

**OPINNÄYTETYÖ**  
**MIKA MORKO**

**HARVENNUSTYÖMAIDEN KORJUJÄLKI  
STORA ENSO METSÄN POHJANMAAN  
TIIMIN ALUEELLA 2011**



**Rovaniemen  
ammattikorkeakoulu**  
University of Applied Sciences  
LUC

**METSÄTALOUDEN KOULUTUSOHJELMA**



ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU  
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA  
Metsätalouden koulutusohjelma

Opinnäytetyö

**HARVENNUSTYÖMAIDEN KORJUJÄLKI STORA  
ENSO METSÄN POHJANMAAN TIIMIN ALUEELLA  
2011**

Mika Morko

2012

Toimeksiantaja Stora Enso Metsä

Ohjaaja Oiva Hiltunen

Hyväksytty \_\_\_\_\_ 2012 \_\_\_\_\_

<b>Tekijä</b>	Mika Morko	Vuosi	2012
<b>Toimeksiantaja</b>	Stora Enso Metsä		
<b>Työn nimi</b>	Harvennustyömaiden korjuujälki Stora Enso Metsän Pohjanmaan tiimin alueella 2011		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	53 + 1		

---

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää harvennushakkuiden korjuujälki Stora Enso Metsän Pohjanmaan tiimin alueelta. Tutkimuksessa saatuja tuloksia on arvioitu ja vertailtu metsäkeskusten ja Stora Enson puunkorjuuyrittäjien tekemiin selvityksiin korjuujäljestä. Tämän arvioinnin ja vertailun tavoitteena oli kehittää tarvittaessa puunkorjuuyrittäjien suorittamaa korjuujälkimittausta. Opinnäytetyön teoriaosassa on selvitetty harvennusten korjuujäljestä asetettuja suosituksia ja määräyksiä.

Korjuujäljen laadun mittausta on tehty Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion Maastotarkastusten ohjeen 2011 mukaisesti jälki-inventointimenetelmällä. Tutkimusaineisto koostui 26 harvennustyömaan tarkastetusta metsikkökuvioista, joiden pinta-ala oli yhteensä 135,5 hehtaaria. Tarkastetuilta metsikkökuvioilta on mitattu puuston runkoluku puolajettain, pohjapinta-ala, valtapituus, keskiläpimitta, puustovauriot, ajourapainumat, ajouraleveys ja ajouraväli. Tutkimusaineiston harvennushakkuut on suoritettu vuosina 2010 ja 2011 ja korjuujälkimittaukset on tehty ajanjaksolla 11.7.–7.11.2011.

Tutkimusaineiston ajouraleveyden keskiarvo oli 4,4 metriä ja ajouravälin 21,1 metriä. Mitattujen kuvioiden ajourapainumaprosentti oli 1,5 ja puustovaurioprosentti 4,7. Tutkimusaineiston kuvioista kolme ei ollut suositusten mukaisia puuston tiheydeltään. Tutkimuksen tuloksia on myös tarkasteltu Tapion Maastotarkastusten ohjeet 2011 korjuujäljen arvostelusapluunan avulla. Arvostelusapluunan perusteella määritetään mitatun alueen kokonaisarvosana korjuujäljestä. Tapion maastotarkastusohjeiden perusteella arvioitu korjuujäljen kokonaisarvosana noudatti valtakunnallista ja alueellista tasoa. Hyvään korjuujäljen tasoon mitatuista kuvioista pääsi 73 prosenttia. Tarkastetuista kuvioista huomautettavaa korjuujäljessä oli 23 prosentissa ja virheellisyyttä neljässä prosentissa. Tutkimusaineiston kuvioissa huomautusten lukumäärä oli 19 ja virheellisyyksien yksi.

Tutkimusaineistossa puustovauriot olivat merkittävin korjuujäljen laatua heikentävä tekijä. Pohjanmaan tiimin alueen kuvioista 46 prosenttia ei päässyt suositusten mukaiselle alle neljän prosentin tasolle puustovaurioissa. Puustovauriot aiheuttivat yhden virheellisyyden ja yhdessä huomautusten kanssa 60 prosenttia korjuujäljen laadun ongelmista. Huomautusten syynä oli puuston tiheys 15 prosentissa, ajouraleveys kymmenessä prosentissa ja ajourapainumat 15 prosentissa huomautuksista.

AVAINSANAT

korjuujälki, harvennushakkuu, korjuuvauriot

<b>Author</b>	Mika Morko	Year	2012
<b>Commissioned by</b>	Stora Enso Wood Supply Finland		
<b>Subject of thesis</b>	The Quality of Harvesting in Stora Enso's Pohjanmaa team area in 2011		
<b>Number of pages</b>	53 + 1		

---

The aim of this thesis was to study the quality of the harvesting trace at Stora Enso's Pohjanmaa team area. The results of the study were compared to the results of the Forest Center of Finland and Stora Enso forest contractors. The objective of this study was also to develop Stora Enso's forest contractors' quality measurement of the harvesting trace. This thesis also includes theory about recommendations and laws of the forest management.

The quality of the harvesting trace was measured by using instructions of Forestry Development Centre Tapio from year 2011. The extension of this research was 26 forest stands, which covered 135.5 hectares. The measurements collected from forest stands were number of trees, basal area, dominant height, central diameter of trees, damages of trees, width and distance of logging roads, and depth of dints caused by forest machinery. The forest stands were harvested in 2010 and 2011. The measurements were done between July and November 2011.

The width of the logging roads was 4.4 meters in average and the distance between forest logging roads was 21.1 meters in average. The depth of dints was 1.5 per cent and the damages of trees were 4.7 per cent in average. Three of the forest stands did not have correct thinning intensity compared to Tapio's recommendations. The results of the research are analyzed also by Tapio's grading scale of harvesting trace. This grading scale shows total degree of the quality of the harvesting trace. The total degree followed local and national quality level. 73 per cent of the measured forest stands were good quality, 23 per cent got notice, and 4 per cent were defective. There were 19 notices and one defect found in the study.

The damages of trees were the most significant reason to lower the quality of the harvesting trace. At Pohjanmaa team area 46 per cent of the forest stands did not reach the recommended level of max 4 per cent in damages of trees. The damages of trees caused one defect, and together with notices 60 per cent of problems in quality of the harvesting trace. Reasons for notices were thinning intensity in 15 per cent, width of logging road in 10 per cent, and depth of dint in 15 per cent of notices.

Key words harvesting quality, thinning, damages of thinning

## SISÄLTÖ

<b>KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....</b>	<b>1</b>
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2 HARVENNUSTEN KORJUUJÄLKI .....</b>	<b>4</b>
2.1 HARVENNUKSEN TAVOITTEET .....	4
2.2 KORJUUJÄLJEN KÄSITE JA SEURANTA.....	4
2.3 KORJUUJÄLKI.....	5
2.3.1 Harvennusvoimakkuus ja puuston tiheys.....	5
2.3.2 Harvennuksen puuvalinta .....	7
2.3.3 Puustovauriot .....	8
2.3.4 Ajouratunnukset .....	8
<b>3 KORJUUJÄLJELLE ASETETUT SUOSITUKSET JA MÄÄRÄYKSET....</b>	<b>10</b>
3.1 YLEISESTI KÄYTETYJÄ KRITEREITÄ .....	10
3.2 PUUSTON TIHEYS JA PUUVALINTA .....	10
3.3 PUUSTOVAURIOT .....	11
3.4 AJOURATUNNUKSET.....	13
<b>4 KORJUUJÄLKEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT .....</b>	<b>15</b>
4.1 KORJUULOLOSUHTEET JA NÄKYVYYS .....	15
4.2 AJOURAT JA PUUSTO .....	16
4.3 KULJETTAJAN AMMATTITAITO .....	17
<b>5 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>18</b>
5.1 AINEISTO .....	18
5.2 MITTAUSMENETELMÄ .....	21
5.2.1 Koealojen sijainti ja väli .....	21
5.2.2 Mitattavat korjuujälkitunnukset.....	23
5.2.3 Kokonaisarvosana korjuujäljestä .....	26
5.3 VERTAILUAINEISTO.....	27
5.3.1 Metsäkeskusten vertailuaineisto .....	27
5.3.2 Stora Enso Metsän vertailuaineisto .....	27
<b>6 TULOKSET .....</b>	<b>30</b>
6.1 PUUSTON TIHEYS.....	30
6.2 PUUSTOVAURIOT .....	31
6.3 AJOURAPAINUMAT .....	33
6.4 AJOURALEVEYS.....	35
6.5 AJOURAVÄLI.....	37
6.6 KOKONAISARVOSANA.....	38

<b>7 TULOSTEN TARKASTELU .....</b>	<b>42</b>
7.1 LUOTETTAVUUS .....	42
7.2 LUOTETTAVUUSLASKENNAT .....	43
7.3 TULOSTEN TARKASTELUA JA VERTAILUA.....	45
<b>8 JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>47</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>51</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>53</b>

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVIO 1. Harvennusmalli .....	7
KUVIO 2. Stora Enson Pohjanmaan tiimi .....	19
KUVIO 3. Tutkimusaineiston jakautuminen kasvupaikan suhteen .....	19
KUVIO 4. Tutkimusaineiston jakautuminen kehitysluokan suhteen.....	20
KUVIO 5. Tutkimusaineiston jakautuminen maaperän suhteen .....	20
KUVIO 6. Tutkimusaineiston jakautuminen pääpuulajin suhteen.....	21
KUVIO 7. Kuvion keskilinja.....	22
KUVIO 8. Korjuujälkitunnusten mittaaminen kuviolla .....	25
KUVIO 9. Ajourapainumien mittaaminen .....	26
KUVIO 10. Koealojen sijainti Stora Enson hakkuutyömaalla .....	29
KUVIO 11. Puuston tiheys tuoreella kankaalla .....	31
KUVIO 12. Puuston tiheys kuivahkolla kankaalla .....	32
KUVIO 13. Puustovauriot .....	33
KUVIO 14. Puustovauriot kesä- ja talvikohteilla .....	33
KUVIO 15. Puustovauriot työpisteillä .....	34
KUVIO 16. Ajourapainumat .....	35
KUVIO 17. Ajourapainumat kesä- ja talvikohteilla .....	35
KUVIO 18. Ajourapainumat työpisteillä .....	36
KUVIO 19. Ajouraleveys .....	37
KUVIO 20. Ajouraleveys työpisteillä .....	37
KUVIO 21. Ajouraväli .....	38
KUVIO 22. Ajouraväli työpisteillä .....	39
KUVIO 23. Kokonaisarvosana .....	40
KUVIO 24. Kokonaisarvosanat vuosilta 2006-2007 .....	41
KUVIO 25. Huomautusten ja virheellisyyksien syyt .....	42
TAULUKKO 1. Linjavälitaulukko .....	22
TAULUKKO 2. Korjuujäljen arvostelusapluuna .....	26
TAULUKKO 3. Ajouraleveyden luotettavuuslaskelmat .....	45
TAULUKKO 4. Ajouravälin luotettavuuslaskelmat .....	45
TAULUKKO 5. Puustovaurioiden luotettavuuslaskelmat .....	46
TAULUKKO 6. Ajourapainumien luotettavuuslaskelmat .....	46

## 1 JOHDANTO

Harvennushakkuissa syntyvät korjuuvauriot aiheuttavat puustossa kasvu- ja laatutappioita, jotka tuottavat taloudellisia menetyksiä metsänomistajille. Tästä syystä harvennushakkuiden korjuujäljen laatutasoa on pyrittävä jatkuvasti parantamaan. Korjuujäljen laatutasoa määritetään metsälainsäädännöllä, metsäsertifioinnilla ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimien Hyvän metsänhoidon suositusten perusteella. Metsälain valvontaan liittyvää korjuujäljen laadun tarkastusta suorittavat metsäkeskukset. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 4–6, 27–30.)

Korjuujäljen tarkistusten ja laadunseurannan tavoitteena on ohjata puunkorjuuta hyvää korjuujälkeä tukeviin toimintatapoihin. Stora Enso Metsä on suorittanut säännöllistä korjuujäljen laadunseurantaoperaatioiden hankintaesimiesten toimesta vuoteen 2010 saakka Pohjanmaan tiimin alueella. Vuoden 2010 alusta korjuujäljen laadunseurannan ovat tehneet puunkorjuuyrittäjät. Puunkorjuuyrittäjät suorittivat työnaikaisen korjuujäljen laadun mittauksen vielä tutkimusaineiston keruun aikana vähintään kerran kuussa. Työnaikainen korjuujäljen mittaus on kuitenkin suoritettu lokakuusta 2011 alkaen yrittäjän toimesta kerran vuosineljänneksen aikana ja se tehdään kasvatushakuu työmaalta. Korjuujäljen mittaustulokset tallennetaan Stora Enso Metsän tietojärjestelmään. (Laadunmittausohjeet 2008, 1.)

Puunkorjuuyrittäjien tekemä työnaikainen korjuujäljen laadunseuranta mahdollistaa välittömän palautteen antamisen kuljettajalle ja mahdolliset laatu-poikkeamat havaitaan ajoissa. Työnaikainen korjuujäljen laadun mittaus ja arviointi toteutetaan yleensä kevyempänä versiona kuin metsäkeskusten suorittama korjuujäljen laadunseuranta, mutta sen on kuitenkin annettava riittävän luotettavaa tietoa kohteesta. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 27.)

Työnaikaisen korjuujäljen laadun mittauksissa ja arvioinnissa luotettava tieto kohteesta on tärkeää, jotta tulosten perusteella voidaan tehdä oikeat johtopäätökset puunkorjuun laadun kehittämiseksi. Korjuujäljen laadun mittausten vastuun siirtyminen puunkorjuuyrittäjille myös lisäsi osaltaan tarvetta tutkia



harvennustyömaiden laatutasoa. Näistä syistä johtuen opinnäytetyön tutkimuksen yhdeksi tavoitteeksi tuli selvittää Stora Enso Metsän harvennustyömaiden korjuujälki Pohjanmaan tiimin alueelta. Työn tavoitteeksi asetettiin myös kehittää puunkorjuuyrittäjien työnaikaista korjuujäljen laadun mittausta saatujen tulosten perusteella. Opinnäytetyön tilaajana on Stora Enso Oyj Metsä.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys on rajattu koskemaan harvennushakkuiden korjuujäljen laadulle asetettuja suosituksia ja määräyksiä. Hyvää korjuujälkeä määrittävät suositukset ja määräykset on tärkeää tunnistaa ja tiedostaa, koska ne ohjaavat puunkorjuun toimintatapoja oikeaan suuntaan ja antavat selkeät tavoitteet jatkuvalla kehitystyölle puunkorjuun laadun parantamiseksi.

Opinnäytetyön teoriaosassa on käsitelty myös korjuuvaurioiden määrittämiseen liittyviä käsitteitä, kriteereitä ja niiden inventointimenetelmää. Näiden asioiden käsittely teoriaosassa oli tärkeää tutkimuksen toistettavuuden ja luotettavuuden varmistamiseksi. Lisäksi teoriaosassa on käsitelty korjuujäljen laatuun vaikuttavia tekijöitä yleisluonteisesti. Opinnäytetyön tuloksissa on kerrottu tutkimusaineiston harvennustyömaiden korjuujäljen laadun taso ja vertailtu tuloksia metsäkeskusten suorittamiin korjuujäljen laadunseurannan tuloksiin. Harvennushakkuiden korjuujäljen laadusta on tehty aikaisemmin useita opinnäytetöitä.

## 2 HARVENNUSTEN KORJUJÄLKI

### 2.1 Harvennuksen tavoitteet

Metsänkasvatuksen yhtenä tavoitteena on tuottaa metsänomistajalle mahdollisimman paljon arvokasta puuta, joka lisää metsänomistajan taloudellista tuotosta metsikön kiertoaikana. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi metsässä suoritetaan harvennushakkuita. Harvennetuissa metsiköissä käyttöpuun tuotos ja taloudellinen tuotto on suurempi kuin harventamattomissa. (Rantala 2005, 108.)

Harvennushakkuissa poistetaan metsikön huonolaatuisia, vaurioituneita ja kehityksessä jälkeen jääneitä puuta. Tämä toimenpide parantaa metsikön laatua ja lisää kasvatettavien puiden elinvoimaisuutta. Harvennetussa metsikössä kasvatettavat puut järeytyvät nopeammin ja tuottavat enemmän arvokkaampaa myyntikelpoista puuta kuin harventamattomissa metsiköissä, vaikka harventamattomassa metsikössä puunkokonaistuotos on suurempi. Harvennushakkuissa syntyy kuitenkin usein korjuuvaurioita kasvatettaviin puihin ja maaperään. Korjuuvaurioiden välttäminen harvennushakkuussa on tärkeää, koska ne aiheuttavat metsikössä kasvu- ja laatutappioita. Harvennushakkuilta tuli 41 prosenttia koko Suomen markkinahakkuiden puumäärästä vuonna 2010. Markkinahakkuiden puumäärä oli 52 miljoonaa kuutiometriä vuonna 2010. (Hynynen–Valkonen–Rantala 2005, 74,152–153; Mäki–Simola–Uotila 2011,196.)

### 2.2 Korjuujäljen käsite ja seuranta

Korjuujälki käsitteenä kuvaa metsikön puuston ja maaperän tilaa hakkuiden jälkeen. Harvennushakkuissa korjuujäljen arviointikriteereinä käytetään yleisesti harvennusvoimakkuutta, puuvalintaa, puustovaurioiden määrää, ajouraleveyttä, ajouraväliä ja ajourapainumien määrää. Luonnonhoitoa harvennuk-silla voidaan arvioida luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta. Pysty- ja maalahopuita pyritään säästämään sekä luonnon monimuotoisuudelle merkityksellisiä lehtipuita. Hakkuiden yhteydessä jätetyillä säästöpuuryhmillä pyritään edistämään ja säilyttämään luonnon arvokasta ja monipuolista lajistoa.

Harvennushakkuiden yhteydessä säästetään myös metsojen hakopuut ja petolintujen pesäpuut. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 19, 38; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 4,14; Saaristo–Kuusinen–Nieminen 2009, 24.)

Korjuujäljen tarkistusten ja laadunseurannan tavoitteena on ohjata puunkorjuuta hyvää korjuujälkeä tukeviin toimintatapoihin. Metsälain valvontaan liittyvän korjuujäljen laadunseurantaa suorittavat metsäkeskukset. Metsäkeskukset mittaavat harvennusten korjuujälkeä jälki-inventointimenetelmällä, jossa korjuujälkitunnukset mitataan vasta puunkorjuun jälkeen. Monet puunhankintaorganisaatiot suorittavat myös säännöllistä korjuujäljen laadunseurantaa osana omaa laatujärjestelmäänsä. Tämä korjuujäljen laadun mittaus suoritetaan usein hakkuutyön aikana ja se on tarkoitettu ensisijaisesti puunhankintaorganisaation sisäisen laadunvarmistuksen välineeksi. Nykyisin on myös yleistynyt puunkorjuuyrittäjien suorittama hakkuiden korjuujäljen omavalvonta. Tämän omavalvonnan tavoitteena on ensisijaisesti kehittää puunkorjuuyrityksen työtapaa ja parantaa sitä kautta hakkuiden korjuujälkeä. (Hynynen ym. 2005, 153; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 27–31; Poikela 2003, 34.)

## 2.3 Korjuujälki

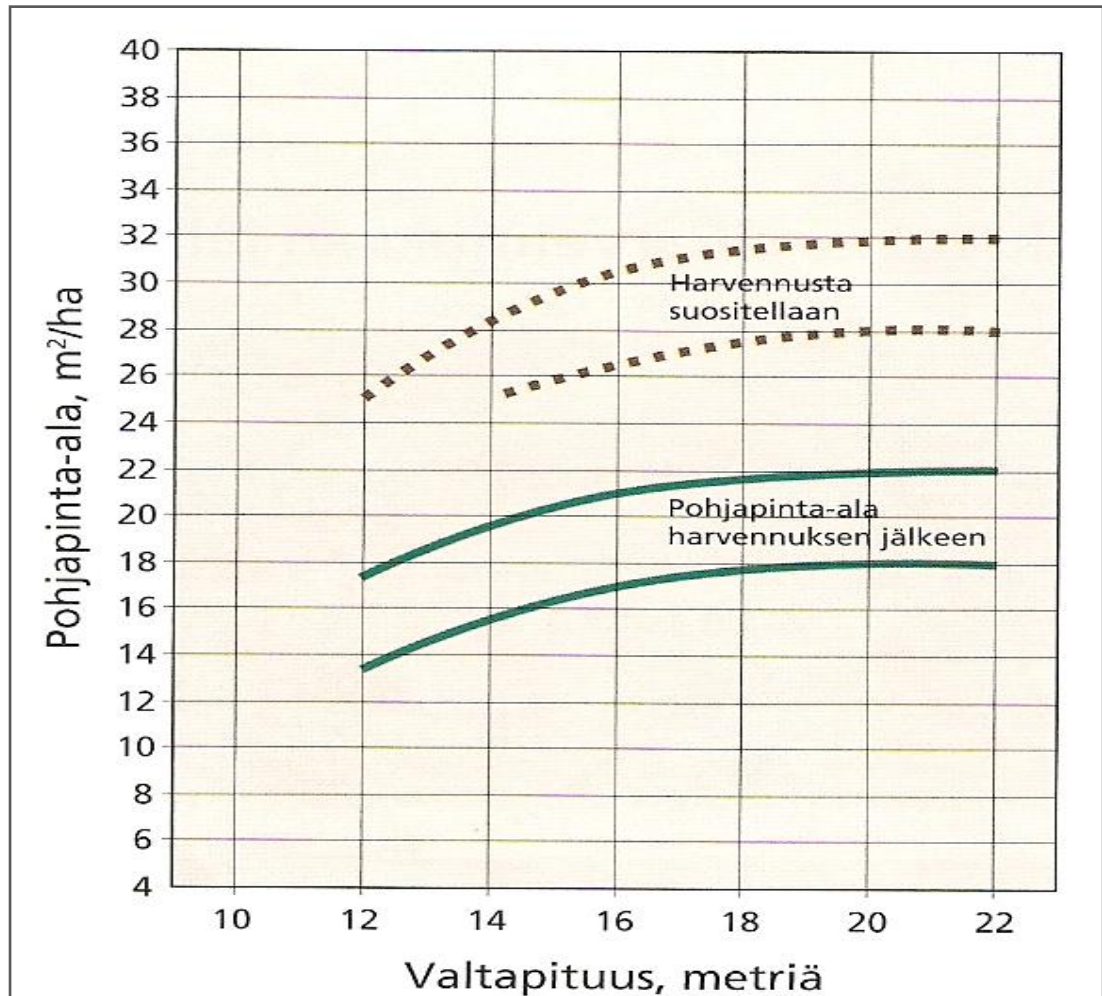
### 2.3.1 Harvennusvoimakkuus ja puuston tiheys

Harvennusvoimakkuutta voidaan kuvata kasvatettavan puuston tiheyden avulla harvennuksen jälkeen. Puuston tiheyttä arvioidaan yleensä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimien harvennusmallien avulla, jotka perustuvat pitkäaikaisiin harvennustutkimuksiin. Harvennusmallit perustuvat metsikön pääpuulajiin, kasvupaikkaan ja maantieteelliseen sijaintiin. Maantieteellinen sijainti on jaettu kolmeen lämpösumma-alueeseen, jotka ovat Etelä-Suomi, Väli-Suomi ja Pohjois-Suomi. Harvennusmallit osoittavat puuston kehitysvaiheen ja tiheyden perusteella metsikön harvennustarpeen ja suositusten mukaisen kasvatettavan puuston määrän. Harvennusmalleja noudattamalla saavutetaan yleensä paras taloudellinen lopputulos. Harvennusmalleja käytetään myös Hyvän metsänhoidon suosituksissa. (Hyvän metsänhoidon

suositukset 2007, 38; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 10–12; Rantala 2008, 187–189.)

Puuston tiheyden arvioinnissa voidaan käyttää harvennusmallien pohjapinta-alaa tai runkolukutaulukkoa. Puuston pohjapinta-alalla tarkoitetaan puiden runkojen poikkileikkauksien pinta-alojen summaa metsikön pinta-alayksikköä kohti ja se mitataan relaskoopilla. Harvennusmallien puuston runkoluvulla tarkoitetaan kasvatuskelpoisten puiden lukumäärää hehtaarilla. Puuston runkoluku voidaan määrittää ympyräkoelalta, jonka säde on 3,99 metriä. Tältä koelalta laskettu yksi puu vastaa tiheyttä 200 runkoa hehtaarilla. Harvennusmallien työpistekohtainen runkoluku määritetään puoliympyrältä, jonka säde on 11 metriä. Tässä mittauksessa voidaan hyödyntää hakkuukoneen puomia, jonka pituus on yleensä 10–11 metriä. Pohjapinta-alaan perustuvaa mittausta suositellaan käytettäväksi varttuneissa metsissä ja runkolukuun perustuvaa mittausta vastaavasti nuorissa metsissä. Metsikön puuston runkoluku voidaan myös laskea muunnostaulukosta pohjapinta-alan ja keskiläpimitan avulla. Puuston keskiläpimitan voi selvittää laskemalla ympyräkoelalan toiseksi pienimmän ja toiseksi suurimman puun läpimitan keskiarvon. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 38; Rantala 2008, 187–189.)

Harvennusmallissa on kuvattu vaaka-akselilla metsikön valtapituus ja pysty-akselilla puuston pohjapinta-ala. Harvennusraja on piirretty malleihin katkoviivalla ja se kuvaa metsikön harvennustarvetta. Metsikölle voidaan suositella harvennusta, jos puuston määrä ylittää alimman katkoviivan. Harvennushakkuussa puuston määrä vähennetään harvennuksen jälkeistä puustoa kuvaavalle vyöhykkeelle. Ajourien välistä mitattaessa on lisättävä puuston pohjapinta-alaan 1–2 neliometriä ja runkolukuun 100–300 runkoa hehtaarille. Valtapituudella tarkoitetaan sadan paksuimman puun keskipituutta hehtaarilla. Relaskoopikoelalta valtapituus saadaan mittaamalla pohjapinta-alaan luetuista puista paksuimman puun pituus. Harvennusmallin rakennetta on havainnollistettu kuviossa 1. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 38; Rantala 2008, 187–189.)



Kuvio1. Harvennustamalli (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007)

### 2.3.2 Harvennuksen puuvalinta

Harvennuksen puuvalinnalla voidaan vaikuttaa merkittävästi metsikön taloudelliseen tuotokseen. Puuvalinnalla pyritään ohjaamaan metsikön kasvuresurssit hyvälaatuisiin puihin, joissa on suuri arvokasvun mahdollisuus. Puuvalinnan onnistumisen arviointiin ei ole mittausmenetelmää eikä puuvalintaa voi arvioida luotettavasti harvennuksen jälkeen tehtävissä tarkistuksissa. Työnaikaisen korjuujäljen tarkastuksessa tämä on kuitenkin mahdollista vertaamalla leimikon puiden lähtötason laatua käsittelemättömän ja harvennetun osan välillä. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 14.)

Puuvalinnan onnistumista harvennushakkuussa arvioidaan kuitenkin seuraavien kriteerien perusteella. Harvennushakkuu tulisi toteuttaa pääsääntöisesti alaharvennuksena, suosimalla hyvälaatuisia kasvavia puita ja poistamalla vioittuneita, sairaita ja huonolaatuisia puita. Ensiharvennuksessa voidaan

kuitenkin poistaa yläharvennusperiaatteen mukaisesti huonolaatuisia valta-puita. Lisäksi puiden valintatilanteessa suositetaan pienioksaista ja suorita puita, joista voi kasvattaa taloudellisesti arvokkaampaa sahatavarapuuta. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 14.)

### 2.3.3 Puustovauriot

Puustovauriolla tarkoitetaan puunkorjuun seurauksena syntynyttä vauriota kasvatettavassa puussa. Puustovaurioiden vaikutus puun kasvuun ja laatuun on negatiivinen. Puustovaurio altistaa puun lahottajasienille, voi aiheuttaa kylestymisen myötä koron sekä hidastaa puun ravinteiden ja veden ottoa. Puustovauriot jaetaan yleensä runko- ja juuristovaurioihin. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 16; Uusitalo 2003, 91.)

Vaurion syvyyden perusteella puustovauriot voidaan jakaa myös pinta- ja syvävaurioihin. Pintavauriossa puun kuoriossa on rikkoontunut ja syvävauriossa myös puuainees on rikkoontunut. Vaurion syvyydellä on merkitystä puun lahoutumisriskiin, koska puuaineessa on kosteudeltaan sopivia kerroksia lahottajasienille. Puuaineen rikkonut syvävaurio kerää myös helpommin lahottajasienten itiöitä kuin sileä pintavaurio. Useiden tutkimusten mukaan yli metrin päässä sijaitsevat juurivauriot ovat puun rungon lahoutumisen kannalta merkityksettömiä ja läpimitaltaan alle kahden senttimetrin paksuisten juurien vauriot aiheuttavat vain värivikaa. Korjuussa vaurioituneeksi puu määritetään syntyneen vaurion pinta-alan ja sijainnin perusteella. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 16.)

### 2.3.4 Ajouratunnukset

Ajouralla tarkoitetaan puutavaran kuljetusta varten metsään hakattua kulkuti-  
laa. Hakkuun aikana ajouraa käyttävät sekä hakkuukone että metsätraktori. Hakkuu-uralla tarkoitetaan pelkästään hakkuukoneen käyttämää reittiä met-  
sässä. Hakkuu-ura sijaitsee yleensä varsinaisten ajourien välissä. Ajouran ja hakkuu-uran erottaminen toisistaan on tärkeää mitattaessa korjuujäljen ajouratunnuksia, koska hakkuu-uralta ajouratunnuksia ei mitata. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 24.)

Harvennushakkuun ajouraverkosto pienentää metsikön puiden kasvatuspinta-alaa. Ajouraverkoston liian suuri tiheys ja leveys voi vaikuttaa alentavasti metsikön puuntuotoskykyyn varsinkin ensiharvennuksissa. Myöhemmissä harvennuksissa suositusten mukainen puuston tiheys hehtaarilla laskee niin pieneksi, että puiden välinen keskietäisyys toisistaan ylittää jo ajouran leveyden. Tästä syystä myöhempien harvennusten ajouraverkostolla ei ole niin suurta vaikutusta metsikön puuntuotokseen. (Hynynen ym. 2005, 154–155; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 18, 24.)

Korjuujäljen mittauksissa ajourilta määritetään ajouraleveys, ajouraväli ja ajourapainumat. Ajouraleveys tarkoittaa ajouralla olevien lähimpien puiden kohtisuoraa etäisyyttä uran keskelle ja ajouravälillä tarkoitetaan kahden rinnakkaisen ajouran etäisyyttä toisistaan. Ajourapainumilla tarkoitetaan yleisesti metsäkoneiden rikkomaa maan pintakerrosta. Rikkoutunut maan pintakerros vaikeuttaa tai vahingoittaa ajouran reunapuuston juuriston toimintaa. Runsaat ajourapainumat voivat aiheuttaa myös ravinteiden ja raskasmetallien huuhtoutumista vesistöön. (Hynynen 2005, 154–155; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 18, 24.)

### 3. KORJUJÄLJELLE ASETETUT SUOSITUKSET JA MÄÄRÄYKSET

#### 3.1 Yleisesti käytettyjä kriteereitä

Korjuujäljen laatutasoa määritetään yleisesti metsälainsäädännön, metsäsertifioinnin ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimien Hyvän metsänhoidon suositusten perusteella. Harvennusvoimakkuuden ja puuston tiheyden laatutasoa voidaan arvioida Hyvän metsänhoidon suositusten harvennusmallien avulla. Turvemailloja on kuitenkin käytössä eri harvennusmallit puuston tiheydelle. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 38; Hyvän metsänhoidon suositukset turvemaille 2007, 42–46; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 10.)

Hyvän metsänhoidon suositusten mukaan harvennushakkuussa ajouravälin tulisi keskimäärin olla vähintään 20 metriä ja ajouraleveyden alle 4,5 metriä. Metsäsertifiointi ja Hyvän metsänhoidon suositukset edellyttävät suositusten mukaiseen korjuujäljen laatutason, että harvennushakkuissa vaurioituneiden puiden ja puunkorjuukoneiden aiheuttamien ajourapainumien keskimääräinen osuus on enintään neljä prosenttia koko määrästä. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 38; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 17–18.)

#### 3.2 Harvennusvoimakkuus ja puuvalinta

Hyvänä korjuujälkenä harvennusvoimakkuudessa voidaan pitää puuston tiheyttä, joka on Hyvän metsänhoidon suositusten harvennusmallien mukainen. Harvennushakkuu voidaan kuitenkin tulkita metsälain säännösten ja määräysten vastaiseksi, jos kasvatuskelpoisten puiden määrä jää alle metsälaissa määritetyn minimitiheyden. Tämä minimitiheys määritetään kasvupaikka- ja puulajikohtaisesti liitteessä yksi esitetyn lakirajataulukon mukaisesti. Kasvatuskelpoisen puuston määrä voi olla harvennushakkuun jälkeen ojitusalueella kymmenen prosenttia lakirajaa alempi. (Kiviniemi 2004, 244; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 10–12; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 13.)

Metsälain soveltamispäätöksen mukaan kasvatettavien puiden tulee olla ensisijaisesti hyväkasvuisia ja -laatuisia ylimpien latvuserrosten puita. Kasva-



tuskelpoisiksi puiksi ei lasketa korjuussa vaurioituneita ja sairaita puita. Kasvatuskelpoisen puuston määrityksessä ajourat, ojat ja ojalinjat lasketaan metsikön pinta-alaan. Metsälain mukaan kasvatuskelpoisen puuston tulisi olla myös pääosin kasvupaikalle sopivaa puulajia ja sen tulisi olla jakautunut riittävän tasaisesti alueelle. Metsälaista ja sen perusteluista ei ilmene, tarkoitetaanko kasvupaikalle sopivalla puustolla biologisesti hyvin menestyvää puustoa vai pitääkö puuston olla myös taloudellisesti kasvatuskelpoista. Edellä mainitut metsälain perustelut voivat rajoittaa poistettavien puiden valintaa harvennushakkuussa. (Asetus 1234/2010, 4-5§; Kiviniemi 2004, 244–251; Metsälaki 12.12.1996/1093, 5§; Suomen PEFC- standardi FI 1002:2009 2009, 13.)

Metsälain soveltamispäätöksen mukaan puuston vähimmäismäärää voidaan erityisen perustellusta syystä kuitenkin alittaa. Tällaisia syitä ovat esimerkiksi alueen maaperän kallioisuus ja joissain tapauksissa kaksijaksoisen tai muuten tasaikäisestä poikkeavan metsikön kasvattaminen. Tämä erityisen perusteltu syy tulee kuitenkin esittää jo metsänkäyttöilmoituksessa ennen harvennushakkuun aloittamista. Lisäksi on huomioitavaa, että PEFC-sertifiointi edellyttää säästöpuiden säilyttämistä myös harvennushakkuualoille. Metsälain mukaan harvennushakkuu täytyy tehdä puuston kasvattamista edellyttävällä tavalla. Tämä lausuma voidaan tulkita siten, että säästöpuita voidaan jättää kasvatushakkuualueelle, jos alueelle jää vielä riittävästi kasvatuskelpoista puustoa. (Asetus 1234/2010, 4§; Kiviniemi 2004, 244–251; Suomen PEFC- standardi FI 1002:2009 2009, 13, 22–23.)

### 3.3 Puustovauriot

Metsälain soveltamispäätös määrittelee korjuussa vaurioituneeksi puun, jonka puuaineksi on rikkoontunut tai puun kuori on rikki nilakerrokseen saakka yhdestä tai useammasta kohdasta yhteensä yli 12 neliösenttimetriä. Juurivaurioissa huomioidaan vain vauriot, jotka ovat enintään yhden metrin päässä rungon keskipisteestä ja sijaitsevat yli kaksi senttimetriä paksuissa juurissa. PEFC-sertifioinnin kriteeri kolme määrittää korjuussa vaurioituneeksi puun Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion maastotarkastusohjeiden mu-

kaisesti. Tämä puustovaurioin määrittely eroaa vähän metsälain soveltamisohjeen määrittelyksestä. Maastotarkastusohjeen mukaan puu katsotaan korjuun seurauksena vaurioituneeksi, jos sen puuaines on rikkoontunut, kuoren rikkoneita viiltoja on yli 50 senttimetriä tai latva on poikki. Puu luokitellaan myös vaurioituneeksi, jos sen kuori on rikki nilakerrokseen saakka yhdestä tai useammasta kohdasta yhteensä yli 12 neliösenttimetrin laajuudelta ja puuaineen pintaa on samalla paljastunut yli yksi neliösenttimetri. Juurivaurioiden etäisyyden osalta maastotarkastusohjeen puustovaurion määrittely on yhtenevä metsälain määrittelyn kanssa. Tapion Hyvän metsänhoidon suositukset eivät määrittele korjuussa vaurioituneen puun vauriokriteereitä. (Asetus 1234/2010, 6§; Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 38; Kiviniemi 2004, 273; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 16; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 15.)

Metsälainsäädäntö ei määrittele puustovaurioille enimmäismäärää vaan toteaa, että hakkuussa koituu yleensä aina vähäisiä määriä vaurioita kasvamaan jätettyyn puustoon. Nämä vahingot eivät saa kuitenkaan olla kohtuuttomia ja kasvatuskelpoisia puita täytyy olla vähintään edellä mainittu minimimäärä. Metsälainsäädännön mukaan hakkuu on kuitenkin toteutettava niin, että vältetään korjuuvaurioita. Puustovaurioiden aiheuttaminen voidaan katsoa metsälain vastaiseksi, jos niiden välttämiseksi ei ole ryhdytty asianmukaisiin toimenpiteisiin. Tällä tarkoitetaan korjuun hyvää suunnittelua ja huolellista toteutusta. Korjuu on suoritettava oikeaan aikaan, sopivalla kalustolla ja oikealla hakkuumenetelmällä. (Kiviniemi 2004, 272–273; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 17.)

Hyvän metsänhoidon suositukset ja PEFC-sertifiointi määrittävät kuitenkin puustovauriolle enimmäismäärän. Suositusten mukaisena korjuujälkenä puustovaurioiden määrässä voidaan pitää sitä, että vaurioituneiden puiden keskimääräinen osuus ei ylitä neljää prosenttia koko puuston määrästä. PEFC-sertifioinnissa keskimääräinen puustovaurioprosentti lasketaan viiden vuoden liukuvana keskiarvona, joka painotetaan alueella tehtyjen harvennusten kokonaisalalla. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimat maastotarkastusohjeet pitävät myös korjuujäljen kokonaisarvostelun kriteereissä hyvänä puustovaurioprosenttina alle neljän prosentin tasoa. (Korjuujälki har-

vennushakkuussa 2003, 17; Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 38; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 18.)

### 3.4 Ajouratunnukset

Metsälainsäädäntö ja PEFC-sertifiointi eivät määrittele varsinaisesti ajouraleveydelle ja -välille enimmäismittoja, mutta liian tiheä ajouraverkosto voi pienentää kasvatettavan puuston määrän alle metsälaissa määritellyn minimimäärän. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimien Hyvän metsänhoidon suositusten mukainen ajouraleveys on 4,0–4,5 metriä ja ajouraväli vähintään 20 metriä. Tapion maastotarkastusohjeen korjuujäljen kokonaisarvostelussa hyvänä ajouraleveytenä pidetään alle 4,6 metriä ja hyvänä ajouravälinä yli 19 metriä harvennushakkuissa. Turvemailloilla hyväksi ajouraleveydeksi maastotarkastusohje määrittää alle 5,1 metriä. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 38; Kiviniemi 2004, 244; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 18; Suomen PEFC-standardi FI 1002:2009 2009, 15.)

Metsälainsäädäntö ei määrittele ajourapainumalle tarkkaa kokoa eikä enimmäismäärää vaan toteaa, että hakkuussa on vältettävä puuston kasvuolosuhteita heikentäviä maastovaurioita. Maastovaurioista aiheutuneet vahingot eivät saa kuitenkaan olla kohtuuttomia. Metsälainsäädännön mukaan hakkuu on kuitenkin toteutettava niin, että vältetään maastovaurioita. Maastovaurioiden aiheuttaminen voidaan katsoa metsälain vastaiseksi, jos niiden välttämiseksi ei ole ryhdytty asianmukaisiin toimenpiteisiin. PEFC-sertifioinnin kriteeri kolme määrittää ajourapainuman Tapion maastotarkastusohjeiden mukaisesti. Tapion maastotarkastusohjeen mukaan ajourapainuma on yli kymmenen senttimetriä syvä painuma mitatusta tasosta ja sen pituus täytyy olla vähintään 50 senttimetriä. Tapion laatimat Hyvän metsänhoidon suositukset eivät määrittele sitä, mikä on maastovaurion painuman syvyys tai pituus. (Kiviniemi 2004, 272–273; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 18; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 16–17; Suomen PEFC-standardi FI 1002:2009 2009, 15.)

Hyvän metsänhoidon suositukset määrittävät kuitenkin suositusten mukaisen enimmäismäärän ajourapainumille koko ajouraverkostossa. Suositusten mu-

kainen ajourapainumaprosentti ei saa ylittää neljää prosenttia ajouraverkoston pituudesta. PEFC-sertifiointin kriteeri kolme määrittää ajourapainumien pituuden enimmäismäärän samalla tavalla, mutta vain kivennäismailla ja urapainumaprosentti lasketaan vuosittain viiden edellisen vuoden korjuujäljen tarkastustulosten liukuvana keskiarvona. Sertifiointi ei määrittele turvemaiden ajourapainumille rajaa. Turvemaaksi luetaan kasvupaikka, jossa turvekerroksen paksuus on yli 30 senttimetriä. Tapion laatimat maastotarkastusohjeet pitävät korjuujäljen kokonaisarvostelun kriteerissä hyvänä tasona neljää prosenttia ajourapainumissa kivennäismailla ja rämemailla kymmentä prosenttia ajouraverkoston kokonaispituudesta. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007, 38; Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 18; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 18.)

## 4. KORJUJÄLJEN LAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

### 4.1 Korjuuolosuhteet ja näkyvyys

Korjuuolosuhteilla on suuri vaikutus korjuujäljen laatuun harvennushakkuissa. Puustovaurioiden ja ajourapainumien syntyyn vaikuttaa erityisesti korjuuajankohta. Maaperän jäätyminen ja lumipeite suojaavat maastoa ajourapainumilta ja juuristovaurioilta. Korjuun suunnitteluvaiheessa täytyy tietää jo leimikon korjuuajankohta ja puiden varastopaikka sekä suunnitella ajouraverkosto valmiiksi tarvittaessa. Leimikon korjuuajankohdan määrittämisessä käytetään yleensä kolmiportaista luokittelua, jossa leimikot jaetaan talvi-, kesä- ja kelirikkohteisiin. Kelirikkoleimikot ovat aina korjattavissa. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 7–8; Sirén 1998, 37.)

Ajouraverkosto kannattaa suunnitella siten, että maastokuormitus kohdistuu leimikon kantavimpiin kohtiin, ojien turhia ylityksiä vältetään ja ajourat olisivat mahdollisimman suorina. Metsäkuljetuksessa kannattaa ojien ylityksissä hyödyntää jo valmiiksi hakattuja puita tai talvella lunta. Maastonkantavuutta voidaan myös parantaa hakkuussa syntyvällä latvusmassalla asettamalla se ajourille. Lisäksi metsäkoneiden kantavuutta voidaan parantaa käyttämällä teloja tai tela-alustaisia koneita korjuussa. Metsäkuljetuksessa kantavuutta voidaan parantaa myös pienentämällä kuormakokoa ja käyttämällä oikean kokoista korjuukalustoa olosuhteisiin nähden. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 7–8; Sirén 1998, 37–38; Uusitalo 2003, 92.)

Syksyn ja talven pimeänä aikana korjuukoneiden valaistuksella on suuri vaikutus kuljettajan tehokkaaseen ja hyvään työskentelyyn. Korjuukoneiden työvalojen täytyy olla kunnossa ja teholtaan riittävät. Näkyvyyttä pimeässä voidaan parantaa myös huolehtimalla lasien puhtaudesta ja asentamalla työvaloja metsäkoneen nosturipuomiin. Yksi näkyvyyttä heikentävä tekijä on myös alikasvos. Alikasvoson poistaminen helpottaa ja nopeuttaa koneen hakkuupään käsittelyä ja lisää puutavaralajien puhtautta metsäkuljetuksessa, kun alikasvos ei tartu puiden kuormauksen yhteydessä varastopinoihin. Alikasvoson ennakkoraivauksella onkin suuri merkitys harvennushakkuiden kor-

juujäljen onnistumiseen. Pimeänä vuodenaikana korjuutyötä leimikolla kannattaa yrittää myös rytmittää siten, että vaativimmat työvaiheet tehdään parhaissa valaistusolosuhteissa. Tämä tarkoittaa sitä, että leimikolla siirrytään mahdollisuuksien mukaan pimeänä aikana hakkaamaan uudistushakkuukuvioita, ojalinjoja tai avaamaan valmiiksi ajouria harvennukselle. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 7–8; Sirén 1998, 37–38.)

#### 4.2 Ajourat ja puusto

Ajourien leveys ja väli vaikuttavat puustovaurioiden määrään harvennushakkuussa. Kapea ja mutkainen ajoura lisää puustovaurioriskiä metsäkuljetuksessa. Puustovaurioriski kasvaa usein merkittävästi, jos ajouraväli on yli 20 metriä. Tämä johtuu siitä, että hakkuukoneiden ulottuvuus on yleensä noin kymmenen metriä. Tätä leveämpi ajouraväli voi edellyttää erillisen ns. hakkuu-uran tekemistä leimikolla, mikä lisää vaurioriskiä. Mitä kauempaa ajouralta kuljettaja poistaa puita koneella harvennuksella tai nostelee valmistettuja puita, sitä vaikeampaa on hallita tarkasti koneen nosturin tai harvennuspään liikkeitä. (Sirén 1998, 39.)

Harvennushakkuussa puustovaurioiden määrään vaikuttaa myös hakkuun jälkeisen puuston tiheys, poistettavan puuston määrä, puulaji ja puun järeys. Puuston tiheys lisää vaurioriskiä, koska metsäkoneiden työtila pienenee ja vaurioitumiselle alttiiden puiden määrä on suurempi. Suuri poistettavien puiden määrä lisää myös koneiden liikkeitä, joka vaikuttaa lisäävästi vaurioriskiin. Poistettavien puiden suuri koko vaikeuttaa puun kaadon suunnan onnistumista ja vaatii enemmän tilaa prosessointiin kuin pienten puiden käsittely. Sellaiset puulajit ja puut, jotka vaativat oksistonsa takia enemmän käsittelyä voivat lisätä vaurioita kasvatettaviin puihin. Puun pituus vaikuttaa myös vaurioiden määrään, koska kaadettaessa pitkät puut ovat enemmän alttiita vaurioitumiselle. Leimikosta hakattavien puutavaralajien lukumäärällä on myös vaikutusta puustovaurioiden määrään, koska eri puutavaralajit täytyy asettaa valmistuksessa erilleen metsäkuljetusta varten. Tämä vaatii yleensä puiden kuljetusta ilmassa pystyasennossa koneen hakkuupäässä ja tarkkaa oikeaa kaatosuuntaa. Tässä epäonnistuminen lisää vaurioita. Puutavaralajien suuri

määrä lisää myös merkittävästi metsäkoneiden nosturin liikkeiden kokonaismäärää. Puulaji ja vuodenaika vaikuttavat myös vaurioriskiin. Puut ovat varsinkin keväällä nila-aikana alttiita puustovauriolle. (Hynynen ym. 2005, 153; Sirén 1998, 39.)

#### 4.3 Kuljettajan ammattitaito

Kuljettajan ammattitaidolla on suuri merkitys harvennusten korjuujälkeen. Kuljettajan korkea tuottavuustaso ilmentää tutkimusten mukaan usein myös hyvää korjuujälkeä. Tämä voi johtua siitä, että kuljettajan työkokemus, koulutus ja motivaatio ovat keskeisiä vaikuttajia korjuujälkeen. Kuljettajan työvireyttä on hyvä pitää yllä pienillä tauoilla, koska koneiden kuljettaminen vaatii jatkuvaa keskittymistä ja tarkkaavaisuutta. Hyvän korjuujäljen varmistamiseksi ylipitkiä työvuoroja tulisi välttää ainakin vaikeissa olosuhteissa, koska se lisää kuljettajan huolimattomuutta. Kuljettajan työmotivaatioon vaikuttaa myös työssä onnistuminen. Vaikeissa olosuhteissa se on usein haastavaa ja tästä johtuen työnjohdon tulisi huolehtia leimikon alikasvoksen ennakkoraivauksesta, työohjeiden riittävydestä, korjuun oikeasta ajankohdasta ja korjuukaluston hyvästä kunnosta. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 7–8, 27; Sirén 1998, 40,41.)

Korjuujälkeen vaikuttaa myös kuljettajan tietoisuus hyvän korjuujäljen laatu-  
tasosta ja siitä kuinka hyvin hän on näihin tavoitteisiin nähden onnistunut. Näihin asioihin voidaan vaikuttaa työnaikaisella laadunseurannalla. Työnai-  
kainen laadunseuranta mahdollistaa välittömän palautteen antamisen kuljet-  
tajalle ja antaa kuljettajalle mahdollisuuden arvioida ja kehittää ammattitaito-  
aan. Tärkeää on myös seurata harvennusten korjuujäljen kehittymistä pitkällä  
ajanjaksolla asetettuihin tavoitteisiin. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003,  
7–8, 27; Sirén 1998, 41.)

## 5. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

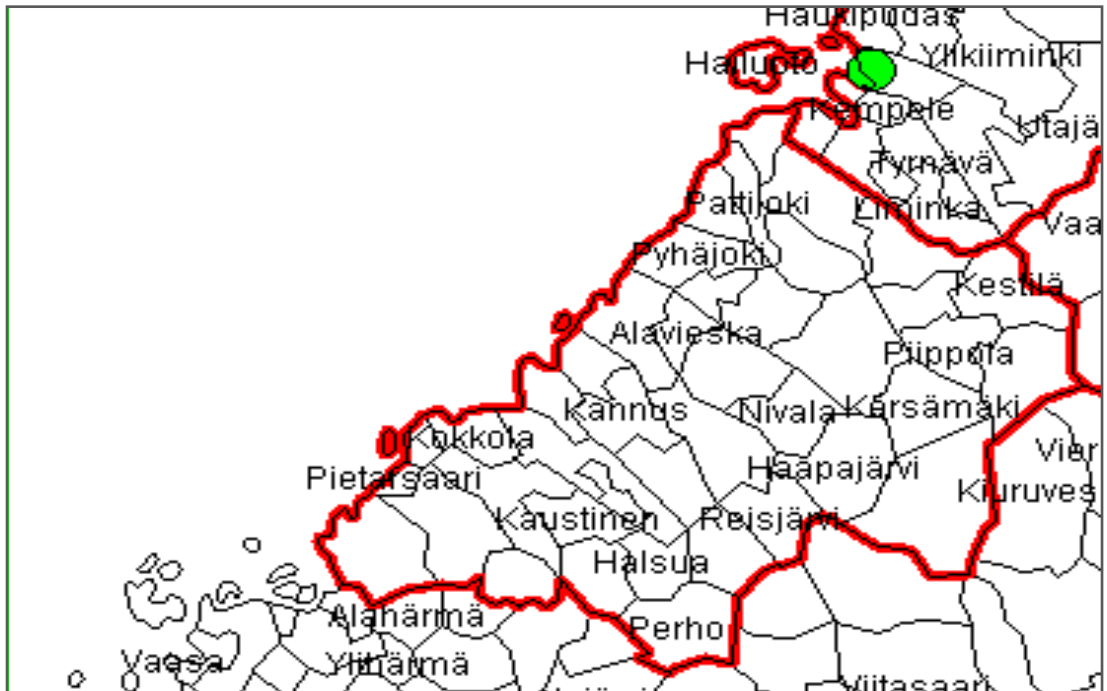
### 5.1 Aineiston valinta

Tutkimusaineiston perusjoukkona oli Stora Enso Metsän harvennushakkuutyömaat Pohjanmaan tiimin alueelta ajanjaksolta 1.2.2010–29.8.2011. Tästä joukosta valittiin tutkimuksen kohteeksi sellaiset harvennustyömaat, joista puunkorjuuyrittäjät olivat tehneet työnaikaisen korjuujäljen mittauksen. Tämän joukon koko oli 62 harvennustyömaata, jotka tulivat 13 eri työpisteeltä eli korjuuketjulta. Tästä joukosta arvottiin jokaiselta työpisteeltä yksi kesähakkuutyömaa ja yksi talvihakkuutyömaa tutkimuksen otosjoukkoon.

Tutkimusaineistossa kesähakkuutyömaaksi luokiteltiin touko-, kesä-, heinä-, elo-, syys- ja lokakuussa suoritettut hakkuut ja talvihakkuutyömaaksi luokiteltiin tammi-, helmi- ja maaliskuussa suoritettut hakkuut. Tutkimuksen otoksen kohteista 92 prosenttia täyttää nämä kesä- ja talvikohteiden kriteerit. Jos puunkorjuuyrittäjällä ei ollut edellä mainittujen kriteerien täyttämää kesä- ja talvikohdetta ositetussa joukossa, niin tutkimuksen kohde arvottiin otokseen järjestyksessä seuraavilta kuukausilta. Tällaisia hakkuutyömaita oli kaksi huhtikuussa hakattua kohdetta ja yksi marraskuussa hakattu kohde.

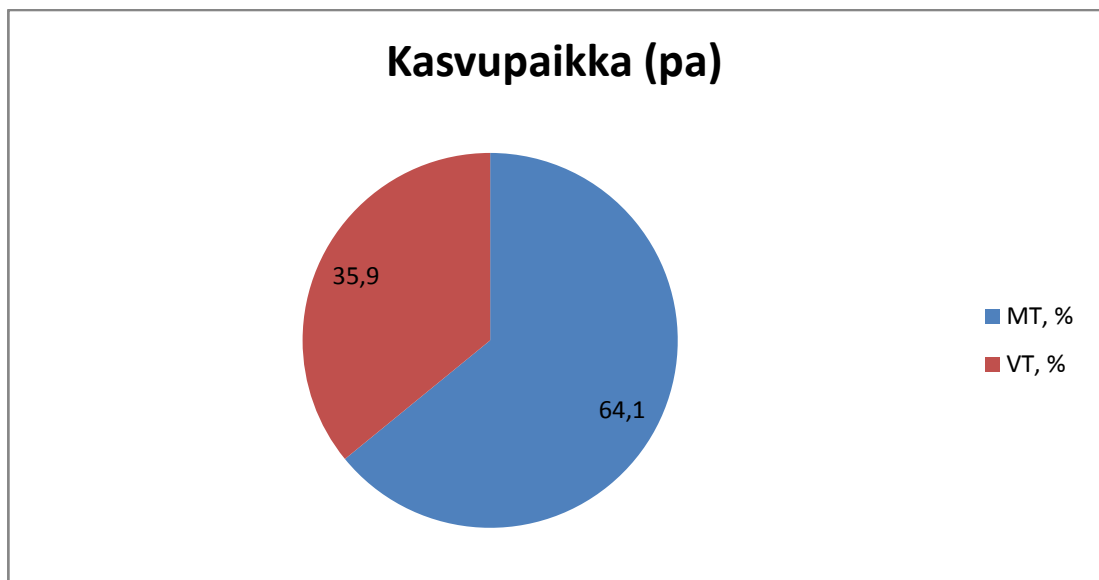
Yhteensä mitattavia kohteita otokseen tuli 26 ja tarkastettu pinta-ala oli 135,5 hehtaaria. Pohjanmaan tiimin alueella toimii kaksi laajavastuista yrittäjää eli ns. tähtiyrittäjää. Tähtiyrittäjä A:lla oli 16 kohdetta ja tähtiyrittäjä B:llä kymmenen kohdetta tutkimusaineistossa. Tutkimusaineiston kohteista 24 sijaitsi Pohjois-Pohjanmaan Metsäkeskuksen alueella ja kaksi Etelä-Pohjanmaan Metsäkeskuksen alueella. Tutkimusaineiston harvennustyömaista 12 kohdetta oli hakattu vuonna 2010 ja 14 kohdetta vuonna 2011. Kuviossa 2 on esitetty Pohjanmaan tiimi kartalla.





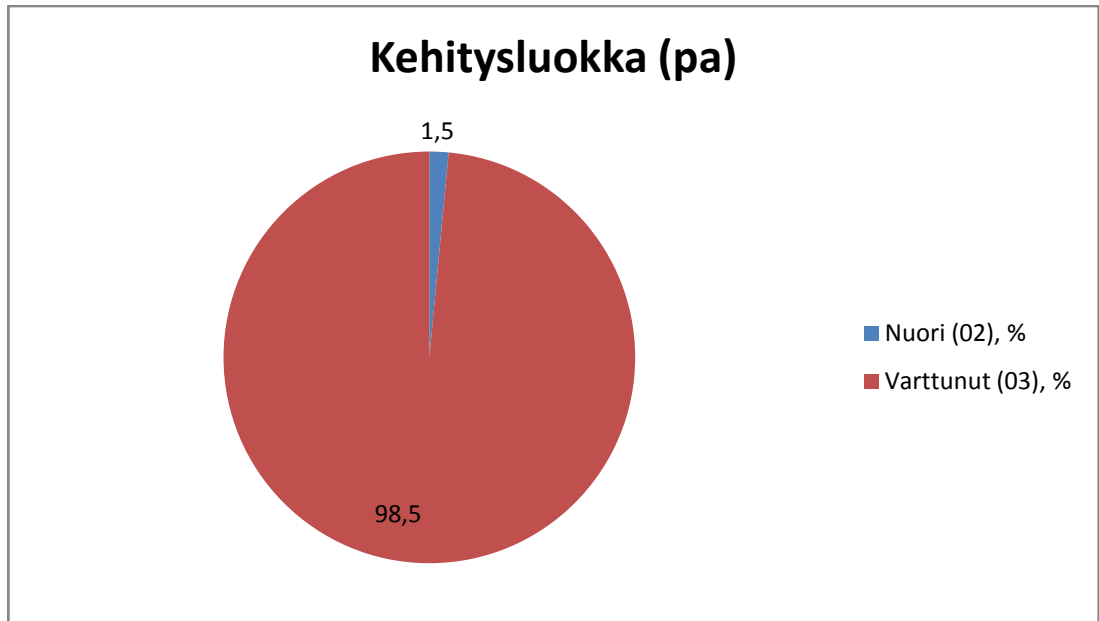
Kuvio 2. Stora Enso Metsän Pohjanmaan tiimi (Kuva: Kari Marjakangas)

Kasvupaikaltaan tuoreita kankaita aineistossa oli 17 kohdetta ja kuivahkoja kankaita oli yhdeksän kohdetta. Tutkimusaineiston pinta-alan jakaantumisista kasvupaikan mukaan on esitetty kuviossa 3.



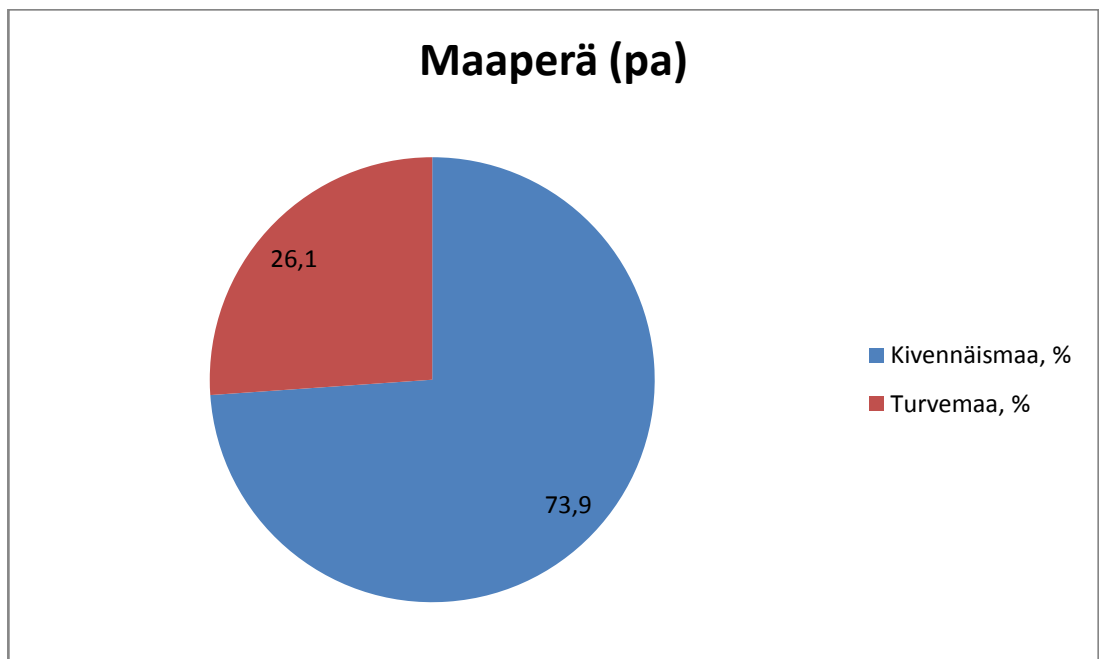
Kuvio 3. Tutkimusaineiston jakautuminen kasvupaikan suhteen

Aineiston kohteista varttuneiksi kasvatusmetsiksi luokiteltiin 24 ja nuoriksi kasvatusmetsiksi kaksi kohdetta. Kuviossa 4 on havainnollistettu tutkimusaineiston pinta-alan jakaantumisista metsikön kehitysluokan perusteella.



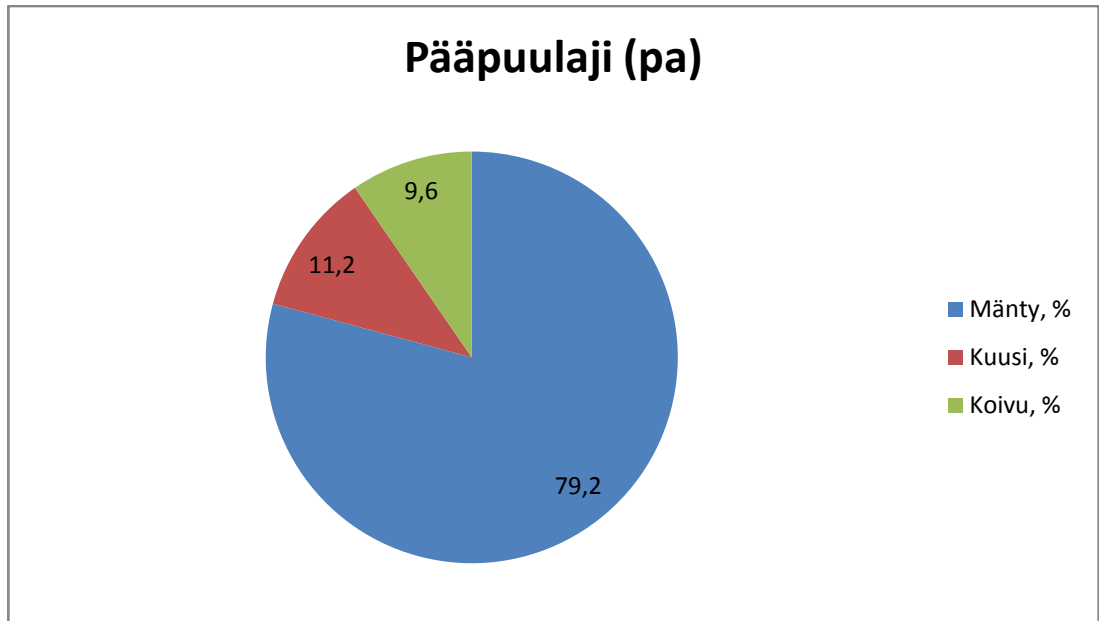
Kuvio 4. Tutkimusaineiston jakautuminen kehitysluokan suhteen

Turvemaaksi aineistosta luokiteltiin neljä ja kivennäismaaksi 22 kohdetta. Tutkimusaineiston pinta-ala turvemaidella ja kivennäismailla on esitetty kuviossa 5.



Kuvio 5. Tutkimusaineiston jakautuminen maaperän suhteen

Tutkimusaineiston pinta-alan jakaantumista puuston pääpuulajin perusteella on havainnollistettu kuviossa 6.



Kuvio 6. Tutkimusaineiston jakautuminen pääpuulajin suhteen

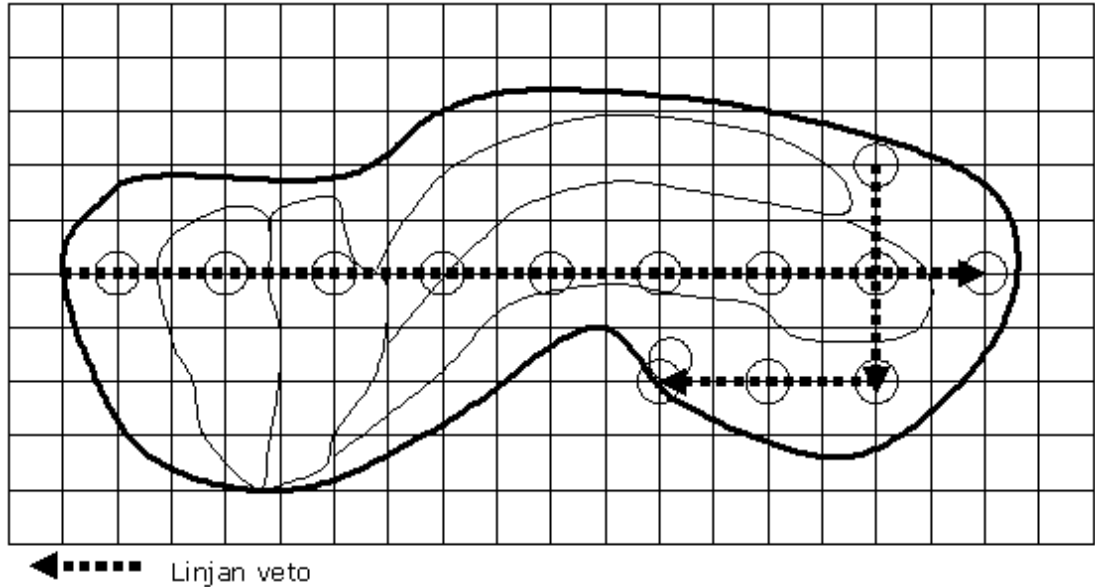
## 5.2 Mittausmenetelmä

### 5.2.1 Koealojen sijainti ja väli

Korjuujäljen mittaus tehtiin Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimien maastotarkastusohjeiden mukaisesti jälki-inventointimenetelmällä, jonka maa- ja metsätalousministeriö on hyväksynyt metsälain tarkoittaman korjuujäljen laadunseurannan mittaustavaksi. Tämä mittausmenetelmän valinta lisää tutkimuksen tulosten luotettavuutta vertailtaessa niitä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimaan ”Korjuujäljen valtakunnalliset tarkastustulokset 2010” -raportin tuloksiin. Tämän raportin aineiston ovat mitanneet alueelliset metsäkeskukset. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 31; Vanhatalo 2011, 2.)

Tutkimuksessa käytetyssä jälki-inventointimenetelmässä korjuujäljen mittaukset tehdään vasta puunkorjuun jälkeen ja mittaus perustuu metsikön kuvioitaiseen tietojen inventointiin. Aineiston jokaiselta harvennustyömaalta on mitattu yksi metsikkökuvio. Korjuujäljen tietojen inventointi aloitetaan mitattavan kuvion keskilinjan määrittämisellä. Keskilinja määritetään kuvion pisimmän lävistäjän suuntaisesti. Tälle keskilinjalle sijoitetaan mitattavat koealat, joita tulee kuviolle noin kymmenen kappaletta. Koealajon lukumäärään vaikuttaa

kuvion pinta-ala ja määritetyn keskilinjän pituus. Mitattavien koealojen sijoitumista metsikkökuviolla on havainnollistettu kuviossa 7. (Maastotarkastusten ohjeet 2011, 8,9.)



Kuvio 7. Kuvion keskilinja (Maastotarkastusten ohjeet 2011)

Koealavälin pituus määritetään linjavälitaulukon avulla. Koealavälin pituus on esitetty taulukossa 1. (Maastotarkastusten ohjeet 2011, 9.)

Taulukko 1. Linjavälitaulukko (Maastotarkastusten ohjeet 2011)

Pienin p-a, ha	0	0,69	1,21	1,89	2,71	3,69	4,81	6,09	7,51
		-	-	-	-	-	-	-	-
Suurin p-a, ha	0,68	1,20	1,88	2,70	3,68	4,80	6,08	7,50	> 7,51
Linja ja koealaväli, m	12	15	20	25	30	35	40	45	50

Tutkimuksessa keskilinjän suunta on määritetty ensin kartasta kuviorajojen perusteella ja maastossa linja on suunnattu kompassin avulla. Ensimmäinen mitattava koeala on sijoitettu ohjeiden mukaan puolen koealavälin päähän lähtöpisteestä ja koealavälit on mitattu askelmittana. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 31; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 13–14.)

Tutkimuksen jälki-inventointimenetelmässä metsäojat ja ojalinjat kuuluvat mitattavaan kuvioon eikä koealojen paikkaa ole siirretty tai jätetty mittaamatta niiden takia. Ojitetuilla turvemaidella keskilinja on suunnattu sarkaojia vastaan

eikä niiden suuntaisesti. Koealaa ei ole mitattu, jos se on sijainnut vähintään aarin suuruisella luontaisella aukolla tai kitu- tai joutomaalla. Tasaikäisissä metsissä koeala on jätetty mittaamatta, jos puuston kokorakenne on poikennut huomattavasti kasvupaikan tai puuston käsittelytavan erojen takia. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 31; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 13–14.)

### 5.2.2 Mitattavat korjuujälkitunnukset

Koealoilta mitatut korjuujälkitunnukset olivat puuston runkoluku puulajettain, pohjapinta-ala, valtapituus, keskiläpimitta, puustovauriot, ajourapainumat, ajouraväli ja ajouraleveys. Mitatut korjuujälkitunnukset on merkitty tutkimuksessa paperiselle lomakkeelle maastossa ja siirretty myöhemmin Excel-ohjelmaan. Tässä korjuujäljen tutkimuksessa ei ole mitattu poistumaa koealoilta. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 31; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 13–14.)

Puuston runkoluku on laskettu ympyräkoealalta, jonka säde oli 5,64 metriä. Runkolukupuiksi varttuneessa kasvatusmetsässä on laskettu yli seitsemän senttimetriä rinnankorkeusläpimitaltaan ( $d_{1,3}$ ) elävät puut ja nuorissa kasvatusmetsissä runkolukuun on laskettu myös yli viisi senttimetriä rinnankorkeusläpimitaltaan ( $d_{1,3}$ ) elävät puut. Puuston valtapituus on mitattu ympyräkoealan paksuimmasta puusta Suunnon hypsometrillä. Keskiläpimitta on laskettu ympyräkoealan toiseksi paksuimman ja toiseksi ohuimman puun rinnankorkeusläpimitan ( $d_{1,3}$ ) keskiarvona. Pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta on saatu muunnostaulukosta. Pohjapinta-ala on mitattu relaskoopilla ympyräkoealojen keskipisteestä. Kuvion puuston pohjapinta-ala on koealojen pohjapinta-alojen keskiarvo. (Maastotarkastusten ohjeet 2010, 12–13; Rantala 2008, 290.)

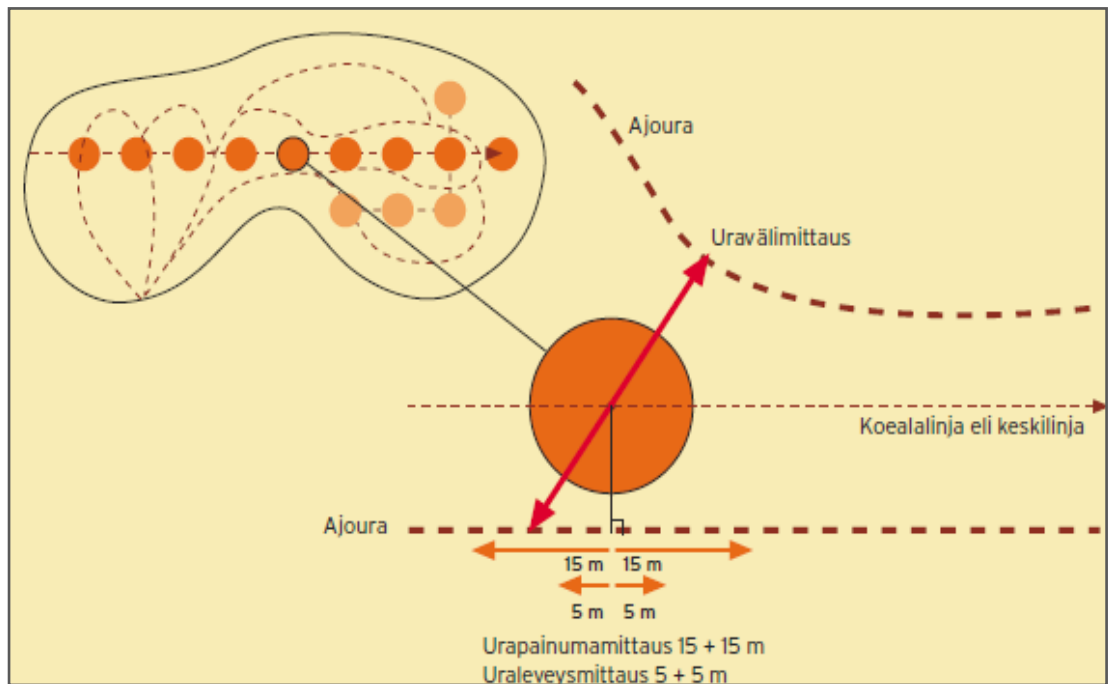
Puustovauriot on luokiteltu mittauksissa juuri- ja runkovaurioihin. Vaurioituneiden puiden lukumäärä on laskettu puulajeittain ympyräkoealalta ja kuvion puustovaurioprosentti on laskettu ympyräkoealan vaurioituneiden ja kaikkien runkolukuun luettujen puiden suhteen. Mittauksissa puu on katsottu vaurioituneeksi, kun sen puuaines on rikkoontunut tai kuori on rikki nilakerrokseen

saakka yhdestä tai useammasta kohdasta yhteensä yli 12 neliösenttimetriä ja siinä on samalla paljastunut puunpintaa vähintään yksi neliösenttimetri. Vaurioksi on luokiteltu myös kuoren rikkonut viilto tai viillot, joiden yhteenlaskettu pituus oli vähintään 50 senttimetriä. Juurissa vaurion pinta-alan kriteerit olivat samat ja vauriot on mitattu enintään yhden metrin etäisyydeltä puun rungosta. Puustovaurion pinta-ala on arvioitu tai mitattu rullamitalla, jos se on ollut mahdollista. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 16–17; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 15.)

Ajouraväli on mitattu koealan keskipisteen kautta kulkevan lyhimmän suoran suuntaisesti. Mittavälineenä on tässä tutkimuksessa käytetty metsurinmittaa. Kuvion ajouraväliksi on laskettu koealojen mittausten keskiarvo. Ajouravälin mittaamisessa on huomioitu myös hakatut ojalinjat ajourina. Ajouraväliä ei mitattu maastosta johtuvista ajouraverkoston kapeikkokohdista tai silloin, kun koealan keskipiste oli ajouran ja kuvion rajan välissä. Ajouraväliä ei yleensä mitata, jos kasvatettavan puuston runkoluku on alle 600 runkoa hehtaarilla tai hakkuussa on käytetty aikaisempaa ajouraverkostoa. Tässä korjuujälkitutkimuksessa ajouraväli on kuitenkin mitattu runkoluvultaan alle 600 runkoa hehtaarilla olevilta koealoilta. Korjuujäljen kokonaisarvostelun laskennassa tällaiset koealat on kuitenkin jätetty huomioimatta. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 18; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 16.)

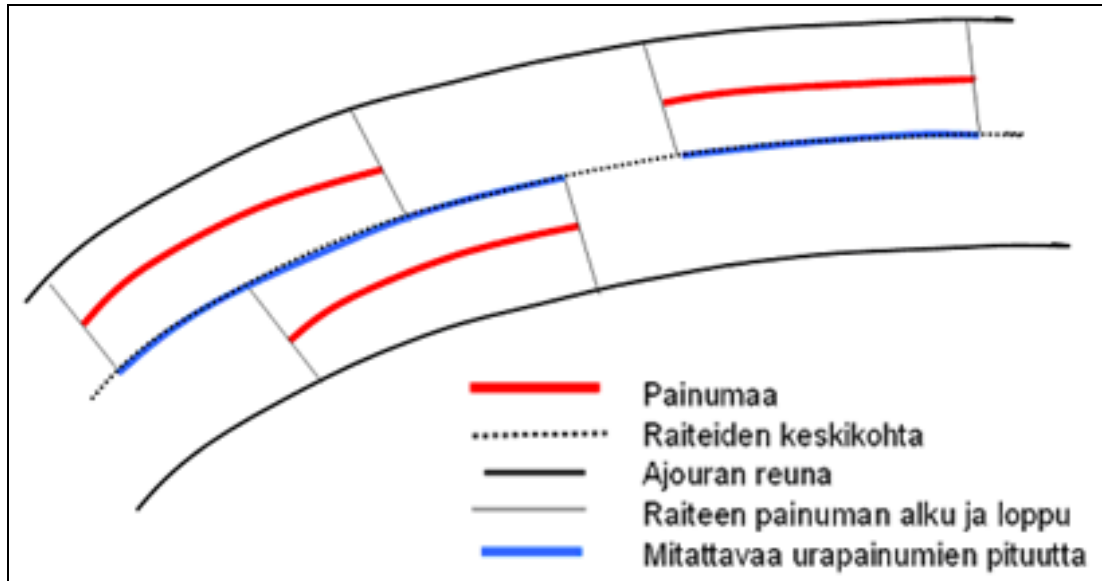
Ajouraleveyden mittauksen lähtöpisteenä on koealan keskipistettä lähimpänä sijaitsevan ajouran raiteiden keskikohta. Tältä lähtöpisteeltä on rajattu viiden metrin matka ajouran molempiin suuntiin eli yhteensä mittausaluetta on tullut kymmenen metriä. Tältä rajatulta matkalta on mitattu ajouran oikealta ja vasemmalta puolelta lähimmän puun kyljen kohtisuora etäisyys uran keskelle ja laskettu nämä etäisyydet yhteen. Ajouraleveys on mitattu tässä tutkimuksessa rullamitalla. Tapion maastotarkastusohjeiden mukaan ajouraväliä ei mitata, jos kasvatettavan puuston runkoluku on alle 600 runkoa hehtaarilla. Tässä tutkimuksessa ajouraleveys on mitattu myös tällaisilta kohteilta, mutta ne on jätetty huomioimatta korjuujäljen kokonaisarvostelun laskennassa. Ajouraleveyttä ei ole mitattu, jos mittaalue on ollut luontaisen aukon kohdalla tai ajoura on ojalinjan päällä. Ajouratunnusten ja koealojen sijaintia mitattavalla

kohteella on havainnollistettu kuvioissa 8. (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003, 24; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 16.)



Kuvio 8. Korjuujälkitunnusten mittaaminen kuviolta (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003)

Ajourapainuman mittauksen lähtöpisteenä on koealan keskipistettä lähimpänä sijaitsevan ajouran raiteiden keskikohta samalla tavalla kuin ajouraleveydenkin mittauksessa. Mittausalueeksi ajouralta on rajattu tästä lähtöpisteestä 15 metrin matka molempiin ajouran suuntaan eli mittausalueen pituudeksi tulee yhteensä 30 metriä. Tältä ajouran pituudelta on mitattu yli kymmenen senttimetriä syvien painumien pituus metreinä. Mitattavan urapainuman täytyy kuitenkin olla vähintään 50 senttimetriä pitkä ja riittää, että painuma on vain ajouran toisella puolen. Ojalinjoilta urapainumia ei ole mitattu. Ajourapainumien mittaamista on havainnollistettu kuviossa 9. (Maastotarkastusten ohjeet 2011, 16–17.)



Kuvio 9. Ajourapainumien mittaaminen (Maastotarkastusten ohjeet 2011)

### 5.2.3 Kokonaisarvosana korjuujäljestä

Tutkimuksen tuloksia on tarkasteltu ja arvioitu myös Tapion maastotarkastusohjeiden korjuujäljen arvostelusapluunan perusteella. Arvostelusapluunan perusteella määritetään mitatun alueen kokonaisarvosana korjuujäljestä. Kokonaisarvosanassa on huomioitu turvemaille asetetut suositukset neljässä kohteessa, jossa turvekerroksen paksuus oli yli 30 senttimetriä. Tämä tarkoittaa turvemaille käytettäviä harvennusmalleja puuston tiheyden arvioinnissa ja rämeillä arvostelutaulukon mukaisia kriteereitä maastovaurioissa. Arvostelusapluuna on esitetty taulukossa 2. (Hyvän metsänhoidon suositukset turvemaille 2007; Maastotarkastusten ohjeet 2011, 18.)

Taulukko 2. Korjuujäljen arvostelusapluuna (Maastotarkastusten ohjeet 2011)

Arvosana	Pohjapinta-ala / Runkoluku	Ajouraväli	Ajouraleveys	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonaisarvosana
<i>hyvä</i>	harvennusmallin mukainen	19 m tai enemmän	46 dm tai alle (turvemaille 51 dm tai alle)	4 % tai alle	4 % tai alle (rämeillä 10 % tai alle)	<b>Kaikki tunnukset hyviä.</b>
<i>huomautettavaa</i>	suositustiheyden ylärajaa tiheämpi tai alarajaa harvempi	alle 19 m	yli 46 dm (turvemaille yli 51 dm)	yli 4 %	yli 4 % (rämeillä yli 10 %)	<b>Huomautettavaa yhdessäkin tunnuksessa.</b>
<i>virheellinen</i>	alle lakirajan	-	-	yli 15 %	yli 15 % (rämeillä 20 % tai enemmän)	<b>Puuston tiheys alle lakirajan tai puustovaurioita liikaa tai maastovaurioita liikaa.</b>

Hyvään kokonaisarvosanaan vaaditaan Maastotarkastusten ohjeet 2011 perusteella, että kaikki arvostelualueet ovat hyviä. Hyvän kokonaisarvosanan on kuitenkin saanut tässä tutkimuksessa yhdellä huomautuksella, jos puus-



ton tiheys on ollut suositusten mukainen. Tällainen kokonaisarvosanan lievennys on ollut käytössä myös metsäkeskuksen vertailuaineistossa. Huomioitava on lisäksi se, että vertailuaineiston kokonaisarvosanan määrittämisessä on ollut eroja metsäkeskuksittain. (Maastotarkastusten ohjeet 2011, 17–18; Vanhatalo 2010, 4.)

### 5.3 Vertailuaineisto

#### 5.3.1 Metsäkeskusten vertailuaineisto

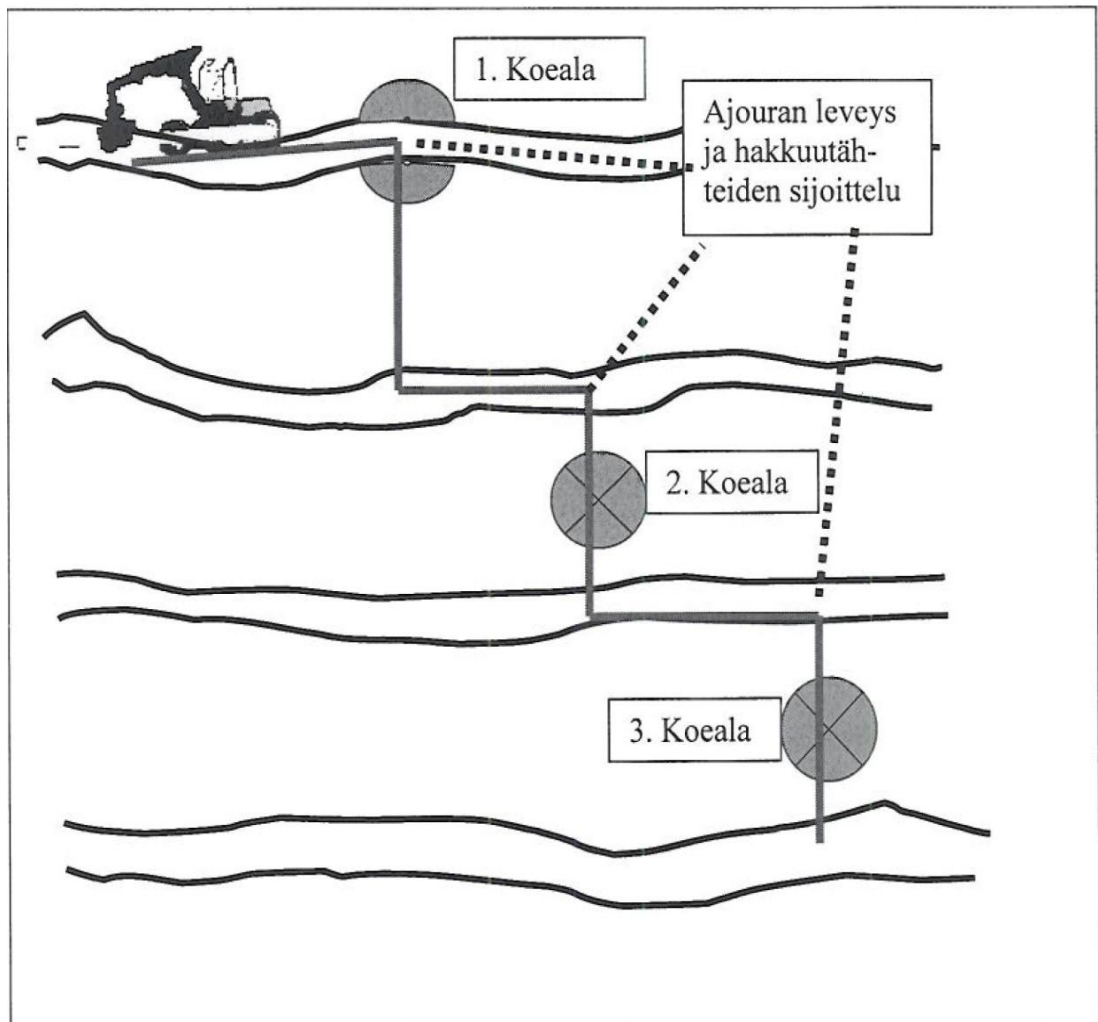
Tulosten tarkastelussa on käytetty vertailuaineistona metsäkeskusten mittamia korjuujäljen tarkastustuloksia, jotka ovat osa metsälain edellyttämää korjuujäljen laadunseurantaa. Tämän vertailuaineiston lähteenä on käytetty Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisemaa ”Korjuujäljen valtakunnalliset tarkastustulokset 2010” -raporttia. (Vanhatalo 2010, 2.)

Raportin korjuujälkiaineisto koostuu 434 mitatusta metsikkökuvioista, joista 31 kuvioita on mitattu Pohjois-Pohjanmaan Metsäkeskuksen alueelta. Mitatut kuviot on valittu vertailuaineistoon satunnaisotannalla tarkastettavan vuoden ja edellisen tarkastettavan vuoden metsänkäyttöilmoituksista. Tämä aineisto on mitattu 2010 ja aineiston metsänkäyttöilmoituksista on saapunut 82 prosenttia vuosina 2009 ja 2010. Metsänkäyttöilmoitus on voimassa kaksi vuotta, joten näiden kuvioiden hakkuuajankohta on todennäköisesti ajoittunut suurimmaksi osaksi vuosille 2009, 2010 ja 2011. (Vanhatalo 2010, 2–4.)

#### 5.3.2 Stora Enso Metsän vertailuaineisto

Tulosten tarkastelussa on myös käytetty vertailuaineistona Stora Enso Metsän puunkorjuuyrittäjien tekemiä työnaikaisen korjuujäljen laadun mittauksen tuloksia. Tämä vertailuaineisto on mitattu samoissa harvennushakkuukohteissa kuin tämän tutkimuksen aineisto. Näissä puunkorjuuyrittäjien korjuujälkimittauksissa on mitattu puuston pohjapinta-ala, valtapituus, ajouraleveys, ajouraväli, puustovauriot, puuvalinta, latvuserros, jäävän puuston tasaisuus, kantojen ja latvojen hukka-ainespuu sekä hakkuutähteen sijoittelu. Vertailuaineisto on saatu Stora Enso Metsän tietojärjestelmästä, mihin mittaustulokset on tallennettu. (Laadunmittaus-ohjeet 2008, 4–9.)

Puunkorjuuyrittäjien korjuujäljen laadun mittauksen aloituspiste on hakkuukoneen työskentelypaikka. Korjuujälkitunnukset mitataan tai arvioidaan kolmelta koealalta. Mitattavien koealojen välimatka on 50 metriä alle kolmen hehtaarin kohteissa ja 100 metriä yli kolmen hehtaarin kohteissa. Ensimmäinen koeala mitataan kahdessa osassa ajouran molemmilta reunoilta ja kaksi muuta koealaa mitataan normaalisti yhdestä keskipisteestä ajourien välistä. Koealat sijoitetaan mahdollisimman tasaisesti työmaalle, jos koealojen sijoittelu ei onnistu edellä mainitulla tavalla leimikon muodosta johtuen. Koealojen sijoittelu on esitetty kuviossa 10. (Laadunmittausohjeet 2008, 4–9.)



Kuvio 10. Koealojen sijainti Stora Enso Metsän hakkuutyömaalla (Laadunmittausohjeet 2008)

Korjuujälkitunnuksista puuston tiheys, ajouraleveys ja ajouraväli on tässä vertailuaineistossa mitattu samalla tavalla kuin tehdyssä tutkimuksessa, joten niiden tulosten vertailu tutkimuksen tuloksiin on luotettavuuden osalta mah-

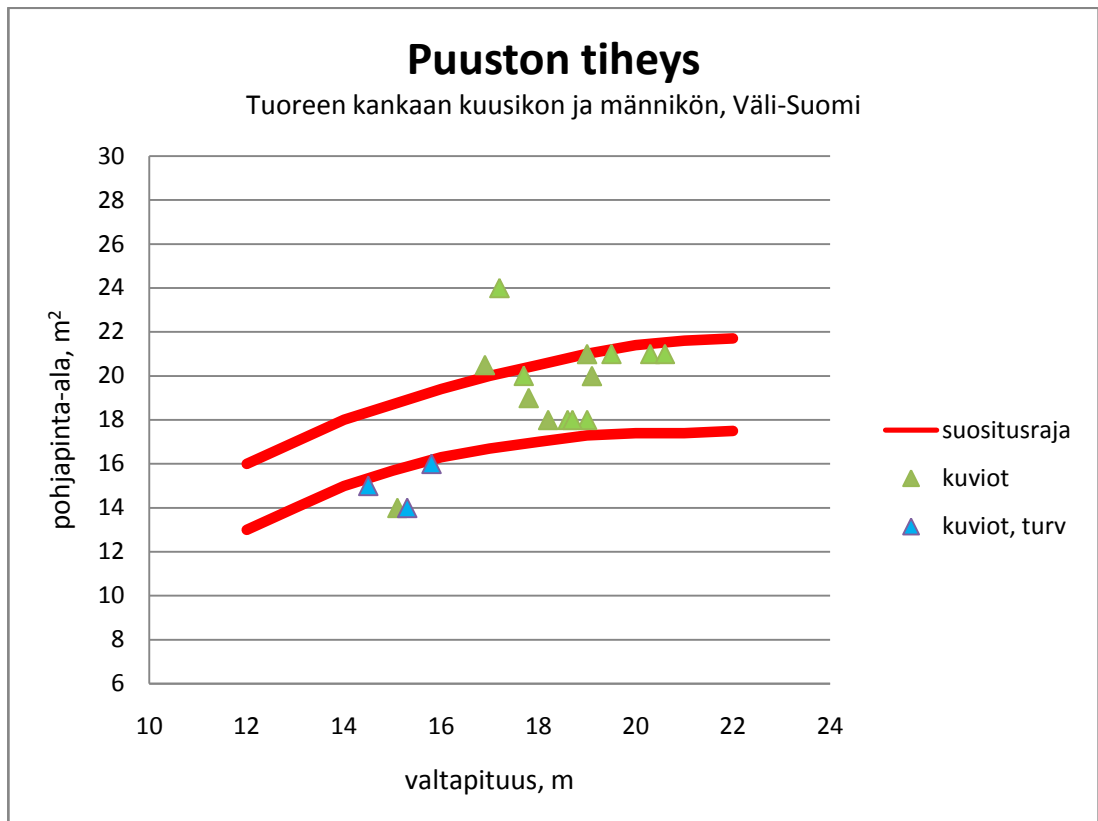
dollista. Ajourapainumia ei mitata Stora Enso Metsän puunkorjuuyrittäjien tekemissä korjuujäljen laadun mittauksissa. (Laadunmittausohjeet 2008, 4–9.)

Puustovaurioiden mittaaminen tässä vertailuaineistossa poikkeaa tutkimuksessa käytetystä menetelmästä. Puustovaurion luokittelu runko- ja juurivaurioihin on lähes samanlainen kuin tutkimuksessa käytetty menetelmä, mutta juurivaurioksi lasketaan vain 70 senttimetrin etäisyydeltä puunrungon keskipisteestä sijaitsevat vauriot. Lisäksi puustovauriot on luokiteltu tässä aineistossa pinta- ja syvävaurioihin. Syvävauriossa puuaines on rikkoontunut ja pintavauriossa vain puun kuori. Vertailuaineiston ja tutkimusaineiston puustovaurion minimikriteerit ovat samat, mutta vaurioituneiden puiden lukumäärän laskeminen eroaa merkittävästi tutkimuksessa käytettävästä menetelmästä. Vaurioiden sijainti, koko ja laatu mitataan relaskoopikoealan pohjapinta-alaan luetuista puista, jotka havaitaan mittauspisteestä. Edellä mainituista syistä johtuen puustovaurioiden osalta vertailu ei ole luotettavaa tutkimuksen tuloksiin. (Laadunmittausohjeet 2008, 4–7; Uusitalo 2003, 91.)

## 6. TULOKSET

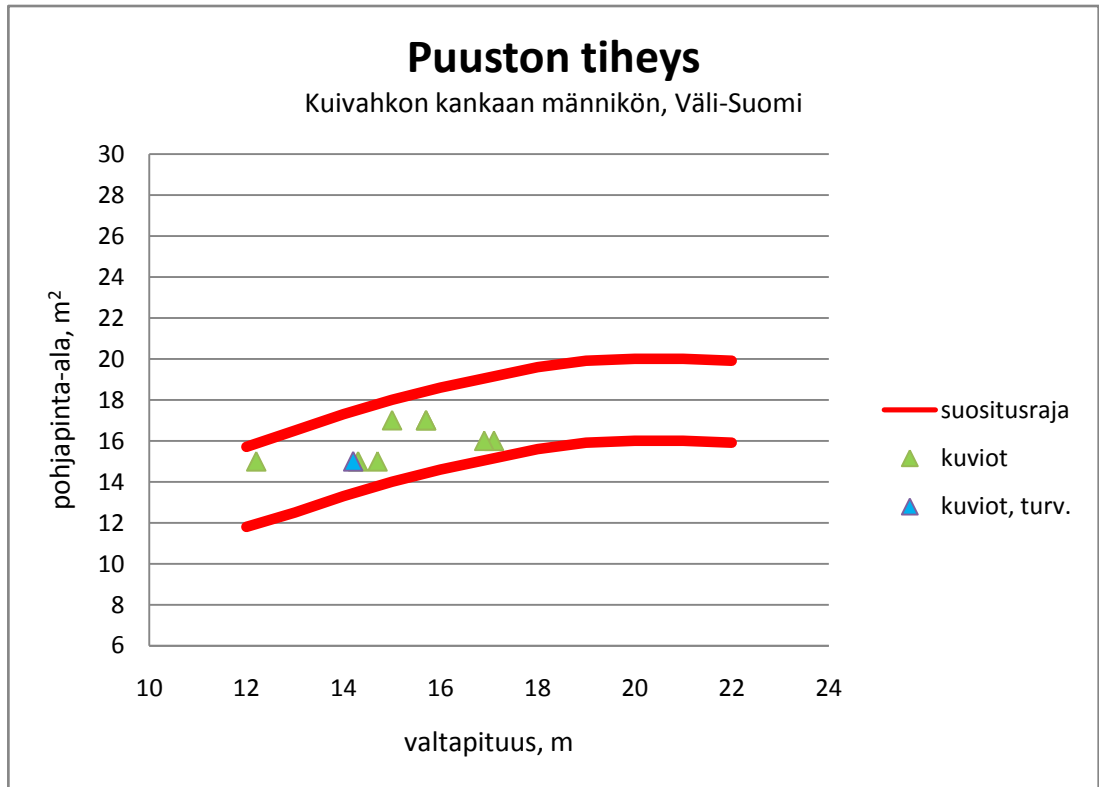
### 6.1 Puuston tiheys

Harvennuksen jälkeisen puuston määrän arvioinnissa on käytetty puuston pohjapinta-alaan ja valtapituuteen perustuvaa harvennusmallia. Tutkimuksessa puuston tiheys ei ollut suositusten mukainen kolmella kuviolla, joista yksi sijaitti turvemaalla. Metsälain mukaista puuston minimitiheyden alitusta ei ollut tutkimusaineistossa. Tutkimusaineiston kuvioiden sijoittuminen Hyvän metsänhoidon suositusten harvennusmalleihin tuoreella kankaalla on esitetty kuvioissa 11. Turvemaat on esitetty samassa harvennusmallissa kivennäismaiden kanssa, koska niitä oli koko aineistossa vain neljä kohdetta. Puunkorjuuyrittäjien mittausten tuloksia puuston tiheydestä ei ole esitetty vertailuaineistona, koska vain 42 prosenttia aineiston mittauksista on suoritettu samalla kuviolla.



Kuvio 11. Puuston tiheys tuoreella kankaalla

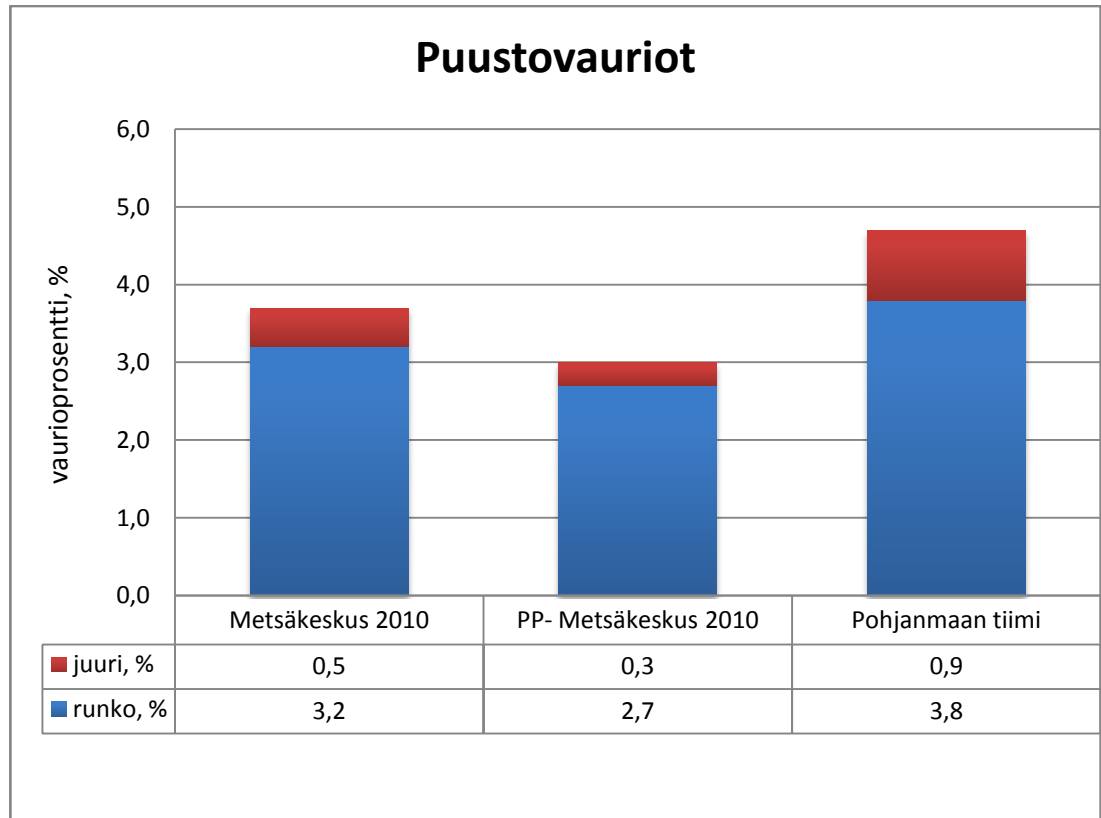
Puuston tiheys kuivahkolla kankaalla on esitetty kuviossa 12.



Kuvio 12. Puuston tiheys kuivahkolla kankaalla

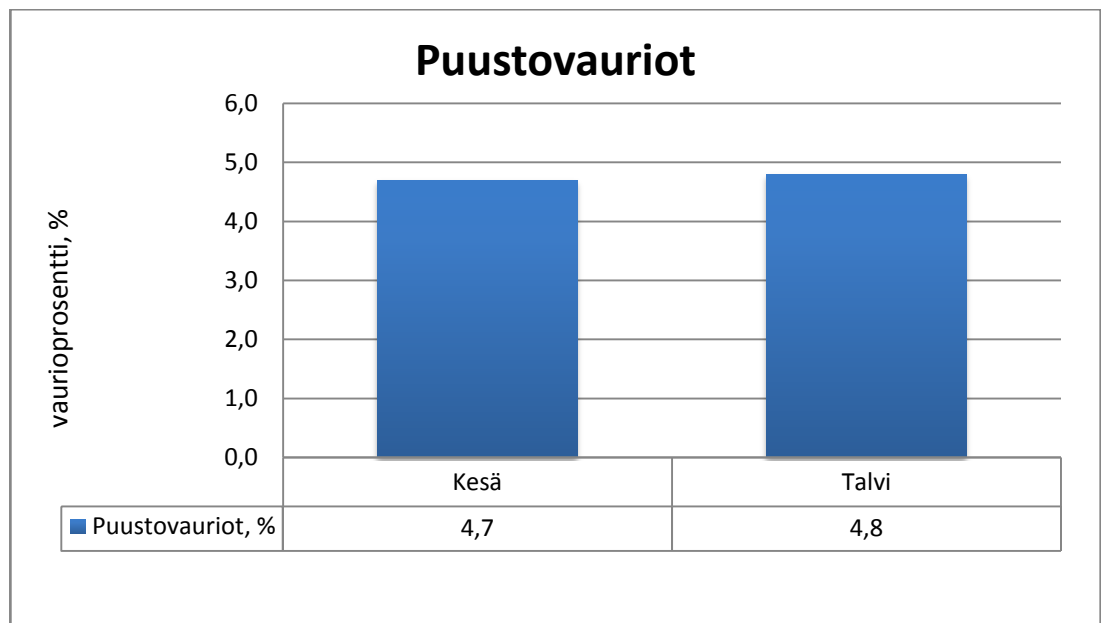
## 6.2 Puustovauriot

Tutkimusaineiston puustovaurioiden keskiarvo oli 4,7 prosenttia, joista runkovaurioita oli 3,8 prosenttia ja juurivaurioita 0,9 prosenttia. Kuvioiden puustovaurioprosentin vaihteluväli oli 0,0–15,1. Tarkastetuista kuvioista 54 prosenttia saavutti suositusten mukaisen alle neljän prosentin tason puustovaurioissa. Vertailuaineistona ovat Tapion julkaisemat korjuujäljen valtakunnalliset tulokset ja Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskusalueen tarkastustulokset puustovaurioista vuodelta 2010. Puustovaurioprosentit on esitetty kuviossa 13. Puunkorjuuyrittäjien korjuujäljen laadun mittauksista ei voinut laskea puustovaurioprosenttia.



Kuvio 13. Puustovauriot

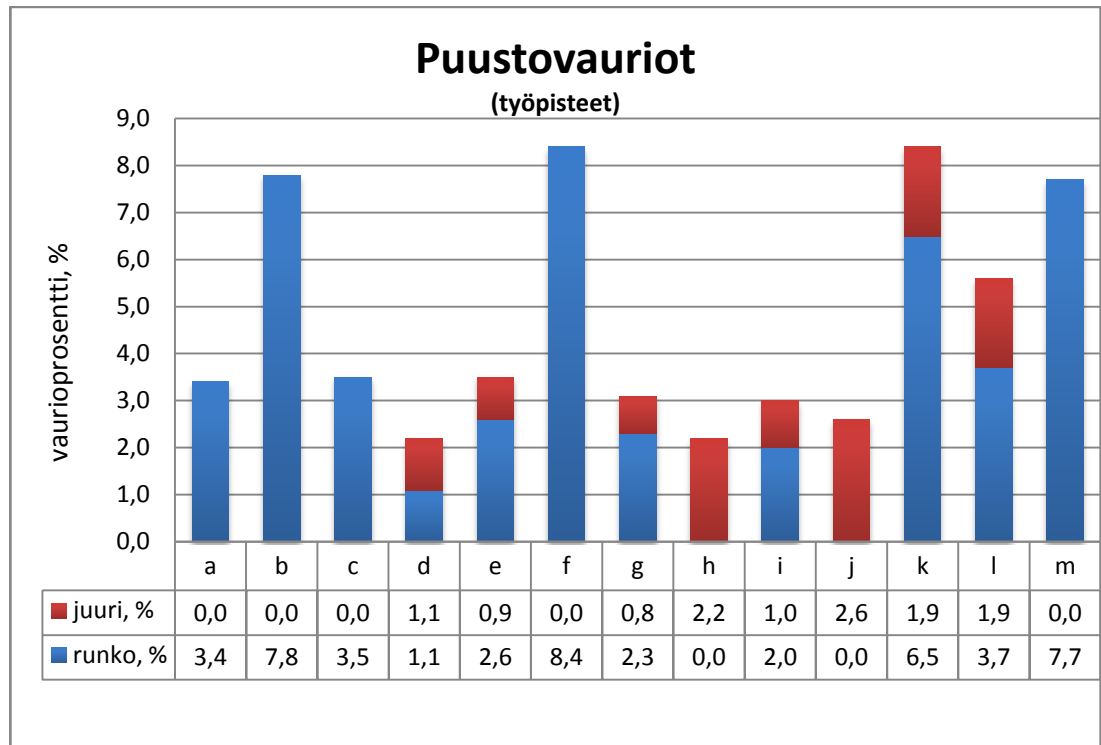
Puustovaurioprocentit kesä- ja talvikohteilla on esitetty kuviossa 14.



Kuvio 14. Puustovauriot kesä- ja talvikohteilla

Työpisteiden otoksen koko oli kaksi kuviota, joten puustovaurioiden tulokset eivät ole luotettavasti vertailukelpoisia otosjoukon pienen koon takia. Tämä

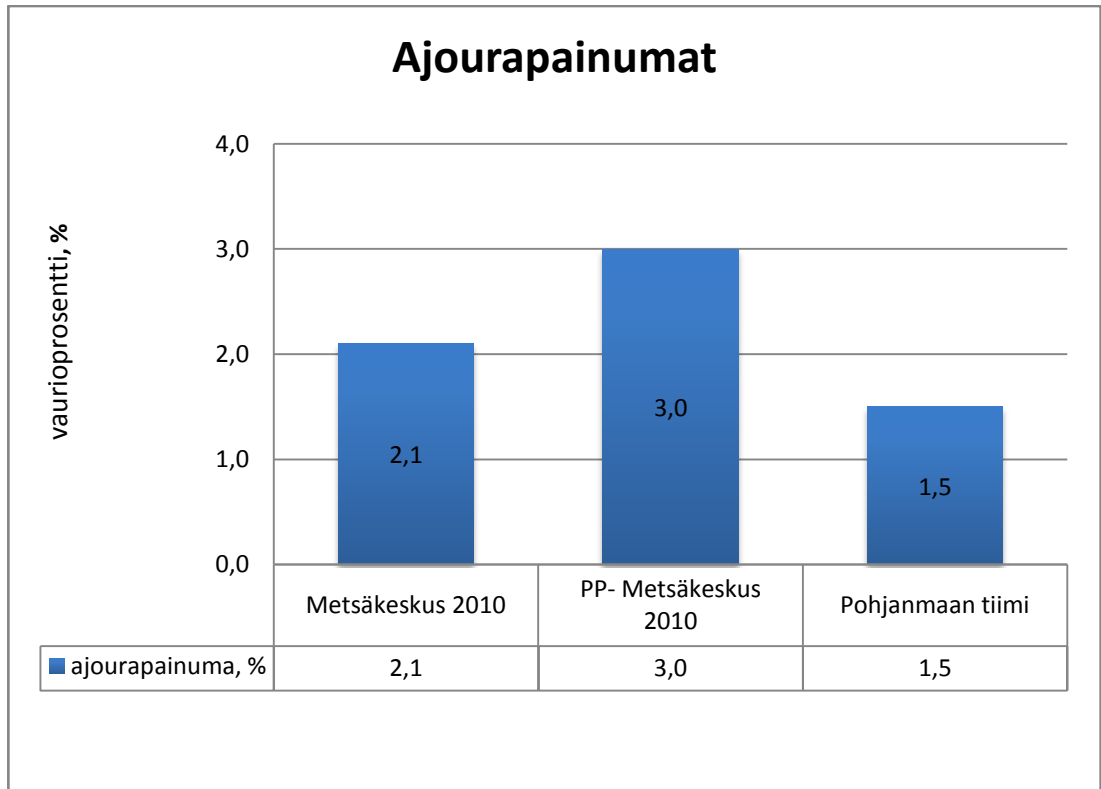
on havaittavissa myöhemmin opinnäytetyön luottamusvälilaskelmissa. Työpisteiden puustovaurioiden keskiarvon vaihteluväli oli 2,1–8,4 prosenttia. Työpisteiden puustovaurioiden keskiarvot on esitetty kuviossa 15.



Kuvio 15. Puustovauriot työpisteillä

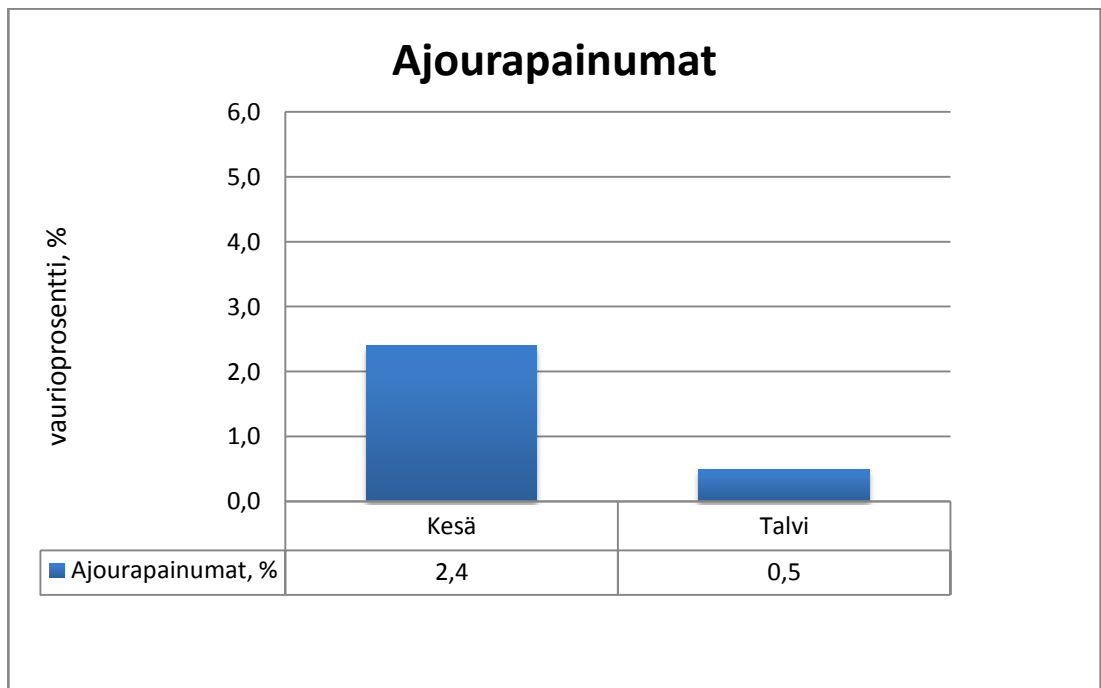
### 6.3 Ajourapainumat

Tutkimusaineiston ajourapainumien keskiarvo oli 1,5 prosenttia. Kuvioden ajourapainumaprocentin vaihteluväli oli 0,0–13,3. Pohjanmaan tiimin alueen ajourapainumaprocentti on esitetty kuviossa 16. Puunkorjuuyrittäjien korjuujäljen laadun mittauksissa ei mitata ajourapainumia.



Kuvio 16. Ajourapainumat

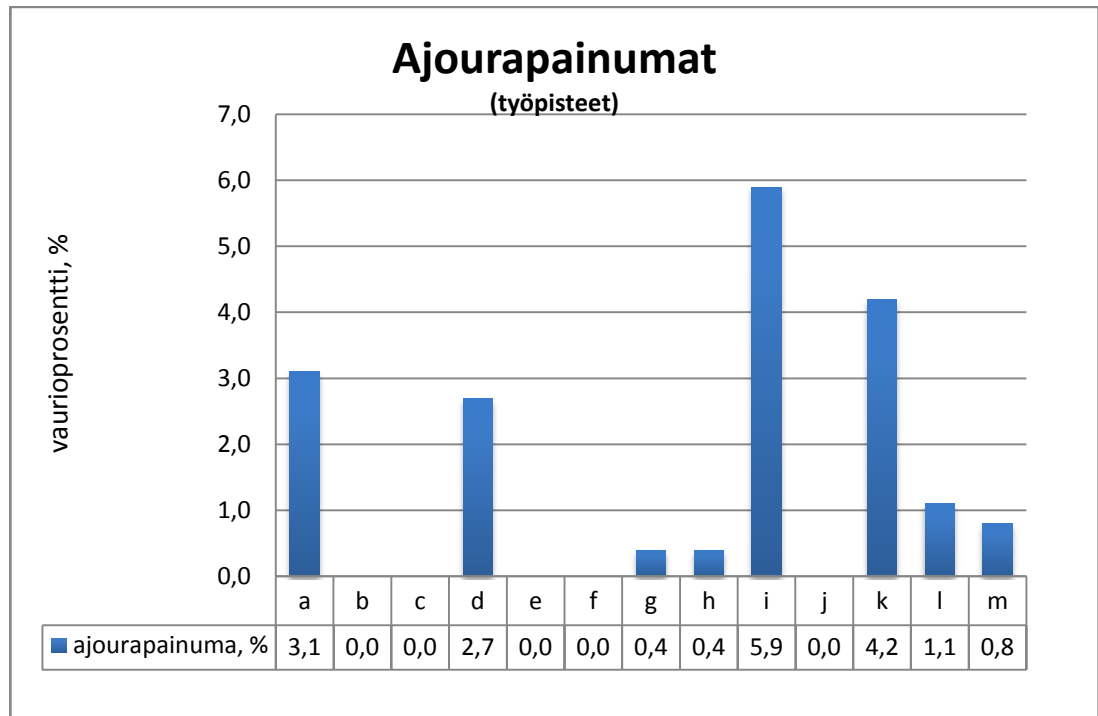
Ajourapainumaprosentit kesä- ja talvikohteilla on esitetty kuviossa 17.



Kuvio 17. Ajourapainumat kesä- ja talvikohteilla



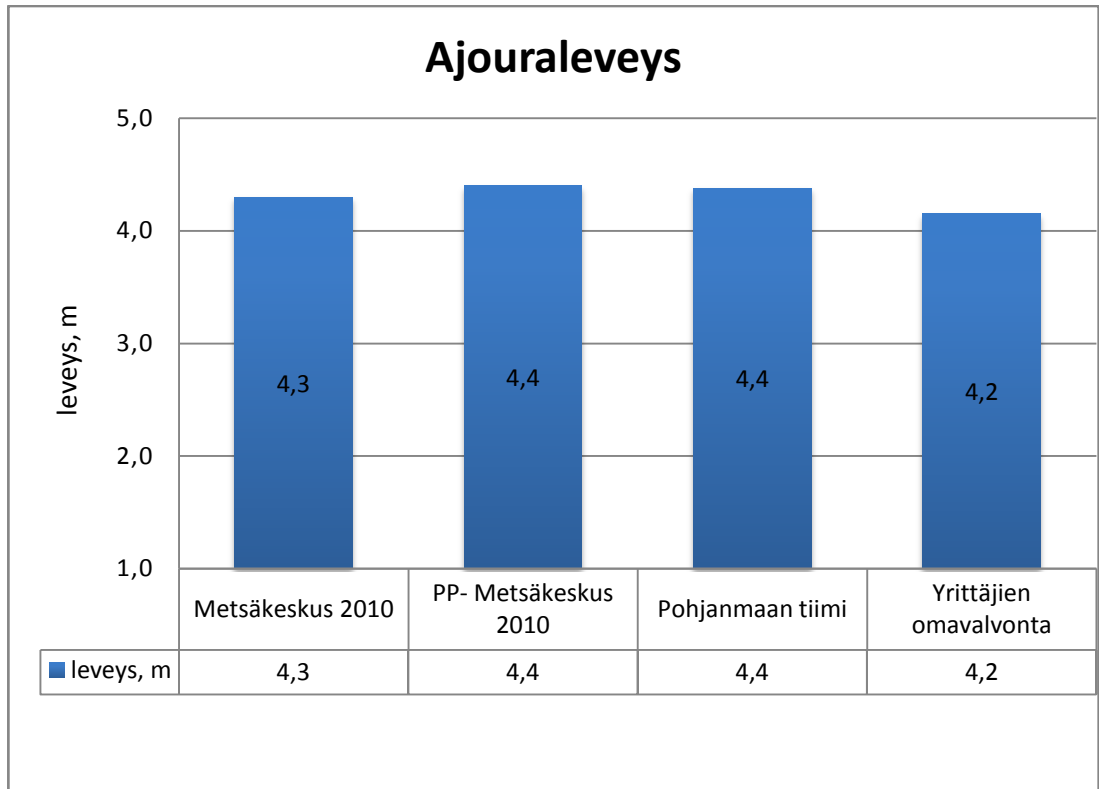
Työpisteiden ajourapainumien keskiarvon vaihteluväli oli 0,0–5,9 prosenttia. Työpisteiden tulokset eivät ole vertailukelpoisia toisiinsa nähden, koska otosjoukko on liian pieni. Kuviossa 18 on esitetty ajourapainumat työpisteittäin.



Kuvio 18. Ajourapainumat työpisteillä

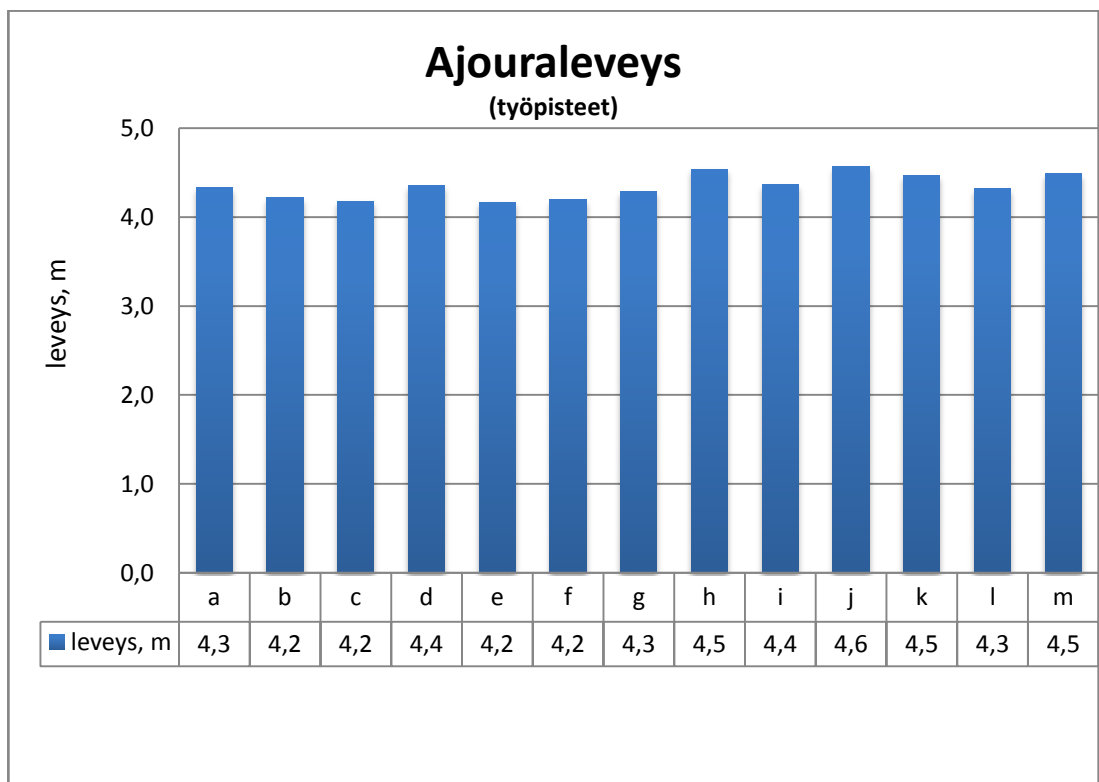
#### 6.4 Ajouraleveys

Tutkimusaineiston ajouraleveyden keskiarvo oli 4,4 metriä ja keskihajonta 0,45 metriä. Ajouraleveyden vaihteluväli oli 3,4–6,0 metriä. Ajouraleveyden keskiarvo oli sama, kun laskelmassa ei huomioitu alle 600 runkoa hehtaarilla olevia kuvioita. Tällaisia kohteita oli kahdeksan, joista yksi kohde oli myös puuston tiheydeltään alle suositusten. Tutkimusaineiston ja vertailuaineistojen ajouraleveyden mittauksen tulokset on esitetty kuviossa 19.



kuvio 19. Ajouraleveys

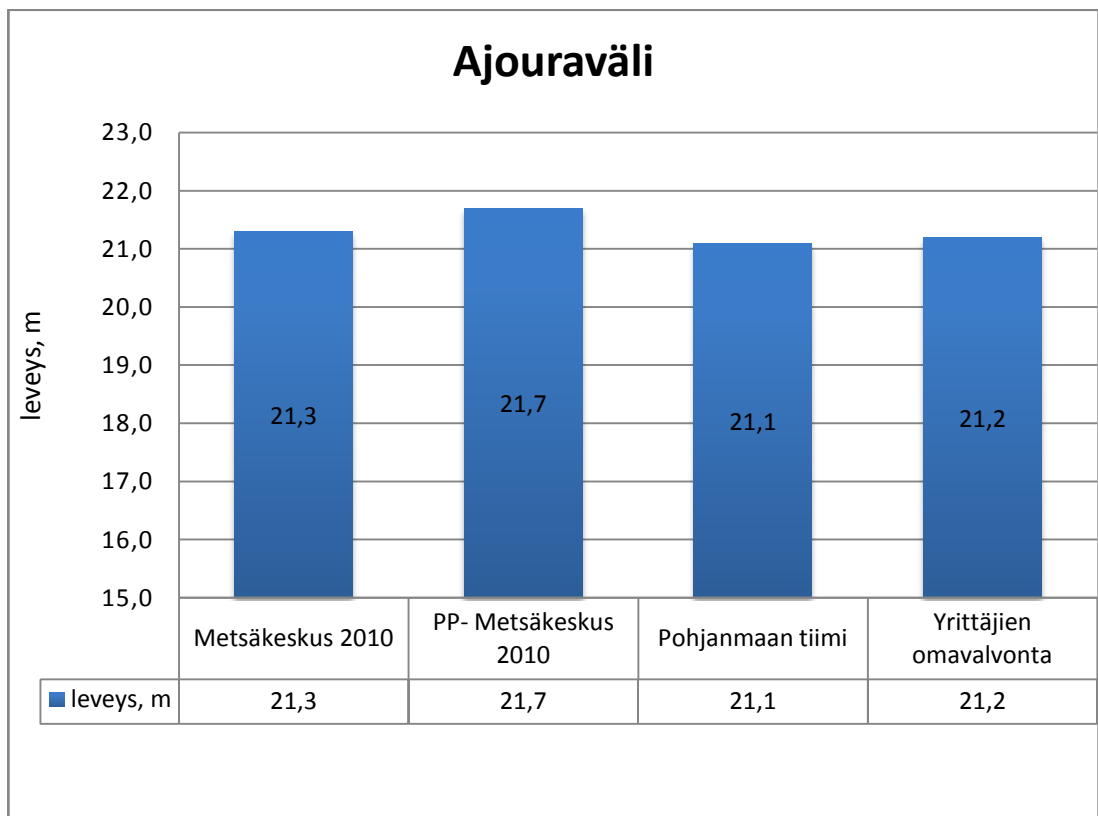
Työpisteiden ajouraleveyden keskiarvot on esitetty kuviossa 20.



Kuvio 20. Ajouraleveys työpisteillä

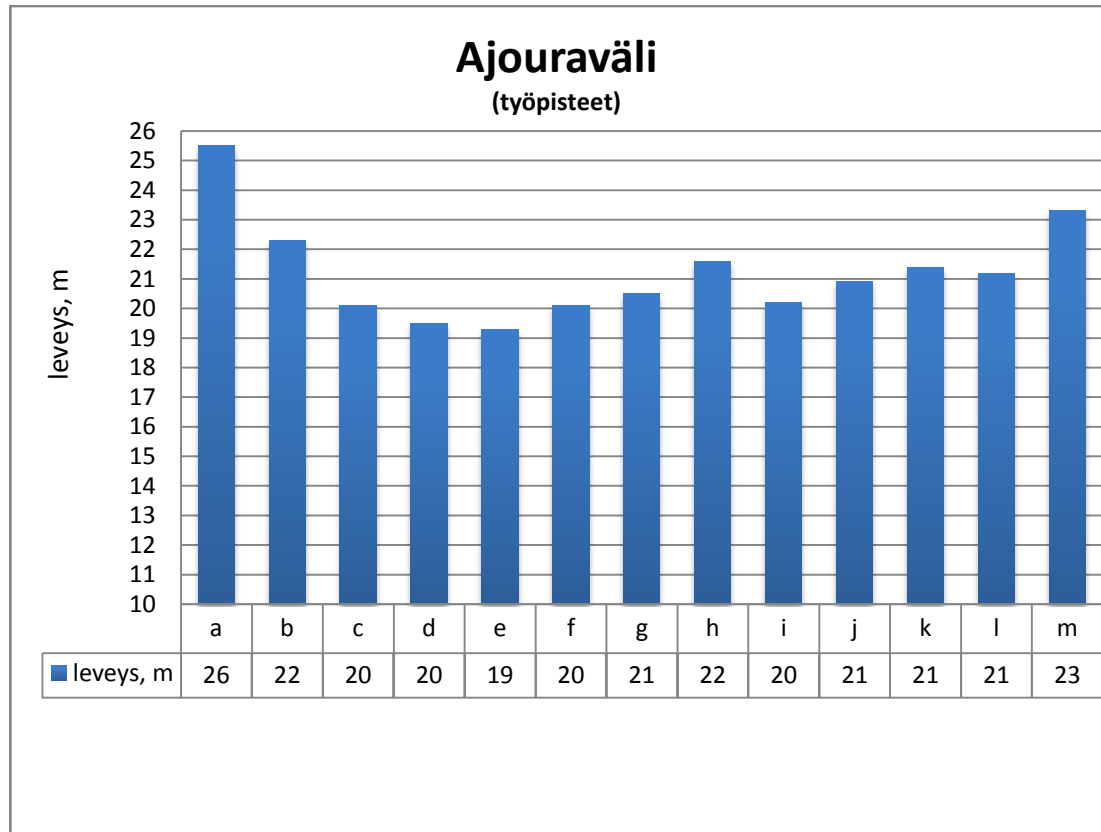
## 6.5 Ajouraväli

Tutkimusaineiston ajouravälin keskiarvo oli 21,1 metriä ja keskihajonta 3,6 metriä. Ajouravälin vaihteluväli oli 14–34 metriä. Ajouravälin keskiarvo oli 21,3 metriä, kun laskelmassa ei huomioitu alle 600 runkoa hehtaarilla olevia kuvioita. Tutkimusaineiston ja vertailuaineiston ajouravälin mittausten tulokset on esitetty kuviossa 21.



Kuvio 21. Ajouraväli

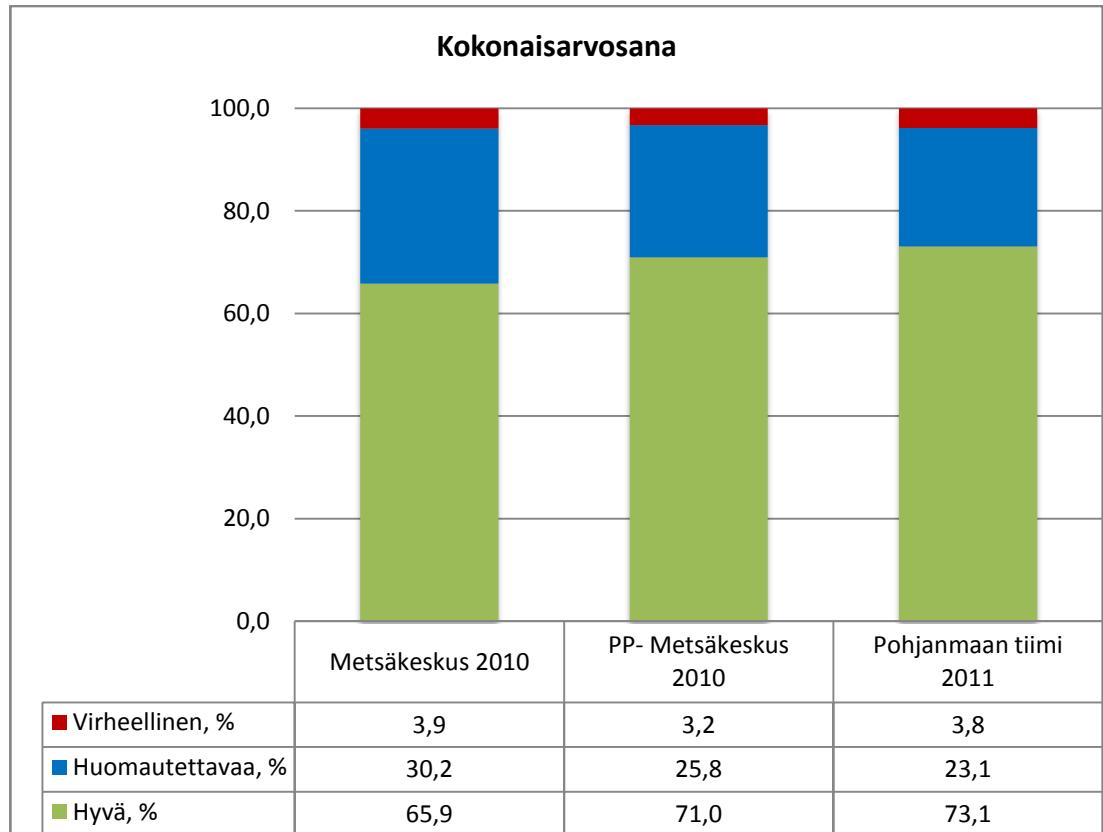
Työpisteiden ajouravälin keskiarvot on esitetty kuviossa 22.



Kuvio 22. Ajouraväli työpisteillä

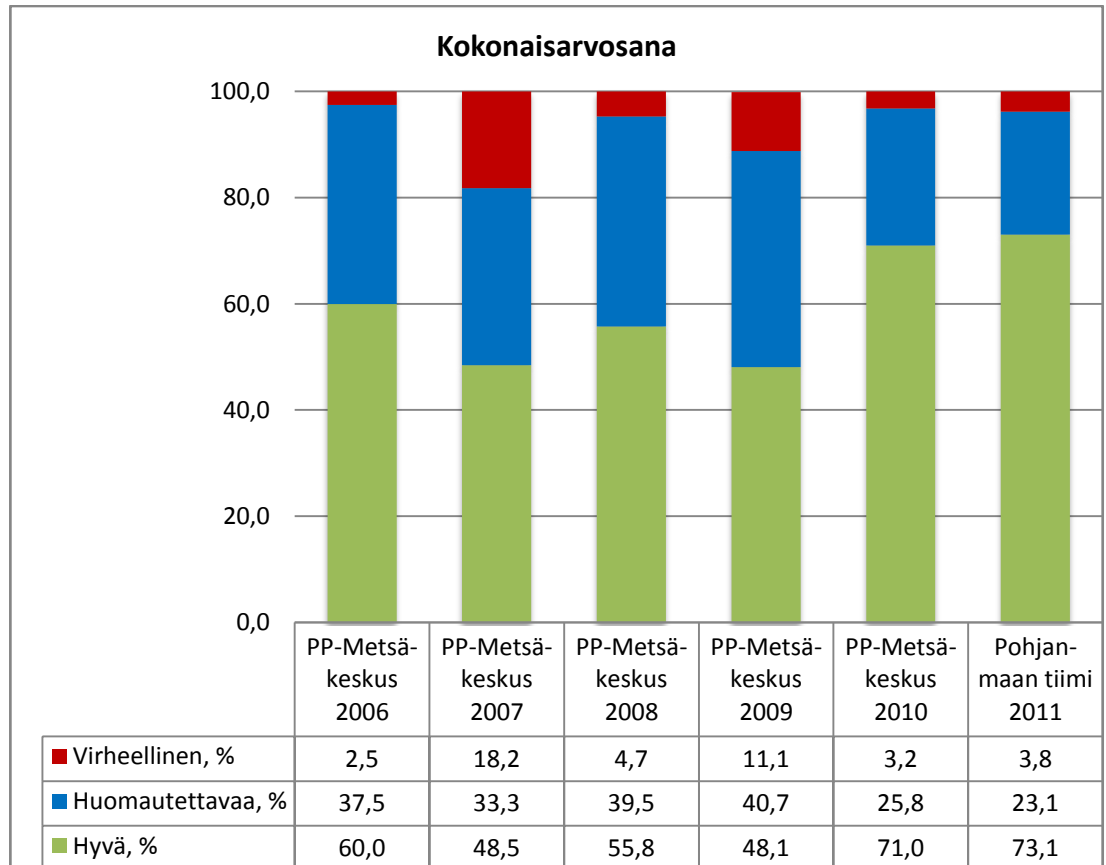
## 6.6 Kokonaisarvosana

Hyvään korjuujäljen tasoon mitatuista kuvioista pääsi 73 prosenttia. Tarkaste-  
tuista kuvioista huomautettavaa korjuujäljessä oli 23 prosentissa ja virheelli-  
syyttä neljässä prosentissa. Tutkimusaineiston ja vertailuaineiston korjuujäl-  
jen kokonaisarvosana on esitetty kuviossa 23.



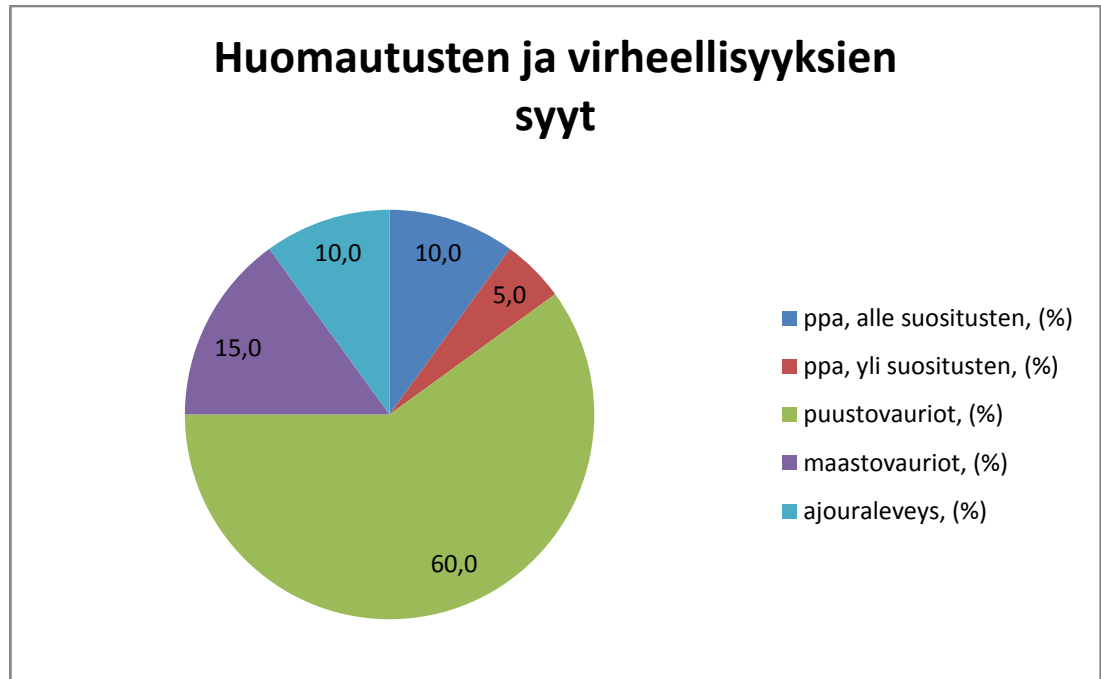
Kuvio 23. Kokonaisarvosana

Tutkimuksen ja Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskusalueen korjuujälkimittausten kokonaisarvosanat vuosilta 2006–2010 on esitetty kuviossa 24.



Kuvio 24. Kokonaisarvosanat vuosilta 2006–2010

Tutkimusaineiston kuvioissa huomautusten lukumäärä oli 19 ja virheellisyyksien yksi. Tutkimusaineiston huomautusten ja virheellisyyksien syyt on esitetty kuviossa 25.



Kuvio 25. Huomautusten ja virheellisyyksien syyt

## 7. TULOSTEN TARKASTELU

### 7.1 Luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa otoksen edustavuus perusjoukosta. Otos edustaa harvoin täydellisesti perusjoukkoa ja tätä otoksessa olevaa vaihtelua kutsutaan otantavirheeksi. Tutkimuksessa käytetyllä ositetulla otannalla on yritetty parantaa luotettavuutta. Perusjoukko on ositettu työpisteiden ja korjuun ajankohdan perusteella niin, että jokaiselta työpisteeltä on otoksessa kaksi kohdetta, yksi kesäkohde ja yksi talvikohde. (Kangas–Päivinen–Holopainen–Maltamo 2004, 185–187.) Tutkimuksen luotettavuuden riskinä on kuitenkin otosjoukon liian pieni koko vertailtaessa tuloksia työpisteiden kesken, koska jokaiselta työpisteeltä on valittu vain kaksi harvennustyömaata tutkimukseen. Tästä syystä tutkimuksen korjuujäljen tuloksia ei ole luotettavaa vertailla työpisteiden kesken.

Koko tutkimusaineisto antaa kuitenkin riittävän tarkat tulokset korjuujäljestä koko Pohjanmaan tiimin alueelta ja tulokset ovat myös luotettavasti vertailtavissa samalla menetelmällä tehtyihin muihin tutkimuksiin. Lisäksi tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää puunkorjuuyrittäjien suorittaman työnaikaisen korjuujäljen laadunseurannan kehitystyössä. Tutkimustulosten vertailun luotettavuutta puunkorjuuyrittäjien mittaustuloksiin vaikeuttaa myös se, että yrittäjien tekemien mittausten tarkkaa sijaintia maastossa ei ole selvillä. Tämä ongelma voi aiheuttaa erilaiset tulokset, jos mittaukset on tehty eri kuviolla. Tutkimusaineiston kohteista vain 42 prosenttia on mitattu samalla kuviolla kuin Stora Enso Metsän vertailuaineisto.

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavat myös mittausmenetelmät. Mittaustuloksiin vaikuttaa mittaajan henkilökohtainen ammattitaito ja mittavälineiden käyttö. Mittaajasta aiheutuva subjektiivinen virhemarginaali puustotunnusten mittauksissa on huomioitava arvioitaessa ja vertailtaessa tuloksia. Kaikkien tutkimuksen virhelähteiden huomioonottaminen on vaikeaa ja yleensä luotettavuutta arvioidaankin vain otantavirheen perusteella. (Kangas ym. 2004, 203–205.)



Tutkimuksen luotettavuutta on arvioitu luotettavuuslaskelmilla. Otoksesta estimoitujen tunnuslukujen luotettavuutta on arvioitu keskihajonnan, vaihteluvälin, keskiarvon keskivirheen ja keskiarvon 95 prosentin luottamusvälin avulla. Yksittäisen työmaan eli näyte-erän luotettavuutta on myös arvioitu luottamusvälin avulla. Tässä tutkimuksessa koealat on sijoitettu metsikkökuviolle systemaattisesti, joten näyte-erän luotettavuuden arviointiin ei ole tarkkoja analyttisiä kaavoja käytössä. Luotettavuuden arvioinnissa näyte-erälle saadaan tällöin vain likiarvoja, joihin on käytetty satunnaisen otannan kaavoja. Satunnaisen otannan kaavoilla saadut luotettavuuden likiarvot voivat olla yli- tai aliarvioita, koska mitattava korjuujälkitunnus voi vaihdella trendinomaisesti tai syklisesti kuviolla. Trendinomaista vaihtelua voi olla esimerkiksi se, että puusto vähenee kuviolla ylärinteeseen päin. Syklistä vaihtelua voi olla vastaavasti se, että puustoa esiintyy ajourien läheisyydessä vähemmän kuin keskellä palstaa. Puustovaurioprosentti on tyypillisesti sellainen korjuujälkitunnus, jossa esiintyy syklistä vaihtelua. Havaintojen perusteella vauriopuista noin 70 prosenttia sijaitsee enintään neljän metrin etäisyydellä ajouran keski- viivasta ja puuston tiheys ajouran läheisyydessä on pienempi kuin ajourien välissä keskellä. (Poikela 2003, 15–17.)

## 7.2 Luotettavuuslaskennat

Ajouraleveyden ja ajouravälin luotettavuutta on arvioitu keskivirheen ja keskihajonnan avulla. Tutkimusaineiston ajouraleveyden keskiarvon keskivirhe 0,73 prosenttia ja ajouravälin 1,2 prosenttia. Työpisteiden osalta ajouraleveyden keskiarvon keskivirhe vaihteli välillä 1,5–3,6 prosenttia ja ajouravälin 2,3–7,5 prosenttia. Tutkimuksen ajouraleveyden ja -välin keskiarvojen estimaatteja voidaan pitää luotettavana, koska keskivirheet olivat alle kymmenen prosenttia keskiarvoista. Ajouraleveyden luotettavuuslaskelmien tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Ajouraleveyden luotettavuuslaskelmat

Ajouraleveys				
Aineisto	n	keskihajonta dm	keskivirhe dm	keskivirhe %
Pohjanmaan tiimi	199	4,5	0,32	0,73
Tähtiyrittäjä A	116	4,2	0,38	0,89
Tähtiyrittäjä B	83	4,7	0,51	1,1

Ajouravälin luotettavuuslaskennan tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Ajouravälin luotettavuuslaskelmat

Ajouraväli				
Aineisto	n	keskihajonta m	keskivirhe m	keskivirhe %
Pohjanmaan tiimi	190	3,6	0,26	1,2
Tähtiyrittäjä A	107	3,7	0,36	1,7
Tähtiyrittäjä B	83	3,4	0,37	1,7

Puustovaurioiden ja ajourapainumien luotettavuutta on arvioitu 95 prosentin luottamusvälillä. Luottamusvälin avulla laskettu marginaali peittää todellisen vaurioprocentin 95 prosentin todennäköisyydellä. Luottamusvälilaskelmien perusteella puustovaurioiden ja ajourapainumien keskiarvoja voidaan pitää luotettavana sekä koko aineiston että tähtiyrittäjien kesken. Työpisteiden marginaalit vaihtelivat paljon, mikä osoittaa niiden vertailun toisiinsa nähden epäluotettavaksi. Työpisteiden osalta puustovaurioiden ja ajourapainumien marginaalit olivat suurimmillaan 1,8–13,7 prosenttia ja pienimmillään 0,1–6,6 prosenttia. Puustovaurioiden luotettavuuslaskelmien tulokset on esitetty taulukossa 5. Luottamusvälilaskelmat on laskettu alla esitetyn kaavan avulla. Kaavassa p on estimaatin keskiarvo (suhde), q on 1-p ja n on otoksen koko.

$$\left( p - 1.96 \times \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}} ; p + 1.96 \times \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}} \right)$$

Taulukko 5. Puustovaurioiden luotettavuuslaskelmat

Puustovauriot				
Aineisto	n	keskiarvo %	vaihteluväli %	luottamusväli 95 %
Pohjanmaan tiimi	1385	4,7	0,0–15,1	3,6–5,8
Tähtiyrittäjä A	826	4,2	0,0–12,1	2,9–5,6
Tähtiyrittäjä B	559	5,5	0,0–15,1	3,7–7,4

Ajourapainumien luotettavuuslaskelmien tulokset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Ajourapainumien luotettavuuslaskelmat

Ajourapainumat				
Aineisto	n	keskiarvo %	vaihteluväli %	luottamusväli 95 %
Pohjanmaan tiimi	6000	1,5	0,0–13,3	1,2–1,8
Tähtiyrittäjä A	3630	0,9	0,0–5,7	0,6–1,2
Tähtiyrittäjä B	2550	2,4	0,0–13,3	1,8–3,0

### 7.3 Tulosten tarkastelua ja vertailua

Tapion maastotarkastusohjeiden perusteella arvioitu korjuujäljen kokonaisarvosana noudatti valtakunnallista ja alueellista tasoa. Hyvään korjuujäljen tasoon mitatuista kuvioista pääsi 73 prosenttia ja huomautettavaa oli 23 prosentilla kuvioista. Virheelliseksi mitattiin yksi kuvio, joka oli noin neljä prosenttia tarkastettujen kuvioiden määrästä. Huomautusten ja virheellisyyden kaksi merkittävintä syytä olivat puustovauriot ja ajourapainumat. Puustovauriot aiheuttivat yhden virheellisyyden korjuujäljessä ja huomautusten kanssa 60 prosenttia korjuujäljen laadun ongelmista. Ajourapainumat huomautusten syynä oli 15 prosentissa. Tulevaisuudessa näihin kahteen kohtaan kannattaa kiinnittää erityistä huomiota, kun halutaan parantaa korjuujäljen laatua.

Tutkimusaineistossa puustovauriot olivat merkittävin korjuujäljen laatua heikentävä tekijä. Pohjanmaan tiimin alueella oli puustovaurioita 4,7 prosenttia, mutta aineiston kuvioista 46 prosenttia ei päässyt suositusten mukaiselle alle neljän prosentin tasolle puustovaurioissa. Huomioitavaa kuitenkin on se, että aineiston kuvioista 77 prosenttia oli alle kuuden prosentin vauriotason.

Aineiston kolmella kuviolla puustovaurioprocentti oli yli kymmenen prosenttia. Kaikki kolme kohdetta olivat varttuneita metsiköitä, joissa ei ollut hakkuuta haittaavaa alikasvosta. Nämä kolme kohdetta vaikuttivat kuitenkin merkittävästi koko alueen puustovaurioprocenttiin. Puustovaurioita olisi ollut koko alueella 3,6 prosenttia, jos näitä epäonnistuneita kohteita ei huomioida. Puustovaurioiden kaksi huonointa kohdetta olivat talvikohteita, jotka nostivat talven vaurioprocenttia merkittävästi.

Pääpuulajilla ei ollut suurta vaikutusta puustovaurioprocenttiin tutkimustulosten perusteella. Pääpuulajina kuusi oli viidessä kohteessa ja niiden puustovaurioiden keskiarvo oli 5,8 prosenttia. Juurivaurioita oli 0,4 prosenttia ja runkovaurioita 5,4 prosenttia. Juurivaurioiden pieni määrä kuusikoissa johtui siitä, että näistä kohteista neljä oli hakattu talvella jäätyneen maanpinnan aikana. Kuusikoiden puustovaurioiden tulosten luotettavuus ei ole hyvä, koska niiden lukumäärä otoksessa on pieni. Koko tutkimusaineiston pieni juurivaurioprocentti johtuu vähäisestä ajourapainumien määrästä.

Pohjanmaan tiimin ajourapainumat olivat 1,5 prosenttia. Painumia oli kesäkohteissa 2,4 prosenttia ja talvikohteissa 0,5 prosenttia. Aineiston ajourapainumaprocenttia voidaan pitää hyvänä. Ajourapainumat olivat yli neljä prosenttia neljällä kohteella, joista kaksi oli turvemaalla. Kahden turvemaan kuvion ajourapainumat olivat 5,7 prosenttia ja 13,3 prosenttia. Näistä kohteista toisessa korjuu oli todennäköisesti keskeytetty ja siirretty talvelle, koska harvennus oli vielä maastomittausten aikana kesken. Maastotarkastusohjeiden arvostelussa hyvään arvosanaan rämemailla sallitaan kuitenkin kymmenen prosenttia painaumia, joten kokonaisarvostelussa toinen turvemaan kohteista ei saa huomautettavaa painumista. Tutkimusaineistossa oli huomautettavaa ajourapainumissa vain kolmella kuviolla.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää Stora Enso Metsän harvennustyömaiden korjuujälki Pohjanmaan tiimin alueelta. Tutkimuksessa saatiin luotettavasti selville korjuujäljen laatutaso Pohjanmaan tiimin alueella. Tulosten perusteella voidaan todeta, että korjuujälki oli hyvällä tasolla. Pohjanmaan tiimin alueella korjuujälkitunnusten keskiarvot olivat suositusten mukaiset lukuun ottamatta puustovaurioita. Puustovaurioiden keskiarvo ylittyi suositusten mukaisesta rajasta kuitenkin vain 0,7 prosenttia. Puustovaurioiden liian suuri määrä noudattaa yleistä trendiä valtakunnallisesti. Huomioitavaa on myös se, että puustovaurioiden mittauksissa esiintyy alueellisesti ja ajallisesti merkittävää vaihtelua myös metsäkeskuksen vertailuaineistossa.

Työn tavoitteena oli myös kehittää puunkorjuuyrittäjien työnaikaista laadunmittausta tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella. Tämän kehitystyön lähtökohtana oli oletus, että puunkorjuuyrittäjien suorittama työnaikainen korjuujäljen mittaus vastaa tutkimuksessa mitattua tulosta korjuujäljestä. Tutkimuksen aineiston valinnassa tavoitteena oli mitata koko aineisto samoilta kuvioilta kuin puunkorjuuyrittäjien aineisto oli mitattu. Tämä asetelma ei onnistunut, koska puunkorjuuyrittäjien mittauksissa kuvion numeroa tai sijaintia ei merkitä karttaan. Tutkimuksen aineiston korjuujälkitunnuksista vain 42 prosenttia on mitattu samoilla kuvioilla kuin puunkorjuuyrittäjien suorittamat mitaukset. Tämä asetelma vaikeutti tulosten vertailua ja työnaikaisen korjuujäljen laadun mittauksen kehitystyötä. Lisäksi on myös huomioitava se, että Stora Enso Metsän korjuujäljen laadun mittausmenetelmä on erilainen kuin tutkimuksessa käytetty Tapion maastotarkastusohjeiden mukainen inventointimenetelmä. Yhtenä kehitystyön suunnan vaihtoehtona voisi olla kehittää puunkorjuuyrittäjien suorittamaa korjuujälkimittausta enemmän yhdenmukaiseksi Tapion maastotarkastusohjeiden kanssa. Tämä mahdollistaisi luotettavamman vertailun metsäkeskusten tekemään korjuujäljen laadunseurannan tuloksiin ja kertoisi todennäköisesti luotettavamman korjuujäljen laadun tason.

Työnaikaisen korjuujäljen laadunmittauksen kehitystyössä on otettava huomioon myös siihen käytettävissä olevan ajan rajoitteet. Yleisesti puunkorjuuyrittäjien suorittamaan omatoimiseen korjuujäljen laadun mittaukseen käytetty aika saisi olla noin 30 minuuttia. Huomioitavaa on myös se, että työnaikaisen laadun mittauksen tavoitteet ovat hieman erilaiset kuin yleistä korjuujäljen tasoa määritettäessä. Työnaikaisen laadun mittauksen tavoite on ensisijaisesti huomata nopeasti työmaatasolla korjuujäljen laatuongelmat puunkorjuussa. Tärkeää olisi myös verrata säännöllisesti tuloksia aikaisempiin omiin mittauksiin korjuujäljestä. Tämä parantaisi kuljettajan ammattitaidon kehittymistä.

Tässä mainitaan joitakin tutkimuksen yhteydessä esiin tulleita ehdotuksia Stora Enso Metsän korjuujäljen laadun mittauksen luotettavuuden ja vertailtavuuden parantamiseksi. Puuston tiheyden määrittämisessä relaskooppikoealojen systemaattinen sijoittaminen ohjeiden mukaan on tärkeää, jotta mittaajan subjektiivinen vaikutus tuloksiin voidaan minimoida. Tämä seikka on huomioitu hyvin mittausohjeissa. Ensimmäinen relaskooppikoeala täytyisi kuitenkin mitata keskeltä ajouraa, jotta myös ajouraverkoston vaikutus puuston tiheyteen tulisi luotettavammin huomioiduksi. Nyt suoritettu mittaustapa antaa todennäköisesti kohteen puustosta liian suuren pohjapinta-alan. Tämä on tärkeää, koska Tapion laatimat harvennusmallit sisältävät jo ajouraverkoston vaikutuksen puuston tiheyteen. Stora Enso Metsän mittausohjeissa puuston pohjapinta-alan mittaamisessa ei huomioida ajourien vaikutusta myöskään erillisillä laskelmilla, joten puunkorjuuyrittäjien omissa mittauksissa pohjapinta-ala on todennäköisesti todellista tilannetta suurempi.

Runko- ja juuristovauriot mitataan Stora Enso Metsän mittausohjeissa relaskooppikoealan mittauspisteestä havaittavista vaurioituneista pohjapinta-alaan luetuista puista. Tämä on epätarkka määrittäystapa vaurioille, koska siinä ei välttämättä havaita kaikkia vaurioita puissa. Tämä voi johtua puiden etäisyydestä ja siitä, että vaurio on mittaajasta nähden puun toisella puolen. Lisäksi mittaajan subjektiivista vaikutusta tuloksiin lisää myös se, että mittaukset työpisteillä voi suorittaa eri henkilö toisella kerralla. Vaurioiden pinta-alan mittaaminen on myös hidasta, jos vaurioita havaitaan kaukaa mittauspisteestä.

Puustovauriomittauksista ei voi nyt laskea luotettavaa puustovaurioprosenttia eikä nykyinen mittaustapa kerro metsikön puustovaurioiden todellista määrää. Tämä johtuu siitä, että koelan puuston pohjapinta-alaan laskettujen vaurioituneiden puiden tarkka lukumäärä ei ole selvillä. Puustovaurioprocentin määrittäminen edellyttää, että kaikki vaurioituneet puut ovat laskettuna pohjapinta-alaan luetuista puista. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla, että puustovauriot mitattaisiin koelajojen keskipisteestä neljä metriä säteiseltä ympyräkoevalta. Tämä mahdollistaisi puustovaurioprocentin laskemisen ja antaisi tietoa myös puustovaurioiden määrästä metsikkötasolla. Samalla tulisi myös määritettyä kuvion puuston runkoluku hehtaarille.

Puunkorjuuyrittäjien mittauksissa puustovaurion luokittelu runko- ja juurivaurioihin on lähes samanlainen kuin tutkimuksessa käytetty menetelmä, mutta juurivaurioksi lasketaan vain 0,7 metrin etäisyydeltä puunrungon keskipisteestä sijaitsevat vauriot. Tapion maastotarkastusohjeissa ja metsälaissa määritelty etäisyys puun keskipisteestä juurivaurioissa on 1,0 metriä. Tämä kannattaisi yhdenmukaistaa mittausohjeeseen. Lisäksi puustovaurioiden jakaminen pinta- ja syvävaurioihin ei ole välttämätöntä. Tämä voi aiheuttaa tulkintaeroja mittaajissa ja olisi järkevää myös selkeyttää mittausohjetta puustovaurioiden määrittämisessä Tapion maastotarkastusohjeiden mukaiseksi. Tapion ohjeissa puustovaurioksi määritellään yksinkertaisesti kaikki puuainekseen ulottuvat vauriot ja yli 12 neliösenttimetriä kokoiset nilakerrokseen ulottuvat vauriot, joissa on paljastunut puuaineen pintaa yli yksi neliösenttimetri.

Yleensä korjuujäljen laadun mittauksissa mitataan myös ajourapainumat. Ajourapainumien mittaamista puunkorjuuyrittäjien toimesta kannattaa harkita. Ajourapainumat voisi mitata samalla tavalla kuin Tapion maastotarkastusohjeissa. Ajourapainumien mittauskohdat voisivat olla samassa kohti kuin ajouraleveyden.

Ajouraleveyden ja -välin mittausraja on yleisesti 600 runkoa hehtaarilla. Stora Enson mittausohjeissa se on 800 runkoa hehtaarilla. Tämän voisi myös yhtenäistää. Toisaalta tämä määritelmä ohjeissa ei ole välttämätön, koska runko-

lukua ei nyt mitata koealoilta. Tämä on kuitenkin huomioitava, jos ajouratunnuksia arvioidaan tai vertaillaan metsäkeskusten korjuujäljen laadunseurannan tuloksiin. Ajouravälin voisi myös mitata vaihtoehtoisesti jakamalla työmaan saran tai koko alueen leveyden ajourien lukumäärällä.



## LÄHTEET

- Asetus 1234/2010. Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käsittelystä. Osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101234>. 14.4.2012.
- Hynynen, J. – Valkonen, S. – Rantala S. (toim.) 2005. Tuottava metsänkasvatus. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Hyvän metsänhoidon suositukset 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki: Metsäkustannus Oy.
- Hyvän metsänhoidon suositukset turvemaille 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki: Metsäkustannus Oy.
- Kangas, A, – Päivinen, R. – Holopainen, M. – Maltamo, M. (toim.) 2004. Metsän mittaaminen ja kartoitus. Silva Carelica 40. Joensuu: Joensuun yliopisto.
- Kiviniemi, M. 2004. Metsäoikeus. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.
- Korjuujälki harvennushakkuussa 2003. Helsinki: Metsäteho Oy. Osoitteessa [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Opas/Korjuujalki\\_harvennushakkuussa\\_opas.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Opas/Korjuujalki_harvennushakkuussa_opas.pdf). 14.4.2012.
- Laadunmittausohjeet 2008. Stora Enso Metsä.
- Maastotarkastusten ohjeet 2010. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- Maastotarkastusten ohjeet 2011. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- Metsälaki 12.12.1996/1093. Osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093>. 14.4.2012.
- Mäki-Simola, E, – Uotila, E. 2011. Metsätilastollinen vuosikirja 2011. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos.
- Poikela, A. 2003. Korjuujäljen mittauksen kehittäminen. Helsinki. Metsätehon raportti 156. Metsäteho Oy. Osoitteessa [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_156.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_156.pdf). 14.4.2012.
- Rantala, S. (toim.) 2005. Metsäkoulu. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Rantala, S. (toim.) 2008. Tapion taskukirja. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Saaristo, L. – Kuusinen, M. – Nieminen, M. 2009. Talousmetsien luonnonhoito. Vammala: Metsäkustannus Oy.

- Sirén, M. 1998. Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 694. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos.
- Suomen PEFC- standardi FI 1002:2009. Ryhmäsertifiointin kriteerit. Osoitteessa [http://www.pefc.fi/media/Standardit%202008\\_09/PEFC%20FI%201002\\_2009%20Ryhmäsertifiointin%20kriteerit%2009112009.pdf](http://www.pefc.fi/media/Standardit%202008_09/PEFC%20FI%201002_2009%20Ryhmäsertifiointin%20kriteerit%2009112009.pdf). 14.4.2012.
- Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.
- Vanhatalo, K. 2011. Korjuujäljen valtakunnalliset tarkistustulokset 2010. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Osoitteessa [http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/Korjuujalki/Raportti\\_korjuujalki\\_2010.pdf](http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/Korjuujalki/Raportti_korjuujalki_2010.pdf). 14.4.2012.

## LIITE 1

Taulukko 1. Lakirajataulukko (Valtioneuvoston asetuksen liite 3)

## 3. Metsikön kasvatuskelpoisen puuston määrä kasvatushakkuun jälkeen

Puulajivaltaisuus ja kasvupaikan laatu		Puuston valtapituus metreinä						
		Alle 12	Vähintään 12	Vähintään 14	Vähintään 16	Vähintään 18	Vähintään 20	Vähintään 22
		Runkolu- ku, kpl/ha	Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> /ha					
1	Etelä- ja Väli-Suomi	800	10	12	14	15	16	16
	Pohjois-Suomi	700	9	11	13	14	14	—
2	Etelä-Suomi	800	9	11	13	15	15	15
	Väli-Suomi	700	9	11	13	14	14	14
	Pohjois-Suomi	700	8	10	12	12	12	—
3	Etelä- ja Väli-Suomi	800	9	11	12	13	13	—
	Pohjois-Suomi	700	8	10	11	11	11	—
4	Etelä- ja Väli-Suomi	700	8	9	10	10	10	—
	Pohjois-Suomi	600	7	9	9	9	—	—
5	Etelä- ja Väli-Suomi	600	—	7	9	11	12	—
	Pohjois-Suomi	500	—	7	9	10	—	—
6	Etelä- ja Väli-Suomi	700	—	7	9	10	10	—
	Pohjois-Suomi	600	—	7	9	10	—	—

Ravinteisuudeltaan taulukon 1–6 kasvupaikkoja vastaavilla turvemaidella sovelletaan samoja vähimmäisrajoja.

Taulukon riviotsikot:

- 1: kuusivaltaiset metsiköt lehtomaisella kankaalla
- 2: mänty- ja kuusivaltaiset metsiköt tuoreella kankaalla
- 3: mäntyvaltaiset metsiköt kuivahkolla kankaalla
- 4: mäntyvaltaiset metsiköt kuivalla kankaalla
- 5: rauduskoivuvaltaiset metsiköt tuoreella kankaalla tai sitä ravinteikkaammalla kankaalla
- 6: hieskoivuvaltaiset metsiköt tuoreella kankaalla tai sitä ravinteikkaammalla kankaalla