhat antoivat esimerkiksi tiedot torjunta-aineruiskutusten ajankohdista, käytetyistä valmisteista ja annoksista.

Kyselyyn vastanneet tarhat käyttivät kasvukaudella 1996 yhteensä 662 kg torjunta-aineita tehoaineiksi laskettuna. Käytetystä määrästä 42 % oli rikkakasvihävitteitä, 40 % kasvitautien ja 18 % hyönteisten torjunta-aineita. Kaikkiaan tarhat käyttivät 39

eri valmistetta. Keskimäärin yksi tarha käytti kasvukauden aikana kuutta eri valmistetta. Kuuden käytetyimmän valmisteen käyttö kattoi 76 % kokonaisuudesta. Artikkelissa esitetään valmisteen käyttömäärät eri kohteissa.

Paakkutaimituotannossa torjunta-aineita käytettiin kasvukauden aikana eniten pinta-alaa kohti lasketuna männyn kasvatuksessa ($9,5 \text{ kg ha}^{-1}$) ja vähiten kuusen kasvatuksessa ($0,9 \text{ kg ha}^{-1}$). Paljasjuuritaimille tarhat ruiskuttivat torjunta-aineita keskimäärin $3,9 \text{ kg ha}^{-1}$. Tarhojen torjunta-aineiden kokonaiskäyttö ja pinta-alan perusteella laskettu keskimääräinen käyttö oli $1,7 \text{ kg ha}^{-1}$. Keskimäärin torjunta-aineiden käyttö oli metsätaimitarhoilla hieman suurempaa kuin mitä se on ollut suomalaisessa maataloudessa 1990-luvun alussa. Keskimääräinen käyttö on vaihdellut $0,7\text{--}1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ vuodesta riippuen. Toisaalta käyttömäärät ovat olleet myös maataloudessa suurempia tuotantokasvista riippuen, esimerkiksi viljoilla $2,6 \text{ kg ha}^{-1}$.

Laskettaessa torjunta-aineiden käyttöä tuotettua paakkutainta kohden olivat erot puulajien välillä vähäiset. Keskimäärin tarhat käyttivät tuhannen koirun taimen tuottamiseen $1,6$ grammaa torjunta-aineita tehoaineina laskettuna. Männyllä ja kuusella vastaavat määrät olivat $1,7$ ja $0,5$ grammaa. Paljasjuuristen taimien tuottamiseen käytettiin sen sijaan noin neljä kertaa enemmän torjunta-aineita kuin paakkutaimien tuottamiseen. Ruotsalaisilla taimitarhoilla käyttömäärät olivat samansuuruisia 1990-luvun alussa. Sekä tässä että ruotsalaistutkimuksessa torjunta-aineiden käytössä oli tarhojen välillä suuria eroja.

Kasvatustietojen perusteella torjunta-aineiden käyttö oli vähäisempää kuin kokonaisuudesta laskettuna. Ero lienee aiheutunut taimien ulkopuolelta, kuten kesannoille ja tyhjiille paakkukentille, ruiskutetuista määristä, mutta myös vaihtelusta taimierien kasvinsuojelussa. Kasvatustietojen pohjalta ei olisi saatu täydellistä kuvaa taimitarhojen torjunta-ainekäytöstä. Kyselyn tulokset kuvaavat vain yhden kasvukauden käyttöä, joten niiden antamaan tulokseen liittyy epävarmuutta, koska sääolosuhteet vaikuttavat tautien ja tuholaisten esiintymisen ja siten torjuntatarpeeseen.

Kysely kattoi noin 80 % vuoden 1996 taimituotannosta, joten siltä osin tulosten luotettavuus on hyvä. Jos arvioidaan kyselyn ulkopuolelle jääneiden tar-

hojen torjunta-aineiden käytön olleen keskimääräistä, voidaan arvioida metsätaimitarhojen käyttäneen yhteensä noin 1000 kg torjunta-aineita tehoaineiksi laskettuna. 1970-luvun lopulla tarhojen on arvioitu käyttäneen vuosittain noin 18000 kg torjunta-aineita, joten torjunta-aineiden käyttö metsätaimitarhoilla on vähentynyt huomattavasti.

Vähentynyttä käyttöä selittää tuotettujen taimimäärien putoaminen $210\text{--}250$ miljoonasta $150\text{--}180$ miljoonaan, varsinkin männyn taimituotanto on pienentynyt. Torjunta-aineita käytettiin selvästi eniten männyn kasvatuksessa. Paakkutaimituotantoon siirtyminen on lyhentänyt taimien tuotantoaikoja ja pienentänyt kasvatusaloja, ja siten vähentänyt torjunta-aineiden käyttömääriä. Torjunta-ainevalmisteisissa tapahtuneet muutokset vaikuttavat myös; uusilla tehoaineilla torjuntavaikutus saadaan yleensä aikaan alhaisemmilla käyttömäärillä kuin aikaisemmin.

■ FK Marja-Liisa Juntunen, Metla, Suonenjoen tutkimusasema. Sähköposti marja-liisa.juntunen@metla.fi

Maarit Kallio

Sahatukki-, kuitupuu- ja hake-markkinoiden vuorovaikutukset huomioiva oligopsonimalli ja sen sovellutus Suomen puumarkkinoille

Seloste artikkelista: Kallio, A. M. I. 2001. Interdependence of the sawlog, pulpwood and sawmill chip markets: an oligopsony model with an application to Finland. *Silva Fennica* 35(2): 229–243.

Puumarkkinoiden tehokas toiminta on tärkeää taloudellisen hyvinvoinnin kannalta. Muun muassa epätäydellinen kilpailu voi aiheuttaa tehotomuutta puumarkkinoilla. Eräs mahdollinen epätäydellisen kilpailun muoto on puun ostajien oligopsoni. Sillä tarkoitetaan tilannetta, jossa joidenkin ostajien markkinaosuus on merkittävä. Suurten ostomäärien-

sä takia ostaja voi laskea oman hankintamääränsä hintavaikutuksen ja päätyä hankkimaan puuta vähemmän kuin mitä vastaava markkinahinnan annettuna ottava ostaja hankkisi. Tämän seurauksena puun kysyntä jää pienemmäksi kuin kilpailullisilla puumarkkinoilla. Vastaavasti puun hinta jää puun rajatuottavuuden arvoa alhaisemmaksi.

Tukki- ja kuitupuumarkkinoiden mahdollista oligopsonia on tutkittu useassa maassa, jossa metsäsektorilla on tärkeä asema. Tukki- ja kuitupuumarkkinoita on kuitenkin aina tarkasteltu erikseen eikä hakemarkkinoiden asemaa raakapuumarkkinoiden yhdistäjänä ole huomioitu. Artikkelissa tarkastellaan epätäydellisen kilpailun vaikutuksia tukkipuun, kuitupuun ja sahakkeen markkinoihin puunostajapuolen oligopsonihypoteesin avulla.

Aluksi puumarkkinoiden toimintaa mallinnetaan analyttisesti. Mallissa on kahdenlaisia yrityksiä: itsenäisiä sahoja ja metsäteollisuusintegraatteja. Itsenäiset sahat ostavat puumarkkinoilta tukkipuuta ja myyvät haketta metsäteollisuusintegraateille. Selluloosaa ja sahatavaraa tuottavat integraatit ostavat puumarkkinoilta sahatukkeja, kuitupuuta sekä itsenäisten sahojen tuottamaa haketta. Selluloosan ja sahatavaran kapasiteettien oletetaan olevan lyhyellä tähtäyksellä kiinteät. Siten yritysten oletetaan maksimoivan voittoa valitsemalla tuotantonsa ja sitä vastaavan puunkäyttönsä olemassaolevan tuotantokapasiteettinsa rajoissa. Puun käytön tuotettua lopputuoteyksikköä kohti oletetaan olevan vakioista sekä selluloosan että sahatavaran tuotannossa. Metsäomistajien oletetaan olevan hinnan ottajia. Mallissa heitä edustaa kaksi hinnan suhteen nousevaa puun tarjontafunktiota: tukkipuun tarjontakäyrä ja kuitupuun tarjontakäyrä. Itsenäisten sahojen hake hinnoitellaan mallissa kuitupuun tehdashinnan mukaan, niin että hakkeen hinta on sama tai vakioista markkamäärää pienempi kuin kuitupuulla.

Analyttisen mallin tasapainojen tarkastelusta saadaan seuraavat tulokset.

- Kuitupuun arvo selluloosan panoksena sisältyy markkinatasapainossa sahatukin hintaan. Ts. koska tietty osa tukkipuusta käytetään hakkeena selluloosan tuotantoon, selluloosan markkinatilanne vaikuttaa suoraan myös tukkipuun hintaan.
- Mikäli hake hinnoitellaan alle sen panosarvon tai mikäli hakkeen ostosta aiheutuu transaktiokustannuksia, jotka jäävät itsenäisten sahojen makset-

tavaksi, on itsenäisen sahatteollisuuden löydettävä tehokkuus- tai laatuettuja kilpailukseen samoilla lopputuotemarkkinolla metsäteollisuusintegraattien kanssa.

- Jos metsäteollisuusyritykset ovat riittävän suuria havaitakseen omien toimiensa vaikutuksen sekä tukki- että kuitupuumarkkinoilla (ts. oligopsonihypoteesi on voimassa molemmilla markkinoilla), metsäteollisuusintegraattien sahatavarantuotanto on pitkään aikavälin tasapainossa suurempi kuin itsenäisten sahojen. Tämä tulos on riippumaton hakekaupan transaktiokustannuksista tai hakkeen hinnoittelusta.
- Riippuen suhdanteista ja teollisuuden kapasiteettirakenteesta kuitupuumarkkinoiden oligopsonistinen kilpailu voi laskea, mutta joissain tapauksissa myös nostaa, tukkipuun hintaa. Epätäydellinen kilpailu tukkipuumarkkinoilla nostaa kuitupuun hintaa, jos haketta korvataan raakapuulla.

Malli sovitettiin Suomen havupuumarkkinoille valitsemalla mallin tuoterakenne ja parametrit vastaamaan Suomen havutukkeja ja -kuitupuuta käyttävää metsäteollisuutta vuoden 2000 arvioidulla yritys- ja kapasiteettirakenteella. Lehtipuuta käyttävä tuotantokapasiteetti rajattiin tarkastelusta pois tuontipuun keskeisen aseman vuoksi. Tukki- ja kuitupuulle määriteltiin lineaariset tarjontafunktiot siten että markkinahavaintoihin perustuvassa referenssipisteessä tarjonnan hintajousto on annetun suuruinen. Joustoja varioitiin huomioiden Suomen puumarkkinoiden ekonometrisissa tutkimuksissa saadut joustoestimaatit. Lopputuotemarkkinoille määritettiin hinta-aikasarjojen perusteella kolme vaihtoehtoista skenaariota: huonot, keskinkertaiset ja hyvät markkinat.

Numeerisen analyysin valossa näyttää siltä, että vain suuret metsäteollisuusintegraatit voivat tietyn edellytyksin käyttää oligopsonivoimaa Suomen raakapuumarkkinoilla. Kuitupuumarkkinoilla oligopsonikäyttäytymistä havaittiin tapauksessa, jossa puun tarjonnan hintajousto oli alle yhden, ja tukkimarkkinoilla tapauksessa, jossa tukkipuun tarjonnan hintajousto oli 0,5 tai pienempi. Tuotantokapasiteettirajoitteen vuoksi oligopsonistisella kilpailulla on merkitystä lähinnä lopputuotteiden heikossa markkinatilanteessa. Yllämainittujen epätäydellisen kilpailun edellytysten vallitessa eniten tukkipuuta käyttävät

metsäteollisuusintegraatit valitsivat suuremman tukkipuun kulutuksen kuin mitä ne itsenäisenä sahoina olisivat valinneet. Käytetyllä lähtöaineistolla hakkeen mahdollisen alihinnoittelun todettiin voivan olla suurtakin, ennenkuin sillä on vaikutuksia itsenäisen sahateollisuuden lyhyen tähtäyksen tuotantopäätöksiin. Koska Suomen metsävarojen käyttöaste on nykytilanteessa melko korkea, puun ostajien mahdollisella markkinavoimalla on normaalisuhdanteissa lähinnä tulonjakovaikutuksia.

Suomea koskevan numeerisen analyysin tuloksia arvioitaessa on huomioitava ainakin seuraavat heikkoudet. Havupuun tuontia ja vientiä ei otettu huomioon ja tarkasteluissa aggregoitiin koko Suomen puun tarjonta. Aiemmissa tutkimuksissa on kuitenkin löydetty merkkejä kuitupuumarkkinoiden alueellisesta eriytymisestä.

■ KTL Maarit Kallio, Helsingin kauppakorkeakoulu. Sähköposti maarit.kallio@hkkk.fi

Annika Kangas, Jyrki Kangas ja
Jouni Pykäläinen

Outranking-menettelmät työkaluina strategisessa luonnonvarasuunnittelussa

Seloste artikkelista: Kangas, A., Kangas, J. & Pykäläinen, J. 2001. Outranking methods as tools in strategic natural resources planning. *Silva Fennica* 35(2): 215–227.

Outranking-menettelmät edustavat eurooppalaisista koulukuntaa monitavoitteisen päätöksenteon menetelmien joukossa. Tutkimuksessa sovelletaan kahta menetelmää, ELECTRE III:a ja PROMETHEE II:ta strategiseen suunnitteluun. Tapaustutkimuskohde oli Metsähallituksen Kainuun alue, pinta-alaltaan kaikkiaan noin 823 000 ha. Alkuperäisessä suunnittelutilanteessa päätöstukijärjestelmänä oli käytetty AHP:iin ja monitavoitteiseen hyötyteoriaan perustuvaa ohjelmistoa HIPRE3+. Tässä tutkimuksessa alkuperäinen data analysoitiin uudel-

leen outranking-menettelmiä käyttäen. Tarkoituksena oli vertailla eri menetelmien ominaisuuksia luonnonvarasuunnittelun kannalta ja arvioida niiden soveltuvuus suuren metsäalueen osallistavaan strategia-valintaan.

Outranking-menettelmissä vaihtoehtojen tarkastelu perustuu ns. pseudokriteereihin. Pseudokriteerit muodostetaan siten, että tavoitemuuttujan arvojen erolle kahden vaihtoehdon välillä annetaan kaksi kynnysarvoa, indifferenssikynnys ja preferenssikynnys. Jos vaihtoehtojen välinen ero tarkasteltavan kriteerin suhteen on indifferenssikynnystä pienempi, vaihtoehtoja pidetään yhtä hyvinä. Jos ero taas on suurempi kuin preferenssikynnys, parempaa vaihtoehtoa pidetään ko. kriteerin suhteen epäilyksettä parempana. Mikäli ero on suurempi kuin indifferenssikynnys, mutta pienempi kuin preferenssikynnys, päätöksentekijä epäroi paremmuuden suhteen. ELECTRE:ssä tavoitteille voidaan lisäksi asettaa ns. veto-kynnys. Jos jonkin vaihtoehdon tappio johonkin toiseen vaihtoehtoon verrattuna ylittää veto-kynnyksen, hyvätkään arvot muiden kriteerien suhteen eivät riitä kompensoimaan tätä tappiota.

Outranking-menettelmissä pyritään arvioimaan vaihtoehtojen paremmuusjärjestys mahdollisimman vähin oletuksin. Oletuksia esimerkiksi päätöksentekijän hyötyfunktioista ei tehdä. Myös järjestysasteikollisen informaation käyttö on mahdollista, toisin kuin monissa muissa monitavoitteisen päätöksen menetelmissä. Kriteerien arvojen ennustamiseen liittyvä epävarmuus voidaan ottaa huomioon kynnysarvoja asetettaessa. Kuten useimmissa päätöstukimenettelmissä, myös outranking-menettelmissä annetaan tavoitteille painokertoimet, mutta niiden ei tulkita kuvaavan tavoitteiden vaihtosuhteita, vaan pikemminkin tavoitteille ”annettuja ääniä”.

Tulokset lasketaan PROMETHEE:ssä ja ELECTRE:ssä eri tavalla. Kutakin vaihtoehtoa verrataan kaikkiin muihin vaihtoehtoihin muodostettujen pseudokriteerien suhteen. Niiden pohjalta kullekin vaihtoehtoparille lasketaan vaihtoehtojen dominanssisuhdetta kuvaava arvo, eli ns. outranking-arvo. Varsinainen vaihtoehtojen paremmuusjärjestys perustuu siihen, montaako muuta vaihtoehtoa parempi tarkasteltava vaihtoehto on, ja moniko vaihtoehto on vastaavasti sitä parempi. PROMETHEE:ssä tarkastelu perustuu suoraan näihin vaihtoehtojen dominanssisuhteisiin, ELECTRE:ssä käytetään ns. tisluspro-

seduuria tai ns. ”Min”-proseduuria. Jälkimmäisessä parhaaksi vaihtoehdoksi valitaan se, jonka huonoin outranking-arvo on paras verrattuna muihin vaihtoehtoihin.

PROMETHEElla saadut tulokset olivat melko samankaltaiset kuin alkuperäisessä HIPRE-laskelmasa. Sen sijaan ELECTREllä saadut tulokset poikkesivat muista, erityisesti jos käytettiin veto-kynnyksiä. Eroa korosti se, että ELECTREn tulokset laskettiin ”Min”-proseduurin avulla, joka suosii kompromissityyppisiä ratkaisuja enemmän kuin HIPREn ja PROMETHEEn laskutavat. Outranking-menettelmien suurin etu on se, että ne eivät vaadi yhtä täydellistä preferenssi-informaatiota kuin esimerkiksi AHP. Etenkin osallistavan luonnonvarasuunnittelun näkökulmasta menetelmien heikkoutena on kuitenkin niiden vaikeaselkoisuus.

■ Dos. Annika Kangas, dos. Jyrki Kangas, Metla, Kannuksen tutkimusasema; MMT Jouni Pykäläinen, Joensuun yliopisto. Sähköposti annika.kangas@metla.fi

Sakari Tuominen ja Simo Poso

Monilähteen inventoinnin tehostaminen tietolähteitä painottamalla

Seloste artikkelista: Tuominen, S. & Poso, S. 2001. Improving multi-source forest inventory by weighting auxiliary data sources. *Silva Fennica* 35(2): 203–214.

Kaksivaiheinen koelaotanta yhdessä kaukokuvatiedon ja muiden aputietolähteiden kanssa tarjoaa vaihtoehdon perinteiselle silmävaraiselle kuvioittaiselle arvioinnille alueellisessa metsäsuunnittelussa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on etsiä tehokkaita menetelmiä eri aputietolähteiden yhteiskäyttöön koelakohtaisten metsikkötunnusten estimoinnissa.

Tutkimusaineistona käytettiin koela-aineistoa kahdelta tutkimusalueelta Pohjois-Hämeestä, Längelmäeltä (noin 1 800 ha) ja Kurusta (noin 4 500 ha).

Maastossa mitattiin vaihtuvästeisiä ympyräkoaloja (maksimisäde 13 m), joita oli Haukilahden alueelta 300 ja Kurun alueelta 380. Aputietoina käytettiin kummallakin tutkimusalueella seuraavanlaisia tietolähteitä:

- 1) Landsat TM -satelliittikuva vuodelta 1995
- 2) IRS-1C pankromaattinen satelliittikuva (1996)
- 3) Digitoitu vääräväri-ilmakuva (1995/1997)
- 4) Visuaalisesti tulkittu ilmakuva (1995/1997)
- 5) Vanha kuvioittainen suunnittelutieto
- 6) Erotuskuva TM-kuva vuodelta 1995 – TM-kuva vuodelta 1989
- 7) Erotuskuva IRS-1C (1996) pankromaattinen – TM (1995) kanavat 2 ja 3

Metsikkötunnusten estimoinnissa koaloille käytettiin **k:n** lähimmän naapurin menetelmää, jossa kullekin estimoitavalle koelalle haetaan maastokoelajien (referenssikoelat) joukosta **k** kpl koelajoja, joiden aputiedot ovat lähinnä estimoitavan koelajan aputietoja (lähimmät naapurit aputietomuuttujien muodostamassa piirreavaruudessa). Lähimpien naapurien maastotiedot siirrettiin sitten estimoitavalle koelalle. Estimaattien tarkkuuden selvittämistä varten jokaiselle maastokoelalle estimoitiin metsikkötunnukset käyttämättä hyväksi estimoinnin kohteena olevan koelajan maastotietoja, minkä jälkeen estimaatteja voitiin verrata maastossa mitattuihin tietoihin. Estimoinnissa testattiin viisi metsikkötunnusta: puuston keskiläpimitta, pituus, ikä, pohjapinta-ala ja tilavuus.

Koelakohtaisten metsikkötunnusten estimoinnissa käytettiin seuraavia vaihtoehtoisia estimaattoreita:

- A) Estimaatit lasketaan itsenäisesti kullakin aputiedolla.
- B) Estimaatit lasketaan estimaattorin A tuottamien estimaattien aritmeettisina keskiarvoina.
- C) Estimaatit lasketaan estimaattorin A tuottamien estimaattien painotettuina keskiarvoina. Painot saadaan estimaattorin A tuottamien estimaattien keskineliövirheiden (MSE) käänteisarvoina.
- D) Sama kuin estimaattori C, mutta painot lasketaan muuttujakohtaisesti.
- E) Estimaatit lasketaan painottamalla **k** lähintä naapurin siten, että piirreavaruudessa lähimpänä estimoitavaa koelaa oleva saa enemmän painoa (painot euklidisten etäisyyksien käänteisarvoina). Eri aputietojen painot pidettiin samoina.

Taulukko 1. Estimoitujen metsikkötunnusten RMSE-arvot eri estimaattoreilla (Haukilahdi).

| Estimaattori | RMSE | | | | |
|--------------|--------------------|-----------|--------|------------------------------------|------------------------------|
| | Keskiläpimitta, cm | Pituus, m | Ikä, v | Pohjapinta-ala, m ² /ha | Tilavuus, m ³ /ha |
| B | 8,27 | 5,69 | 32,52 | 7,41 | 88,97 |
| C | 8,10 | 5,55 | 31,88 | 7,21 | 86,12 |
| D | 8,12 | 5,55 | 31,71 | 7,17 | 85,28 |
| E | 9,29 | 6,31 | 35,89 | 7,50 | 89,38 |
| F | 7,89 | 5,39 | 31,18 | 7,01 | 84,57 |
| G | 7,96 | 5,38 | 31,19 | 6,90 | 83,95 |

Taulukko 2. Estimoitujen metsikkötunnusten RMSE-arvot eri estimaattoreilla (Kuru).

| Estimaattori | RMSE | | | | |
|--------------|--------------------|-----------|--------|------------------------------------|------------------------------|
| | Keskiläpimitta, cm | Pituus, m | Ikä, v | Pohjapinta-ala, m ² /ha | Tilavuus, m ³ /ha |
| B | 7,16 | 5,33 | 26,62 | 6,86 | 69,81 |
| C | 7,08 | 5,25 | 26,33 | 6,80 | 69,00 |
| D | 7,04 | 5,23 | 26,12 | 6,79 | 68,91 |
| E | 7,35 | 5,52 | 27,18 | 7,34 | 73,86 |
| F | 7,14 | 5,27 | 26,52 | 6,81 | 68,99 |

F) Erotuskuvaa IRS96–TM95 käytetään todennäköisen muutoksen kohteeksi joutuneiden koalojen hakemisessa. Näiden koalojen estimoinnissa vanhentuneiksi katsottavat aputiedot saava 0-painon.

G) Kuvionrajojen ympärille muodostetaan 20 metrin levyinen vyöhyke, jonne osuvat koealat poistetaan sekä estimoitavien että referenssikoalojen joukosta. Vyöhykkeellä oleville koaloille lasketaan estimaatit kuvion sisäosassa olevien koalojen estimaateista.

Estimaattorin A tarkoituksena oli pääasiassa asettaa eri aputietolähteet paremmuusjärjestykseen painokerrointen laskemista varten sekä antaa vertailupohjaa vaihtoehtoisten estimaattoreiden tarkkuuden arviointiin. Yksittäisistä aputietolähteistä parhaiksi estimaattien tarkkuuden suhteen osoittautuivat visuaalisesti tulkittu ilmakeku sekä vanha kuvioittain arvioitu suunnittelutieto. Seuraavana näiden jälkeen oli numeerinen ilmakevatieto, joka oli selvästi pa-

rempaa eri satelliittikuviin verrattuna.

Kun estimaatit lasketaan eri aputietolähteiden tuottamien estimaattien aritmeettisina keskiarvoina (estimaattori B), saavutetaan parempi estimointitarkkuus kuin millään aputiedolla yksinään. Vaihtoehtoisista estimaattoreista aputietolähteiden painottaminen niiden MSE:n käänteisarvoilla (estimaattorit C ja D) parantaa estimaattien tarkkuutta edelleen. Sen sijaan referenssikoalojen painottaminen niiden piirrevaruusetäisyyden perusteella (estimaattori E) johti estimaattien tarkkuuden heikentymiseen. Edellä mainitut tulokset olivat yhtäpitäviä molemmilla tutkimusalueilla. Erotuskuvan käyttö todennäköisesti muutoksen kokeneiden alueiden hakemisessa (estimaattori F) paransi estimaatteja Haukilahden tutkimusalueella mutta ei Kurun alueella. Samoin kuvionrajan lähellä olevien koalojen poistaminen paransi estimaatteja (kokeiltu vain Haukilahden alueella). Eri estimaattorien tuottamat tarkkuudet RMSE-arvoina on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

■ MMM Sakari Tuominen, Metla, Helsingin toimipaikka; emeritusprofessori Simo Poso, Helsingin yliopisto, metsävarojen käytön laitos. Sähköposti sakari.tuominen@metla.fi

Qibin Yu, P. M. A. Tigerstedt ja

Matti Haapanen

Hybridahaapakloonien kasvu ja fenologia

Seloste artikkelista: Yu, Q., Tigerstedt, P.M.A. & Haapanen, M. 2001. Growth and phenology of hybrid aspen clones (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.). *Silva Fennica* 35(1): 15–25.

Kotimaisen ja pohjoismaisen haavan risteytys, hybridihaapa, on noussut lyhyessä ajassa uudestaan metsäteollisuuden mielenkiinnon kohteeksi teknisen kehityksen mahdollistaessa lyhyiden kuitujen käytön korkealaatuisten paperimateriaalien valmistamisessa. Hybridihaapa on kotimaiseen haapaan nähden kilpailukyinen vaihtoehto ennen muuta nopeakasvuisuutensa ansiosta. Lajiristeymän on

toistuvasti todettu olevan parempikasvuinen lajin sisäisiin risteymiin verrattuna. Tämä ilmiö, jonka syistä ei ole täyttä varmuutta, tunnetaan yleisesti nimellä heteroosi.

Tutkimuksessa vertailtiin neljän hybridihaapakloonin ja yhden hyväkasvuisten kotimaisen haavan siemenjälkeläistön kasvua ja fenologiaa kenttäkokeessa, tarkoituksena selvittää heteroosi-ilmiön taustalla vaikuttavia tekijöitä. Kasvutunnukset (pituus, kantoläpimitta, rinnankorkeusläpimitta) mitattiin vuosittain 2–5 vuoden ikäisistä puista. Kasvukauden aikaisen kasvurytmin selvittämiseksi tehtiin tarkempia toistuvia mittauksia (8–10 mittausajankohtaa) kolmantena ja neljäntenä vuonna. Fenologiset tunnukset määritettiin kolmannen vuoden keväällä ja syksyllä (silmujen ja lehtien kasvuun lähdön sekä lehtien kellastumisen ja putoamisen ajankohdat, kasvukauden pituus).

Kaikki hybridihaapaerät kasvoivat ensimmäisten viiden vuoden aikana selvästi nopeammin kuin vertailuna ollut haapajälkeläistö. Jälkimmäisen vuotuisen pituuskasvu oli keskimäärin 56 % ja läpimitan kasvu 71 % hybridien vastaavasta. Hybridihaapakloonien kasvussa todettiin kaksi huippukohtaa, hei-

näkuussa ja elokuussa, kun haapajälkeläistöllä huippukohtia oli vain yksi (kesäkuussa). Verrattuna tutkittuun haapajälkeläistöön, kaikki neljä hybridihaapaerää aloittivat kasvunsa keväällä aikaisemmin ja niiden kasvukausi kesti pidempään. Kasvun lopetus ajoittui hybrideillä keskimäärin n. kuukautta myöhäisemmäksi kuin haavalla. Tässä kokeessa pidempi kasvukausi selitti suurimmaksi osaksi hybridihaaparien paremman kasvun. Hybridihaavan paremmuus tavalliseen haapaan nähden ei siis johtunut heteroosista saman varsinaisessa merkityksessä. Pitemmän kasvukauden lisäksi geneettisillä tekijöillä saattoi olla lisävaikutusta hybridien nopeaan kasvuun. Tämän mahdollisen vaikutuksen suuruus jäi kuitenkin epäselväksi käytössä olleen niukan kloonimateriaalin ja kenttäkokeen nuoren iän takia. Jatkotutkimukset edellyttävät pitkäkestoisia kenttäkokeita, useita hybridihaapaklooneja ja vertailueriä sekä mahdollisesti molekyyli-markkereiden käyttöä kloonien heterotsygotian selvittämiseksi.

■ M.Sc. Qibin Yu ja prof. P.M.A. Tigerstedt, Helsingin yliopisto, kasvibiologian laitos; MMM Matti Haapanen, Metla, Vantaan tutkimuskeskus. Sähköposti matti.haapanen@metla.fi