



Päivi Ylikoski



Yrjö Niskanen



Harri Hänninen



Mikko Kurttila



Timo Pukkala

Päivi Ylikoski, Yrjö Niskanen, Harri Hänninen,  
Mikko Kurttila ja Timo Pukkala

## Sijainnin vaikutus uudistusikäisen metsikön hakkuuseen

**Ylikoski, P., Niskanen, Y., Hänninen, H., Kurttila, M. & Pukkala, T.** 2004. Sijainnin vaikutus uudistusikäisen metsikön hakkuuseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2004: 255–269.

Tutkimuksessa tarkastellaan uudistusikäisten metsiköiden hakkuisiin vaikuttavia metsikkö-, metsälö- ja metsänomistajakohdaisia tekijöitä. Erityisen mielenkiinnon kohteena ovat metsikön sijaintitekijöiden ja metsäsuunnitelman hakkuusuosituksen vaikutukset hakkuukohteen valintaan. Uudistusikäisen metsikön hakkuun todennäköisyyttä selitetään monitasoisen logistisen regressiomallin avulla. Aineiston muodostivat Etelä-Savon metsäkeskuksen alueelta 1 027 uudistusikäistä metsikköä. Metsiköt kuuluivat 121 metsänomistajalle, jotka olivat hakanneet uudistusikäisiä metsiköitä vuosina 1989–2000. Perusaineiston muodosti vuosina 1988–91 tehtyjen tilakohtaisten ja välialueiden metsäsuunnittelun kuvioaineisto, jota täydennettiin metsänomistajien haastatteluilta, maastoinventoinnilla ja karttatulkinnalla. Tutkimus osoitti, että metsikön sijainnilla on vaikutusta valittaessa hakkuukohdetta uudistusikäisen metsiköiden joukosta. Järvien ja jokien lähistöllä sijaitsevat metsiköt jäivät todennäköisemmin hakkaamatta kuin kauempana sijaitsevat metsiköt. Myös yleisen tien varrella olevat metsiköt jäivät todennäköisemmin hakkaamatta kuin tiehen rajoittumattomat uudistusikäiset metsiköt. Alle 50 hehtaarin metsälöillä metsikön sijaintia kuvaavilla tekijöillä ei ollut merkitystä hakkuukohteen valinnassa toisin kuin suuremmilla metsälöillä. Uudistusikäisen metsikön hakkuun todennäköisyys oli noin 20 prosenttiyksikköä suurempi, jos se oli tilakohtaisessa metsäsuunnitelmassa ehdotettu hakattavaksi verrattuna tapaukseen, ettei metsänomistajalla ollut suunnitelmaa eikä metsikölle ollut ns. välialueinventoinnissa tehty hakkuuehdotusta.

Asiasanat: metsäsuunnitelma, monitasoinen sekamalli, spatiaaliset tekijät, uudistushakkuu, yksityismetsänomistajat

Yhteystiedot: *Ylikoski*, Hukantaival 10 B 9, 80230 Joensuu; *Niskanen*, Metsäkeskus Etelä-Savo, Mikonkatu 5, 50100 Mikkeli; *Hänninen*, Metla, Vantaan tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki; *Kurttila*, Metla, Joensuun tutkimuskeskus, PL 68, 80101 Joensuu; *Pukkala*, Joensuun yliopisto, PL 111, 80101 Joensuu  
Hyväksytty 26.8.2004

## I Johdanto

Metsänomistajalle uudistusikäisten metsiköiden käsittely on yksi merkittävimpiä metsien käyttöä koskevia päätöksiä, sillä uudistuskypsät metsiköt mahdollistavat suurimmat hakkuutulot. Toisaalta niiden käsittely vaikuttaa myös huomattavasti metsäympäristöön ja -maisemaan. Pääasialliset käsittelyvaihtoehtoedot uudistusikäisissä metsiköissä ovat lepo, harvennus- tai uudistushakkuu. Vaikka pääosa taloudellisesta tuloksesta saadaan päätehakuusta, hakkuun ajoittaminen ei ole nykyisen puusukupolven jatkokehityksen kannalta useinkaan yhtä ratkaisevaa kuin esimerkiksi taimikoiden hoidossa tai nuorten metsien ensiharvennuksissa.

Yksittäisen metsikön käsittelypäätös on vain harvoin riippumaton muista metsiköistä. Metsänomistajien hakkuukäyttämistä koskevissa tutkimuksissa metsikön sijaintia kuvaavien ns. *spatialisten tekijöiden* tarkastelu on kuitenkin lähes tyystin sivuutettu (ks. kuitenkin Swallow ja Wear 1993, Koskela ja Ollikainen 2001, Amacher ym. 2004). Metsiköiden sijainti voi vaikuttaa niiden käsittelyn valintaan useista syistä, jotka voivat liittyä mm. metsänomistajien arvoihin ja tavoitteisiin, metsälainsäädäntöön, metsänhoito-ohjeisiin tai korjuuteknisiin tekijöihin.

Uudistushakkuu muokkaa metsämaisemaa merkittävimmin ja siksi sillä koetaan olevan kielteisin vaikutus maisemaan (Silvennoinen ym. 2002). Varttunutta metsikköä pidetään yleensä maisemallisesti kauneimpana kun taas avohakkuualoja arvostetaan vähiten (Savolainen ja Kellomäki 1981, Pukkala ym. 1988). Erityisesti rantametsien hakkuut koetaan epämiellyttävinä, koska rantametsä rajaa maisematilan (Karhu ja Kellomäki 1980). Maisemallisesti tärkeinä voidaan pitää myös teiden, polkujen, peltojen ja asutuksen lähistöllä olevia tai niille näkyviä sekä saarissa sijaitsevia metsiköitä. Edellä mainitut tulokset kuvaavat kansalaisten metsämaisemaan liittyviä arvostuksia, joten niitä ei voi suoraan rinnastaa metsänomistajien maisemapreferensseihin. Valtaosa metsänomistajista haluaa kuitenkin tutkimusten mukaan metsänsä tuottavan puuntuotannon ohella myös muita aineellisia (marjat, sienet, riista) ja aineettomia (virkistys, maisema) hyötyjä (Karppinen 2000, Karppinen ym. 2002).

Metsän maisemallisilla ja virkistyksellisillä arvoil-

la on läheinen yhteys toisiinsa (Pukkala ym. 1988). Metsäalueen virkistysarvon voidaan katsoa koostuvan ainakin sen saavutettavuudesta, kulkukelpoisuudesta ja maisemasta (Karjalainen ja Sievänen 2001). Saavutettavuuden kannalta tärkeitä ovat teiden ja asutuksen lähellä sijaitsevat metsät. Kulkukelpoisuuden kannalta uudistushakkuu vaikeuttaa alueella kulkemista (Savolainen ja Kellomäki 1981, Karjalainen ja Sievänen 2001, Silvennoinen ym. 2002). Varttuneet metsät on usein todettu miellyttävimmiksi virkistysympäristöiksi (Kellomäki 1975, Pukkala ym. 1988).

Myös lainsäädäntö ja metsien käsittelyn ohjeet ja suositukset vaikuttavat hakkuukohteen valintaan ja käsittelyyn. Yksityismetsissä metsälain (1996) ja metsänhoitosuosituksen (Luonnonläheinen... 1994, Hyvän metsänhoidon... 2001) edellyttämiä erityiskäsittelyä vaativia elinympäristöjä tai muita kohteita ovat mm. luonnontilaiset purot ja lammot sekä rantametsät. Uudistettavan metsikön ominaisuudet ja sijainti näiden tekijöiden suhteen vaikuttavat hakkuupäätökseen.

Metsikön sijainti vaikuttaa myös korjuukustannuksiin: metsäkuljetusmatkan kasvaessa kustannukset nousevat (Kuitto ym. 1994, Hakkila ja Sirén 1997, Viitala ja Uotila 1999). Leimikoiden keskittäminen taas alentaa korjuun yksikkökustannuksia, kun samalta alueelta saadaan enemmän ainespuuta eikä koneiden siirtelystä aiheudu lisäkustannuksia (Lindroos ja Örn 1991). Leimikoiden keskittämisellä voi toisaalta olla negatiivinen vaikutus metsämaisemaan ja virkistysarvoon (esim. Gustke ja Hodgson 1980).

Metsikön käsittelyn valintaan vaikuttaa myös metsäsuunnitelma, joka toimii metsänomistajan päätöksenteon apuvälineenä, kun hän tekee metsiensä käyttöä koskevia ratkaisuja. Suunnitelma sisältää periaatteessa kaiken keskeisen tiedon edellä mainituista seikoista, joita metsänomistaja joutuu pohtimaan valitessaan hakkuukohteita uudistuskypsien metsiköiden joukosta. Metsäsuunnitelman omistamisen onkin todettu olevan yhteydessä hakkuun todennäköisyyden ja/tai hakkuumäärän lisääntymiseen (Kuuluvainen ym. 1983, Karppinen ja Hänninen 1990, Hänninen ja Viitala 1994, Pesonen ym. 1998).

Metsäverotuksella ei ole todettu empiirisessä tutkimuksessa olevan vaikutusta metsänomistajan hakkuukäyttämiseen, mutta metsäverojärjestelmän

muutoksella on (Ovaskainen ja Ripatti 1998, 2000). Metsäverotuksen siirtymäkaudella (1993–2005) pinta-alaveroon jääneiden on kannattanut hakata metsiään aiempaa enemmän verohyötyjen takia. Hakkuut ovat pinta-alaveron valinneilla painottuneet tukki-valtisiin leimikoihin (Ripatti ym. 2002), mikä viittaa uudistushakkuihin.

Suomalaisten yksityismetsänomistajien hakkuukäyttätymistä koskevissa tutkimuksissa (Järveläinen 1982, Kuuluvainen ym. 1983, Järveläinen 1988, Kuuluvainen 1989, Karppinen ja Hänninen 1990, Kuuluvainen ja Ovaskainen 1994, Olonqvist ja Heikkinen 1994, Kuuluvainen ym. 1996) ei ole tarkasteltu metsikön sijaintia kuvaavien tekijöiden merkitystä hakkuukohteen valintaan. Swallow ja Wear (1993) kehittivät Hartmanin malliin perustuvan yhden metsikön teoreettisen mallin, jossa otetaan huomioon naapurimetsikön mahdollinen vaikutus tarkasteltavan metsikön käsittelyyn. Simulointitulokset osoittivat, että tarkasteltavan metsikön hakkuun ajoitus saattaa muuttua, jos omistaja arvostaa naapurimetsikössä muitakin kuin puuntuotannollisia hyötyjä. Koskela ja Ollikainen (2001) sekä Amacher ym. (2004) kehittivät em. teoreettista mallia edelleen osoittaen naapurimetsikön ominaisuuksilla olevan vaikutusta tarkasteltavan metsikön hakkuun ajoitukseen. Empiirisesti metsikön sijaintia kuvaavien tekijöiden vaikutuksia metsikön hakkuupäätökseen ei kuitenkaan liene aiemmin tarkasteltu. Eräänä syynä saattavat olla hankaluudet tällaisen aineiston koostamisessa.

Metsikön sijaintitekijöiden merkitys on korostunut toisaalta muuttuneiden metsänkäytön vaatimusten, toisaalta metsänomistajien monipuolistuneiden tavoitteiden seurauksena. Metsäluonnon monimuotoisuuden säilyttäminen, maisemansuojelu, metsien monikäyttö ja korjuukustannusten vähentäminen edellyttävät kaikki erilaisten sijaintia kuvaavien tekijöiden huomioon ottamista metsien käytössä. Myös metsäsuunnittelua tekevien suunnittelijoiden on metsiköiden toimenpidesuosituksia laatiessaan otettava useat näistä tekijöistä huomioon viimeistään omistajan ilmaistessa tavoitteensa niiden suhteen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella erityisesti metsiköiden sijaintia kuvaavien tekijöiden vaikutusta hakattavien uudistusikäisten metsiköiden valintaan. Tarkastelu rajataan uudistusikäisiin metsiköihin, koska niiden käsittelyyn liittyvät taloudel-

liset, ekologiset ja maisemalliset vaikutukset ovat huomattavampia kuin muissa metsiköissä. Sijaintitekijöiden ohella selvitetään ohjaako metsäsuunnitelman hakkuusuositus hakattavien metsiköiden valintaa.

Uudistuskypsän metsikön hakkuuvalintaa tarkastellaan laatimalla metsikön hakkuun todennäköisyyttä kuvaava monitasoinen logistinen sekamalli. Selitettävänä muuttujana on uudistuskypsän metsikön hakkuun toteutuminen (hakattu/ei hakattu) tutkimuskauten (1989–2000) aikana. Selittäjinä malleissa ovat metsikkötason muuttujat, joista osa kuvaa metsikön sijaintia sekä aiempien tutkimusten perusteella merkitseviksi arvioidut metsälö- ja metsänomistajataso muuttujat.

## 2 Aineisto ja menetelmä

### 2.1 Aineisto

Tutkimuksen perusjoukon muodostivat metsänomistajat, jotka olivat omistaneet jakamattoman metsälön yksin tai yhdessä puolison kanssa metsäsuunnitelman koko voimassaoloajan eli kymmenen vuotta. Tällä varmistettiin se, että päätöksentekijä oli sama koko tarkastelujakson. Yhteisomistustilat (perikunnat ja yhtymät) rajattiin pois, koska päätöksentekotilanne on niissä useasta omistajasta johtuen erilainen. Tutkimusalueeksi valittiin 29 metsätalousaluetta 17 kunnan alueella Etelä-Savossa, joissa metsäsuunnittelu oli tehty vuosina 1988–91 ns. Taso-menetelmään perustuen. Metsävaratiedot on kerätty yhte-nevästi koko metsätalousalueella riippumatta siitä, oliko metsänomistaja tilannut suunnitelman vai ei. Näin metsäsuunnitelmaa hankkimattomien metsänomistajien tiedot (ns. välialuetiedot) olivat vertailukelpoisia suunnitelman ostaneen metsänomistajan kanssa. Kuviotiedoissa voi kuitenkin olla hakkuuehdotusten suhteen eroja, koska tilakohtaisen suunnitelman tilanneilla hakkuuta mitoitettaessa pyritään yleensä tilakohtaiseen kestävyYTEEN, mikä tarkoittaa, ettei kaikkia uudistusikäisiä välttämättä ehdoteta hakattaviksi suunnitelmakaudella, ellei metsänomistajan kanssa ole toisin sovittu. Välialueilla kaikki uudistusikäiset metsiköt ehdotetaan useimmiten hakattaviksi.

Otantaa varten tilakohtaisen metsäsuunnitelman omistavien metsänomistajien perusjoukko 25 metsätalousalueelta ryhmiteltiin neljään ryhmään: omistajan asuinpaikan suhteen paikkakunnalla asuviin ja ulkokuntalaisiin sekä yli ja alle 50 hehtaaria omistaviin. Otos poimittiin kustakin ryhmästä systemaattisena määrävälilotantana tilan metsäpinta-alan mukaiseen suuruusjärjestykseen järjestetystä joukosta. Jokaiseen ryhmään pyrittiin saamaan vähintään 30 metsänomistajaa. Näin suunnitelman omistavia tuli otokseen kaikkiaan 131. Koska tilakohtaisen metsäsuunnitelman oli tilannut 70–85 prosenttia metsätalousalueiden metsänomistajista, suunnitelmaa omistamattomista ei pystytty kokoamaan riittävän suurta vertailukelpoista aineistoa pelkästään näiltä alueilta. Metsäsuunnitelmaa omistamattomia jouduttiin poimimaan lisäksi neljältä muulta läheiseltä metsätalousalueelta, joissa suunnittelutyöt oli tehty samaan aikaan. Suunnitelman omistamattomia metsänomistajia tuli otokseen 51. Yhteensä otos koostui näin 182 metsänomistajasta. Metsälön keskikoko metsäsuunnitelman hankkineilla oli 53 hehtaaria ja suunnitelmaa hankkimattomilla vertailutiloilla 49 hehtaaria (tarkemmin Niskanen 2003). Otantamennettelyllä pyrittiin eliminoimaan tilakoon vaikutus metsäsuunnitelman vaikutusta koskeviin tuloksiin, koska suunnitelman hankkineet metsänomistajat omistavat selvästi suurempia metsälöitä kuin muut (esim. Pesonen ym. 1998, Karppinen ym. 2002).

Tutkimusaineisto kerättiin vuosina 2000 ja 2001. Metsänomistajia haastatteleamalla selvitettiin tavanomaiset metsänomistajia kuvaavat tiedot sekä heidän metsäsuunnitelman käyttöön liittyviä tietoja. Metsiköiden hakkuut selvitettiin kymmenen vuoden ajalta metsänhoitoyhdistysten ja metsäkeskuksen arkistoista, maastokäynnillä sekä haastatteleamalla metsänomistajaa. Jos hakkuu kohdistui vain osaan metsäsuunnitelman kuviota, jaettiin kuvio hakattuun ja hakkaamattomaan osaan. Jokaiselta kuviolta tallennettiin sen käsittelyä koskeva tieto – uudistushakkuu, harvennushakkuu, ei hakkuuta – täydentämään alkuperäisiä kuvioittaisia metsäsuunnittelutietoja.

Tähän tutkimukseen valittiin otoksesta ne metsänomistajat, jotka olivat tutkimusjakson aikana uudistus- tai harvennushakanneet uudistusikäisiä metsiköitä ja joutuneet näin arvioimaan myös sijaintitekijöiden merkitystä hakkuukohdetta valitessaan. Näiltä tiloilta tutkimusaineistoon valittiin kaikki uu-

distuskypsät (kehitysluokka 4) metsiköt huolimatta siitä, oliko suunnittelutiedoissa ehdotettu metsikköä hakattavaksi vai ei. Metsiköille määritettiin kartta-aineiston perusteella metsikön sijaintia kuvaavat tiedot syksyllä 2002. Metsäsuunnitelmakarttojen ohella käytettiin tarvittaessa peruskarttoja vuosilta 1984 ja 1995. Aineistosta jouduttiin poistamaan joitakin tiloja ja metsiköitä epäselvien tai puutteellisten karttatietojen vuoksi. Kaikkiaan tämän tutkimuksen aineiston muodosti 1027 uudistuskypsää metsikköä 121 metsäomistajalta. Otosmetsänomistajaa kohden metsikkökuvia oli keskimäärin 8,5 kappaletta minimimäärän ollessa yksi ja maksimimäärän 38 kuviota.

### Muuttujien muodostaminen

Metsikön sijaintia kuvaavina ominaisuuksina mitattiin kunkin metsikön etäisyys yleiseen tiehen, polkuun, järveen, jokeen, lampeen, puroon, peltoon, asuinrakennukseen ja lähimpään muuhun tarkastelujaksolla hakattuun metsikköön (leimikkoon). Metsikön etäisyys näihin kohteisiin määritettiin 500 metriin saakka. Metsäkuljetusmatka mitattiin lähimpään puutavara-autolla liikennöitävissä olevaan tiehen. Saarissa oleville metsiköillä metsäkuljetusmatkaa ei mitattu. Lisäksi karttatulkintana selvitettiin metsikön näkyvyys pellon yli asuinrakennukseen, tielle tai vesistöön (järvi tai joki). Mahdollisina metsälaki- tai muina tärkeinä elinympäristökohteina aineistossa on vain pienvesien eli lampien ja purojen sijainti, joskaan näiden luonnontilaisuutta ei karttatulkinnalla pystytty selvittämään. Metsänhoitosuosituksen mukaisia muita erityiskäsittelyä vaativia kohteita aineistossa edustavat rantametsät. 1990-luvun puolivälissä uusittujen metsälain ja metsänhoitosuosituksen mahdollinen vaikutus metsänomistajan päätöksen teossa näkyy vasta tarkastelujakson loppupuolella.

Leimikkokeskitysvaikutusten selvittämiseksi metsikön etäisyys käsitellyille metsiköille mitattiin sen kanssa samanaikaisesti joko harvennettuun tai uudistettuun lähimpään metsikköön. Hakkaamattomille metsiköille etäisyys mitattiin mihin tahansa lähimpään tutkimuskauden aikana hakattuun metsikköön.

Etäisyysmuuttujat muodostettiin ottamalla etäi-

syyden käänteisluku. Jos etäisyys oli nolla, ts. metsikkö rajautui tarkasteltavaan kohteeseen, annettiin käänteisluvulle arvo 1. Muuttuja painottaa lyhyttä etäisyyttä ja mittaa erityisesti sitä, sijaitseeko metsikkö tarkasteltavan kohteen vieressä. Ne metsiköt, joiden etäisyys tarkasteltavaan kohteeseen oli yli 500 metriä, saivat muuttujan arvon nolla, ts. tätä pidemmällä etäisyydellä ei enää katsottu olevan merkitystä metsikön hakkuusta päätettäessä. Mallien etäisyysmuuttujien kertoimien tulkinnessa on huomattava, että etäisyyden lisääntyessä etäisyyden käänteisluku pienenee. Etäisyyttä kuvaavina muuttujina malleissa kokeiltiin myös dikotomisia muuttujia (etäisyys yli tai alle 500 m), mutta etäisyyden käänteisarvo osoittautui paremmin toimivaksi. Tutkimuksessa käytetyt metsikkötason muuttujat tilastollisine tunnuslukuineen on esitetty liitetaulukossa 1 ja metsälö- ja metsänomistajatason muuttujat liitetaulukossa 2.

## 2.2 Menetelmä

Tutkimuksessa selitetään uudistusikäisten metsiköiden hakkuun todennäköisyyteen vaikuttavia tekijöitä, jolloin selitettävä muuttuja on kaksiarvoinen (hakattu vs. ei hakattu). Tutkimusaineisto on rakenteeltaan kaksitasoinen käsittäen tietoja sekä metsänomistajasta että hänen metsiköistään. Koska metsänomistajalla voi olla useita metsiköitä, metsiköiden käsittely on korreloitunut metsänomistajittain. Normaalialue yksitasoisista logistista regressiomallia käytettäessä tästä aiheutuisi virhettä mallin parametreihin. Hakkuun todennäköisyyttä mallinnettinkin käyttäen monitasoisista logistista regressiomallia (*mixed logit model*), jossa mahdollinen korreloituminen otetaan huomioon metsänomistajakohtaisen vakion avulla (Goldstein 1999, Mattila 2002).

Kullekin metsänomistajalle  $j$  tehtyjen yksitasoisten mallien voidaan katsoa olevan kaksitasoisen mallin pohjana:

$$y_{ij} = \beta_{0j}x_0 + \beta_1x_{1j} + \dots + \beta_nx_{nj} + \varepsilon_{0ij} \quad (1)$$

missä  $y_{ij}$  on mallilla ennustettu vastemuuttujan arvo metsikölle  $i$ , joka kuuluu metsänomistajalle  $j$ ,  $\beta_{0j}$  on vakio,  $\beta_1$  selittäjämuuttujan  $x_{1j}$  kerroin ja  $\varepsilon_{0ij}$  binomijakautunut virhetermi, jonka odotusarvo on nolla

(Goldstein 1999).

Kun aineiston kaksitasoisuus otetaan huomioon, oletetaan, että metsänomistajien välinen vaihtelu on kuvattavissa malleissa vakion vaihtelun avulla. Tällaista mallia sanotaan varianssikomponenttimalliksi. Mallin vakio voidaan esittää seuraavasti

$$\beta_{0j} = \beta_0 + u_{0j} \quad (2)$$

missä  $\beta_0$  on kaikkien metsänomistajien perusteella muodostettu yleinen vakio ja  $u_{0j}$  metsänomistajalle  $j$  muodostetun vakion  $\beta_{0j}$  poikkeama yleisestä vakioista. Satunnaisparametrien  $u_{0j}$  odotusarvo on nolla. Kun malliin lisätään vielä alimman tason yksikön virhe, eli yksittäisen metsikön vastemuuttujan poikkeama mallin antamasta arvosta, se voidaan ilmaista seuraavassa muodossa

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1x_{1j} + \dots + \beta_nx_{nj} + (u_{0j} + \varepsilon_{0ij}) \quad (3)$$

jossa sulkeiden sisällä on mallin satunnaisosa. Sen arvot vaihtelevat metsänomistajasta ( $u_{0j}$ ) ja metsikkökuviosta ( $\varepsilon_{0ij}$ ) toiseen. Selittäjien  $x_n$  kertoimia kutsutaan mallin kiinteiksi parametreiksi, jotka ovat samoja kaikille metsänomistajille. Yksitasoisesta mallista poiketen siinä on mukana useampia residuaaleja (Goldstein 1999). Mallin satunnaismuuttujia pidetään toisistaan riippumattomina ja niiden oletetaan olevan normaalisti jakautuneita. Tällöin satunnaismuuttujien varianssit eli satunnaisparametrit  $\sigma_{u0}^2$  ja  $\sigma_{\varepsilon0}^2$  voidaan estimoida.

Kun malli muutetaan logistiseksi malliksi, saadaan seuraava logit-muunnos

$$g(x) = \ln\left(\frac{\pi_{ij}}{1 - \pi_{ij}}\right) = \beta_0 + \beta_1x_{1j} + \dots + \beta_nx_{nj} + u_{0j} \quad (4)$$

Selittäjiä tarkasteltiin aluksi yksitellen suhteessa selitettävään, jonka perusteella karsittiin tilastolliselta merkitsevyydeltään heikoimmat muuttujat. Alustavat mallitarkastelut tehtiin SPSS-ohjelmistolla mutta lopullinen mallintaminen MLwiN-ohjelmistolla (Rasbash ym. 2002). Lopulliseen malliin selittävät muuttujat valittiin käyttäen MLwiN-ohjelmiston RIGLS-menetelmää (*reweighted iterative generalised least squares* -method) ja ensimmäisen asteen marginaali-kvasi-likelihood-estimointia (MQL). Lopulliset estimaatit laskettiin käyttäen toisen asteen kvasi-

likelihood-estimointia (PQL) ja RIGLS-menetelmää (Goldstein ja Rasbash 1996, Rasbash ym 2002).

Mallin yksittäisen muuttujan vaikutuksen suuruutta kuvataan vedonlyöntisuhteiden osamäärällä (*odds ratio*). Se ilmaisee selittäjän yhden yksikön muutoksen vaikutuksen metsikön hakattavaksi tulemisen vedonlyöntisuhteeseen muiden selittäjien ollessa keskiarvoissaan (vakioituina). Dummy-muuttujilla, joilla on vain kaksi arvoa, se tarkoittaa vedonlyöntisuhteen muutosta arvosta toiseen siirryttäessä. Ykköstä suurempi vedonlyöntisuhte merkitsee todennäköisyyttä lisäävää ja ykköstä pienempi todennäköisyyttä vähentävää vaikutusta.

Logit-mallille ei voi laskea selitysstetta samaan tapaan kuin tavanomaiselle regressiomallille. Sen sijaan voidaan laskea ns. pseudoselitysstete,  $R_L^2$  (*likelihood ratio index*):

$$R_L^2 = \text{LRI} = 1 - \ln L_p / \ln L_0 \quad (5)$$

jossa  $\ln L_0$  on pelkän vakion omaavan mallin log-likelihood-arvo ja  $\ln L_p$  kaikki selittäjät vakio mukaan lukien sisältävän mallin log-likelihood-arvo (Hosmer ja Lemeshow 1989, s. 148–149). Mallin yksittäisten selittäjien merkitsevyyden arvioinnissa käytettiin Waldin testisuuretta, joka noudattaa normaalijakaumaa ja vastaa tulkinallisesti t-testiä (Hosmer ja Lemeshow 1989, s. 16–17, 31).

## 3 Tulokset

### 3.1 Hakuiden yleisyys

Noin kymmenen vuoden tarkastelujakson (1989–2000) aikana tiloilla, joilla oli hakattu uudistusikäisiä metsiköitä vähintään kerran, oli hakattu metsäsuunnittelijan uudistusikäisiksi määrittelemistä metsikkökuvioista 43 %. Näistä 73 % oli uudistettu ja 27 % harvennettu. Kaikkiaan 74 prosentille uudistusikäisistä metsiköistä metsäsuunnittelija oli tehnyt hakkuuehdotuksen. Näistä oli hakattu 47 % (uudistamalla 75 % ja harventamalla 25 %). Metsiköistä, joille ei ollut tehty hakkuuehdotusta, oli hakattu 31 %.

Tilakohtaisen metsäsuunnitelman omistaneiden metsänomistajien tiloilla oli hakattu kaikista uu-

distusikäisistä metsiköistä 45 %, kun suunnitelmaa omistamattomien tiloilla oli hakattu 31 %. Metsäsuunnittelija oli tehnyt hakkuuehdotuksen 73 prosentille suunnitelman omistavien uudistusikäisistä metsiköistä ja 78 prosentille suunnitelmaa omistamattomien metsiköistä. Näistä oli hakattu vastaavasti 50 % ja 34 %. Metsäsuunnitelman omistaneiden tiloilla oli siis hakattu uudistusikäisistä metsiköistä suhteellisesti enemmän kuin suunnitelmaa omistamattomien tiloilla.

Metsäsuunnitelman omistaville oli tehty harvennusehdotus 11 prosentilla kaikista hakattavaksi ehdotetuista uudistusikäisistä metsiköistä. Vastaava osuus oli suunnitelmaa hankkimattomilla 17 %. Metsäsuunnittelun välialueilla harvennusehdotus oli siten tehty suhteellisesti useammin kuin metsäsuunnitelman tilanneille. Harvennettaviksi ehdotetuista metsiköistä metsäsuunnitelman omistaneet olivat uudistaneet 9 %, mutta suunnitelmaa omistamattomat 22 %, mikä viittaa suunnitelman ohjanneen hakkuutavan valintaa.

### 3.2 Hakkuukohteiden valinta

#### Metsikkökohtaiset tekijät

Alustavien tarkastelujen perusteella metsikön sijaintia kuvaavista tekijöistä uudistuskypsen metsikkökuvion hakkuun todennäköisyyttä selittävään malliin valikoituivat muuttujat, jotka kuvasivat metsikön sijaintia yleisen tien vieressä, metsikön etäisyyttä vesistöstä (järvi tai joki), asuinrakennuksesta ja lähimmästä muusta hakatusta metsikkökuvioista. Sen sijaan etäisyys pienveteen (puro tai lampi), metsäkuljetusmatka, se näkykö metsikkö yleiselle tielle, asuinrakennukseen tai järvelle tai rajoittuuko se peltoon, tai se oliko metsikkökuvioilla polku, eivät osoittautuneet alustavissa tarkasteluissa merkitseviksi.

Monitasoisella logistisella regressioanalyysillä laaditun mallin perusteella uudistuskypsen metsikön hakkuun todennäköisyys lisääntyi, kun metsikön etäisyys vesistöstä kasvoi, ts. metsikön sijainti vesistön välittömässä läheisyydessä vähensi sen uudistus- tai harvennushakkuun todennäköisyyttä (taulukko 1). Myös metsikön sijainti välittömästi yleisen tien vieressä vähensi sen hakkuun todennäköisyyttä. Sen sijaan metsikön sijainnilla suhteessa asuinra-

**Taulukko 1.** Uudistusikäisten metsiköiden hakkuun todennäköisyyttä selittävät monitasoiset logistiset mallit. Kaikki alustavien tarkastelujen perusteella valitut selittäjät sisältävä kokonaismalli ja vain tilastollisesti merkitsevät muuttujat sisältävä supistettu malli.

Muuttuja	Kokonaismalli		Supistettu malli	
	Kerroin	Wald	Kerroin	Wald
<b>Sijaintia kuvaavat tekijät</b>				
Etäisyys vesistöistä (1/x-muunnos)	-0,71	8,90 **	-0,77	10,76 **
Etäisyys asuinrakennuksesta (1/x-muunnos)	-1,35	1,20		
Yleisen tien läheisyys (dummy)	-0,53	4,22 *	-0,53	4,24 *
Etäisyys lähimmästä leimikosta (1/x-muunnos)	0,03	0,03		
<b>Muut metsikkötason t tekijät</b>				
Pääpuulaji (vertailuryhmä mänty)				
Kuusi	0,47	4,16 *	0,36	3,91 *
Koivu ja muut	-0,06	0,05 *		
Metsäsuunnitelma (vertailuryhmä ei metsäsuunnitelmaa, ei hakkuuehdotusta)				
Ei metsäsuunnitelmaa, hakkuuehdotus on	0,63	1,65		
Metsäsuunnitelma on, ei hakkuuehdotusta	0,62	1,47		
Metsäsuunnitelma on, hakkuuehdotus on	1,46	8,89 **	0,87	26,37 ***
<b>Metsänomistaja- ja metsälökohtaiset tekijät</b>				
Metsälön pinta-ala	-0,01	20,25 ***	-0,01	20,25 ***
Muun metsäomaisuuden pinta-ala	0,00	0,00		
Metsänomistajan ikä	-0,01	0,56		
Asuinpaikka sijaintikunnassa (dummy)	0,25	1,41		
Verotusmuoto pääomatuloverotus (dummy)	-0,64	8,14 **	-0,79	13,07 ***
Vakio	-0,04	0,00	0,45	2,74
Vakion varianssi (keskivirhe)	0,72	0,18	0,72	0,18
-2 Log Likelihood	1229,54		1240,2	
Hosmer & Lemeshow (merkitsevyys, df=8)	13,36	0,10	17,08	0,03
Pseudoselitysaste R <sup>2</sup>	0,11		0,09	
n	1018		1027	

Merkitsevyystasot: \* <0,05; \*\* <0,01; \*\*\* <0,001

kennukseen tai lähimpään muuhun leimikkoon ei ollut vaikutusta metsikön hakkuuseen.

Muista metsikkötason tekijöistä merkitseviksi osoittautuivat metsikön pääpuulaji ja metsäsuunnitelma. Metsikön kasvuprosentti ei osoittautunut merkitseväksi. Uudistuskypsä kuusikko hakattiin todennäköisemmin kuin mänty- tai lehtipuuvaltainen metsikkö.

Jos tilalle oli hankittu tarkastelujakson alussa metsäsuunnitelma ja siinä oli esitetty metsikölle hakkuuta, metsikkö hakattiin todennäköisemmin kuin, jos metsänomistajalla ei ollut metsäsuunnitelmaa eikä metsikköä ollut ehdotettu hakattavaksi (vertailuryhmä). Jos taas omistajalla ei ollut metsäsuunnitelmaa, mutta metsikkö oli ollut metsäsuun-

nittelijan mielestä hakattavissa, sitä ei oltu hakattu sen todennäköisemmin kuin vertailuryhmän metsikköitä. Tilakohtaisen metsäsuunnitelman omistavilla suunnitelmassa hakattaviksi ehdotetut metsiköt oli hakattu todennäköisemmin kuin ne uudistusikäiset metsiköt, joissa ei ollut hakkuuehdotusta

#### Metsänomistaja- ja metsälökohtaiset tekijät

Metsänomistaja- ja metsälökohtaisista tekijöistä karsiutuivat alustavissa tarkasteluissa metsälön vuosittain hakattavissa olevaa puumäärää kuvaava hakkuusuunnite ja uudistusikäisten metsien pinta-ala, jotka molemmat korreloivat voimakkaasti met-

**Taulukko 2.** Supistetun monitasoisen mallin selittävien tekijöiden vedonlyöntisuhteiden osamäärä ja muutos keskimääräisessä hakkuun todennäköisyydessä selittäjän arvon muuttuessa annetuissa rajoissa, mutta muiden selittäjien arvojen ollessa aineiston keskiarvojen tasolla. Metsikön hakkuun keskimääräinen todennäköisyys 0,419.

Selittäjä	Vedonlyöntisuhteiden osamäärä	Muutos selittäjän arvossa	Muutos keskimääräisessä todennäköisyydessä (%-yksikköä)
Etäisyys vesistöä	0,46	1 m → 100 m	17,3
Sijainti yleisen tien vieressä	0,59	ei → kyllä	-12,3
Pääpuulajina kuusi	1,43	ei → on	8,8
Metsäsuunnitelma ja hakkuuehdotus	2,39	ei → on	20,6
Metsälön pinta-ala	0,99	40 ha → 80 ha	-9,0
Verotusmuoto	0,45	pinta-alaverotus → pääomatuloverotus	-19,2

sälön koon kanssa. Metsänomistajan puukaupoissa yleensä noudattamalla toimintamuodolla (metsänhoitoyhdistys välittäjänä tai asiointi suoraan puunostajan kanssa) ei ollut yhteyttä metsikön hakkuun todennäköisyyteen.

Monitasoisen logistisen regressiomallin mukaan metsälön koon suureneminen vähensi metsikön hakkuun todennäköisyyttä. Metsänomistajan muualla tutkimustilan lisäksi omistamalla metsäomaisuudella ei sen sijaan ollut vaikutusta yksittäisen metsikön hakkuuseen.

Metsänomistajakohtaisista tekijöistä ainoastaan metsänomistajan verovalinnalla oli vaikutusta yksittäisten metsiköiden hakkuupäätökseen. Jos metsänomistaja oli jäänyt siirtymäkauden (1993–2005) ajaksi pinta-alaverotuksen, uudistusikäisiä metsiköitä oli hakattu selvästi todennäköisemmin kuin jos metsänomistaja oli siirtynyt pääomatuloverotukseen. Sen sijaan metsänomistajan iällä ei ollut vaikutusta hakkuukohteen valintaan, kuten ei myöskään sillä, asuiko metsänomistaja metsälönsä sijaintikunnassa vai kauempana jossain muussa kunnassa.

Yksittäisten muuttujien vaikutusta tarkasteltiin vedonlyöntisuhteiden osamäärän avulla. Metsikön hakkuun vedonlyöntisuhte muuttui 2,39-kertaiseksi, jos metsänomistajalla oli tilakohtainen metsäsuunnitelma ja metsikölle oli siinä ehdotettu hakkuuta verrattuna tapaukseen, jossa metsänomistajalla ei ollut suunnitelmaa eikä metsiköllä hakkuuehdotusta (taulukko 2).

Lisäksi vaikutuksia tarkasteltiin muuttamalla ne todennäköisyyksiksi (Roncek 1991, DeMaris 1993). Mallin ennustama keskimääräinen todennäköisyys metsikön hakkuulle oli 0,42. Kun metsänomistajalla

oli tilakohtainen metsäsuunnitelma ja metsikölle oli ehdotettu hakkuuta, metsikön hakkuun todennäköisyys oli 20,6 prosenttiyksikköä suurempi verrattuna sellaiseen metsikköön, jolle ei ollut hakkuuehdotusta eikä omistajalla ollut metsäsuunnitelmaa (taulukko 2). Tilan metsäveromuodolla oli miltei yhtä suuri vaikutus metsikön hakkuun todennäköisyyteen kuin tilakohtaisen metsäsuunnitelman hakkuuehdotuksella. Myös metsikön sijainnilla suhteessa vesistöön oli huomattava vaikutus: metsikön etäisyyden vesistöä kasvaessa 100 metrillä sen hakkuun todennäköisyys lisääntyi 17,3 prosenttiyksikköä.

Supistettu monitasoinen malli luokitteli oikein 83,5 % hakkaamattomista metsiköistä ja 61,1 % hakatuista metsiköistä, kun kriittisenä todennäköisyytenä käytettiin arvoa 0,5 ja metsänomistajien välinen vaihtelu mallin vakiossa otettiin huomioon. Hosmerin ja Lemenshown (1989) yhteensopivuustestin (17,08, df=8) mukaan malli sopii aineistoon vain kohtalaisesti. Mallin ns. pseudoselityssaste  $R_L^2$  oli 0,09.

#### Metsälön koon vaikutus hakkuukohteen valinnassa

Suuressa metsälössä on todennäköisemmin useampia uudistusikäisiä metsiköitä ja metsiköiden välillä enemmän vaihtelua kuin pienemmässä metsälössä. Näin suuren metsälön omistajalla on paremmat mahdollisuudet ottaa metsikkökohtaisia erityispiirteitä huomioon hakkuukohdetta valittaessa. Metsälökoon vaikutuksen selvittämiseksi monitasoiset logistiset mallit laskettiin erikseen alle ja yli 50 hehtaarin metsälöille.



**Taulukko 3.** Uudistusikäisten metsiköiden hakkuun todennäköisyyttä selittävät monitasoiset logistiset mallit alle ja yli 50 hehtaarin metsälöille. Malleissa on mukana vain tilastollisesti merkitseviksi osoittautuneet selittäjät.

Muuttuja	Pienet metsälöt (<50 ha)		Isot metsälöt (>50 ha)	
	Kerroin	Wald	Kerroin	Wald
<b>Sijaintia kuvaavat tekijät</b>				
Etäisyys vesistöstä (1/x-muunnos)			-1,16	15,70 ***
Sijainti yleisen tien vieressä (dummy)			-0,85	7,18 **
<b>Muut metsikkötasot tekijät</b>				
Metsäsuunnitelma on, hakkuuehdotus on (dummy)	0,76	7,57 **	0,95	17,14 ***
Pääpuulajina kuusi (dummy)	0,87	7,52 **		
<b>Metsänomistaja- ja metsälökohtaiset tekijät</b>				
Metsänomistajan ikä	-0,03	4,34 *		
Metsälön pinta-ala	-0,05	14,79 ***	-0,01	5,06 *
Asuinpaikka sijaintikunnassa (dummy)	0,67	4,73 *		
Verotusmuoto pääomatuloverotus (dummy)			-1,10	8,77 **
Vakio	2,06	5,30 *	0,75	1,85
Vakion varianssi (keskivirhe)	0,16	0,19	1,24	0,33
Mallin -2 Log Likelihood	355,56		822,32	
Hosmer & Lemeshow (merkitsevyys)	10,93	0,20	29,51	<0,001
Pseudoselityssaste R <sup>2</sup>	0,11		0,11	
n	281		746	

Merkitsevyystasot: \*<0,05; \*\*<0,01; \*\*\*<0,001

Tulosten perusteella metsikön sijaintitekijöillä ei ollut pienillä metsälöillä vaikutusta uudistusikäisten metsiköiden hakkuisiin, kun taas suuremmilla metsälöillä niillä oli vaikutusta (taulukko 3). Myös metsäveromuoto vaikutti hakkuun todennäköisyyteen suurilla mutta ei pienillä metsälöillä. Tilakohtainen metsäsuunnitelma ja siinä metsikölle tehty hakkuuehdotus vaikuttivat yksittäisen metsikön hakkuun todennäköisyyteen sekä pienillä että suurilla metsälöillä: suuremmilla metsälöillä suunnitelman esitys lisäsi kuitenkin hakkuun todennäköisyyttä enemmän kuin pienemmällä metsälöillä.

## 4 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa tarkasteltiin uudistusikäisten metsiköiden hakkuuvalintaan vaikuttaneita metsikkö- ja metsälö- sekä metsänomistajakohtaisia tekijöitä. Erityisen mielenkiinnon kohteena olivat metsikön sijainnin ja tilakohtaisen metsäsuunnitelman vaikutukset. Tarkastelujakso oli kymmenen vuotta. Tut-

kimuksessa käytettiin monitasoisista logistista regressiomallia tavanomaisen yksitasoisen logistisen mallin sijaan. Vertailun vuoksi tulokset laskettiin käyttäen myös tavanomaista, yksitasoista logistista mallia, jossa metsänomistajakohtaista vakiota ei ole otettu huomioon. Monitasoisessa mallissa metsikkökohtaisten (alemman tason) selittäjien painoarvo yleensä kasvoi ja metsälötason selittäjien paino väheni verrattuna yksitasoiseen malliin, mikä oli odotettua.

Tutkimusaineisto sisälsi vain uudistusikäisiä metsiköitä hakanneita metsänomistajia. Hakkuukohteen valinta on kuitenkin ehdollinen hakkuupäätökselle, joten on periaatteessa mahdollista, että tuloksiin sisältyy valikoitumisharhaa: osa metsänomistajista on voinut pidättäytyä kokonaan uudistuskypsiin metsiköiden hakkuista esimerkiksi niihin liittyvien luonto- ja/tai maisema-arvojen vuoksi, ellei heidän tiloiltaan ole löytynyt muita uudistusikäisiä metsiköitä. Tutkimuksen käyttökelpoinen aineisto käsitti kaikkiaan 153 metsänomistajaa, joista 32 ei ollut tehnyt tarkastelujakson aikana uudistuskypsiin metsiköiden hakkuuta. Ylikoski (2003) käytti opinnäy-

tetyössään koko aineistoa ja laati mallit vastaavalla menetelmällä kuin tässä tutkimuksessa, joskin metsikön sijaintia kuvaavissa muuttujissa oli vähäisiä eroja. Tulokset ja johtopäätökset ovat yhdenmukaisia tässä saatujen tulosten kanssa.

Tutkimusaineisto oli maantieteellisesti suppea (Etelä-Savon metsäkeskuksen toimialue) ja näin tulokset ovat yleistettävissä lähinnä eteläisen Suomen itäosiin, jossa mm. vesistöt ja pienvedet ovat erittäin yleisiä. Vähemmän vesistörikkailla seuduilla vesistöjen vaikutus metsiköiden hakkuupäätökseen saattaisi olla tässä tutkimuksessa todettua merkittävämpi. Lisäksi eri osissa Suomea metsänomistajien tavoitteissa ja käyttäytymisessä on todettu eroja (esim. Karppinen 1998, Karppinen ym. 2002). Otos poimittiin alun perin metsäsuunnittelun vaikuttavuuden tarkastelua varten, joten sen edustavuus metsikön sijaintitekijöiden vaikutusten suhteen ei välttämättä ole paras mahdollinen, mutta kuitenkin käyttökelpoinen.

Metsäsuunnitelman vaikutusta koskevien tulosten suhteen on huomattava, että suunnitelmaa omistamattomia metsänomistajia oli aineistossa varsin vähän, mikä heikentää tulosten luotettavuutta. Lisäksi metsäsuunnittelija on voinut mitoittaa tilakohtaista metsäsuunnitelmaa laatiessaan hakkuuehdotukset yhdessä metsänomistajan kanssa, jolloin esimerkiksi tilakohtaiset kestävyystavoitteet tai metsiköiden sijainti on voinut vaikuttaa käsittelyehdotukseen. Välialueiloilla hakkuuehdotus sen sijaan perustuu metsänhoitosuosituksiin ja suunnittelijan harkintaan.

Metsäkuljetusmatkan pituudella ei yllättäen ollut vaikutusta metsikön hakkuun todennäköisyyteen. Tämä saattaa johtua siitä, että tutkimuksessa tarkasteltiin vain uudistusikäisiä metsiköitä, joissa uudistushakkuu on tavanomaisin ratkaisu. Kasvatushakkuukohteiden valintaan metsäkuljetusmatkalla olisi sen sijaan voinut olla vaikutusta, koska kuljetuskustannusten osuus puunmyyntituloista on tällöin suurempi.

Tutkimuksessa tarkastellut metsikön sijaintia kuvaavat muuttujat määritettiin metsäsuunnitelman karttojen ja peruskarttojen avulla. Tämä tuo epävarmuutta erityisesti metsäluonnon monimuotoisuutta kuvaavien metsälakikohteiden ja muiden arvokkaiden elinympäristöjen paikantamiseen ja määrittämiseen. Metsälaissa määriteltyjen erityisen tärkeiden elinympäristöjen, ns. METE-kartoituksen valmistut-

tua tällaiset kohteet voidaan todennäköisesti ottaa helpommin mukaan tarkasteluihin.

Metsänomistajan valitsemaa metsäveromuotoa koskeva tulos on yhdenmukainen Ovaskaisen ja Ripatin (1998, 2000) saamien tulosten kanssa. Sen sijaan aiemmista tutkimuksista poiketen metsänomistajan iällä ei ollut vaikutusta metsiköiden hakkuun todennäköisyyteen, vaikka iäkkäämpien metsänomistajien on todettu myyvän puuta nuorempia metsänomistajia vähemmän (Järveläinen 1988, Karppinen ja Hänninen 1990, Kuuluvainen 1989, Kuuluvainen ja Ovaskainen 1994).

Metsikön sijaintia kuvaavat tekijät voivat vaikuttaa myös uudistuskypsän metsikön hakkuutavan valintaan siten, että uudistushakkuun sijaan suositaisiin harvennushakkuuta. Hakattuja metsiköitä oli tutkimusaineistossa 43 %, joista harventaen oli hakattu 27 % ja uudistamalla 73 %. Sijaintitekijöiden vaikutusta hakkuutapaan testattiin laatimalla hakatuille metsiköille hakkuutapaa selittävä malli. Mallin tulosten perusteella sijaintia kuvaavat tekijät eivät kuitenkaan selittäneet hakkuutapaa tilastollisesti merkitsevästi. Metsäsuunnitelma sen sijaan vaikutti hakkuutapaan. Jos metsänomistajalla oli metsäsuunnitelma ja siinä uudistamishakkuuehdotus, tämä lisäsi mutta harvennusehdotus puolestaan vähensi uudistushakkuun todennäköisyyttä.

Tutkimuksessa ei tarkasteltu metsikön sijainnin vaikutusta uudistamistavan (viljely vs. luontainen uudistaminen) valintaan. Esimerkiksi luontaista uudistamista voi kuitenkin olla perusteltua suosia avohakkuun sijaan yhtäältä metsien monimuotoisuuden vaalimiseksi ja toisaalta maisemallisten syiden vuoksi vesistöjen ja yleisten teiden varsilla.

## 5 Johtopäätökset

Tulosten perusteella metsikön sijaintia kuvaavilla tekijöillä on vaikutusta valittaessa uudistusikäisten metsiköiden joukosta hakattavat metsiköt, kuten teoreettisesti on osoitettu (Swallow ja Wear 1993, Koskela ja Ollikainen 2001, Amacher ym. 2004). Vesistöjen – järvien ja jokien – lähistöllä sijaitsevia metsiköitä hakataan vesistöistä kauempana sijaitsevia metsiköitä epätodennäköisemmin. Uusissa metsänhoitosuosituksissa suositellaan rantamet-

sien käsittelyissä varovaisuutta monimuotoisuuden suojelemiseksi sekä veden laadun ylläpitämiseksi (Hyvän metsänhoidon... 2001). Lisäksi varsinkin rantametsien uudistushakkuilla on merkittäviä maisemallisia vaikutuksia. Uudistusikäisten rantametsien hakkuissa on näihin seikkoihin kiinnitetty tulosten perusteella huomiota jo 1990-luvulla. Sen sijaan pienvesistöjen (purot ja lammet) lähettyvillä olevien metsiköiden hakkuiden suhteen ei havaittu eroja, mikä selittyy osin sillä, että koko metsikön hakkaamatta jättämisen sijasta suojavyöhykkeen jättäminen rantaan riittää.

Yleisen tien varrella sijaitsevien metsiköiden hakkuu vaikuttaa voimakkaasti metsämaisemaan ja yleiseen mielipiteeseen metsätaloudesta. Hyvästä saavutettavuudesta ja lyhyestä metsäkuljetusmatkasta huolimatta yleisen tien vieressä sijaitsevia metsiköitä hakataankin tulosten perusteella kauempana sijaitsevia metsiköitä epätodennäköisemmin. Tienvarsimetsiköiden maisemallinen ja virkistysellinen merkitys luultavasti selittää tulosta.

Pienmetsälöillä (alle 50 hehtaaria) metsikön sijaintia kuvaavilla tekijöillä ei ollut merkitystä hakkuukohteen valinnassa. Sen sijaan suuremmilla metsälöillä ne vaikuttivat. Tulos on ymmärrettävä, sillä pienen metsälön omistajalla ei useinkaan ole valittavanaan useita uudistusikäisiä hakkuukohteita eikä sijaintitekijöitä ole mahdollista ottaa huomioon. Jos metsikön sijainnilla on suuri merkitys pienen metsälön omistajan päätöksenteossa, omistajan päätösvaihtoehdot ovat joko hakkuista luopuminen tai kohteen hakkaaminen sijaintitekijöistä huolimatta. Suuremmilla tiloilla voi sen sijaan olla useita uudistuskypsiä metsiköitä ja siten myös paremmin mahdollisuuksia huomioida metsiköiden sijainnin suhteen tärkeinä pidettyjä seikkoja.

Metsäsuunnitelmalla osoitettiin olevan varsin keskeinen merkitys valittaessa hakkuukohtetta uudistusikäisten metsiköiden joukosta. Jos metsänomistajalla oli suunnitelma ja metsikölle oli siinä ehdotettu hakkuu, metsikkö hakattiin huomattavasti todennäköisemmin kuin sellaisen metsänomistajan metsikkö, jonka omistajalla ei ollut suunnitelmaa ja johon metsäsuunnittelija ei ns. välialueinventointien yhteydessä ollut tehnyt hakkuuehdotusta. Metsikön keskimääräinen hakkuutodennäköisyys lisääntyi noin 20 prosenttiyksikköä metsäsuunnitelmassa olleen hakkuuehdotuksen vaikutuksesta. Metsäsuun-

nitelman merkitys korostui suuremmilla metsälöillä (yli 50 ha), joiden omistajalla on enemmän vaihtoehtoja valittavana.

Metsänomistajien välillä on luonnollisesti eroja hakkuukohteen valintaan vaikuttavien tekijöiden keskinäisen tärkeyden suhteen. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan myös metsiköiden sijaintia kuvaavilla tekijöillä on oma merkityksensä hakkuukohteen valinnassa. Metsäsuunnitteluprosessin aikana olisikin tärkeää tarkastella metsänomistajan kanssa myös sijaintia kuvaavia tekijöitä esimerkiksi Pykäläisen (2000) esittämän teemahaastattelumallin mukaisesti. Tämä korostuu asiakaslähtöisessä metsäsuunnittelussa, jota Maa- ja metsätalousministeriön metsäsuunnittelustrategiassa peräänkuulutetaan (Maa- ja metsätalousministeriön... 2001). Sijaintitekijät tulisi ottaa paremmin huomioon esimerkiksi maisema- ja luontoarvoja painottavan metsänomistajan metsäsuunnitelmassa, jolloin hakkuuehdotukset kohdistetaan näiden tavoitteiden kannalta vähemmän herkkiin metsiköihin.

## Kiitokset

Tutkimus on osa Metsäntutkimuslaitoksen Metsäpolitiikka yksityismetsätalouden ohjaajana -hanketta. Yrjö Niskanen suunnitteli ja ohjasi tutkimuksessa käytetyn haastattelu- ja maastoaineiston keruun, jonka tekivät Mari Honkonen ja Hannele Makkonen. Harri Hänninen ideoi tutkimusaiheen ja laati alustavan suunnitelman. Päivi Ylikoski teki karttatulkinnat, laati aineistosta opinnäytetyön Joensuun yliopistoon ja kirjoitti artikkelin ensimmäisen version. Timo Pukkala ja Mikko Kurttila sekä muut kirjoittajat ohjasivat opinnäytetyön laatimista. Kaikki kirjoittajat ovat osallistuneet tämän käsikirjoituksen laatimiseen. Jari Kuuluvainen ja Heimo Karppinen sekä kaksi käsikirjoituksen tarkastajaa tekivät artikkelia selkeyttäneitä parannusehdotuksia. Kiitämme heitä ja tutkimukseen osallistuneita metsänomistajia sekä Maa- ja metsätalousministeriötä tutkimuksen osarahoituksesta.

## Kirjallisuus

- Amacher, G., Koskela, E. & Ollikainen, M. 2004. Forest rotations and stand interdependency: ownership structure and timing of decisions. *Natural Resource Modelling* 17(1): 1–43.
- DeMaris, A. 1993. Odds versus probabilities in logit equation: a reply to Roncek. *Social Forces* 71: 1057–1065.
- Goldstein, H. 1999. *Multilevel statistical models*. Edward Arnold, London. 164 s.
- & Rasbash, J. 1996. Improved approximations for multilevel models with binary responses. *Journal of the Royal Statistical Society* 159: 505–513.
- Gustke, L.D. & Hodgson, R.W. 1980. Rate of travel along an interpretive trail. The effect of an environmental discontinuity. *Environment & Behaviour* 12: 53–63.
- Hakkila, P. & Sirén, M. 1997. Puunkorjuu. Julkaisussa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. Kannattava puuntuotanto. Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Metsälehti kustannus.
- Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. 1989. *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons, Inc. 307 s.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 95 s.
- Hänninen, H. & Viitala, E.-J. 1994. Metsänomistuksen rakennemuutos ja metsätalouden edistämistoiminta. Julkaisussa: Ovaskainen, V. & Kuuluvainen, J. (toim.). Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos ja metsien käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 484: 75–105.
- Järveläinen, V.-P. 1982. Hakkuukäyttäytyminen yksityismetsäillä. *Folia Forestalia* 499. Metsäntutkimuslaitos. 54 s.
- 1988. Hakkuumahdollisuuksien käyttöön vaikuttavat tilakohtaiset tekijät maan länsi- ja itäosissa. *Folia Forestalia* 707. Metsäntutkimuslaitos. 64 s.
- Karhu, I. & Kellomäki, S. 1980. Väestön mielipiteet metsänhoidon vaikutuksista maisemakuvaan Puolangan kunnassa. *Silva Fennica* 14: 409–428.
- Karjalainen, E. & Sievänen T. (toim.). 2001. Metsien maisemalliset arvot. Julkaisussa: Kangas, J. & Kokko, A. (toim.). Metsän eri käyttömuotojen arvottaminen ja yhteensovittaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 800: 161–200.
- Karppinen, H. 1998. Objectives of non-industrial private forest owners: differences and future trends in Southern and Northern Finland. *Journal of Forest Economics* 4(2): 147–173.
- 2000. Forest values and the objectives of forest ownership. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 757. 55 s.
- & Hänninen, H. 1990. Yksityistilojen hakkuumahdollisuuksien käyttö Etelä-Suomessa. *Folia Forestalia* 747. Metsäntutkimuslaitos. 117 s.
- , Hänninen, H. & Ripatti, P. 2002. Suomalainen metsänomistaja 2000. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 852. Metsäntutkimuslaitos. 84 s.
- Kellomäki, S. 1975. Forest stand preferences of recreationists. *Acta Forestalia Fennica* 146. 36 s.
- Koskela, E. & Ollikainen M. 2001. Optimal private and public harvesting under spatial and temporal interdependence. *Forest Science* 47(4): 484–496.
- Kuitto, J.-P., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. *Metsätehon tiedotus* 410. 38 s.
- Kuuluvainen, J. 1989. Nonindustrial private timber supply and credit rationing, microeconomic foundations with empirical evidence from the Finnish case. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Economics, Report 85. 244 s.
- , Loikkanen, H.A. & Salo, J. 1983. Yksityismetsänomistajien puuntarjontakäyttäytymisestä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 112. 100 s.
- & Ovaskainen, V. 1994. Yksityismetsänomistajien puunmyynteihin vaikuttavat tekijät. Julkaisussa: Ovaskainen, V. & Kuuluvainen, J. (toim.). Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos ja metsien käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 484: 45–59.
- , Karppinen, H. & Ovaskainen, V. 1996. Landowner objectives and nonindustrial private timber supply. *Forest Science* 42(3): 300–309.
- Lindroos, J. & Örm, J. 1991. Puunkorjuukustannusten vertailu. *Metsäteho*. 33 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito. Metsänhoitosuositukset. 1994. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 72 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön metsäsuunnittelustrategia 2001–2010. 2001. Työryhmämuistio MMM 2001:13. 15 s.
- Mattila, U. 2002. The risk of pine twisting rust damage in young Scots pines: a multilevel logit model approach. *Forest Ecology and Management* 165: 151–161.
- Metsäläki. Suomen asetuskokoelma 1093/1996.
- Niskanen, Y. 2003. Metsäsuunnitelman vaikutus taimikonhoitopäätökseen. *Metsätieteen aikakauskirja*

- 3/2003: 301–319.
- Ovaskainen, V. & Ripatti, P. 1998. Metsäverojärjestelmän muutos, siirtymäkauden verovalinnat ja yksityismetsänomistajien puunmyynnit. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 2/1998: 179–194.
- & Ripatti, P. 2000. Metsäverotuksen siirtymäkausi näkyy puunmyynnissä. *Metsäntutkimus* 2: 16–17.
- Pesonen, M., Kurttila, M., Teittinen, A. & Kajanus, M. 1998. Yksityismetsien metsäsuunnittelu – nykytilanne ja kehittämistarpeita. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 715. 32 s.
- Pukkala, T., Kellomäki S. & Mustonen, E. 1988. Prediction of the amenity of a tree stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 533–544.
- Pykäläinen, J. 2000. Defining forest owners' forest management goals by means of a thematic interview in interactive forest planning. *Silva Fennica* 34: 47–59.
- Rasbash, J., Brewne, W., Goldstein, H., Yang, M., Plewis, I., Healy, M., Woodhouse, G., Draper, D., Langford, I. & Lewis, T. 2002. A user's guide to MLwiN. Centre for Multilevel Modelling, Institute of Education, University of London. 286 s.
- Ripatti, P., Ovaskainen, V., Torvelainen, J. & Aarne, M. 2002. Puukauppa veromuodoittain 1997–2001. *Metsätilastotiedote* 626.
- Roncek, D.W. 1991. Using logit coefficients to obtain the effects of independent variables on changes in probabilities. *Social Forces* 70(2): 509–518.
- Savolainen, R. & Kellomäki, S. 1981. Metsän maisemallinen arvostus. *Acta Forestalia Fennica* 170. 74 s.
- Silvennoinen, H., Alho, J., Kolehmainen, O. & Pukkala, T. 2001. Prediction models of landscape preferences at the forest stand level. *Landscape and Urban Planning* 56: 11–20.
- , Pukkala, T. & Tahvanainen, L. 2002. Effect of cuttings on the scenic beauty of a tree stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 263–273.
- Swallow, S. & Wear, D. 1993. Spatial interactions in multiple-use forestry and substitution and wealth effects for the single stand. *Journal of environmental economics and management* 25: 103–120.
- Viitala, E.-J. & Uotila, E. 1999. Optimaalinen tietiheys yksityismetsätalouden kannalta. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/1999: 167–179.
- Ylikoski, P. 2003. Spatiaalisten tekijöiden vaikutus metsiköiden uudistushakkuuseen. *Metsäsuunnittelun ja -ekonomian pro gradu -työ*. Joensuun yliopisto. 67 s.

#### 44 viitettä

**Liitetaulukko I.** Tutkimusaineiston sijaintia kuvaavien ja muiden metsikkötason muuttujien tunnusluvut (n=1027).

Muuttuja	Selitys	Keskiarvo (hajonta)	Osuus
<b>Selitettävä muuttuja</b>			
Uudistuskypsän metsikön hakkuun todennäköisyys	Metsikkö hakattu tarkastelujaksolla (dummy)		43 %
<b>Metsikön sijaintia kuvaavat selittäjät</b>			
Yleisen tien vieressä	Metsikkö rajoittuu yleiseen tiehen, dummy		10 %
Sijaitsee saarella	Metsikkö sijaitsee saarella, dummy		4 %
Metsäkuljetusmatka	1/metsäkuljetusmatka (m)	0,33 (0,46)	
Etäisyys pienvedestä <sup>a)</sup>	1/etäisyys pienveteen (m) <sup>b)</sup>	0,09 (0,28)	
Pienvesi <sup>a)</sup>	Etäisyys pienvedestä on yli 500 m, dummy		46 %
Etäisyys vesistöstä <sup>c)</sup>	1/etäisyys vesistöön (m) <sup>b)</sup>	0,14 (0,34)	
Vesistö <sup>c)</sup>	Etäisyys vesistöstä yli 500m, dummy		43 %
Etäisyys asuinrakennuksesta	1/etäisyys asuinrakennukseen (m) <sup>b)</sup>	0,016 (0,09)	
Asuinrakennus >500 m	Etäisyys asuinrakennukseen on yli 500 m, dummy		25 %
Polun sijainti metsikössä	Metsikön läpi tai vieressä kulkee polku, dummy		24 %
Metsikön näkyvyys peltoauekan yli	Metsikkö ei rajoitu peltoon=1		87 %
	Metsikkö rajoittuu metsäpeltoon=2		4 %
	Metsikkö rajoittuu peltoon, jonka yli näkymä tielle, vesistöön tai asuinrakennukseen=3		8 %
Etäisyys lähimmästä leimikosta <sup>d)</sup>	1/etäisyys lähimpään hakattuun metsikkökuviioon (1/m)	0,59 (0,48)	
<b>Metsikköä kuvaavat muut selittäjät</b>			
Kasvuprosentti	Metsikön kasvuprosentti (%)	2,55 (0,54)	
Pääpuulaji	Metsikön pääpuulaji mänty=1		54 %
	Metsikön pääpuulaji kuusi=2		29 %
	Metsikön pääpuulaji koivu tai muu=3		17 %
Metsäsuunnitelma ja hakkuuehdotus	Ei metsäsuunnitelmaa, ei hakkuuehdotusta=1		4 %
	Ei metsäsuunnitelmaa, on hakkuuehdotus=2		14 %
	On metsäsuunnitelma, ei hakkuuehdotusta=3		22 %
	On metsäsuunnitelma, on hakkuuehdotus=4		60 %

<sup>a)</sup> Pienvedellä tarkoitetaan puroa tai lampea

<sup>b)</sup> Etäisyys mitattu 500 metriin saakka, tätä kauempana sijaitsevia kohteita ei mitattu

<sup>c)</sup> Vesistöllä tarkoitetaan järveä tai jokea

<sup>d)</sup> Hakatulta metsiköltä etäisyys lähimpään saman leimikon kuvioon, hakkaamattomilla mihin tahansa saman metsälön hakkuukuvioon. Jos metsikkö oli tilan ainoa uudistuskypsä metsikkö, etäisyyttä ei voitu mitata.

**Liitetaulukko 2.** Tutkimusaineiston metsänomistaja- ja metsälötason muuttujien tunnusluvut ( $n_{\text{metsänomistaja}} = 121$ ,  $n_{\text{metsikkö}} = 1027$ ).

Muuttuja	Selitys	Omistajista	Metsikoistä
		Keskiarvo (hajonta) tai osuus	Keskiarvo (hajonta) tai osuus
Metsälön pinta-ala <sup>a)</sup>	Pinta-ala (ha)	59,11 (43,63)	85,5 (52,46)
Metsänomistajan ikä	Ikä (v)	57,66 (12,763)	58,22 (12,60)
Muu metsäomaisuus	Tutkimustilan lisäksi omistetun metsän pinta-ala (ha)	25,21 (82,1)	31,43 (96,22)
Metsälön hakkusuunnite	Hakkuuehdotusten summa (m <sup>3</sup> /v)	298,67 (228,64)	461,79 (290,0)
Uudistusikäisten metsien määrä	Pinta-ala (ha)	13,82 (15,47)	25,81 (22,78)
Puukaupan asiointikanava <sup>b)</sup>	Puukaupassa pääasiallinen asiointikanava on metsänhoitoyhdistys, dummy	56 %	56 %
Asuinpaikka	Metsänomistaja asuu metsälön sijaintikunnassa, dummy	55 %	59 %
Metsäverotusmuoto	Metsälön verotusmuotona on pääomatuloverotus, dummy	65 %	60 %

<sup>a)</sup> Tieto puuttui kahdelta metsänomistajalta (8 kuviota)

<sup>b)</sup> Tieto puuttui kolmelta metsänomistajalta (10 kuviota)