



■ Mikko Hyppönen

Mikko Hyppönen

## Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa

**Hyppönen, M.** 2000. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 269–280.

Tutkimuksessa selvitettiin ylispuiden korjuun vaikutuksia Lapin luontaisesti syntyneiden mäntytaimikoiden tiheyteen, aukkoisuuteen, pituuteen ja kasvatuskelpoisuuteen sekä eriteltiin ylispuuston korjuussa taimille syntyvien vaurioiden aiheuttajia ja laatua. Samalla tutkittiin ajourien määrää. Aineistona oli silloisen Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsien mänty-ylispuuleimikoista valittu 33 leimikon yhteispinta-alaltaan 80 hehtaarin otos, joka inventoitiin sekä ennen korjuuta että korjuun jälkeen vuosina 1991–1993.

Taimikoiden keskimääräinen tiheys oli ennen ylispuiden korjuuta 8400 kpl/ha. Korjuun jälkeen vaurioitumattomia taimia oli keskimäärin 7000 kpl/ha. Taimista vaurioitui noin 17 %. Kehityskelpoisten taimien määrä oli ennen korjuuta 2100 kpl/ha ja korjuun jälkeen 1700 kpl/ha. Vaurioituneista taimista 90 % oli vaurioitunut niin vakavasti, että ne olivat kehityskelvottomia. Suurin osa kehityskelvottomiksi vaurioituneista taimista oli katkennut.

Vaurioprocenttiin vaikuttivat voimakkaimmin hakkuukertymä ja ajouraverkon tiheys. Vauriomäärä oli sitä suurempi, mitä suurempi oli hakkuukertymä ja mitä tiheämpi ajouraverkko leimikkoon tehtiin. Suurin osa vaurioista (60 %) syntyi metsäkuljetuksen aikana ajouralla ja sen läheisyydessä.

Taimikoiden aukkoisuus lisääntyi korjuussa keskimäärin 8 %-yksikköä mitattuna tyhjen koealojen määrällä. Taimikoiden keskipituus pysyi korjuussa muuttumattomana. Taimikoiden pinta-alasta oli ennen korjuuta hyviä ja tyydyttäviä noin 80 %, korjuun jälkeen hieman alle 60 %. Kaikki taimikot pysyivät korjuussa kasvatuskelpoisina.

Ylispuiden korjuu Lapin luontaisesti uudistetuista mäntytaimikoista ei ole erityisen ongelmallista taimikoiden aukkoisuudesta huolimatta. Ajourien suunnitteluun ja korjuun toteutukseen on kuitenkin syytä kiinnittää huomiota. Tutkimuksen päätulokset vastaavat suurelta osin aiempien korjuuvauriotutkimusten tuloksia. Ajourien suunnittelu ylispuuleimikoissa vaatii lisätutkimuksia.

Asiasanat: mänty, luontainen uudistaminen, ylispuu, kasvatuskelpoisuus, korjuuvaurio, ajoura  
Yhteystiedot: Lapin metsäkeskus, Hallituskatu 22, 96100 Rovaniemi  
Sähköposti [mikko.hypponen@metsakeskus.fi](mailto:mikko.hypponen@metsakeskus.fi)  
Hyväksytty 13.6.2000

## I Johdanto

**Y**lispuuhakkuussa siemen- tai suojuospuuston alle syntynyt uuden sukupolven taimikko vapautetaan emopuustosta. Ylispuuhakkuita on tehty 1990-luvulla Suomessa keskimäärin 40 000 ha vuodessa, josta noin neljännes Lapissa (Metsätilastolliset vuosikirjat 1992–1998). Ylispuuhakkuut lisääntyvät Lapissa 2000-luvun alkupuolella huomattavasti, koska luontaiseen uudistamiseen kuuluvat siemen- ja suojuospuuhakkuut ovat 1990-luvulla selvästi lisääntyneet (Metsätilastolliset vuosikirjat 1992–1998).

Ylispuuhakkuu on samanaikaisesti sekä puunkorjuuta että metsänhoitoa. Sillä on sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia taimikon kuntoon, tiheyteen, tilajärjestykseen ja kasvatuskelpoisuuteen. Positiivisia vaikutuksia ovat mm. lisääntynyt kasvu-tila ja ravinteiden parempi saatavuus, valon lisääntyminen ja juuristokilpailun väheneminen. Ylispuuhakkuuta vääjäämättä seuraava taimien vaurioituminen, taimikkoon syntyvien aukkojen aiheuttama vajaapuustoisuus, maaperävauriot sekä hyönteis- ja sienituhot vaikuttavat pitkällä aikavälillä puolestaan negatiivisesti metsikön tuotokseen, tuottoon ja kasvatuksen kannattavuuteen (esim. Hyppönen ja Niemistö 1998).

Ylispuuiden korjuun taimikolle aiheuttamiin vaurioihin on kiinnitetty huomiota useiden metsien luontaista uudistamista käsitelleiden tutkimusten yhteydessä Suomessa ja muuallakin Pohjoismaissa jo 1940-luvulta lähtien (Sarvas 1944, Vaartaja 1951, Hagner 1962, Lehto 1956, 1969, Hänninen ym. 1972, Wuolijoki 1983, Sievänen 1986, Leinonen ym. 1989). Varsinaiset ylispuuhakkuiden vaurio- ja korjuujälkitutkimukset aloitettiin 1970-luvun puolivälissä. Mänty- ja/tai kuusiylispuuiden poiston aiheuttamia vaurioita ovat selvittäneet Andersson ja Fries (1979), Erkkilä (1979), Roiko-Jokela (1983), Maukonen (1987), Harstela ja Rantonen (1988), Suni (1990), Mäkelä (1990 ja 1992), Youngblood (1990), Peltoniemi (1991), Westerberg ja Berg (1994), Niemistö (1995), Hyppönen (1996) sekä Hyppönen ja Niemistö (1998). Thesslund (1975) ja Frilander (1985) tutkivat koivuverhopuiden poiston aiheuttamia taimikkovaurioita.

Ylispuuiden korjuun vaikutuksia taimikoiden tilaan ja kehitykseen on tutkittu vähemmän kuin korjuu-

vaurioiden merkitystä harvennusmetsäköissä. Erityisen vähän tutkimuksia on Lapista, jossa ylispuuiden korjuuolosuhteet poikkeavat muun Suomen olosuhteista mm. siten, että taimikot ovat epätasaisempia ja aukkoisempia kuin muualla maassa (Varmola 1989). Korjuuvauriotutkimuksissa taimikot on yleensä inventoitu vasta korjuun jälkeen, mikä on vaikeuttanut vaurioiden määrittämistä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on

- 1 selvittää mänty-ylispuuiden korjuun vaikutuksia Lapin luontaisesti syntyneiden mäntytaimikoiden vaurioitumiseen, tiheyteen, tilajärjestykseen, pituuteen ja kasvatuskelpoisuuteen,
- 2 eritellä ylispuuston korjuussa taimille syntyvien vaurioiden aiheuttajia ja laatua,
- 3 analysoida vaurioiden määrään vaikuttavia tekijöitä sekä
- 4 tutkia hakattujen leimikoiden ajouratiheyttä.

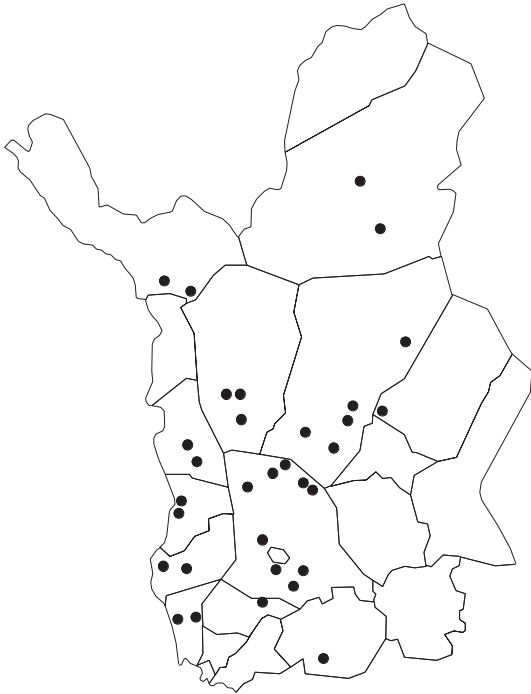
Vaikutusten arvioinnissa rajoitetaan poikkileikkausanalyysin tapaan lähinnä hakkuutyön ja metsäkuljetuksen välittömien vaikutusten tutkimiseen. Tutkimuksen ulkopuolelle jää näin ollen ylispuuiden korjuun taimikoiden kasvuun ja lahoamiseen sekä tuotokseen ja tuottoon aiheuttamien vaikutusten selvittely.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Aineiston yleispiirteet

Perusjoukkona käytettiin silloisen Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsien leimaustilastoa vuodelta 1990. Tilaston mänty-ylispuuhakkuuleimikoista poimitun otoksen 33 metsikköä mitattiin ennen korjuuta ja korjuun jälkeen kesien 1991–1993 aikana. Nämä jakautuivat suhteellisen tasaisesti Lapin pohjois-, etelä- ja länsiosiin (kuva 1). Kukin ylispuutaimikko muodosti yhden havaintoyksikön. Koealoja mitattiin yhteensä 1141 kpl, kaikki siis kahdesti. Koealoja oli keskimäärin 35 kpl taimikkoa kohti. Taimikoiden keskikoko oli 2,4 ha ja kokonaisala 80,4 ha.

Taimikoista 85 % kasvoi kuivahkolla kankaalla sekä 9 % kuivalla ja 6 % tuoreella kankaalla. Soistuneiksi luokiteltiin viidennes taimikoista (21 %).



Kuva 1. Tutkittujen ylispuutaimikoiden sijainti.

Noin puolet leimikoista korjattiin lumettomana aikana, neljäsos vähän lumen aikana (lunta enintään 50 cm) ja neljäsos paksun lumen aikana (yli 50 cm). Yli puolet leimikoista korjattiin lämpötilan ollessa yli 0 °C, noin kolmannes pakkasen ollessa 0...–10 °C ja neljä leimikkoa alle –10 °C:n pakkasella.

Leimikoista 85 % edusti maastoluokkaa yksi ja 15 % maastoluokkaa kaksi (Puutavaran metsäkuljetusmaksut ... 1990). Valtaosa (64 %) leimikoiden ylispuustoista kuului oksaisuusluokkaan yksi, kolmannes luokkaan kaksi ja vain yksi leimikko luokkaan kolme (Metsä- ja uittoalan ... 1992–1993). Ylispuustoa leimikoissa oli keskimäärin 45 m<sup>3</sup>/ha. Alle 40 m<sup>3</sup>/ha oli noin 40 %:lla leimikoita ja 40–80 m<sup>3</sup>/ha noin 50 %:lla leimikoita. Muutamassa tapauksessa ylispuuta oli 120–130 m<sup>3</sup>/ha. Männyn osuus ylispuustoista oli keskimäärin 91 %, kuusen 5 % ja koivun 4 %.

Neljä viidesosaa ylispuustoista hakattiin miestyönä ja vain viidennes hakkuukoneella. Hakkaajana oli maanomistaja 12 %:lla, pienyrittäjä tai piensaha 15 %:lla ja teollisuusyritys 73 %:lla leimikoita. Lähi-

kuljetuksessa käytettiin yleensä metsätraktoria (88 %). Muissa tapauksissa käytettiin maataloustraktoria tai pienraktoria. Esikasausta ei käytetty yhdelläkään työmaalla.

## 2.2 Menetelmä

Inventointimenetelmänä oli systemaattinen koeala-arviointi. Linjat vedettiin muutamaa poikkeusta lukuunottamatta itä-länsisuunnassa. Linja- ja koealaväli riippui taimikon koosta seuraavasti:

Taimikon pinta-ala, ha	Linja- ja koealaväli, m	Koealojen lukumäärä, kpl
0,5–2,5	20	12– 63
2,6–10,0	30	29–110
10,1–25,0	40	63–156

Taimet mitattiin 10 m<sup>2</sup>:n koealoilta. Ensimmäinen koeala mitattiin puolen koealavälin päässä taimikon reunasta. Koealan keskipiste merkittiin, jotta se voitiin mitata toiseen kertaan täsmälleen samasta paikasta.

Ensimmäisellä inventointikerralla kerättiin leimikoiden sijaintia ja kasvupaikkaa sekä ylispuiden oksaisuutta (Metsä- ja uittoalan ... 1992–1993) ja maastoluokkaa (Puutavaran metsäkuljetusmaksut ... 1990) koskevat yleistiedot. Koealoilta laskettiin ensimmäisellä kerralla yli 10 cm pitkien taimien kokonaismäärä, kehityskelpoisten taimien määrä puulajeittain sekä kehityskelpoisten taimien aritmeettinen keskipituus koealalla. Kehityskelpoisiksi taimiksi valittiin silmävaraisesti kuntonsa ja laadunsa puolesta parhaat, yli 10 cm:n pituiset taimet ja niitä sai olla enintään viisi yhdellä koealalla (5000 kpl/ha). Taimien etäisyyden piti lisäksi olla vähintään 80 cm. Kehityskelpoisten taimien piti sopeutua koealalla ja siinä osassa taimikkoa, jossa koeala sijaitsi, pituutensa ja kuntonsa puolesta ympäröivään taimikkoon soveltaen Valtakunnan metsänuudistamisen inventoinnin (1979) ohjeita. Taimien tuli myös puulajin puolesta sopia kasvupaikalle Lapin metsälautakunnan metsänhoitosuosituksen mukaisesti (Metsänhoitosuositukset 1990).

Erikoiskoealoilta (joka viides koeala) mitattiin ensimmäisellä inventointikierroksella taimitietojen lisäksi ylispuuston keskipituus, pohjapinta-ala, ti-

lavuus ja runkoluku. Lisäksi määritettiin maalaji, kivisyys ja humuksen paksuus.

*Toisella mittauskerralla* koelohjoilta laskettiin vaurioituneitten taimien kokonaismäärä aiheuttajittain ja vauriotyypeittäin sekä kehityskelpoisten taimien määrä ja keskipituus korjuuaikana puolajettain. Vaurioituneet taimet luokiteltiin ensin vaurion aiheuttajan mukaan neljään luokkaan: hakkuutyössä vaurioituneet, hakkuutähteiden alle jääneet, metsäkuljetuksessa vaurioituneet ja muista syistä vaurioituneet taimet. Hakkuun aiheuttamat vauriot jaettiin edelleen puun latvuksen, puun rungon ja hakkaajan aiheuttamiin. Metsäkuljetuksen aiheuttamat vauriot jaettiin normaalisti ajouralla tai sen välittömässä läheisyydessä vaurioituneisiin, ajouran ulkopuolella vaurioituneisiin (ajokoneen poiketessa uralta kiven tai kannon, maaston kaltevuuden, maan huonon kantavuuden, mutkan tai liittymän, taakan noutamisen tai huolimattomuuden takia), kuormausvaiheessa vaurioituneisiin ja muista syistä vaurioituneisiin (ks. Sirén 1981). Lisäksi määritettiin koelohjojen keskipisteen etäisyys lähimmän ajouran keskilinjaan ja ajouraprosentti arvioituna koelohjoalan pinta-alasta.

Vauriotyyppin mukaan taimet luokiteltiin seuraavasti: kallistunut tai kaatunut (vakava vaurio, taimi ei kehityskelpoinen), kallistunut tai taipunut (lievä vaurio, taimi kehityskelpoinen), katkennut (vakava), katkennut (lievä), kolouma (vakava), kolouma (lievä), karsiuma (lievä), juurivaurio (lievä) ja muu vaurio. Vakavasti vaurioituneet taimet eivät voineet olla kehityskelpoisia, lievästi vaurioituneet voivat. Jos taimi oli vaurioitunut usealla erilaisella tavalla, vakavin vaurio määräsi vauriotyyppin.

Toisella inventointikierröksellä mitattiin lisäksi ajourien pituus ja leveys sekä ajouran osuus koelohjoalan pinta-alasta. Ajourien leveys määritettiin mitaamalla määrävällein pyörien painumajälkien ulkoreunojen välinen etäisyys. Jos traktori oli vaurioitanut tainta pyörien painuman ulkopuolelta, leveys mitattiin vaurion kohdalta painuman ulkopuolelta. Lisäksi selvitettiin korjuumenetelmä, traktorityyppi (maatalous-/metsä-) ja hakkuuoikeuden omistaja. Korjuun aikaista lumen paksuutta ja ilman lämpötilaa koskevat tiedot saatiin jälkikäteen leimikon korjaajalta.

## 2.2 Aineiston käsittely

Taimikot jaettiin kehityskelpoisten taimien ja tyhjen koelohjojen osuuden perusteella kasvatuskelpoisuusluokkiin käyttäen luokkarajoina seuraavia kehityskelpoisten taimien määriä ja tyhjen koelohjojen osuuksia (Hyppönen 1998):

Kasvatuskelpoisuusluokka	Taimia vähintään kpl/ha	Tyhjiä koelohjoja enintään, %
Hyvä	2000	13
Tyydyttävä	1200	30
Välttävä	500	60
Huono	–	100

Aukkoisuus laskettiin tyhjen koelohjojen määrän perusteella. Koeala luokiteltiin tyhjäksi, jos sillä ei ollut yhtään kehityskelpoista tainta.

Korjuun vaikutuksia taimien vaurioitumiseen tarkasteltiin regressioanalyysillä. Selitettäville ja selittäville muuttujille tehtiin tarvittaessa logaritmi-muunnokset. Laadittujen mallien hyvyttä tutkittiin residuaalitarkastelun avulla. Korjuun vaikutuksia tarkasteltiin regressioanalyysin lisäksi joidenkin leimikko- ja korjuutekijöitä kuvaavien luokkamuuttujien suhteen vertaamalla eri luokkien välisiä eroja. Luokittelutekijöitä olivat leimikon maasto- ja oksaisuusluokka, korjuumenetelmä, korjuuajankohta, metsäkuljetuksessa käytetty traktorityyppi ja hakkuuoikeuden omistaja. Koska useimmat vertailtavat muuttujat eivät jakautuneet normaalisti, käytettiin vertailussa Kruskalin-Wallislin ei-parametristä testiä.

## 3 Tulokset

### 3.1 Taimikkotunnukset ennen korjuuta ja korjuun jälkeen

#### 3.1.1 Tiheys

*Taimien kokonaismäärä* taimikoissa oli ennen ylispuiden korjuuta keskimäärin yli 8000 kpl/ha (taulukko 1). Valtaosa taimista (57 %) oli mäntyä. Korjuun jälkeen vaurioitumattomia taimia oli keskimäärin noin 83 % alkuperäisestä tiheydestä. Taimia vaurioitui korjuussa näin ollen keskimäärin lähes 17 %.

**Taulukko 1.** Taimikoiden tiheys ja aukkoisuus ennen korjuuta ja korjuun jälkeen (n = 33).

Inventointikerta	$\bar{x}$	Tiheys ja aukkoisuus		
		s	min	max
		Kokonaistaimimäärä, kpl/ha		
Ennen korjuuta	8421	5393	2821	21212
Korjuun jälkeen <sup>1)</sup>	7026	4573	2300	18667
		Kehityskelpoisten taimien määrä, kpl/ha		
Ennen korjuuta	2087	771	1000	3778
Korjuun jälkeen	1730	620	632	3164
		Tyhjien koalojen määrä, %		
Ennen korjuuta	16,6	12,0	0,0	47,4
Korjuun jälkeen	24,3	11,2	0,0	52,6

<sup>1)</sup> Vaurioitumattomat taimet

Vaurioituneiden taimien määrä vaihteli runsaasti (4–45 %). Kolmessa viidestä taimikosta taimia vaurioitui ja/tai tuhoutui alle 1000 kpl/ha ja kolmessa neljästä taimikosta alle 2000 kpl/ha. Vaurioitumattomien taimien määrä korjuun jälkeen riippui lähes lineaarisesti korjuuta edeltävästä taimikon tiheydestä (kuva 2a). Riippuvuutta kuvaavan regressiomallin mukaan noin 83 % taimista säilyy korjuussa vaurioitumattomana.

*Kehityskelpoisia taimia* tutkituissa taimikoissa oli keskimäärin lähes 2100 kpl/ha ennen korjuuta (taulukko 1). Valtaosa näistä oli männyn taimia (86 %). Kehityskelpoisten taimien määrä hehtaarilla vaihteli runsaasti sekä ennen korjuuta että korjuun jälkeen. Korjuun jälkeen taimia oli jäljellä keskimäärin 83 %. Taimien määrä vähentyi keskimäärin 360 kpl/ha. Joissakin tapauksissa kehityskelpoisten taimien määrä ei vähentynyt lainkaan, mutta enimmillään lähes puolet (45 %) taimista tuhoutui. Vähimmillään taimia oli korjuun jälkeen juuri ja juuri minimimäärä välttävää taimikon kasvatuskelpoisuusluokkaa ajatellen ja enimmillään yli 3000 kpl/ha. Kehityskelpoisten taimien määrä korjuun jälkeen riippui korjuuta edeltävästä tiheydestä samaan tapaan kuin kokonaistiheyskin (kuva 2b). Mitä enemmän taimikossa oli kehityskelpoisia taimia ennen korjuuta, sitä enemmän niiden määrä väheni korjuussa sekä absoluuttisesti että suhteellisesti.

### 3.1.2 Aukkoisuus

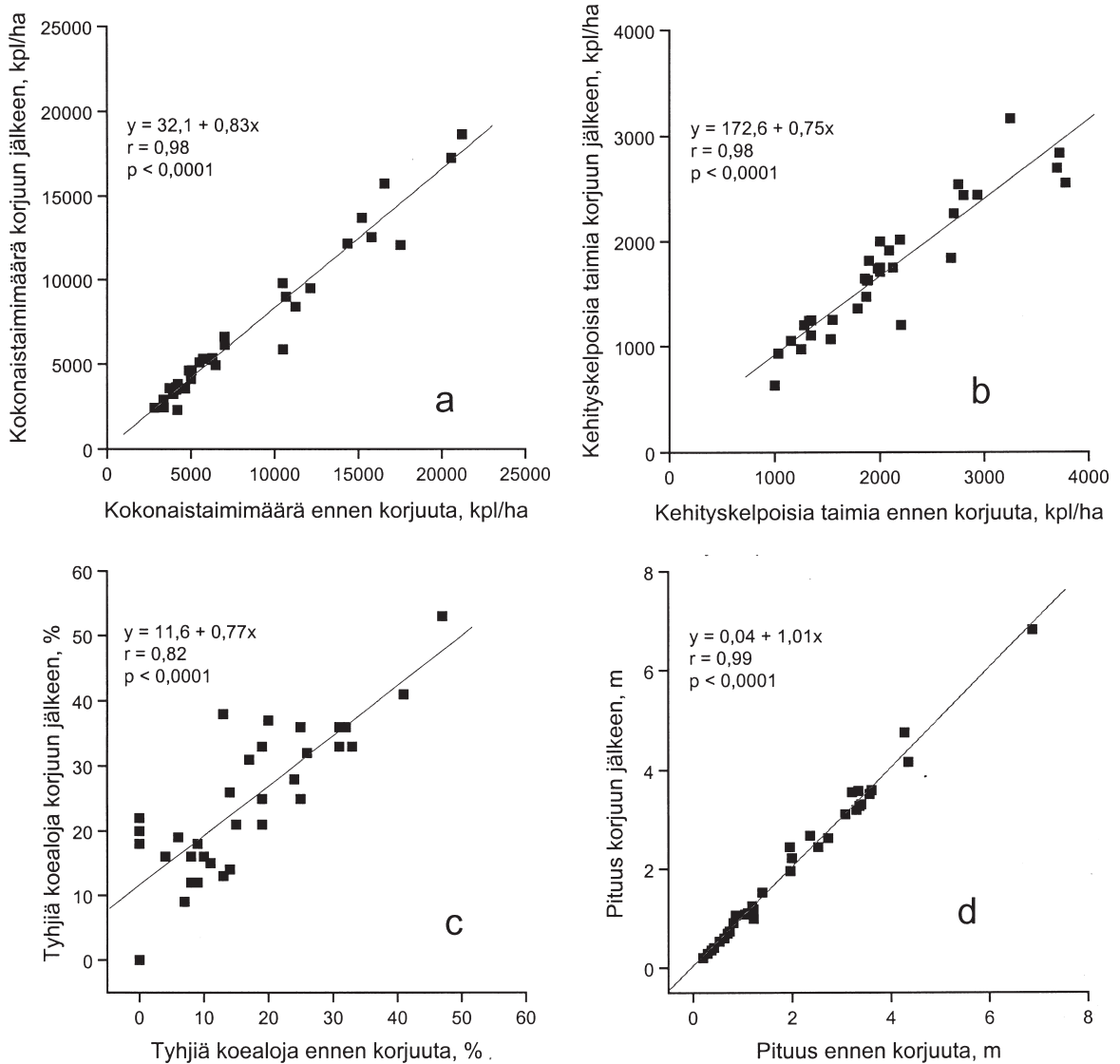
Taimikoiden aukkoisuus tyhjien koalojen määrällä mitaten oli ennen ylispuiden korjuuta keskimäärin 17 % (taulukko 1). Tyhjien koalojen vaihteluväli oli laaja, sillä vähimmillään tyhjiä koaloja ei ollut lainkaan, mutta enimmillään lähes puolet metsikön koaloista. Osa taimikoista oli siten erittäin aukkoisia jo ennen korjuuta. Korjuussa tyhjien koalojen määrä lisääntyi keskimäärin noin 8 %-yksikköä. Korjuun jälkeisen ja korjuuta edeltävän tyhjien koalojen määrän riippuvuus ei ollut yhtä selvä kuin taimimäärillä (kuva 2c). Voidaan kuitenkin sanoa, että mitä aukkoisempi taimikko oli ennen korjuuta, sitä vähemmän aukkoisuus lisääntyi korjuussa.

### 3.1.3 Keskipituus

Taimikoiden keskipituus oli ennen korjuuta keskimäärin 2,1 m. Pituus pysyi korjuussa keskimäärin ennallaan (kuva 2d). Myös taimikoiden minimi- ja maksimipituudet olivat suunnilleen yhtä suuret sekä ennen korjuuta että korjuun jälkeen. Yksittäisten taimikoiden pituudet kuitenkin muuttuivat korjuussa niin, että osassa taimikoita keskipituus pieneni, osassa suureni ja osassa pysyi ennallaan. Erityisesti pienissä, keskipituudeltaan alle metrin pituisissa taimikoissa keskipituus pysyi ennallaan. Taimikoiden pituusluokkajakaumia tarkasteltaessa taimikoita näyttää siirtyneen korjuun seurauksena pituusluokasta 1,1–2,0 m muihin pituusluokkiin (kuva 3).

### 3.1.4 Kasvatuskelpoisuus

Tyhjien koalojen ja kehityskelpoisten taimien määrän välinen riippuvuus oli samantapainen sekä ennen korjuuta että korjuun jälkeen (kuva 4). Korjuun jälkeen kehityskelpoisten taimien määrä oli kuitenkin keskimäärin pienentynyt ja tyhjien koalojen määrä lisääntynyt. Ennen korjuuta yli 80 % taimikoista oli hyviä tai tyydyttäviä (taulukko 2). Korjuun jälkeen hyviä tai tyydyttäviä taimikoita oli enää runsaat 60 %. Välttävässä kunnossa olevien taimikoiden määrä oli kaksinkertaistunut. Huonoja, uudelleen viljeltäviä ylispuuhakkuukohteita ei ollut



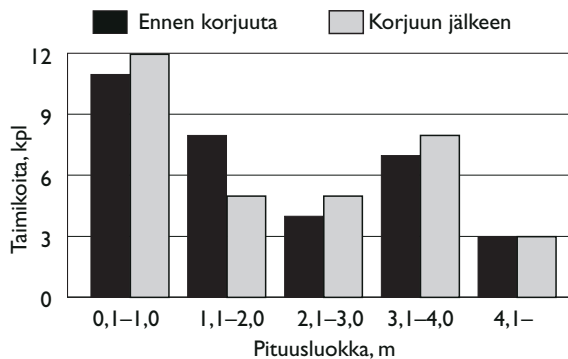
**Kuva 2.** Korjuun jälkeisen kokonaistaimimäärän (a), kehityskelpoisten taimien määrän (b), aukkoisuuden (c) ja keskipituuden (d) riippuvuus vastaavasta korjuuta edeltävästä taimikkotunnuksesta.

ennen korjuuta eikä korjuun jälkeen. Yhdeksän taimikkoa siirtyi hyvistä tyydyttäviin ja yksi suoraan välttäviin. Viisi taimikkoa siirtyi puolestaan tyydyttävistä välttäviin.

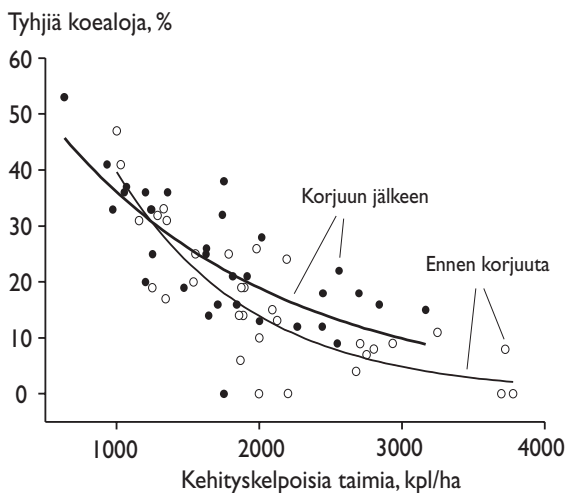
## 3.2 Korjuuvauriot ja niihin vaikuttavat tekijät

### 3.2.1 Vaurioiden syntyminen

Korjuu vaurioitti keskimäärin 1400 tainta hehtaarilla. Kolme viidesosaa taimista vaurioitui metsäkuljetuksessa, neljäsosa hakkuutyössä ja kuudesosa hakkuutähteiden takia (taulukko 3).



**Kuva 3.** Taimikoiden pituusjakaumat ennen korjuuta ja korjuun jälkeen.



**Kuva 4.** Kehityskelpoisten taimien määrän ja tyhjen koelajojen määrän välinen riippuvuus ennen korjuuta ja korjuun jälkeen.

Kaadetun puun latvus aiheutti valtaosan hakkuutyön taimivaurioista (taulukko 4). Toiseksi eniten vaurioita aiheutui metsurin raivatessa kaadettavan puun tyveä ja hakkuukoneen kuljettajan asettaessa kaatopäätä puun tyvelle. Kolmanneksi eniten vaurioita aiheutti kaadetun puun runko.

Metsäkuljetuksessa suurin osa taimista vaurioitui tai hävisi ajouralla (taulukko 5). Toiseksi eniten vaurioita aiheutti traktorin poikkeaminen ajouralta. Kuormaus aiheutti vaurioista vain hyvin pienen osan.

**Taulukko 2.** Taimikoiden jakautuminen kasvatuskelpoisuusluokkiin lukumäärän ja pinta-alan perusteella ennen korjuuta ja korjuun jälkeen (n = 33).

Kasvatuskelpoisuusluokka	Osuus taimikoiden lukumäärästä, %		Osuus taimikoiden pinta-alasta, %	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Hyvä	42,4	12,1	31,2	7,8
Tyydyttävä	39,4	51,5	50,5	50,1
Välttävä	18,2	36,4	18,3	42,0
Huono	0,0	0,0	0,0	0,0

**Taulukko 3.** Vaurioituneiden taimien lukumäärä aiheuttajittain (n = 33).

Vaurion aiheuttaja	Vaurioituneita taimia, kpl/ha			
	$\bar{x}$	s	min	max
Hakkuutyö	339	358	0	1375
Hakkuutähteet	233	232	0	1840
Metsäkuljetus	822	869	0	3250
Muu aiheuttaja	2	8	0	40
<b>Yhteensä</b>	<b>1395</b>	<b>1301</b>	<b>138</b>	<b>5440</b>

**Taulukko 4.** Vaurioituneiden taimien määrä aiheuttajittain hakkuussa (n = 33).

Aiheuttaja	Vaurioituneita taimia	
	kpl/ha	%
Puun latvus	211	62,1
Puun runko	45	13,3
Kaatotyöt	83	24,6
<b>Yhteensä</b>	<b>339</b>	<b>100,0</b>

**Taulukko 5.** Vaurioituneiden taimien määrä metsäkuljetuksessa ja vaurioitumisen syyt (n = 33).

Syy vaurioitumiseen	Taimia	
	kpl/ha	%
Taimi ajouralla	734	89,3
Poikkeaminen ajouralta, syy		
– kivi tai kanto	16	2,0
– kaltevuus	0	0,0
– huono kantavuus	1	0,1
– mutka tai liittymä	24	2,9
– taakan haku	25	3,0
Kuormaus	12	1,5
Muu syy	10	1,3
<b>Yhteensä</b>	<b>822</b>	<b>100,0</b>



**Taulukko 6.** Vaurioituneiden taimien määrä aiheuttajittain, tyypeittäin ja vaurioasteittain (n = 33).

Vauriotyyppi	Vaurioaste	Hakkuutyö	Vaurioituneita taimia, kpl/ha			Yhteensä
			Hakkuutähteet	Kuljetus	Muu	
Kallistunut, kaatunut	Vakava	112	159	277	0	548
Kallistunut, taipunut	Lievä	29	26	25	0	80
Katkennut	Vakava	179	47	488	0	714
Katkennut	Lievä	1	0	12	0	13
Kolouma	Vakava	2	0	0	0	2
Kolouma	Lievä	1	0	7	0	8
Karsiuma	Lievä	2	0	11	0	13
Juurivaurio	Lievä	0	0	0	0	0
Muu vaurio	Vakava	13	0	2	2	17
Yhteensä		339	232	822	2	1395

### 3.2.2 Vauriotyypit

Valtaosa vaurioista (92 %) oli vakavia, jolloin taimi oli katkennut, kallistunut, taipunut tai koloutunut (taulukko 6). Vakavasti vaurioituneet taimet eivät olleet kuntonsa puolesta enää kehityskelpoisia. Yleisin vaurio oli vakava katkeama ja toiseksi yleisin kallistuma tai kaatuminen. Lievästi taimi oli vaurioitunut useimmin kallistumalla tai taipumalla. Yleisimmät vauriotyypit olivat samanlaisia sekä metsäkuljetuksessa että hakkuussa. Hakkuutähteet aiheuttivat lähinnä taimien vakavaa kallistumista. Jos hakkuun ja hakkuutähteiden aiheuttamat vauriot lasketaan yhteen vauriotyypeittäin, niin selvästi yleisin vauriotyyppi hakkuussa oli vakava kallistuminen tai kaatuminen päinvastoin kuin metsäkuljetuksessa, jossa vauriot olivat vakavia taimien katkeamisia. Myös metsäkuljetuksessa taimien vaurioituminen kallistumalla ja kaatamalla oli kuitenkin yleistä.

### 3.2.3 Vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät

Vaurioituneitten taimien kokonaismäärää selittivät parhaiten taimikon korjuuta edeltävä kokonaistiheys, ylispuiden pohjapinta-ala ja koealojen keski-etäisyys lähimmän ajouran keskilinjasta. Muuttujat selittivät noin 77 % vaurioituneiden taimien kokonaismäärän vaihtelusta (taulukko 7). Vaurioituneitten taimien määrä on mallin mukaan sitä suurempi,

**Taulukko 7.** Vaurioituneiden taimien kokonaismäärää selittävä malli (malli 1).

Muuttuja	Kerroin	p-arvo	Jäännös- vaihtelu	Selitys- aste	n
Vakio	-1,129	0,398			
ln (x1)	0,863	0,000	0,177	0,765	33
ln (x2)	0,653	0,000			
x3	-0,142	0,022			

ln (y) = selitettävä muuttuja  
y = vaurioituneitten taimien kokonaismäärä, kpl/ha  
x1 = kokonaistaimimäärä ennen korjuuta, kpl/ha  
x2 = ylispuuston pohjapinta-ala, m<sup>2</sup>/ha  
x3 = koealan etäisyys lähimmän ajouran keskilinjasta, m

mitä tiheämpi taimikko on ennen korjuuta ja mitä enemmän ylispuuta korjataan. Mitä kauempana taimet ovat ajouralta, sitä vähemmän niitä vaurioituu.

Vaurioituneitten taimien määrää suhteessa korjuuta edeltävään kokonaistaimimäärään eli *vaurio prosenttia* selitti parhaiten malli, jossa selittävinä muuttujina olivat ajourapinta-ala ja ylispuuston pohjapinta-ala (taulukko 8). Vaurio prosentti riippuu mallin mukaan positiivisesti sekä ylispuuston pohjapinta-alasta että ajouramäärästä. Mitä enemmän ylispuuta poistetaan ja mitä suurempi ajourapinta-ala korjuussa syntyy, sitä enemmän syntyy myös vaurioita. Mallin selitysaste jäi selvästi alhaisemmaksi kuin vaurioituneitten taimien kokonaismäärää selittävässä mallissa.



**Taulukko 8.** Vaurioprocenttia selittävä malli (malli 2).

Muuttuja	Kerroin	p-arvo	Jäännös- vaihtelu	Selitys- aste	n
Vakio	-2,581	0,129			
ln (x2)	0,602	0,000	0,176	0,556	33
ln (x3)	0,544	0,028			

ln (y/x1\*100) = selitettävä muuttuja  
 y/x1\*100 = vaurioprocentti  
 y = vaurioituneitten taimien kokonaismäärä, kpl/ha  
 x1 = kokonaistaimimäärä ennen korjuuta, kpl/ha  
 x2 = ylispuuston pohjapinta-ala, m<sup>2</sup>/ha  
 x3 = ajourapinta-ala, m<sup>2</sup>/ha

**Taulukko 9.** Ajourien määrä eri ajouramuuttujien perusteella (n = 33).

Ajouran ominaisuus	$\bar{x}$	Ajourien määrä		
		s	min	max
Pituus, m/ha	602	187	302	1240
Leveys, m	3,2	0,4	2,7	4,7
Pinta-ala, m <sup>2</sup> /ha	1966	876	997	5123
Ura-%	19,5	8,4	8,3	35

Lumen paksuus ja ilman lämpötila korjuuajankohdaksi eivät vaikuttaneet merkitsevästi vaurioiden kokonaismäärään ja vaurioprocenttiin, ei myöskään taimikon pituus. Maastoluokkien, oksaisuusluokkien, korjuumenetelmien, lähikuljetustraktoreiden ja hakkuu-oikeuden omistajien välillä ei ollut merkitsevää eroa tarkasteltaessa korjuussa vaurioituneiden taimien kokonaismäärää ja vaurioprocenttia.

### 3.3 Ajourien määrä

Taimikoihin syntyi korjuussa ajouria keskimäärin 602 m/ha (taulukko 9). Ajourien pinta-ala oli keskimäärin noin 20 % ylispuuhakkuu-alueen pinta-ala sekä koaloilta määritettynä että laskettuna uraleveyden ja -pituuden avulla. Ajouramäärä vaihteli huomattavasti taimikoittain; suurin ajourapinta-ala oli yli viisinkertainen pienimpään verrattuna.

## 4 Tarkastelu

### 4.1 Tutkimusmenetelmän arviointia

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ylispuiden korjuun vaikutuksia taimikoiden kasvatuskelpoisuuteen sekä vaikutusten aiheuttajia ja syitä. Tutkimusmenetelmänä inventointitutkimus antaa periaatteessa ensin mainittuun kohtaan riittävän hyvän vastauksen. Se ei kuitenkaan anna hyvää kuvaa korjuuvaurioiden todellisista aiheuttajista ja syistä. Järjestetyn kokeen menetelmillä syy-seuraussuhteista voidaan saada parempi käsitys. Järjestettyyn kokeeseen ei ollut kuitenkaan mahdollisuuksia kustannus- ym. syistä. Vaurioiden syntymisen seuraaminen maastossa korjuun ollessa käynnissä olisi helpottanut vaurioiden luokittelua ja analysointia. Inventoinnin tehokkuutta paransi se, että samat koealat mitattiin sekä ennen korjuuta että korjuun jälkeen.

Tutkimuksessa käytettiin havaintoyksikkönä metsikköä, jonka tunnukset olivat metsikkökohtaisia luokkamuuttujia ja koealakeskiarvoina ilmaistuja jatkuvia muuttujia. Metsikkökeskiarvojen käyttäminen havaintoyksikön muuttujien arvoina merkitsi sitä, että metsikköiden sisäistä vaihtelua ei otettu analyysissä huomioon. Aineiston keräyksessä oli useita virhemahdollisuuksia. Vaurioiden luokittelu aiheuttajittain oli monesti ongelmallista. Erityisesti korjuukonetyömaille oli hankala päätellä, oliko vaurio lähikuljetustraktorin vai korjuukoneen aiheuttama. Lähes yhtä vaikea oli erottaa hakkuutyöstä ja hakkuutähteistä aiheutuneet vauriot. Luokittelu osoittautuikin jonkin verran keinotekoiseksi. Korjuukonetyömailiin liittyi toinenkin vaikeus eli se, miten erottaa toisistaan traktorin ja korjuukoneen aiheuttamat ajourat. Kaikki urat päädyttiin luokittelemaan ajouriksi jäljen tekijästä riippumatta. Myös ajouraleveyden määrittäminen oli ongelmallista, kuten tutkimuksissa on aiemmin todettu (Isomäki 1994). Lumen aikana korjatuissa matalissa taimikoissa ajouraa oli usein enää vaikea erottaa lumen sulettua, jolloin taimikot mitattiin. Lumikerroksen paksuuden ja korjuun aikaisen lämpötilan määrittämiseen liittyy tiedonkeruumenetelmästä johtuvaa epävarmuutta.

Korjuun vaikutuksia selittävien regressiomallien laadinnan päätarkoituksena oli saada kuva niistä tekijöistä, jotka parhaiten selittävät korjuuvaurioi-

den määrää. Mallit yritettiin pitää yksinkertaisina. Mallien yleisenä piirteenä oli se, että ne jossain määrin keskimääräistivät selitettävän muuttujan arvoja eli hiukan yliarvioivat keskiarvoa pienempiä vastemuuttujan arvoja ja aliarvioivat suuria arvoja. Tämä kävi ilmi jäännösvaihtelutarkastelussa ja verrattaessa mallin antamien ja todellisten havaintojen arvoja.

## 4.2 Tulosten tarkastelu ja päätelmiä

Mäntytaimikoissa vaurioita on yleensä ollut vähemmän kuin kuusitaimikoissa (esim. Maukonen 1987). Mäntytaimikoiden ylispuuhakkuussa vaurioprocentti on ollut yleensä 15–20 % ja kuusitaimikoissa noin 30 % (esim. Hyppönen ja Niemistö 1998). Tämän tutkimuksen tulos tukee männyn osalta aikaisempia tuloksia. Joissakin selvityksissä vaurioprocentti on ollut huomattavasti suurempi, mutta ylispuuston hehtaaritilavuuskin on ollut kaksinkertainen, jopa nelinkertainen tämän tutkimuksen keskitilavuuteen verrattuna (Wuolijoki 1983, Sievänen 1986, Westerberg ja Berg 1994). Toisaalta Mäkelän (1990) ja Peltoniemen (1991) sekataimikoiden ylispuuhakkuita koskeneissa tutkimuksissa ylispuuston tilavuudet olivat suuria, mutta vaurioprocentit silti kohtuullisia. Tämä osoittanee, että huolellisella korjuulla ja oikeilla menetelmillä päästään hyvin tuloksiin poistuman ollessa suurikin.

Taimien vaurioitumiseen vaikuttavat tutkimusten mukaan taimikon puulajin lisäksi eniten hakkuukertymä, ajourien määrä ja taimikon tiheys (Thesslund 1975, Maukonen 1987, Suni 1990). Taimikon tiheys, ylispuuston määrä ja ajouramäärä selittivät tässäkin tutkimuksessa suurimman osan vauriomäärän vaihtelusta.

Valtaosa taimista tuhoutui ajourilla tai niiden välittömässä läheisyydessä kuten on havaittu aiemminkin (Maukonen 1987, Niemistö 1995, Youngblood 1990). Ajourien suunnitteluun ja korjuun toteutukseen on näin ollen kiinnitettävä erityistä huomiota (Maukonen 1987, Harstela ja Rantonen 1988, Mäkelä 1992, Hyppönen ja Niemistö 1998). Yleisenä periaatteena voidaan pitää sitä, että ajourien määrä tulisi minimoida (Harstela ja Rantonen 1988, Youngblood 1990, Hyppönen ja Niemistö 1998).

Taimikon pituus ei vaikuttanut merkittävästi vau-

rioiden määrään. Samaan päätyivät myös Maukonen (1987) sekä Westerberg ja Berg (1994). Erkkilän (1979), Sieväsen (1986) ja Youngbloodin (1990) tutkimuksissa pituus vaikutti vaurioiden määrään siten, että taimikon pidetessä taimien kuolleisuus korjuussa lisääntyi. Wuolijoki (1983) sai puolestaan päinvastaisen tuloksen. Niemistön ym. (1993) mukaan ylispuiden tarpeeton seisottaminen lisää kuitenkin taimikon aukkoisuutta ja pituusvaihtelua sekä heikentää taimikon laatua. Tässä tutkimuksessa taimikoiden keskipituus pysyi korjuussa keskimäärin ennallaan, vaikka siirtymää pituusluokkien välillä tapahtuikin. Westerberg ja Berg (1994) ja Niemistö (1995) totesivat taimikon keskipituuden korjuun jälkeen lievästi suureneen korjuun vaurioitettua pieniä taimia enemmän kuin suuria. Erkkilän (1979) ja Sieväsen (1986) tutkimuksissa taimikoiden keskipituus päin vastoin pieneni suurten taimien vaurioituessa herkemmin kuin pienten.

Korjuuajankohta ei myöskään vaikuttanut merkittävästi vaurioiden kokonaismäärään ja vaurioprocenttiin. Useiden muiden tutkimusten mukaan oikealla korjuuajan valinnalla voidaan vaikuttaa korjuujäljen laatuun. Pienet taimikot voidaan korjata joko lumettomana aikana, jolloin taimet ovat näkyvissä ja niitä voidaan väistää tai paksun lumen aikana, jolloin lumi suojaa taimia sekä hakkuun että metsäkuljetuksen vaikutuksilta (Maukonen 1987). Lumirajan yläpuolelle yltävät taimikot on paras korjata sulan puun aikana (Maukonen 1987). Roiko-Jokelan (1983) mukaan kovalla pakkasella taimikon vaurioitumisriski on suuri, ja ylispuuhakkuita tulee silloin välttää. Huonosti kantavilla kivennäismailla ja soilla ylispuut on syytä korjata talvikauden leutoina päivinä (Erkkilä 1979, Roiko-Jokela 1983, Harstela ja Rantonen 1988).

Tässä tutkimuksessa eri korjuumenetelmien ja lähikuljetukseen käytettyjen traktoreiden välillä ei havaittu eroja korjuuvaurioiden määrässä. Myös Mäkelän (1992) mukaan sekä miestyöhön että korjuukoneisiin perustuvilla menetelmillä ylispuut voidaan korjata suhteellisen vähäisin vaurioin suurinkin hakkuupoistuman ollessa kysymyksessä. Pohjois-Amerikan vaikeissa maasto-olosuhteissa tehdyssä menetelmävertailussa vaijerijuontomenetelmällä vauriot jäivät selvästi vähäisemmiksi kuin perinteisillä traktorijuontomenetelmillä (Youngblood 1990).

Maukosen (1987) sekä Harstelan ja Rantosen (1988) mukaan taimikoiden korjuunjälkeiseen tilaan voidaan vaikuttaa metsänhoidollisin toimenpitein myös etukäteen. Mitä tiheämpi taimikko saadaan syntymään, sitä enemmän taimia jää jäljelle korjuun jälkeen. Tiheyteen taas voidaan vaikuttaa uudistusalan huolellisella raivauksella, maanmuokkauksella ja sopivalla siemenpuuston määrällä. Pienet luontaisesti uudistettavat alat voitaisiin Maukosen (1987) mukaan metsittää reunametsän avulla, jolloin ylispuuta ei tarvitse korjata lainkaan.

Ylispuiden korjuu Lapin luontaisesti uudistetuista mäntytaimikoista ei ole erityisen ongelmallista taimikoiden aukkoisuudesta huolimatta. Korjuuvaurioiden määrän suuresta vaihtelusta päätellen ajoerien suunnitteluun ja korjuun toteutukseen on kuitenkin syytä kiinnittää huomiota. Tutkimuksen päätulokset vastaavat suurelta osin aiempien korjuuvauriotutkimusten tuloksia. Ajourien suunnittelu ylispuuleimikoissa vaatii lisätutkimuksia.

## Kiitokset

Julkaisu on osa Lapin metsäkeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä tehtävää männyn luontaisen uudistamisen tutkimusta. Työn eri vaiheissa olen saanut apua lukuisilta henkilöiltä niin Lapin metsäkeskuksessa, Metsäntutkimuslaitoksella kuin Joensuun yliopistossa. Käsikirjoitusta ovat kommentoineet työn eri vaiheissa MMT Ville Hallikainen, professori Pertti Harstela, FT Timo Helle, LuK Juha Hyvönen, MMT Risto Jalkanen, vs. professori Taneli Kolström, MH Kari Mäkitalo, MMT Martti Saarilahti ja MMT Martti Varmola. Metsätalousinsinööri Sinikka Koivuranta keräsi valtaosan tutkimusaineistosta, ja metsätalousinsinööri Tarmo Aalto auttoi kuvien piirtämisessä. Kiitän lämpimästi kaikkia edellä mainittuja henkilöitä. Kiitän myös käsikirjoituksen virallisia tarkastajia sekä niitä mainitsemattomia henkilöitä, jotka ovat myötävaikuttaneet tutkimuksen valmistumiseen. Erityisen kiitollinen olen Metsämiesten säätiölle, jonka myöntämän apurahan turvin olen voinut keskittyä tutkimustyöhön.

## Kirjallisuus

- Andersson, O. & Fries, J. 1979. Orienterande försök rörande plantskador vid fröträdsavverkning. Summary: Pilot study on plant damage in a seed tree cutting. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 2: 123–129.
- Erkkilä, L. 1979. Mäntytaimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen kangasmailla Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkimtoa varten. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Helsinki. 45 s.
- Frilander, O. 1985. Pienikokoisen lehtiverhohuuston korjuun kuusentaimitolle aiheuttamat vauriot. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Helsinki. 75 s.
- Hagner, S. 1962. Naturlig föröngning under skärm. En analys av föröngningsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrländskt skogsbruk. Summary: Natural regeneration under shelterwood stands. An analysis of the method of regeneration, its potentials and limitations in forest management in middle North Sweden. Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut 52(4). 263 s.
- Harstela, P. & Rantonen, H. 1988. Ylispuuhakkuun taimikoille aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 18–22.
- Hyppönen, M. 1996. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen ja arvoon Lapissa. Lisensiaattityö MML-tutkimtoa varten. Joensuun yliopisto. 43 s.
- 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 1/1998: 65–74.
- & Niemistö, P. 1998. Ylispuuhakkuut ja taimikkovauriot. Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksala, T. (toim.). Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja 3. 123 s.
- Hänninen, T., Räsänen, P. K. & Yli-Vakkuri, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 7. 96 s.
- Isomäki, A. 1994. Ajouriveyden määrittäminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 501. 66 s.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. Acta Forestalia Fennica 66. 106 s.
- 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 67(4). 140 s.

- Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P. K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 209. 53 s.
- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 244. 30 s.
- Metsä- ja uittoalan työehtosopimus 1992–1993. Palkkausalue 1. 120 s.
- Metsänhoitosuositukset 1990. Lapin metsälautakunta. 32 s.
- Metsätalastolliset vuosikirjat 1992–1998. Finnish Statistical Yearbook of Forestry 1992–1998. Metsäntutkimuslaitos. Finnish Forest Research Institute.
- Mäkelä, M. 1990. Ylispuiden poisto Pika 75- ja FMG 707/12 S Motonalle-harvestereilla. Review: The removal of seed trees and shelterwood using Pika 75 and FMG 707/12 S harvesters. *Metsätehon katsaus* 19. 4 s.
- 1992. Ylispuiden poistohakkuiden korjuutekniikka. Review: Harvesting technique used for removal of seed and shelterwood trees. *Metsätehon katsaus* 6. 6 s.
- Niemistö, P. 1995. Turvemaan hieskoivikon tiheyden vaikutus alikasvoskuusikon tiheyteen. Julkaisussa: Poikolainen, J. & Väärä, T. (toim.). *Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 87–103.
- , Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826. 26 s.
- Peltoniemi, T. 1991. Ylispuiden poisto konetyönä, miestyönä ja niiden yhdistelmänä. Review: Removal of seed and shelterwood trees mechanically, manually and by using combination of both. *Metsätehon katsaus* 18. 4 s.
- Puutavaran metsäkuljetusmaksut Pohjois-Suomessa 1990. Metsäalan Kuljetuksenantajat ja Koneyrittäjien Liitto Ry. 57 s.
- Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. Julkaisussa: *Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1983*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 72–82.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33(1). 268 s.
- Sievänen, M. 1986. Kuusi- ja mäntyalikasvoksen kehitys ja hyväksikäyttömahdollisuudet mustikkatyypillä esimerkkitaipauksen valossa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Helsinki. 94 s.
- Sirén, M. 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. Summary: Stand damage in thinning operations. *Folia Forestalia* 474. 23 s.
- Suni, J. 1990. Korjuu-uramenetelmä ylispuiden poistossa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsätekniikan laitos. Helsinki. 97 s.
- Thesslund, O. 1975. Tutkimus kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. *Tehdaspuu Oy. Tutkimuslause* 43. 59 s.
- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advance growth and its silvicultural importance. *Acta Forestalia Fennica* 59(1). 133 s.
- Valtakunnan metsänuudistamisen inventointi 1979. Kenttätöiden ohjeet. Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto. Konekirjoite. Helsinki. 32 s.
- Varmola, M. 1989. Taimikon käsittely, perusta metsikön tulevalle kehitykselle. Summary: Treatment of sapling stand: Basis for the future development of a stand. Julkaisussa: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.). *Lapin metsäkirja. Acta Lapponica Fenniae* 15: 191–199.
- Westerberg, D. & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare. Försöksmetod för att bestämma prestation, kostnad och skador på föryngringen. Summary: Felling of standards. Trial method for determining productivity, costs and damage to advanced growth. *Skog Forsk. Redogörelse* 10. 26 s.
- Wuolijoki, K. 1983. Tutkimus suojuuspuukaistaleiden taimittamisesta ja taimikon vaurioitumisesta ylispuuhakkuussa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkimtoa varten. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Helsinki. 48 s.
- Youngblood, A. P. 1990. Effect of shelterwood removal methods on established regeneration in an Alaska white spruce stand. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 1378–1381.

### 35 viitettä