

**KESÄKOHTEIDEN PEHMEIDEN MAIDEN PUUNKOR-  
JUUN JÄLJEN LAATU**  
Simon ja Ranuan kuntien Metsähallituksen maat

Pesonen Niklas

Opinnäytetyö  
Luonnonvara- ja ympäristöala  
Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalous (AMK)

2017

Luonnonvara- ja ympäristöala  
Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Niklas Pesonen	Vuosi	2017
<b>Ohjaaja</b>	Oiva Hiltunen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Metsähallitus		
<b>Työn nimi</b>	Kesäkohteiden pehmeiden maiden puunkorjuujäljen laatu Simon ja Ranuan kuntien Metsähallituksen maat		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	44		

---

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää turvemaiden kesäkohteiden harvennushakkuiden korjuujälki Metsähallituksen alueella. Alueet sijaitsivat Simon ja Ranuan kunnan alueilla. Tutkimuksen tuloksia korjuujäljestä on arvioitu ja vertailtu Metsäkeskuksen ja kolmeen muuhun samankaltaiseen tutkimukseen. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Metsähallituksen korjuujäljen laatua turvemaidella ja kertoa saavutettuja tuloksia kesäkohteiden hakkuissa. Opinnäytetyöni teoriaosassa on selvitetty harvennuksen tarkoitusta, korjuun suunnittelusta, korjuujäljelle asetettuja vaatimuksia ja suosituksia. Tuloksia tarkasteltiin hakkuutavoittain, ja lopuksi on kerrottu hakkuutapojen korjuujälkien keskiarvot.

Korjuujäljen mittaukset on tehty Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion maastotarkastusohjeen 2015 mukaisesti jälki-inventointimenetelmällä, jota käytetään valtakunnallisesti sekä tulosten vertailtavuuden takia. Tutkimusaineisto koostui 15 metsikkökuvioista, joiden pinta-ala oli yhteensä 107,2 hehtaaria. Metsikkökuvioilta mitattiin puuston runkoluku puulajeittain, valtapituus, keskiläpimitta puulajeittain, puustovauriot, ajourapainaukset, ajouraleveys ja ajouraväli. Pohjapinta-ala on johdettu matemaattisella kaavalla keskiläpimitoista. Tutkimuksen harvennukset on suoritettu kesällä vuonna 2014 tai 2015 ja mittaukset on tehty vuoden 2016 kesän aikana.

Tutkimuksen puustovaurioiden keskiarvo oli 1,09 prosenttia ja ajourapainauksien 9,48 prosenttia. Ajouraleveyden keskiarvo oli 6 metriä ja ajouravälin 19,56 metriä. Kuvioista mikään ei ollut jäävältä puustoltaan suosituksien mukaisia. Kaksi kuviota oli virheellisiä puuston tiheyden lakirajan alittamisen takia ja kaksi kuviota virheellisiä liiallisten ajourapainauksien takia. Tutkimusaineistossa 11 kohteella oli huomautettavaa korjuujälkeä ja hyvän korjuujäljen kriteereihin ei yltänyt mikään alue. Tutkimuksen tuloksia on tarkasteltu Tapion maastotarkastusten ohjeiden 2015 korjuujäljen arvostelutaulukon perusteella. Tutkimusaineistossa puuston tiheys oli merkittävin korjuujäljen laatua heikentävä tekijä. Toinen huomautettava tekijä oli liian iso ajouraleveys.

Avainsanat

harvennushakkuut, korjuujälki, turvemaat



## SISÄLLYS

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 TURVEMAIDEN HARVENNUKSET .....	9
2.1 Harvennuksen tavoitteet.....	9
2.2 Korjuun suunnittelu turvemaidilla.....	10
2.3 Turvemaiden kantavuusluokitus.....	11
3 KORJUJÄLJEN LAATU.....	13
3.1 Korjuujälki.....	13
3.1.1 Harvennusvoimakkuus ja puuston tiheys.....	14
3.1.2 Harvennusten puuvalinnat.....	15
3.1.3 Puustovauriot.....	16
3.1.4 Ajouratunnukset.....	17
3.2 Korjuujälkeen vaikuttavat tekijät.....	17
3.2.1 Korjuuolosuhteet ja näkyvyys.....	17
3.2.2 Ajourat.....	18
3.2.3 Puusto.....	18
3.2.4 Kuljettajan ammattitaito.....	19
3.3 Korjuujäljelle asetetut vaatimukset ja määräykset.....	19
3.3.1 Vaurioiden määrittely.....	19
3.3.2 Harvennusvoimakkuus ja puuvalinta.....	20
3.3.3 Puustovauriot.....	21
3.3.4 Ajouratunnukset.....	22
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	23
4.1 Aineisto.....	23
4.2 Mittausmenetelmät.....	24
4.2.1 Koealojen sijainti ja väli.....	24
4.2.2 Mitattavat korjuujälkitunnukset.....	26
4.2.3 Tulosten arvostelu.....	30
5 TULOKSET.....	31
5.1 Ensiharvennukset.....	31

5.2 Muut harvennukset.....	32
5.3 Tutkimuksen tuloksien keskiarvot ja kokonaisarvosana.....	33
6 TULOSTEN TARKASTELU.....	35
6.1 Vertailututkimukset.....	35
6.2 Puuston tiheys.....	35
6.3 Puustovauriot.....	36
6.4 Ajouravälit.....	37
6.5 Ajouraleveys.....	37
6.6 Ajourapainauumat.....	38
6.7 Kokonaisarvosanat.....	38
6.8 Tulosten luotettavuus.....	40
7 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	41
LÄHTEET.....	43

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Harvennusten ajoitukset.....	10
Taulukko 1. Turvemaiden kantavuusluokitus.....	12
Taulukko 2. Harvennusmalli esimerkki.....	15
Kuvio 2. Kohteet kartalla.....	24
Kuvio 3. Kuvion keski- ja lisälinjat.....	26
Taulukko 3. Linjavälitaulukko.....	26
Kuvio 4. Ajouratunnusten mittaaminen.....	29
Kuvio 5. Ajouratunnusten mittaaminen.....	30
Taulukko 4. Korjuujäljen kokonaisarvosana.....	30
Taulukko 5. Tutkimuksen ensiharvennusten tulokset.....	32
Taulukko 6. Tutkimuksen muiden harvennusten tulokset.....	33
Taulukko 7. Tutkimuksen harvennusten keskiarvot.....	33
Kuvio 6. Harvennuksien puustovaurioiden keskiarvojen vertailu.....	36
Kuvio 7. Harvennuksien ajouravälien keskiarvojen vertailu.....	37
Kuvio 8. Harvennuksien ajouraleveyden keskiarvojen vertailu.....	37
Kuvio 9. Harvennuksien ajourapainaumien keskiarvojen vertailu.....	38
Kuvio 10. Tulosten kokonaisarvostelu- ja vertailu.....	39

## 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, metsäsertifiointilla ja metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatiminen hyvän metsänhoidon perusteella. Metsälain valvontaan liittyvää korjuujäljen laadun tarkastusta suorittavat Suomen Metsäkeskukset (Metsäteho 2003, 4-6, 27-30).

Korjuujäljellä tarkoitetaan korjuun jälkeistä puuston ja maaston tilaa, joka jää näkyville. Korjuujälkiä mitattaessa otetaan huomioon jäävä puusto, puustovauriot, ajouraverkostot- ja painaumat sekä maastovauriot. Jäävällä puustolla tarkoitetaan puuston tiheyttä, mikä jää korjuun jälkeen leimikolle. Puustovaurioihin luetaan runko- ja juuristovauriot, jotka käytännössä on sellaisia, että puuaines on tullut esille hakkuun seurauksena. Ajouratunnuksilla tarkoitetaan koneiden käyttämiä ajouria harvennuksissa. Harvennushakkuissa puuston vaurio prosentti ei saa ylittää 15 prosenttia hakkuun jälkeen. Ajourapainaumat ei saa ylittää turvemaidella yli 25 prosenttia, jos nämä kriteerit menevät yli, on alue virheellisesti toteutettu. Muita korjuujälki tunnuksia arvioidaan Metsäkeskuksen kolmiportaisessa arviointitaulukossa. (Poikela 2008, 407-410,412-414).

Haasteita turvemaiden kesäkohteissa riittää, kuten esimerkiksi turvemaan kantavuus ja puuston vaurioituminen erityisesti vaikeissa olosuhteissa. Vaurioilta ei voida välttyä suoritettaessa koneellista puunkorjuuta, mutta niihin voidaan vaikuttaa suunnittelun, kuljettajan ammattitaidon ja kokemuksen, kaluston, tiestön, varastopaikkojen, ojien, riittävän lähtöpuuston avulla. (Tapio 2015, 8-12,14).

Korjuujäljen tarkistuksen ja laadunseurannan tavoitteena on ohjata puunkorjuuta hyvää korjuujälkeä tukeviin toimintatapoihin. Aihe on ajankohtainen, sillä nykyään keskustellaan siitä, että pitäisi panostaa korjuuvaurioiden minimoimiseen, eikä vahingoittaa kasvatettavaa puustoa. Tutkimuksen mukaan suometsien ympärivuotinen käyttö lisäisi työllisyyttä kymmenen prosenttia metsäteollisuudessa. Turvemaiden vuosihakkuut ovat 15 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, mutta hakkuupotentiaalia sieltä löytyy paljon enemmän, vaan sitä ei voi vielä hyödyntää. Lyhyemmät sekä vähälumisemmat talvet, kausityöllisyys sekä puunhankin-

nan kausivaihtelun takia, turvemaiden kesäkohteiden kartoittaminen ja hakkuiden tutkiminen ovat tärkeitä Suomen metsätaloudelle. (Tapio 2015, 9).

Metsähallituksen turvemaiden kesäkohteiden kasvatushakkuita ei ole tutkittu Lapin alueella. Tämän työn tavoite on saada kattavasti tietoa harvennusten korjuujäljestä. Tulosten perusteella saadaan selville kehittämiskohteet ja voidaan antaa palautetta urakoitsijoille sekä suunnittelijoille. Tässä opinnäytetyössä mittaustuloksia myös vertaillaan samankaltaisiin opinnäytetöihin, että saataisiin vertailupohjaa tutkimuksen tuloksiin. Mittaukset suoritettiin kesällä 2016 sellaisilla alueilla, jotka olivat hakattu 2014 tai 2015 vuoden kesän aikana turvemaidella. Mittaukset suoritettiin Simon ja Ranuan kunnan alueilla. Tutkimus palvelee Metsähallituksen tarkoituksia hyvin. Metsähallitus saa työn kautta uusia ja tuoreita tietoja kesäkohteiden puunkorjuu jäljen laadusta ja sen seurannasta. Opinnäytetyön raportoinnissa on käytetty vain tärkeimpiä lähteitä, jotka kuuluvat aiheeseen.



## 2 TURVEMAIDEN HARVENNUKSET

### 2.1 Harvennuksen tavoitteet

Harvennuksen tavoitteena on keskittää metsikön puuntuotoskyky terveisiin, hyvälaatuisiin ja haluttua puulajia oleviin puihin. Harvennus pitää nämä kyseiset puut elinvoimaisina, sekä nopeuttaa niiden järeytymistä. Harvennusten myötä hakkuiden taloudellinen tuotto paranee, sekä oleellisesti kasvattaa metsäkasvatuksen kannattavuutta. Harvennushakkuiden työllistävä merkitys on myös merkittävä tekijä. Metsän harvennus on tärkein kasvatusmetsien metsänhoidollinen toimenpide. Harvennuksilla säädetään metsän kehitystä ja näin ollen voidaan turvata metsän maksimituotto, sekä puiden elinvoimaisuus. Harvennuksissa jätetään kasvamaan metsikön elinvoimaisin ja taloudellisesti arvokkain puusto, sekä otetaan pois puuston kehitystä hidastavat puut. Lisäksi harvennuksissa poistetaan sairaat, sekä vioittuneet yksilöt. (Metsäteho 2003, 6, Hynynen 2008, 179).

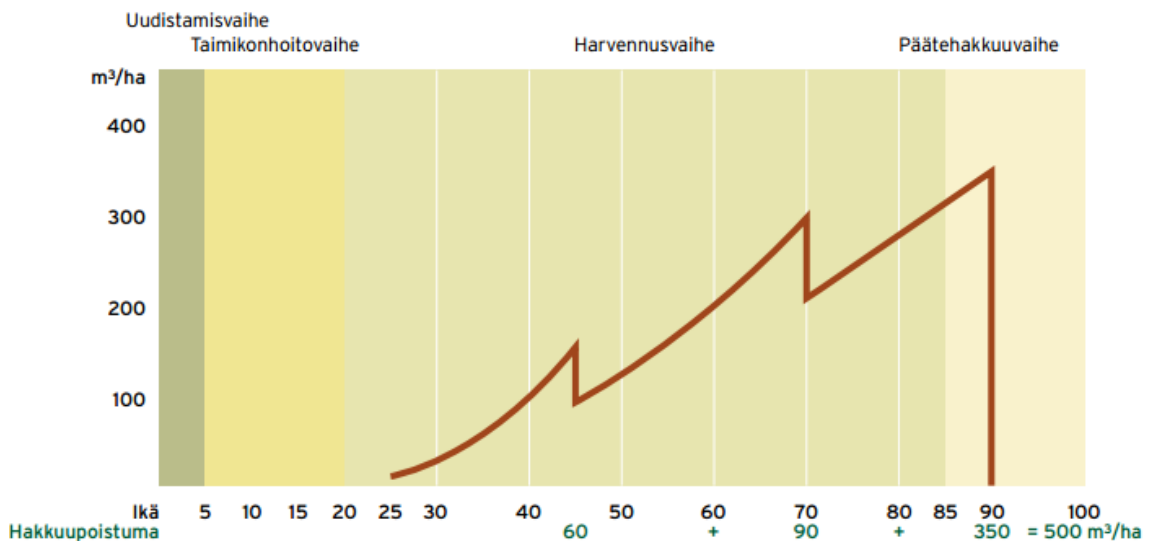
Harvennusten tuloilla on suuri taloudellinen merkitys metsänomistajille. Koko metsikön kiertoajasta harvennusten puunpoistuma on noin 30 - 40 prosenttia ja siitä saadaan kolmasosa hakkuutuloista. Harvennuksista voidaan myös turvata metsikön monimuotoisuus, jättämällä hakkuissa säästöpuuryhmiä, keloja, pökelöitä, yksittäisiä tuulenkaatoja, jalopuita, sekä lisätä lahopuun määrää tekemällä korkeita kantoja kuolleista tai elävistä pystypuista. Monimuotoisuus on otettava huomioon kaikissa hakkuissa. (Hynynen 2008, 179-181).

Harvennusten metsänhoidollinen näkökulma on vahvimillaan metsikön kiertoajan alkupuolella, eli ensiharvennuksissa. Ensiharvennuksissa tehdään kasvuedellytykset arvokkaan ja elinvoimaisen puuston kehitykselle. Ensiharvennuksissa hakkuutuloja ei tule juurikaan, ainoastaan kuitupuusta, mutta ensiharvennusten tavoitteena onkin antaa kasvutilaa jätettävälle puustolle. Myöhemmissä harvennuksissa, eli muissa harvennuksissa hakkuutulot ovat jo suuremmat, joten välitön taloudellinen arvo saakin suuremman painon. (Hynynen 2008, 179-182).

Harvennushakkuut eivät lisää puuston maksimituotosta. Suurin hehtaarikohtainen kokonaistuotos saadaan harventamattomista metsistä. Puuston kasvu riip-

puu yksittäisten puiden kasvusta, sekä niiden määrästä. Harvennuksissa kasvamaan jätetyt puut ja niiden kasvulisäys eivät riitä korvaamaan harvennuksessa vähentyntä puustopääomaa. Harventamattomissa metsiköissä osa kilpailussa alankyntein jääneistä puista kuolee, tällaisissa metsiköissä luonnonpoistuma voi olla jopa kolmannes puustosta. Käyttöpuun tuotos ja taloudellinen maksimointi ovat sen vuoksi harvennetuissa metsissä harventamattomia suurempi. Harvennuksen ajoitukset on esitetty kuviossa 1. (Hynynen 2008,181-182).

Kangasmaiden sekä turvemaiden harvennusten tavoitteet eivät eroa toisistaan, mutta turvemaidella yleensä kertymä on pienempi kuin kangasmailla, sekä korjuuolot ovat vaativampia turvemaidella. Jotta turvemaiden harvennuksissa saadaan maksimaalinen tuotto, niin on oltava hyvä suunnitelma varsinkin kesäkohteilla.



Kuvio 1. Harvennusten ajoitukset (Metsäteho 2003, 6.)

## 2.2 Korjuun suunnittelu turvemaidella

Korjuun suunnittelu perustuu puukaupassa ja metsänkäyttöilmoituksessa määrättyissä asioissa. Suunnitelmassa tarkistetaan ja varmistetaan teiden, kulkuurien ja varastopaikkojen käyttöoikeus ja sijainti ja niillä olevat rajoitukset. Ennakkoraivaamisen tarve tulee myös olla esillä korjuun suunnittelussa. Turvemaiden ja kangasmaiden suunnittelun ero on se, että turvemaidella on heikompi kantavuus ja siellä on oja, joten on otettava kantavammat suokoneet käyttöön

kesäaikana. Metsähallitus käyttääkin koneita, jotka on varusteltu erityisillä teloilla, joita kutsutaan superkantavaksi koneiksi. Tiestö pitää olla kunnossa, kun, käydään harventamassa pehmeillä mailla, sekä kunnan suunnittelu takaa, että harvennettu puusto jää elinvoimaiseksi, sekä kannattavaksi ilman kovempia korjuuvaurioita. (Metsäteho 2005, 24).

Korjuun suunnittelussa tulee tulla ilmi tiet ja olemassa olevat varastopaikat. Tien ja varastopaikkojen kunto arvioidaan, sekä otetaan selvää rakentamistarpeista. Lähtökohtana on kokonaiskustannuksiltaan edullisin vaihtoehto. Tienparannuksen ja -rakentamisen kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat, korjuu- ja kuljetuskelpoisuus, vaikutuspiirissä oleva puutavaran määrä ja laatu, metsäkuljetusmatka, valmiin tiestön laatu, sekä tiestön myöhempi käyttö. Varastotilan tarve määritetään hakkuukertymien perusteella myös energiapuulle. (Metsäteho 2005, 28-33).

Turvemaiden suunnittelussa on otettava huomioon ojat, maaperän huono kantavuus, puulaji sekä hakkuun ja kunnostusojituksen yhteensovittaminen. Turvemaiden pieni rungon koko ja vähäisempi hakkuukertymä kuin kangasmailla lisäävät korjuukustannuksia. Yleensä turvemaiden puusto on jakautunut epätasaisesti puuston keskitettyä ojien varsille. Vähäpuustoiset alueet on hyvä rajata käsittelyalueen ulkopuolelle. Maaston kantavuus, kasvupaikkatyyppi sekä ojien kunto on otettava huomioon hakkuukonetta valittaessa, sekä maaperän kantavuus vaikeuttaa turvemaan metsäkuljetusta enemmän kuin hakkuuta. (Metsäteho 2005, 35-37).

Havutuksen määrä ajourilla estää konetta uppoamasta, sekä tiukkojen mutkien tekoa on vältettävä hakkuissa. Puustoa, joka ei täytä mitta- ja laatuvaatimuksia, voi myös käyttää apuna koneen kantamiseen. Kasvupaikkatyyppi kertoo suunnittelijalle, että onko mahdollisuutta korjata turvemaita kesällä. Myös leveämpien telojen ja renkaiden käytöllä, sekä tilapäissiltojen käytöllä voidaan vaikuttaa hakkuukoneen kantavuuteen.

### 2.3 Turvemaiden kantavuusluokitus

Turvemaiden on laadittu kantavuusluokitus, jota käytetään maapohjan kantavuuden arvioinnissa. Kantavuusluokituksen selvittäviä asioita on kokonaispuus-

ton määrä, pohjaveden syvyys eri etäisyyksillä ojista sekä turpeen paksuus. Ajouraverkostolle kohdistuva paine luokitellaan näillä edellä mainittujen tekijöiden, sekä keskimääräisen metsänkuljetusmatkan perusteella. Kantavuusluokitukseen myös otetaan tekijäksi edeltävän ajan sääolosuhteet. (Tapio 2015, 68).

Turvemaiden hakkuut on yleensä suunniteltu talvileimikoiksi, mutta tiedetään että osa alueista voidaan hakata myös sulan maan aikana ilman suurempia riskejä oikealla kalustolla. Turvemaiden kantavuutta, sekä kaluston suokelpoisuutta yhdistävän taulukon avulla voidaan nähdä millä talvileimikolla voi hakata myös sulan maan aikana. Toimiva kalusto ja korjuuluokitus lisäävät leimikoita myös kesäkorjuun piiriin ja tehostaa näin ollen työllisyyttä, sekä kaluston ympärikuotista käyttöä. (Metsäteho 2009, 2).

Puunkorjuukaluston suokelpoisuusluokituksen ja turvemaiden kantavuusluokituksen on välttämätön suometsien hakkuupotentiaalin hyödyntämiseen. Kaluston luokituksessa ne jaetaan neljään suokelpoisuustasoon, sekä turvemaaleimikoissa luokituksessa kantavuusluokka kertoo korjuuolosuhteesta, jossa suokelpoisuutta omaavalla koneella talvileimikko voidaan korjata sulan maan aikana. Sulan maan aikaiset leimikot määritellään leimikon kokonaispuuston avulla, sekä lisämääreinä toimii pintavetisyys, ojien kunto sekä varpuisuus. Turvemaiden kantavuusluokitus taulukko on esitetty tarkemmin taulukossa 1. (Metsäteho 2009, 2-4).

Taulukko 1. Turvemaiden kantavuusluokitus

Korjattavan kuvion kokonaispuusto, m <sup>3</sup> /ha	Korjuukohteen varastojärjestelyjen, muodon ja koon perusteella arvioitu kuormitus ajouraverkostolle *)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
	Kantavuusluokka **)		
>170	1	2	3
170 – 120	2	3	TALVI
<120	3	TALVI	TALVI
<b>Korjaukset kantavuusluokkiin:</b>			
<b>Pohjaveden syvyys:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohteissa, joissa pohjavesi on alle 25 cm:n syvyydellä suon pinnasta, käytetään yhtä luokkaa heikompaa kantavuutta.</li> <li>• Jos korjuuta on edeltänyt yli 4 viikkoa kestänyt kuiva kausi, suunnittelutietojen kantavuus paranee toteutuksessa yhdellä luokalla.</li> </ul>			
<b>Turpeen paksuus:</b> Kohteella, jossa turvekerroksen paksuus on alle 75 cm, kantavuus paranee yhdellä luokalla.			
*) Suuntaa-antava kokoojaurien määrä turvemaalla: pieni <75 m/ha, kohtalainen 75–150 m/ha ja suuri >150 m/ha.			
**) Edellytetään, että hakkuutähteet hakataan ajouralle ja pienialaiset ja ajouraverkoston kriittiset kohdat vahvistetaan hakkuutähteillä tai muulla tavalla. Päätehakkuilla luokitusta käytetään sovelletusti. Energiapuuhakkuilla luokitusta käytetään myös harkiten.			

### 3 KORJUJÄLJEN LAATU

#### 3.1 Korjuujälki

Korjuujälki kuvaa metsikön puuston ja maaperän tilaa korjuun jälkeen, sekä hyvä korjuujälki varmistaa osaltaan puuston määrällisen ja laadullisen kehityksen. Harvennushakkuissa korjuujäljen arviointikriteereinä käytetään yleisesti harvennusvoimakkuutta, puuvalintaa, puustovaurioiden määrää, ajouraleveyttä, ajouraväliä ja ajourapainaumien määrää. Korjuujälkien tarkistuksien ja seurannan tavoitteena on ohjata hyvää korjuujälkeä tuleviin toimintatapoihin. Korjuun laadunvarmistus aloitetaan jo hyvissä ajoin ennen korjuuta. Ennen korjuun aloittamista on mietittävä soveliasta korjuukalustoa, korjuuajankohtaa ja työohjeiden toteutumista. Yleensä korjuun jälkeisenä kesänä, suoritettavilla otantatarkastuksilla seurataan harvennusten korjuujäljen aluetasoista kehitystä ja sitä kautta laadunvarmistuksen riittävyttä. Metsälain valvontaa varten tehtävät korjuujäljen tarkastukset tehdään Suomen Metsäkeskuksen toimesta. (Metsäteho 2003, 4-5, 27-31).

Suomen Metsäkeskukset mittaavat harvennusten korjuujälkeä jälkiinventointimenetelmällä joka tarkoittaa, että tarkastettavat työmaat arvotaan kuluvan vuoden aikana metsänkäyttöilmoituksista hakkuiden jälkeen. Metsäkeskuksen korjuunjälkiseurannan tavoitteena ovat metsänkäyttöilmoitusten ja hakkuiden lainmukaisuuden valvonta, korjuujäljen laatureuranta sekä valtakunnallisen ja alueellisen kehityksen seuranta ja tulosten viestintä. Korjuujälkien seurannassa käytetään Metsätalouden kehittämiskeskuksen Tapion kehittämää tarkastusmenetelmää, jonka maa- ja metsätalousministeriö on hyväksynyt. Korjuujäljen laatutasoa on pyrittävä jatkuvasti parantamaan, että saataisiin moitteeton korjuujälki. (Metsäteho 2003, 4-5).

On silti muistettava, että harvennushakkuissa syntyy lähes aina jonkin verran korjuuvaurioita, mutta suurin taloudellinen menetys syntyy laiminlyömällä harvennushakkuut kokonaan. Monet puunhankintaorganisaatiot myös suorittavat omatoimisesti säännöllistä korjuujäljen laatureurantaa. Puunhankintaorganisaatiot mittaavat yleensä hakkuun aikana korjuujäljet ja se on tarkoitettu ensisijaisesti organisaatioiden sisäisen laadunvarmistukseksi. (Metsäteho 2003, 29-31).

### 3.1.1 Harvennusvoimakkuus ja puuston tiheys

Harvennusvoimakkuudet arvioidaan ennen hakkuita harvennusmallien avulla. Kyseiset harvennusmallit on laadittu metsikön pääpuulajin, kasvupaikan ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Nämä maantieteelliset sijainnit ovat Etelä-Suomi, Keski-Suomi ja Pohjois-Suomi. Harvennusmallit soveltuvat parhaiten tasaikäisrakenteisiin metsiin, mutta niitä voi myös käyttää erikäisrakenteisissä metsissä, kun muistaa katsoa puut omina jaksoina. Harvennusmalleja käytettäessä saadaan taloudellisesti paras lopputulos, sekä mallit osoittavat puuston kehitysvaiheen ja tiheyden perusteella metsikön harvennus-tarpeen ja suositusten mukaisen kasvatettavan puuston määrän. Harvennusmallit on kehittänyt metsäntutkimuslaitos Tapio ja mallit perustuvat pitkäaikaisiin harvennuskokeisiin. Harvennusmalleja laatiessa on otettu huomioon puuston kokonaistuotos, laatukasvu sekä korjuun kannattavuus. (Metsäteho 2003, 10-12).

Puuston tiheyden arvioinnissa käytetään harvennusmallien pohjapinta-alaa tai runkolukutaulukkoa. Runkolukutaulukkoa käytetään erityisesti nuorissa metsissä, koska puuston läpimitat eivät ole kovinkaan suuria ja näin ollen runkolukua on helpompi käyttää kuin pohjapinta-alaa. Pohjapinta-alalla tarkoitetaan puuston runkojen poikkileikkausten pinta-alojen summaa metsikön pinta-alayksikköä kohti, joka mitataan relaskoopilla. Runkoluvulla tarkoitetaan kasvatuskelpoisten puiden lukumäärää hehtaarilla. Puuston runkoluku voidaan määrittää ympyrä-koealalla, jonka säde on 3,99 metriä tai 5,64 metriä. Jos käytetään 3,99 metrin keppiä runkoluvun määrittämiseen, niin yksi laskettu puu vastaa tiheyttä 200 runkoa hehtaarilla ja 5,64 metrin kepillä vastaavasti 100 runkoa hehtaarilla. (Tapio 2007, 38).

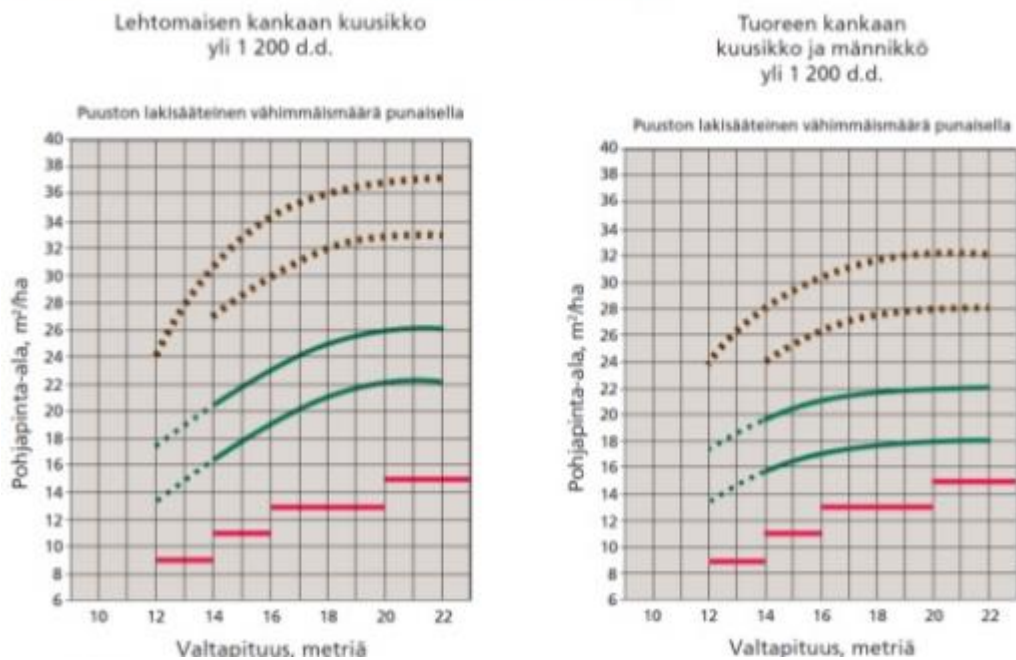
Metsikön puuston runkoluku voidaan myös laskea muunnostaulukoista pohjapinta-alan ja keskiläpimitan avulla. Vastaavasti pohjapinta-ala voidaan laskea koealoittain runkoluvusta, sekä puukohtaisesta läpimitasta. Tätä käytettäessä pitää olla tiedossa ympyräkoelan säde, puiden läpimitat, sekä matemaattinen kaava. (Tapio 2007, 38).

Harvennusmallissa on vaaka-akselilla metsikön valtapituus ja pystyakselilla puuston pohjapinta-ala. Kun puuston tiheys saavuttaa harvennusmallissa kat-

koviivoilla kuvatun leimausvyöhykkeen, metsikössä harvennus on tarpeen. Pohjapinta-alaan perustuvat mallit soveltuvat parhaiten vanhempien metsien harvennuksiin. Nuoria metsiä harventaessa on hyvä ottaa käyttöön puulajeittain ja kasvupaikoittain esitettyihin runkolukuihin. Jos harvennuksessa puuston määrä tipahtaa niin sanotun ”lakirajan”, niin metsikkö on vajaapuustoinen sekä metsälain vastainen, ellei lakirajalle hakattua puustolle ole mitään järkevää selitystä. Vajaapuustoinen metsässä puiden järeytyminen ei enää kompensoi harvennusta seuraavaa kasvatappiota. Harvennusmallien esimerkki on esitetty Taulukossa 2. (Tapio 2007, 38-40, Hynynen 2008, 187-189).

Taulukko 2. Harvennusmalli (Tapio 2007, 8).

## Havupuiden harvennusmallit > 1 200 d.d. (Etelä-Suomi)



### 3.1.2 Harvennusten puuvalinnat

Puuvalinta vaikuttaa harvennuksen lopputulokseen, mutta sen onnistumista on vaikea arvioida hakkuiden jälkeessä tehtävissä tarkastusmittauksissa. Puuvalintaan onkin kiinnitettävä huomio, kun työmaa on käynnissä. Puuvalinnan onnistuminen saadaan, kun verrataan leimikon käsittelemätöntä osan puuston laatua leimikon hakattuun puuston laatuun. Tätä toimintoa käytettäessä, voidaan arvioida, että onko puuvalinta lähtötasoon nähden onnistunut. Puuvalinnan arvioi-

miseksi ei ole mitään mittausmenetelmää, mutta sitä voidaan silti arvioida seuraavien kriteerien perusteella. (Metsäteho 2003, 14).

Harvennus toteutetaan yleensä alaharvennusperiaatteen mukaisesti, harvennuksissa poistetaan vioittuneita, sairaita ja huonolaatuisia puita, ensiharvennuksissa huonolaatuisia valtapuita, väli- ja aluspuita sekä latvukseltaan supistuneita valtapuita sekä valtapuiden kasvua haittaavia puita. Harvennuksien puuvalinta tilanteessa suositaan hyvälaatuisia ja -kasvuisia kuusia oksikkaiden mäntyjen sijaan, sekä viljavalla kasvupaikalla hyvälaatuisia koivuja ja haapoja sekapuina. Harvennuksien monimuotoisuuden säilyttämiseksi säästetään jalot lehtipuut, kasvatuskelpoisia haapoja, raitoja sekä pihlajia, pystyssä tai maassa olevia lahoppuita, keloja ja kolopuita, metsojen hakopuut ja petolintujen pesäpuut. (Metsäteho 2003, 15).

### 3.1.3 Puustovauriot

Puustovaurioihin luetaan puiden runkovauriot sekä juuristovauriot. Runkovauriot syntyvät pääosin metsän hakkuun yhteydessä. Yleisin syy runkovaurioiden syntyyn on toisen kaatuvan puun osuminen kasvatettavaan puustoon. Juuristovauriot syntyvät yleensä metsänkuljetusvaiheessa, syynä tähän on kantavuusongelmat sekä liian kapea tai mutkainen ajouraverkosto. Puustovaurioiden seurausvaikutuksia voivat olla muun muassa; puu altistuu lahottajasienten vaikutukselle, puuhun syntyy koro kylestymisen myötä, puun kasvu hidastuu veden ja ravinteiden saannin heiketessä. Puustovaurioiden myötä puusto kärsii kasvu- ja laatu tappioita ja näin ollen laadukas puuntuotto ei ehkä ole enää mahdollista. Vaurion syvyys lisää lahoutumisriskiä, koska syvemällä puuaineessa on kosteampia kerroksia, jotka ovat sopivia sienten leviämiselle. (Metsäteho 2003, 16).

Puustovauriot voidaan myös jakaa syvyyden perusteella pinta- ja syvävaurioihin. Puuaineen rikkonut syvämpi vaurio kerää myös helpommin lahottajasienten itiöitä, kuin sileä pintavaurio. Tutkimusten mukaan yli metrin päässä rungosta sijaitsevat juuristovauriot ovat rungon lahoutumisen kannalta merkityksettömiä ja läpimitaltaan alle kahden senttimetrin paksuisten juuristojen vauriot aiheuttavat vain rungossa värivikaa. (Metsäteho 2003, 16).



### 3.1.4 Ajouratunnukset

Ajoura tarkoittaa puutavaran kuljetusta varten metsään avattu kulku-ura, joita käyttää metsätraktori ja hakkuukone. Hakkuu-ura tarkoittaa pelkästään hakkuukoneen liikkumiseen ja työskentelyyn käytettyä reittiä metsässä. Hakkuu-urat sijaitsevat yleensä varsinaisten ajourien välissä. Hakkuu-uria ja ajouria ei tule sekoittaa toisiinsa mitattaessa, koska hakkuu-uralta ajouratunnuksia ei mitata. (Metsäteho 2003, 24).

Ajouraverkoston tiheys- ja leveyssuosituksia noudattamalla hyödynnetään metsikön kasvutila mahdollisimman tehokkaasti ja luodaan edellytykset koneelliselle korjuulle. Ajouraverkosto pienentää metsikön kasvatus pinta-alaa merkittävästi ja verkoston liian suuri tiheys ja leveys voi johtaa alentavasti puuntuotokykyyn. Ajouratunnuksia on syytä tarkkailla varsinkin ensiharvennuksissa, koska silloin tehdyt ajourat voidaan hyödyntää myöhemmissä hakkuissa, sekä myöhemmissä harvennuksissa suositusten mukainen puuston tiheys laskee niin pieneksi, että puiden välinen keskietäisyys ylittää jo ajouran leveyden. (Metsäteho 2003, 18-20).

Korjuujäljen mittauksissa määritetään ajourilta ajouraleveys, ajouraväli ja ajourapainamat. Ajouraleveys tarkoittaa ajouralla olevien lähimpien puiden kohtisuoraa etäisyyttä uran keskelle. Ajouravälillä tarkoitetaan kahden rinnakkaisen ajouran etäisyyttä toisistaan keskeltä keskelle. Ajourapainaumilla tarkoitetaan metsäkoneiden rikkomaa maan pintakerrosta. Ajourapainamat vahingoittaa reunapuuston juuristoa ja aiheuttaa kasvu- ja laatutappioita. Runsas rai-teistuminen vaikuttaa vesitalouteen ja saattaa lisätä myös raskasmetallien huuhtoutumista vesistöön. Ajouramittauksia ei tehdä alle 600 rungon tiheyksissä olevissa metsissä mutta niistä otetaan ajourapainamat. (Metsäteho 2003, 20-24).

## 3.2 Korjuujälkiin vaikuttavat tekijät

### 3.2.1 Korjuuolosuhteet ja näkyvyys

Korjuuolosuhteilla on suuri vaikutus korjuujälkeen harvennushakkuissa. Vaurioiden syntyyn vaikuttaa erityisesti korjuunajankohta. Talvella maaperän ollessa jäässä ja lumen peitossa urapainumien riski on vähäinen, sekä puuston juuret

ovat suojassa lumen alla. Vuodenaika vaikuttaa valaistusoloihin leimikolla ja korjuun suunnitteluvaiheessa pitää tietää harvennuksen ajankohta. Korjuuajankohdan määrittämiseen käytetään kolmiportaista luokittelua, jossa leimikot jaetaan talvi-, kesä- ja kelirikkohteisiin. (Siren 1998, 38, Metsäteho 2003, 8).

Pimeänä vuodenaikana näkyvyysolot voivat olla tiheässä harvennusmetsässä huonot, vaikka työkoneessa olisikin asialliset työvalot. Pimeällä työskennellessä on myös näkyvyysalue suppeampi ja ympäristön kokonaisvaltainen hahmottaminen on huonompaa, kuin valoisena vuodenaikana. Näkemistä voi myös haitata runsas alikasvos ja likaiset tai naarmuuntuneet lasit ohjaamossa. Näkyvyyttä voidaan edistää tietyin toimenpitein, joita ovat ennakkoraivaus, korjuutyön rytmitys siten, että vaativat työkohteet tehdään parhaissa valaistusoloissa, ohjaamojen lasien ja työvalojen puhdistus sekä latvavalot nosturipuomissa. (Siren 1998, 37-38, Metsäteho 2003, 8).

### 3.2.2 Ajourat

Ajourien leveys ja ajouraväli vaikuttavat koneiden työskentelyyn harvennushakkuissa. Ajouran ollessa erittäin mutkainen ja kapea, se lisää puustovaurioriskiä metsänkuljetuksessa. Ajourien tiheys on syytä pitää suositusten välissä, joka on 20 metriä. Ajouravälin kasvaessa joudutaan liikkumaan entistä enemmän puuston seassa ja ajouran havutus heikkenee, joka on suoraan yhteydessä puusto- ja maastovaurioihin, kun hakkuukone ei välttämättä kannu niin hyvin, huonon havutuksen vuoksi. Yli 20 metrin ajoura voi edellyttää erillisen hakkuu-uran tekemistä, joka lisää myös vaurioriskiä. Mitä kauempaa kuljettaja joutuu poistamaan puuta koneella tai metsätraktori nostaa valmiita puita, sitä vaikeampaa on heidän ohjata nosturia sekä ennustaa puomin liikkeitä. (Siren 1998, 39).

### 3.2.3 Puusto

Harvennushakkuissa vaurioiden määrään vaikuttaa myös hakkuun jälkeisen puuston tiheys, poistettavan puuston määrä, puulaji, vuodenaika ja puun järeys. Puiden koko ja pituus vaikuttavat myös vaurioihin, koska puun käsittely on hankalampaa käsitellessä järeämpää puuta, kuin pienempää puuta. Puiden pituus vaikuttaa erityisesti kaatovaiheessa. Puulajit jotka vaativat enemmän käsittelyä oksistonsa takia, voivat lisätä vaurioita kasvatettaviin puihin. Puutavaralajeilla ja

niiden lukumäärällä on myös oleellinen merkitys vaurioiden syntymään, koska eri puutavaralajit täytyy valmistaa eri kasoihin metsäkuljetusta varten. Tämä lisää huomattavasti metsäkoneiden nosturin liikkeiden määrää. (Siren 1998, 39-40).

### 3.2.4 Kuljettajan ammattitaito

Kuljettajan ammattitaidolla, virkeydellä sekä motivaatiolla on suuri merkitys hyvään korjuujälkeen. Suurin tulos saadaankin näitä tarjoamalla, vaikka olosuhteet eivät olisikaan parhaat mahdolliset. Harvennushakkuissa on erityisen tärkeää huolehtia työvireyden säilymisellä ja erityisen pitkiä työvuoroja tulisi välttää etenkin vaikeimmissa olosuhteissa, sekä kuljettajan tulisi pitää taukoja työstä tarvittaessa, koska koneiden käyttäminen vaatii keskittymistä sekä tarkkaavaisuutta. Korjuun hyvä suunnittelu vaikuttaa korjuujälkeen, sekä kuljettajan oma merkitys korjuujäljissä, jos kuljettaja ei pidä merkityksellisenä korjuujälkeä, niin lopputulos voi olla huono. Tietoisuus korjuujäljen valvonnasta nostaa kuljettajan merkitystä korjuujäljistä. (Siren 1998, 39-41).

Kuljettajalla tulee olla selkeä kuva millaiset hakkuun korjuujäljet- ja laatu saavat olla, sekä saada palautetta kuinka hyvin hän on tavoitteisiin päässyt. Kokenut kuljettaja saa yleensä korkean tuottavuuden korjuussa, kuin nuori kuljettaja. Nuorille kuljettajille on syytä painottaa, että tuottavuutta ei tule nostaa korjuujälkien tinkimisellä. Arvioinnin lautapalaute kuljettajalle edistää pitkällä aikavälillä korjuujäljen laatua. Vaikeissa olosuhteissa työskennellessä työnjohdon tulisi huolehtia leimikon alikasvoksen ennakkoraivauksesta, ajourien suunnittelussa, työohjeiden riittävydestä, korjuun oikeasta ajankohdasta ja korjuukaluston hyvästä kunnosta. Onnistumisen tunne kuljettajalle ja hyvä palaute antaa motivaatio jatkossa työskentelyyn haastavilla kohteilla. (Metsäteho 2003, 9).

## 3.3 Korjuujäljelle asetetut vaatimukset ja määräykset

### 3.3.1 Vaurioiden määrittely

Korjuuvaurioita ovat kasvavien puiden runkojen vahingoittaminen joko huolimattomalla metsäkoneiden käytöllä tai tekemällä liikaa tai ylimääräisiä ajouria. Ajourat voidaan jättää myös havuttamatta tai ajaa metsäkoneilla sellaisena vuodenaikana, että pyörät raapivat kasvatettavien puiden juuristoa. Korjuussa

voidaan myös huomattavasti tuhota syntynyttä aliskasvosta. Korjuujälkiä ilmenee eniten koivulle ja kuuselle. Koivulla runkovauriot tekevät helposti sen, ettei runko kelpaa tukkipuuksi Etelä-Suomessa. Kuusella juuristovauriot ovat sen sijaan tuhoisia. Kuusi- ja koivu metsiköissä on siis oltava tarkempaa suunnittellessa ajouria kuin männiköissä (Kiviniemi 2015, 320-322).

Korjuujäljen laatutasoa määritetään metsälain, metsäsertifiointin ja hyvän metsänhoitosuosituksen perusteella. Hyvän metsänhoitosuosituksen mukaan harvennushakkuissa ajouravälin tulisi olla vähintään 20 metriä ja ajouraleveyden alle 4,5 metriä, mutta turvemilla hyvä suositus ajouraleveydelle on 5,1 metriä. Metsäsertifiointin ja hyvän metsänhoitosuosituksen mukaan harvennusvoimakkuus tulisi olla suositusten mukaiset, sekä ajourapainauamat alle 20 prosenttia koko ajouraverkostosta kangasmailla, sekä turvemilla 25 prosenttia. Puustovaurioita saa olla enintään 15 prosenttia metsälain mukaan, mutta metsäsertifiointin kannalta vaurioituneiden puiden keskimääräinen osuus ei saa ylittää yli neljää prosenttia. (Metsäteho 2003, 16-17, 25-27).

### 3.3.2 Harvennusvoimakkuus ja puuvalinta

Harvennusvoimakkuus on ainut kasvatushakkuiden suorittamistapaa rajoittava vaatimus, jonka noudattamista voidaan arvioida selkeästi säädösten pohjalta. Valtioneuvoston asetuksen olevasta taulukosta on säädetty hakkuiden jälkeisen pohjapinta-alan alarajat sekä alle 12 metristen metsien runkoluvun vähimmäismäärä. Taulukoiden pohjapinta-alan, sekä runkolukujen vähimmäismäärät riippuvat alueen sijainnista, sekä kasvupaikasta. Turvemilla, sekä kangasmailla on käytössä eri harvennustaulukot puuston tiheydelle. Taulukoissa on erikseen alarajat tasaikäisrakenteiseen ja eri-ikäisrakenteiseen metsänkasvatukseen, koska eri-ikäisrakenteisissa voidaan metsä hakata paljon harvemmaksi kuin perinteisissä tasaikäisrakenteisissa metsissä. Tarkastusmittauksissa puuston määrä arvioidaan koko käsittelyalueelta, sekä puunkorjuuta varten tehdyt ajourat, sekä ojat ja ojalinjat luetaan myös käsittelyalueen pinta-alaan. (Kiviniemi 2015, 299-302).

Tietyissä tapauksissa lakirajaa voidaan alentaa, mutta tämä tulee tulla ilmi metsänkäyttöilmoituksessa. Ojitetuilla turvemilla kasvatuskelpoisen puuston määrä voi jäädä enintään 20 prosenttia taulukkoarvoja alemmaksi. Vähimmäismää-

rä voidaan alittaa myös kasvupaikan kallioisuuden tai muun erityisen syyn vuoksi. Pohjapinta-alarajojen, sekä runkolukujen valvonta on vaikeaa sellaisilla alueilla, joissa alun perin puusto on ollut ryhmittäistä, sekä luontaisesti aukkoista. Ennen hakkuita selvästi aukkoiset ja harvapuustoisia alueita ei oteta huomioon pohjapinta-alan arvioinnissa (Kiviniemi 2015, 302).

Harvennushakkuissa on ensisijaisesti jätettävä kasvamaan hyväkasvuisia- ja laatuksia ylimpien latvuserosten puita. Vaurioituneita tai sairaita puita ei lueta kasvatuskelpoiseen puustoon. Vuoden 2013 loppuun asti vanhan metsälain voimassaolon aikana säännökset velvoittivat jättämään jäljelle pääosin ylimpien latvuserosten puita. Tämä tarkoitti alaharvennusta, mutta nykyään hyväksytään entistä selkeämmin muutkin harvennusperiaatteet kuin alaharvennus. Kasvatuskelpoisella puulla tarkoitetaan latvukseltaan elinvoimaista puuta, jossa ei ole vaurioita ja jonka rinnankorkeusläpimitta on vähintään seitsemän senttimetriä. Nykyiset säädökset sallivat minkä tahansa puulajin kasvatuksen millä kasvupaikalla tahansa, kunhan puut ovat hyväkasvuisia ja laatuksia. Hieskoivun kohdalla täytyy noudattaa sen kasvupaikkavaatimuksia. (Kiviniemi 2015, 306).

Metsälain asetuksissa edellytetään, että kasvatushakkuun jälkeen kasvatuskelpoinen puusto on luontaisen kasvuolosuhteet huomioiden tasaisesti jakautunut. Metsälaissa ei ole mittapuuta puuston tasaisen jakautumisen arvioimiseksi, mutta hyvissä metsänhoitosuosituksissa koealamenetelmien avulla sitäkin voidaan valvoa. Epätasaisissa metsissä hakkuu ei ole lainvastainen, ellei epätasaisuus ole suurentunut hakkuussa. (Kiviniemi 2015, 306).

### 3.3.3 Puustovauriot

Metsälain mukaan puu katsotaan korjuun seurauksen vaurioituneeksi, jos kasvatuskelpoisen puuaineksen on rikkoontunut tai puun kuori on vaurioitunut yhdestä tai useammasta kohdasta rinnankorkeuden alapuolella yhteensä yli 12 neliösenttimetrin tai koko rungon alueella yhteensä yli 30 neliösenttimetrin laajuudelta. Juuristovaurioita arvioidessa otetaan huomioon vain yli kahden senttimetrin paksuiset juuret, jotka sijaitsevat yhden metrin päässä rungon keskipisteestä. Vuonna 2014 valtioneuvoston asetuksessa on säädetty myös sallitut vaurioprocentit, joka on edistynyt harppaus edelliseen metsälakiin. Entinen metsälaki oli huomattavasti tiukempi kuin nykyinen. Puustovaurioita saa nykyisen metsälain

mukaan olla enintään 15 prosenttia puunkorjuun jälkeen. Vaurioprocentti laskeaan vaurioituneiden puiden runkoluvun ja kaikkien runkolukuun luettavien puiden, johon luetaan myös korjuussa vaurioituneet puut ja näiden suhteena. (Kiviniemi 2015, 322).

#### 3.3.4 Ajouratunnukset

Metsälain mukaan ajourapainaumien keskimääräinen osuus ei saa ylittää hakkuissa ja erityiskohteissa kangasmaalla 20 prosenttia ja turvemaalla 25 prosenttia käsittelyalueen ajourien kokonaispituudesta. Painaumaksi katsotaan kangasmaalla yli metrin pituinen ja kenttäkerroksen alareunasta yli kymmenen senttimetriä syvä painauma. Turvemaalla urapainaumaksi katsotaan yli metrin pituinen turpeeseen leikkautunut yli 20 senttimetrin pituinen painauma. (Kiviniemi 2015, 322).

Maastotarkastusohjeen korjuujäljen kokonaisarvostelussa hyvänä ajouraleveytenä pidetään alle 5,1 metriä ja hyvänä ajouravälinä yli 19 metriä. Metsäsertifiointissa ajourapainumat eivät saa olla yli neljää prosenttia ajouraverkoston pituudesta, eikä sertifiointissa määritetä ajouraväliä. Ajouraväli ja ajouraleveys mitataan kohteilta, joissa runkoluku on yli 600 runkoa hehtaarilla tai sen tulisi olla sen verran harvennusmallien mukaisesti. (Metsäkeskus, 2015 20-24).

## 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 4.1 Aineisto

Tutkimusaineistona oli Metsähallituksen Lapin alueen turvemaiden kesäharvennus kohteet ajanjaksolta 2014-2016. Alueet sijaitsivat Ranuan, sekä Simon kunnan alueilla. Kesäkorjuukohteiden kokonaismäärä oli noin 345 hehtaaria, mutta otos olisi ollut liian suuri mitattavaksi. Valittuja Kesäkorjuukohteita otettiin mitattavaksi noin 115 hehtaaria, joka on kattava otos Metsähallituksen turvemaiden kesäkohteiden harvennushakkuiden laadusta. Alueita oli alun perin melkein 20 kappaletta, mutta satunnaisotannalla valitsimme noin puolet, eli kymmenen aluetta. Kaksi aluetta korjuukohteita jätettiin varakohteiksi, jos alkuperäisistä alueista joku ei olisi sopinut. Tutkimusaineistossa kesähakkuutyömaaksi luokiteltiin tuoko-, kesä-, heinä-, elo-, syys- ja lokakuussa suoritettut hakkuut. Jouduimme vaihtamaan alueita vara-alueisiin, sekä ottamaan uusia alueita. Vaihtamisen syytä oli, että kohteella ei ollut tarpeeksi kesähakkuuta suoritettuna ja yleisin syy oli, että turpeen paksuus ei ollut yli 30 senttimetriä, että alue olisi voitu luokitella turvemaaksi.

Yhteensä mitattuja kohteita otokseen tuli yhdeksän aluetta, joiden pinta-ala oli 115 hehtaaria, mutta jouduimme hylkäämään 8,7 hehtaaria yllä mainittujen syiden vuoksi, joten määräksi tuli 107,2 hehtaaria. Hyväksytyjä mitattuja kuvioita näiltä kohteilta tuli 15 kappaletta. Jokaisella kohteella toimi sama korjuuyrittäjä ja he toimivat aina turvemaiden kesäkohteilla samanlaisella suokorjuukalustolla. Alueiden nimet olivat Aisamaa, Karhukummut, Kämpsäkoski, Lääninraja, Niittykumpu, Simonkäärme, Suvannopää, Töyrylä ja Ylioja. Kohteet ovat esitetty kartalla kuviolla 2.



Kuvio 2. Kohteet kartalla

Kasvupaikaltaan tuoreita kankaita tai sitä vastaavia turvemaita oli aineistossa kahdeksan kohdetta ja kasvupaikaltaan kuivahkoa kangasta tai sitä vastaavia turvemaita oli kaksi kohdetta, sekä kasvupaikaltaan lehtomaista kangasta tai sitä vastaavia turvemaita oli viisi kohdetta. Aineistossa tulokset jaettiin ensiharvennuskohteiksi ja muut harvennuskohteiksi. Ensiharvennuskohteita oli kuusi kohdetta ja muita harvennuskohteita oli kahdeksan kohdetta. Aineiston pääpuulajeina on mänty 13 kuviolla, sekä kuusi kahdella kuviolla.

## 4.2 Mittausmenetelmät

### 4.2.1 Koealojen sijainti ja väli

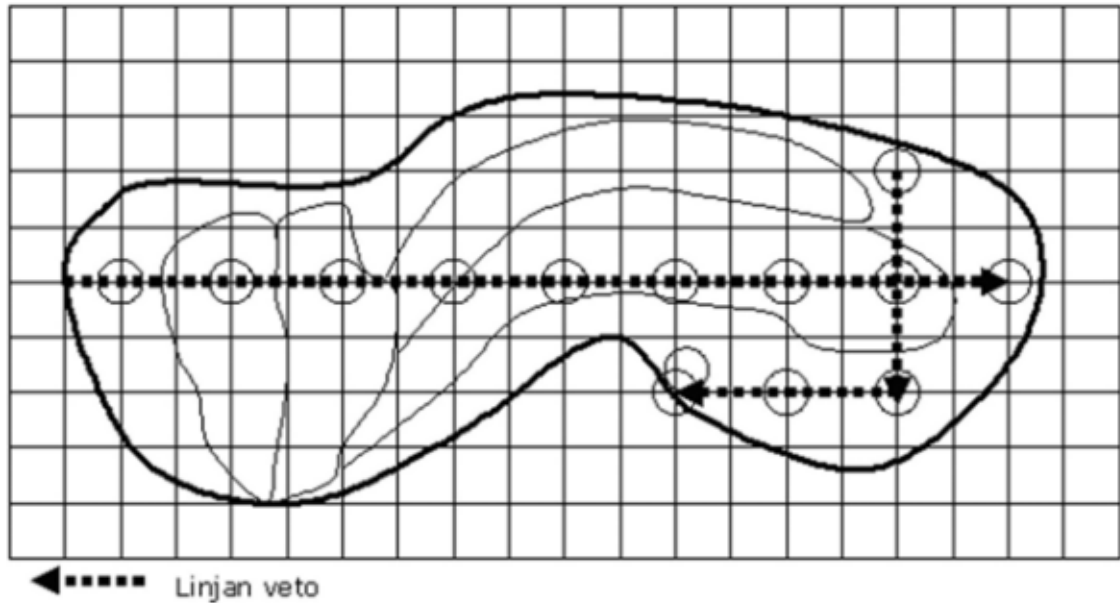
Korjuujäljen mittaukset tehtiin Metsäkeskuksen maastotarkastus ohjeiden mukaisesti jälki-inventointimenetelmällä, jonka maa ja metsätalousministeriö on hyväksynyt korjuujäljen laadunseurannan mittaustavaksi. Jälki-inventointimenetelmä tarkoittaa, että mittaukset tehdään vasta hakkuiden jäl-



keen ja mittaus perustuu metsikön kuvioittaisiin tietoihin. Mittaukset ovat systemaattiseen koealaotantaan perustuva mittaus, jossa koealan keskipiste on merkattu kuitunauhalla. (Metsäteho 2003, 31).

Systemaattisessa mittauksessa mittaus aloitetaan määrittämällä mitattavan alueen pisimmän halkaisijan muodostama keskilinja, jolta koealat mitataan. Linjan suunta määräytyi kuviokartan mukaan ja suuntana käytimme kompassia. Koealaväli määritetään kuvion pinta-alan mukaan, mutta mitattavien koealojen määrä on aina vähintään viisi kappaletta. Ensimmäinen koeala sijoitetaan puolen koealavälin päähän linjan lähtöpisteestä, kun suunta on tarkistettu. Kun keskilinjän mittaukset on tehty, voidaan mittaus lopettaa, jos mittaustulokset eivät poikkea ja ovat tarpeeksi luotettavia. Koealavälin mittarina käytimme askelmittaa. (Metsäkeskus 2015, 9).

Mittauksia jatketaan, jos keskilinjän koealamittausten perusteella on huomattu, että tulokset poikkeavat lain määrittämistä tuloksista tai kohde on rajatapaus. Tällöin jokin keskilinjän koeala arvotaan, jolta mitataan toinen koealalinja kohtisuoraan kuvion läpi. Myös kohtisuoran linjan koealoista arvotaan yksi koeala, jonka kohdalta mitataan keskilinjän suuntainen koeala. Lisälinjoja mitataan siihen asti, että mittaustulos vakiintuu joko hyväksytyksi tai hylättäväksi. Koealoja ei saa sijoittaa kuvion edustavimpiin kohtiin, huonoihin kohtiin, yli aarin kokoihin aukkoihin, eikä sellaisiin paikkoihin missä ei ole ollut poistumaa tai jos puusto poikkeaa huomattavasti muilta koealoilta käsittelyerojen takia. Jos koeala menee kuvion ulkopuolelle tai sen rajalle, siirretään koealaa mahdollisimman lyhyt matka kuvion sisäpuolelle ja, jos uusi koeala menee entisen koealan päälle, niin se jätetään mittaamatta. Turvemaidilla keskilinja on suunnattu sarkaojia vastaan eikä niiden suuntaisesti, sekä ei ajourien pääosan suuntaisesti vaan niitä vastaan. Metsäojat ja ojalinjat kuuluvat myös mitattavaan kuvioon eikä koealojen paikkaa ole siirretty tai jätetty mittaamatta niiden takia. Koealavälin määrääntäulukko ja koalalinjasto on esitetty tarkemmin kuvioissa 3 ja taulukossa 3. (Metsäkeskus 2015, 9-13, 15-19).



Kuvio 3. Kuvion keski- ja lisälinjat. (Metsäkeskus 2015, 11).

Taulukko 3. Maastotarkastusohjeiden linjavälitaulukko. Taulukkoa käytetään linjavälien määrittämiseen kohteen hehtaarikohtaisella koolla. (Metsäkeskus 2015).

Kuvion koko, ha	Linja- ja koealaväli, m
< 1,0	25
1,0 - 2,0	30
2,1 - 3,0	35
3,1 - 4,0	40
4,1 - 6,0	45
> 6,0	50

#### 4.2.2 Mitattavat korjuujälkitunnukset

Koealoilta mitattavat korjuujälkitunnukset olivat puuston runkoluku puulajeittain, keskiläpimitta, rinnankorkeusläpimitta jokaisesta puusta puulajeittain, poistuma, valtapituus, puusto- ja juuristovauriot, ajourapainaumat, ajouraväli ja ajouraleveys. Korjuujälkitunnukset merkittiin maastossa paperiin ja siirretty myöhemmin Excel-ohjelmaan.

Tässä tutkimuksessa ei käytetty relaskoopia vaan pohjapinta-ala johdettiin puiden rinnankorkeusläpimitasta kaavalla  $\pi * (d/2)^2/10000*100$

missä

d on puun rinnankorkeusläpimitta [cm]

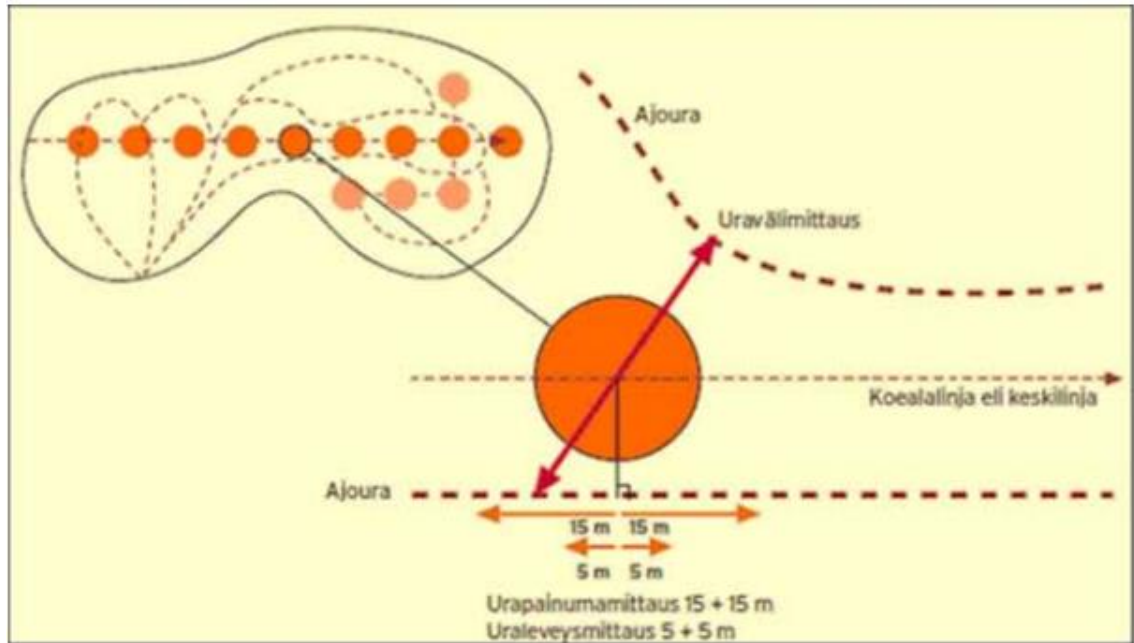
Tutkimuksessa mitattiin koealan jokaisesta puusta rinnankorkeus läpimitan, joka osui 5,64 metrin säteelle koealan keskipisteestä. Ensiharvennuskohteilla luku-  
puiksi ei lasketa alle viiden senttimetrin puita rinnankorkeusläpimitaltaan ja muilla harvennuksilla raja oli seitsemän senttimetriä. Mittauksien lopulla, kun kaikki tarvittavat koealat oli mitattu, niin laskin jokaisen puun pohjapinta-alan puulajeittain yllä olevalla kaavalla, jonka jälkeen kerroin sen sadalla, jotta sain hehtaari-  
kohtaisen pohjapinta-alan. Kuviokohtaiset pohjapinta-alat sain laskemalla kuvion koealojen pohjapinta-alat yhteen ja jakamalla tulokset koealojen lukumäärällä ja lopuksi laskin yhteen kaikkien puulajien pohjapinta-alat saadakseni kuvion hehtaari-  
kohtaisen yhteispohjapinta-alan puulajeittain.

Koealan runkoluku saatiin koealojen tulosten keskiarvolla kertomalla koealakerroin, joka oli tässä tapauksessa 100. Poistuma mitattiin myös samalla ympyräkoealla, jonka säde oli 5,64 metriä. Koealalta mitattiin aines- tai energiapuuksi korjattujen eläneiden puiden kantojen lukumäärä. Mitattavien kantojen täytyy olla kuoren päällä mitattuna ensiharvennuskohteilla kolme senttimetriä ja muilla harvennuskohteilla seitsemän senttimetriä. Raivauksessa kaadettuja puita ei lasketa poistumaan. Kantojen keskiarvo saatiin laskemalla koealojen tulokset yhteen ja jakamalla koealojen määrällä. (Metsäkeskus 2015, 19).

Valtapituus mitattiin ympyräkoealan paksuimmasta puusta suunnon hypsometrillä mittanauhaa apuna käyttäen. Keskiläpimitat mitattiin koealojen jokaisesta puusta ja laskettiin yhteen, sekä lopuksi jaettiin koealojen puiden määrällä saaden keskiläpimitan keskiarvo. Puustovauriot on luokiteltu mittauksissa runko- ja juuristovaurioihin. Vaurioituneiden puiden lukumäärä on laskettu puulajeittain ympyräkoealalta ja kuvion puustovaurioprosentti on laskettu ympyräkoealan vaurioituneiden ja kaikkien runkolukuun luettujen puiden suhteena. Puut on katsottu vaurioituneeksi, kun puuaines on rikkoontunut, latva on poikki, puun kuori on vaurioitunut nilakerrokseen saakka yhdestä tai useammasta kohdasta rin-

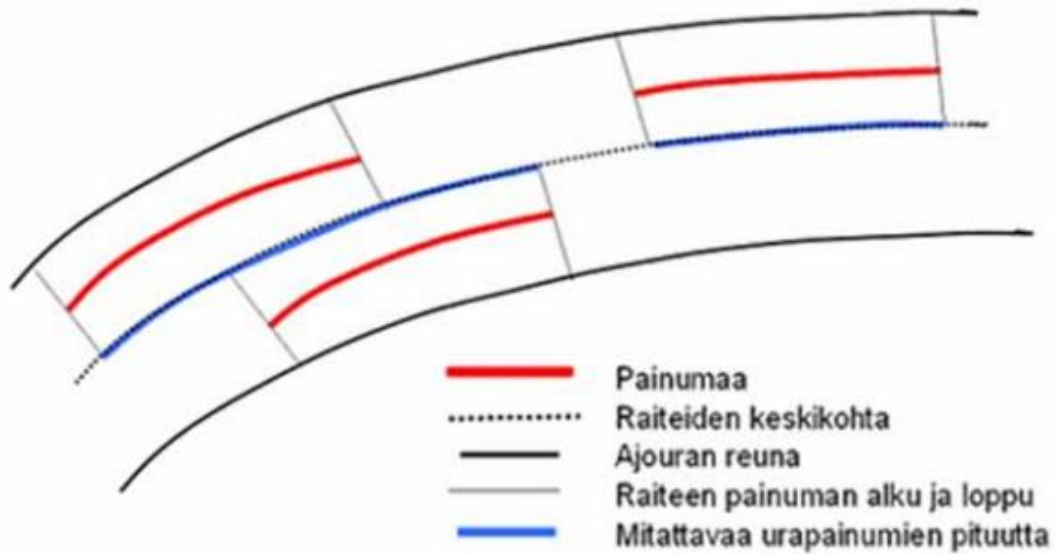
nankorkeuden alapuolelta 12 neliösenttimetriä tai rinnankorkeuden yläpuolelta yli 30 neliösenttimetrikorkeudelta. Juuristovaurioihin luetaan enintään yhden metrin päässä rungon keskipisteessä sijaitseva vaurio. Alle kahden senttimetriä paksujen juurten vaurioita ei huomioida. Muuten juuristovaurioiden kriteerit, on sama kuin runkovaurioissa. (Metsäkeskus 2015, 20).

Ajouravälit mitattiin koealapisteen kautta kulkevan lyhimmän suoran suuntaisesti seuraavalle ajouralle. Mittavälineenä toimi tässä tutkimuksessa 50 metrin mittanauha. Mittaustuloksista laskin yhteen koealojen ajouravälit, jonka jälkeen jaoin sen koealojen määrällä saaden keskiarvon. Ajouraväliä mitatessa on huomioitu myös hakatut ojalinjat ajourina. Ajouraväliä ei mitattu silloin, kun koealan keskipiste oli ajouran ja kuvion rajan välissä. Ajouraväliä sekä ajouraleveyttä ei yleensä mitata kohteilta, joissa runkoluku on alle 600 runkoa hehtaarilla tai metsänhoitosuosituksen mukaan pitäisi olla, mutta tässä tutkimuksessa sellaiset kohteet ovat myös mitattu. Ajouraleveyden mittauksen keskipisteinä on koealan keskipistettä lähimpänä sijaitsevan ajouran raiteiden keskikohta. Tältä pisteeltä on rajattu kumpaakin suuntaan viiden metrin matka. tältä rajatulta jaksolta mitataan uran oikealta ja vasemmalta puolelta lähimmän puun kyljen kohtisuora etäisyys raiteiden keskelle ja lasketaan nämä kaksi etäisyyttä yhteen. Kuvion keskiarvo on saatu lisäämällä koealojen kaikki uraleveydet yhteen ja jaettu koealojen määrällä. Mittauksessa toimi välineenä 50 metrin rullamitta. Ajouraleveyttä ei ole mitattu, jos koeala sijaitsi luontaisen aukon kohdalla tai ajoura on ojalinjan päällä. Ajouratunnusten mittauksia on esitetty tarkemmin kuviossa 4 ja kuviossa 5. (Metsäkeskus 2015, 20-22).



Kuvio 4. Ajouratunnusten mittaaminen. (Metsäkeskus 2015, 21).

Ajourapainauma mitataan koealan lähimmästä ajourasta. Lähtöpisteenä oli koealan keskipistettä lähimpänä olevaa ajouran raiteiden keskikohtaa. Keskipisteestä mittausalue oli 15 metriä molempiin suuntiin eli yhteensä 30 metrin matka mitattiin. Tältä pituudelta mitattiin yli kahdenkymmenen senttimetriä syvä painumien pituus metreinä ja ajourapainauman syvyys täytyi olla 20 senttimetriä turpeeseen leikkautunutta painaumaa. Ajourapainauma voi olla pelkästään ajouran toisella puolella. Ojalinjoilla sijaitsevilla ajourilla painaumia ei ole mitattu. Painaumaprosentti saadaan yhteen laskemalla kaikki ajourapainaumat yhteen ja jakamalla alueen ajourien kokonaismäärällä. Ajourapainaumien mittaus on esitetty kuviossa 5 (Metsäkeskus 2015, 22-23).



Kuvio 5. Ajouratunnusten mittaaminen. (Metsäkeskus 2015, 22).

#### 4.2.3 Tulosten arvostelu

Kokonaisarvosana korjuujäljelle muodostuu arvostelutaulukon perusteella. Puuston pohjapinta-ala tai runkoluku katsottiin hyvän metsähoitosuosituksen maastotaulukoiden mukaan tässä tutkimuksessa. Hyvään kokonaisarvosanaan vaaditaan, että kaikki arvostelutaulukon tunnuksot ovat hyviä. Tässä tutkimuksessa on käytetty taulukkoa, niin kuin alla oleva arvostelutaulukko kertoo, eikä poikkeuksia ole tehty, ellei turvemailla puusto on ollut valmiiksi jo aukkoista tai ryhmittäistä. Kokonaisarvosanataulukko on esitetty tarkemmin taulukossa 4. (Metsäkeskus 2015, 24-25).

Taulukko 4. Korjuujäljen kokonaisarvosana. (Metsäkeskus 2015, 25).

Arvosana	Pohjapinta-ala/runkoluku	Ajoura-väli	Ajoura-leveys	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonaisarvostelu
<i>Hyvä</i>	Harvennusmallin mukainen	19 m tai enemmän	Alle 46 dm (turvemailla alle 51 dm)	Enintään 5 %	Enintään 5 % (turvemailla enintään 10 %)	Kaikki tunnuksot hyviä
<i>Huomautettava</i>	Suositusiheyden ylärajaa tiheämpi tai alarajaa harvempi	Alle 19 m	Yli 46 dm (turvemailla yli 51 dm)	Yli 5 %	Yli 5 % (turvemailla yli 10 %)	Huomautettavaa yhdessä tai useammassa tunnuksessa
<i>Virheellinen</i>	Alle lakirajan	-	-	Yli 15 %	Yli 20 % (turvemailla 25 %)	Puuston tiheys alle lakirajan tai puustovaurioita liikaa tai maastovaurioita liikaa

## 5 TULOKSET

### 5.1 Ensiharvennukset

Harvennuksen jälkeisen kasvatettavan puuston määrän arvioinnissa on käytetty puuston **pohjapinta-alaa** ja valtapituuteen perustuvaa harvennusmallia. Tutkimuksessa alueet on eritelty ensiharvennuskohteiksi, sekä muut harvennuskohteiksi ja lopuksi ne on esitetty yhdessä. Ensiharvennuskohteilla puuston pohjapinta-ala ei ollut suositusten mukainen. Ensiharvennuskohteita mitattiin kuusi kappaletta, joista yksi kohde meni alle metsälain lakirajan ja loput viisi kohdetta oli huomautettavassa luokassa. Ensiharvennusten pohjapinta-ala vaihteli 7,6 – 10,66 m<sup>2</sup>/ha ja keskiarvoksi saatiin 8,79 m<sup>2</sup>/ha. Ensiharvennuskohteiden puuston tiheyden tulokset on esitetty taulukossa 5.

Tutkimuksessa **puustovauriot**, sekä **juuristovauriot** on laskettu yhteen. Missään mitatussa kohteessa puustovauriot ei mennyt yli viiden prosentin. Ensiharvennuksilla puustovauriot vaihtelivat 0,4 - 1,5 prosentin välillä ja keskiarvoksi saatiin 0,77 prosenttia. Ensiharvennuskohteiden puustovauriot on esitetty taulukossa 5.

Ensiharvennuskohteiden ajouravälien keskiarvo oli 19,56 metriä. Ensiharvennuskohteilla ajouravälit vaihtelivat 15,37 – 21,35 metrin välillä ja keskiarvo oli 19,93 metriä. Ensiharvennuskohteiden ajouravälien tulokset on esitetty taulukossa 5.

Ensiharvennuskohteilla **ajourapainauumat** vaihtelivat 0 – 12,1 prosentin välillä ja keskiarvo oli 2,15 prosenttia. Ensiharvennuskohteilla kolmella alueella ei ollut ainuttakaan painauma. Ensiharvennuskohteiden ajourapainaumien tulokset on esitetty taulukossa 5.

Ensiharvennuskohteilla **ajouraleveys** vaihtelivat 5,16 – 6,4 metrin välillä. Ensiharvennuskohteiden ajouraleveyden tulokset on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Tutkimuksen ensiharvennusten tulokset

Ensiharvennukset															
Alue	Kuvio	Ha	Hak.tapa	Pl	Kasvupaikka	Ppa,m <sup>2</sup> /ha	Rkl,kpl/ha	Kannot/kpl,Ka	Klpm, cm	Pituus,m	P.vaurio%	Ajouraväli,m	Ajouraleveys,m	Painauma%	Kokonaisarvosana
Aisamaa	33	5	Ensiharvennus	Mänty	Kuivahko, sitä vast. turvekangas	10,3	457	6,7	16,32	14	0,40 %	20,05	5,34	8 %	Huomautettava
Kämpsäkoski	98	3,2	Ensiharvennus	Mänty	Tuore, sitä vast. turvekangas	7,64	600	9	12,43	11,6	0,80 %	20,7	6,4	ei ole	Virheellinen
Lääninraja	108	12	Ensiharvennus	Mänty	Tuore, sitä vast. turvekangas	10,66	533	9,4	15,77	13,3	1,50 %	18,85	5,16	1,23 %	Huomautettava
Suvannonpää	148	8	Ensiharvennus	Mänty	Tuore, sitä vast. turvekangas	10,6	771	7,7	12,9	12,85	0,50 %	15,37	5,44	ei ole	Huomautettava
Töyrylä	31,4	5,5	Ensiharvennus	Mänty	Lehtomainen, sitä vast. turvekangas	9,88	900	11,5	10,7	12,5	0,45 %	21,35	5,66	12,10 %	Huomautettava
Töyrylä	69,1	6,4	Ensiharvennus	Mänty	Tuore, sitä vast. turvekangas	8,2	512	9,9	14,05	14,1	0,80 %	20,18	5,88	ei ole	Huomautettava
Ensiharvennukset															
	kpl	Ha	ppa,m <sup>2</sup> /ha	Pituus,M	Runkoluku,kpl/ha	P.vauriot%	Ajouraväli,m	Uraleveys, m	Painaumat%	Kannot,kpl					
Hyvä	0	0	0	0		0	0	0	0	0					
Huomautettavaa	5	36,9	9,93	13,35		635	0,73 %	19,16	5,5	4,30 %	9,04				
virheellistä	1	3,2	7,64	11,6		600	0,80 %	20,7	6,4	0	9				
Yhteensä/Ka	6	40,1	8,79	12,48m		617	0,77 %	19,93m	5,95m	2,15 %	9,02				

## 5.2 Muut harvennukset

Muita harvennuskohteita mitattiin yhdeksän kohdetta, joissa puusto ei ollut suositusten mukaisia **tiheydeltään**. Yksi kohde meni alle metsälain lakirajan ja loput kahdeksan kohdetta oli huomautettavassa kunnossa. Tulokset vaihtelivat 7,41 – 12,86 m<sup>2</sup>/ha välillä ja keskiarvoksi saatiin 11,7 m<sup>2</sup>/ha. Muiden harvennuskohteiden puuston tiheyden tulokset on esitetty taulukossa 6.

Muissa harvennuskohteilla **puustovauriot** vaihtelivat 0,3 - 2,4 prosentin välillä ja kahdelta kohteelta emme löytäneet ainuttakaan vauriota. Muiden harvennusten puustovaurioiden keskiarvoksi saatiin 1,27 prosenttia. Muiden harvennuskohteiden puustovaurioiden tulokset on esitetty taulukossa 6.

Muissa harvennuskohteilla **ajouravälit** vaihtelivat 16,45 – 21,8 metrin välillä ja keskiarvo oli 19,68 metriä. Ajouratunnukset mitattiin kaikilta kohteilta. Muiden harvennusten ajouravälien tulokset on esitetty taulukossa 6.

Muilla harvennuskohteilla **ajourapainaumet** vaihtelivat 1 – 30,7 prosentin välillä. Muiden harvennuskohteiden ajourapainaumien keskiarvoksi saatiin 11,93 prosenttia ja kahdelta mitatulta kuviolta emme löytäneet yhtään painaamaa. Muilla harvennuskohteilta kahdella kuviolla ajourapainaumet olivat yli 25 pro-



senttia, joten kohteet ovat virheellisiä. Muiden harvennusten ajourapainaumien tulokset on esitetty taulukossa 6.

Muilla harvennuskohteilla **ajouraleveys** vaihtelivat 5,66 – 7,44 metrin välillä. Ajouraleveyttä mitattaessa huomasimme, että sitä olisi tietyin paikoin hyvin voitu vähentää puuvalinnalla. Muiden harvennusten ajouraleveyksien tulokset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Tutkimuksen muiden harvennusten tulokset.

Muut Harvennukset															
Alue	Kuvio	Ha	Hak.tapa	Pl	Kasvupaikka	Ppa,m2/ha	Rkl,kpl/ha	Kannot/kpl,Ka	Klpm, cm	Pituus,m	P.Vaurio%	Ajouraväli,m	Ajouraleveys,m	Painauma%	Kokonaisarvosana
Aisamaa	137	7	Harvennus	Mänty	Lehtomainen, sitä vast. turvekangas	12,5	375	6,4	20,2	16,62	1,60%	20,48	6,24	12,60%	Huomautettava
Aisamaa	137,1	3	Harvennus	Mänty	Lehtomainen, sitä vast. turvekangas	10,3	380	7	19,54	14,4	ei ole	20,48	7,44	3,50%	Huomautettava
Karhukummut	176	6	Harvennus	Mänty	Lehtomainen, sitä vast. turvekangas	10,26	533	6	14,91	13,1	0,80%	19,87	5,72	8,44%	Huomautettava
Karhukummut	176,1	2	Harvennus	Mänty	Lehtomainen, sitä vast. turvekangas	10	666	8	13,73	13,33	0,30%	21,8	5,66	ei ole	Huomautettava
Kämpäsäkoski	4	12,2	Harvennus	Mänty	Tuore, sitä vast. turvekangas	10,93	375	8,3	18,72	14,25	ei ole	22,4	6,53	3,10%	Huomautettava
Niittykumpu	55	8	Harvennus	Kuusi	Tuore, sitä vast. turvekangas	12,86	463	9,5	19,32	15,45	2,40%	20,36	6,06	26,10%	Virheellinen
Simonkäärme	29	13,6	Harvennus	Mänty	Tuore, sitä vast. turvekangas	12,32	480	6,7	17,49	14,2	1,88%	20,63	5,84	ei ole	Huomautettava
Töyrylä	54,2	2,2	Harvennus	Kuusi	Tuore, sitä vast. turvekangas	16,8	450	9,8	21,39	16,8	0,90%	16,45	5,6	30,70%	Virheellinen
Ylioja	85	13,2	Harvennus	Mänty	Kuivahko, sitä vast. turvekangas	7,41	435	13,5	14,32	12,85	1,60%	18,44	6,29	0,97%	Virheellinen
Muut Harvennukset															
	kpl	Ha	ppa,m2/ha	Pituus,M	Runkoluku,kpl/ha	P.vauriot%	Ajouraväli,m	Uraleveys, m	Painaumat%	Kannot,kpl					
Hyvä	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Huomautettavaa	6	43,8	11,05	14,31	468	0,91%	20,94	6,24	4,60%	7,1					
virheellistä	3	23,4	12,35	15,03	449	1,63%	18,41	5,98	19,25	10,93					
Yhteensä/Ka	9	67,2	11,7	14,7m	459	1,27%	19,68m	6,11m	11,93%	9,01					

### 5.3 Tutkimuksen tuloksien keskiarvot sekä kokonaisarvosana

Tutkimuksessa on esitetty yhteenveto harvennusten keskiarvoista. Tutkimuksen mittaustuloksien keskiarvot on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Tutkimuksen harvennusten keskiarvot

Kaikki yhteensä											
	kpl	Ha	ppa,m2/ha	Pituus,M	Runkoluku,kpl/ha	P.vauriot%	Ajouraväli,m	Uraleveys, m	Painaumat%	Kannot,kpl	
Hyvä	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
Huomautettavaa	11	80,7	10,54	13,88		543,8	0,75%	20,13	5,9	4,45%	7,96
virheellistä	4	26,6	11,13	14,18		487	1,43%	18,99	6,1	14,50%	10,45
Yhteensä/Ka	15	107,3	10,84	14,03		515,4	1,09%	19,56	6	9,48%	9,2

**Hyvään korjuujälkeen** mitatuista kuvioista ei päässyt alueita. Kohteista 11 aluetta oli **huomautettavassa** korjuujäljessä puuston tiheyden sekä ajouraleveyden vuoksi. Mitatuista kohteista neljä aluetta oli **virheellisessä** korjuujäljessä, Kaksi aluetta puuston tiheyden vuoksi ja kaksi aluetta liian suurien maastovaurioiden vuoksi.

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 Vertailututkimukset

Tulosten vertailu on tehty Excel-ohjelmalla sekä osittain tehty sanallisesti ja laskettu keskiarvot, jotka on esitetty kuvioissa 6,7,8,9 ja 10. Vertailututkimuksissa ei ole eritelty turvemaiden ja kivennäismaiden suhdetta, eikä kesäkorjuun ja talvikorjuun suhdetta.

Tulosten tarkastelussa on käytetty Lapin Metsäkeskuksen antamaa korjuujäljen tarkastustuloksia. Tulokset on saatu Lapin Metsäkeskukselta ja korjuujälki raportti sijoittuu vuosille 2012-2014.

Tulosten tarkastelussa on myös käytetty Tuomas Hämäläisen mitattuja tuloksia opinnäytetyössä Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalveluiden korjuujälki. Tämä tutkimus on tehty vuonna 2012 ja sen mittaukset on tehty 2011 kesällä. (Hämäläinen 2012, 30-31).

Kolmantena tulosten tarkastelussa on käytetty Mörkö Mikan mitattuja tuloksia opinnäytetyössä harvennustyömaiden korjuujälki Stora Enso metsän Pohjanmaan tiimin alueella 2011. Tämä tutkimus on tehty vuonna 2012 ja sen mittaukset on tehty vuoden 2011 aikana. (Mörkö 2012, 3).

Neljäntenä vertailuaineistona on käytetty Minna Kuoppalan mitattuja tuloksia opinnäytetyössä Korjuujäljen laatumittausmenetelmien (Tapio ja Metsäteho) vertailu kangasmaiden harvennus- ja ensiharvennushakkuissa Etelä-Pohjanmaalla. Tutkimus on tehty vuonna 2015 ja sen mittaukset on tehty vuoden 2014 aikana. Tätä tutkimusta ei ole otettu vertailuun puuston tiheydessä, koska siinä ei kerrota, onko puuston tiheys otettu huomioon korjuujäljen kokonaisarvosteluissa. (Kuoppala 2015, 12-14).

### 6.2 Puuston tiheys

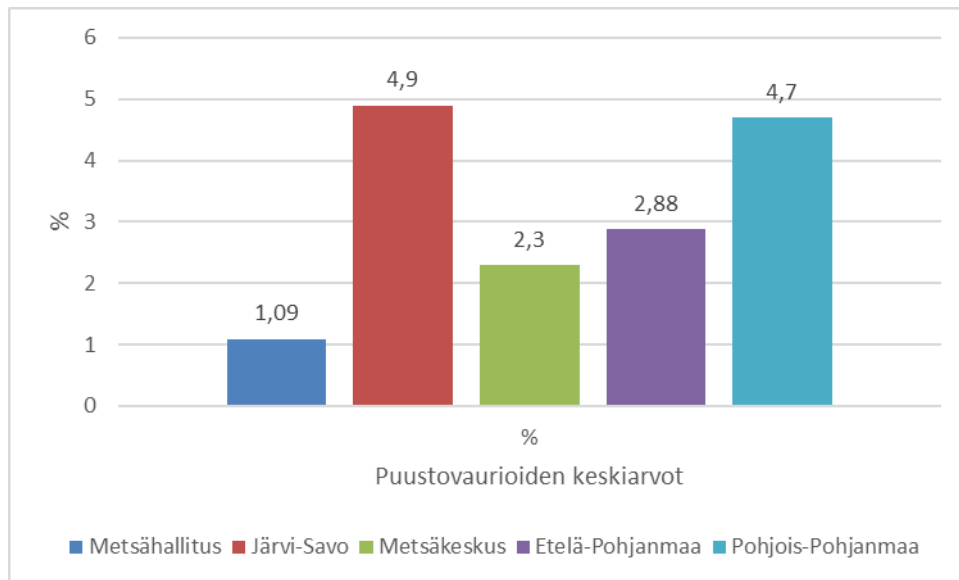
Tämän tutkimuksen kuvioiden puuston tiheydet ei saavuttanut hyvän korjuujäljen kriteerejä. Suurin osa sai huomautettavan korjuujäljen arvosanan, eli puusto oli tiheydeltään suositusten ala- tai yläpuolella. Puuston tiheyden perusteella virheellisiä alueita oli kaksi kappaletta 15 mitatusta kuviosta.

Metsäkeskuksen aineistossa metsälain mukaista puuston minimitiheyden alitusta ei ollut 56 mitatulla kohteella. Huomautettavan korjuujäljen sai 30 kappaletta mitatuista kohteista ja kaksi kappaletta sai virheellisen korjuujäljen. Metsäkeskuksen aineistossa puuston tiheys keskiarvoltaan on 13,05 m<sup>2</sup>/ha

Mika Mörön tutkimuksessa kolmella mitatulla alueella puuston tiheys eivät olleet suositusten mukaisia. Tutkimusaineistossa oli 25 kuviota mittauksessa, sekä aineistossa metsälain mukaista puuston minimitiheyden alitusta ei ollut. Tuloksia ei ole kerrottu tässä tutkimuksessa numeraalisesti. (Mörkö 2012, 30-31).

Hämäläisen tutkimuksessa on 42 mitattua kohdetta. Mitatuista kohteista 23 kuviolla puuston tiheys on hyvän metsänhoitosuosituksen alapuolella, eli huomautettavassa korjuujäljessä. Mitatuista kohteista 12 tippuu lakirajan alapuolelle. Hyvään korjuujälkeen puuston tiheydeltä ylsi seitsemän mitattua kohdetta. Puuston tiheydet ovat hänen tutkimuksissaan suurimmat syyt virheelliseen, sekä huomautettavaan korjuujälkeen. (Hämäläinen 2012, 30-34).

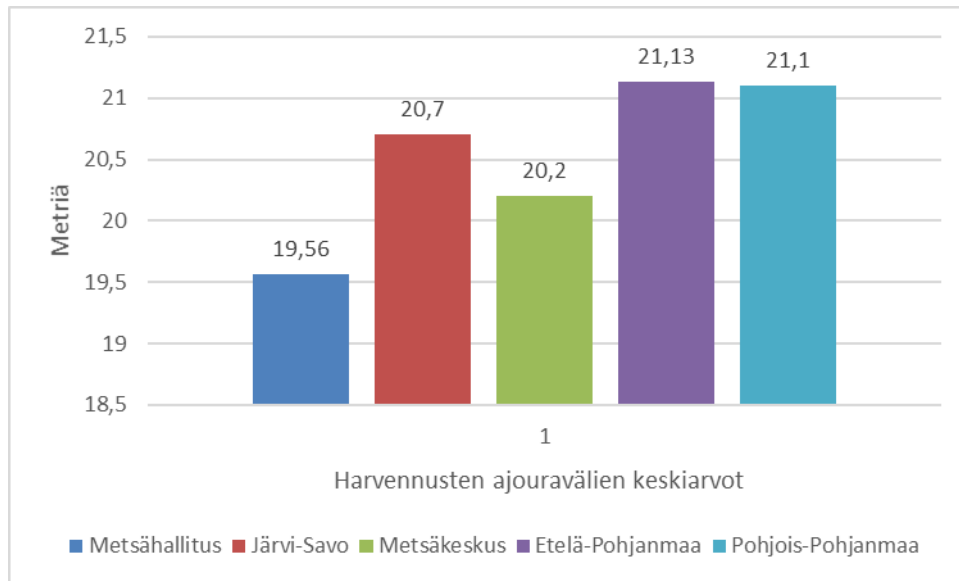
### 6.3 Puustovauriot



Kuvio 6. Harvennuksien puustovaurioiden keskiarvojen vertailu

Puustovaurioihin on laskettu yhteen juuristovauriot, sekä puustovauriot. Hyvään korjuujäljen kriteeriin puustovauriot saavat olla enintään viisi prosenttia. Jos puustovauriot menevät yli 15 prosenttia on kohde ylittänyt lakirajan

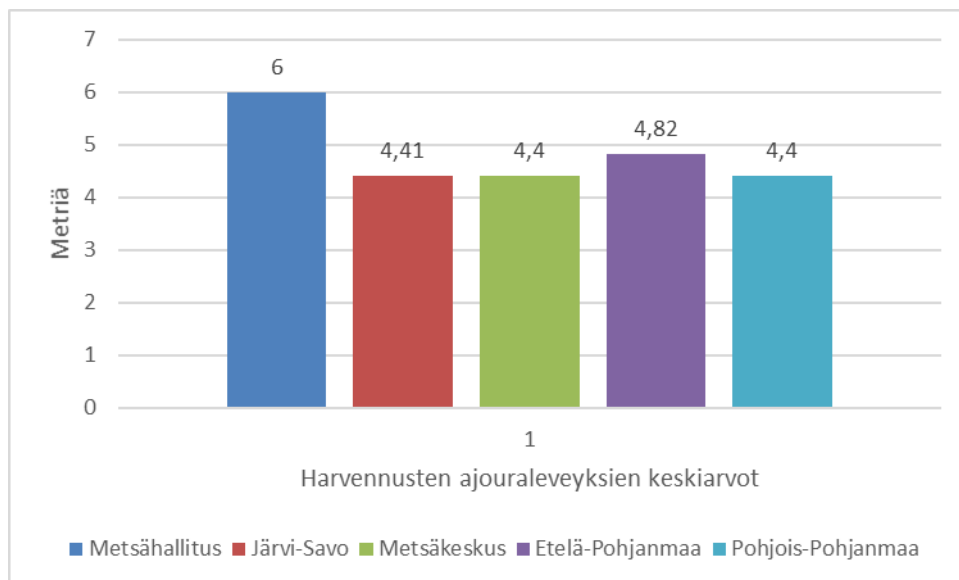
## 6.4 Ajouravälit



Kuvio 7. Harvennuksien ajouravälien keskiarvojen vertailu

Hyvän korjuujäljen kriteeriin ajouravälin tulisi olla 19 metriä tai enemmän kangas- sekä turvemaidilla. Jos ajouraväli alittaa 19 metriä, on kohde huomautettavassa korjuujäljessä.

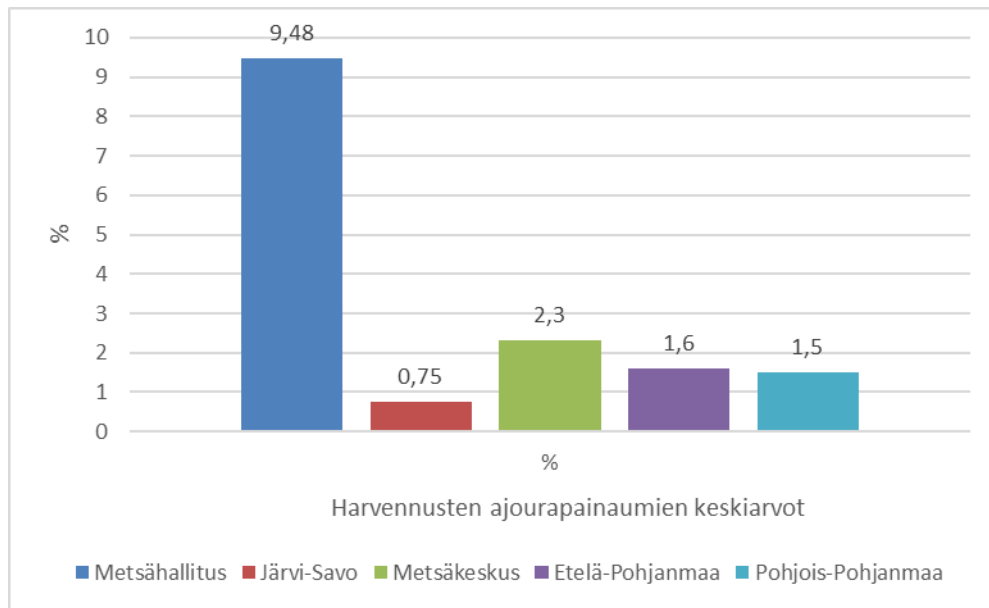
## 6.5 Ajouraleveys



Kuvio 8. Harvennuksien ajouraleveyden keskiarvojen vertailu

Hyvään korjuujälki kriteeriin ajouran tulisi olla alle 4,6 metriä kangasmailla, sekä turvemailla vastaavasti alle 5,1 metriä. Jos kohteen ajouraleveys on 4,6 metriä tai 5,1 metriä, on kohde huomautettavassa korjuujäljessä, riippuen onko kyseessä turvemaata vai kangasmaata.

## 6.6 Ajourapainaukset

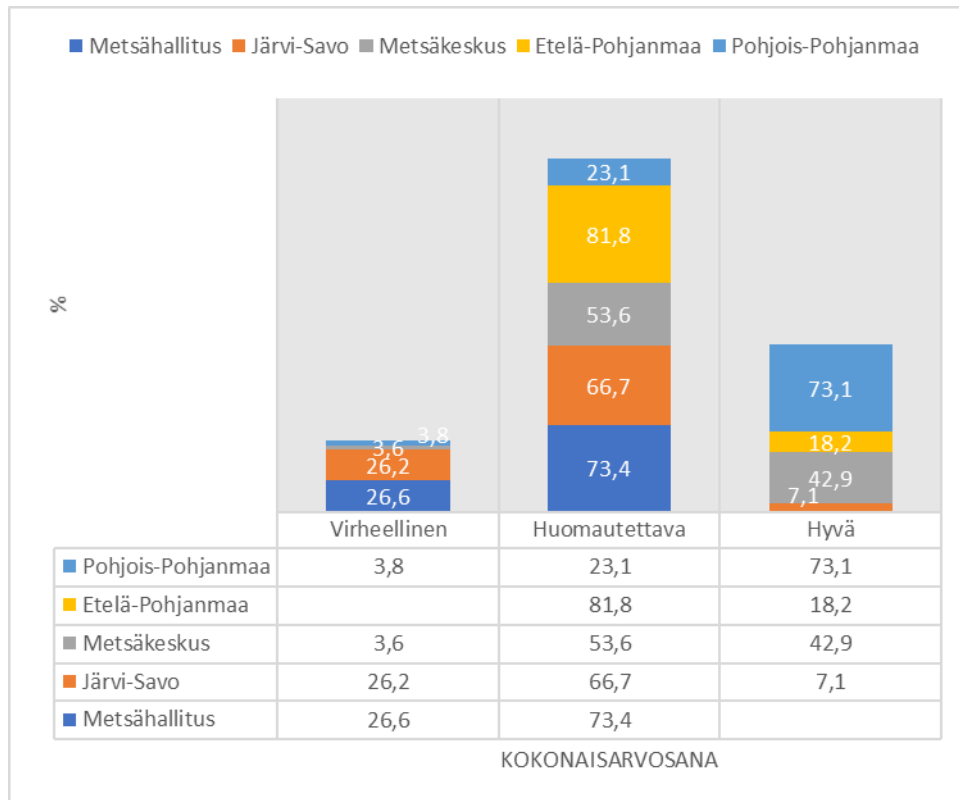


Kuvio 9. Harvennusten ajourapainaukset keskiarvojen vertailu

Hyvän korjuujäljen kriteeriin ajourapainaukset saavat olla viisi prosenttia ajouraverkostosta kangasmailla ja kymmenen prosenttia turvemailla. Metsälaissa ei ole säädelty ajourapainaukset maksimimäärää.

## 6.7 Kokonaisarvosanat

Kokonaisarvostelut on esitetty siten, että kaikki harvennukset ovat taulukoissa mukana. Kaikista tutkimuksista suurin virheellinen korjuujäljen syy oli puuston tiheyden alittaminen metsänhoitosuosituksista, sekä ajourapainaukset ylittäminen yli 25 prosenttia



Kuvio 10. Tulosten kokonaistarvostelu- ja vertailu

## 6.8 Tulosten luotettavuus

Tämän tutkimuksen analysoitavan aineiston kerääminen suoritettiin kesällä 2016 kahden kunnan alueella Lapissa Metsähallituksen turvemaiden kesäkorjuukohteilta. Mitattavat kohteet valittiin satunnaisotannalla kesäkohdealueista, jotka oli harvennettu vuoden 2014 tai 2015 kesän aikana. Sinänsä tuoreista alueista saadaan luotettavampi kuva korjuujäljestä, eritoten harvennusvoimakkuudesta sekä maastovaurioista, koska puuston pohjapinta-ala ei ole vielä kerryntä kasvaa kovin paljon mitä se on heti harvennuksen jälkeen ja maasto ei ole elpynyt raskaista koneista ja niiden aiheuttamista vaurioista.

Mitattu kohteita tutkimuksessa oli 9 kohdetta, joista yhteispinta-alaa kertyi 107,2 hehtaaria. Ensiharvennuskohteita sekä muut harvennuskohteita kertyi 15 kuvion verran, sekä niistä mitattiin 135 kappaletta koealoja. Mittausmenetelmänä käytettiin jälki-inventointimenetelmää, joka antaa tarkan, kattavan, sekä luotettavan kuvan harvennusten korjuujäljestä mitatuilta kohteilta. Koealat mitattiin Metsäkeskuksen maastotarkastusohjetta noudattaen ja mittaajia oli kaksi henkilöä, joten mittajaan virheet vähenivät. Tulokset ovat myös yleisesti vertailtavissa samalla menetelmällä tehtyihin muihin tutkimuksiin. Vertailututkimuksissa ei ole eritelty turvemaiden ja kivennäismaiden suhdetta, eikä kesäkorjuun ja talvikorjuun suhdetta, joten syvempää vertailua on mahdoton tehdä. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää Metsähallituksen, sekä korjuuyrittäjien korjuujäljen kehitystyössä. Otannan laajuus ja mittaukset antavat riittävän tarkat tulokset nykyisestä korjuujäljen tasosta ja kehittämiskohteista. Voidaan sanoa, että tutkimuksen tavoitteet saavutettiin.



## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää turvemaiden kesäkohteiden korjuujäljen laatu Metsähallituksen alueilla Lapissa. Tutkimuksessa saatiin selville luotettavasti korjuujäljen taso. Tuloksia katsoessa voi todeta, että korjuujäljessä on parantamisen varaa, varsinkin harvennusvoimakkuudesta ensiharvennuskohteilla. Kesäkohteiden korjuujälkitunnusten keskiarvot olivat hyviä ajouravälin ja puustovaurioiden osalta, joten tämä kertoo hyvästä ajourasuunnittelusta ja kuski ammattitaidosta. Myös alhainen puuston tiheys voi johtaa pieniin korjuuvaurioihin, sekä ylliveät ajourat, koska silloin koneella on enemmän tilaa liikkua ja käsitellä puutavaraa.

Muissa korjuujälkitunnuksissa on parantamiseen varaa. Mittauksissa huomattiin, että varsinkin ajouraleveyttä olisi voinut hyvin pienentää kuskin puuvalinnan parantamisella, sekä ohjeistuksella. Huomautettavalta ajouraleveydeltä ei silti voi välttyä, kun alueet olivat toisinaan korjuullisesti haastavia kohteita. Ajourapainaumia oli eniten kuusivaltaisilla alueilla, joten olisiko valtapuulajilla merkitys koneen kantavuuteen, taikka turpeen paksuudella vai vaikuttaako harvennusvoimakkuus niin paljon rehevimmillä kasvupaikoilla vai olisiko tarkempi ajourasuunnittelu tarpeen näillä kohteilla. Ajourapainaumia ei ollut kaikilla alueilla, mikä kertoo siitä, että on ollut oikea korjuukalusto ja onnistunut korjuun suunnittelu on toteutunut näillä alueilla.

Eriyistä huomiota tulee kiinnittää harvennusvoimakkuuteen ja sen parantamiseen, koska harvennukset on tehty voimakkaampana kuin hyvän metsähoidon suositusten harvennusmalleihin verrattuna. Harvennusvoimakkuus on suurin syy sille, minkä takia suurin osa kohteista meni virheelliseksi tai huomauttavaksi kokonaisarvostelussa. Ajouraleveys ja ajouravälit ovat myös yhteydessä harvennusvoimakkuuteen. Ajouraleveyden ollessa suuri ja ajouravälin ollessa minileveydessään hakkuukone poistaa kasvatettavaa puustoa tarpeettomasti, jolla on suora vaikutus kasvatettavan puuston määrään hehtaarilla. Harvennusvoimakkuuden tuloksia ei vertailtu lähtöpuustoihin, tai käsittelysuunnitelmiin, niin on epävarmaa, miksi alueet eivät päässyt hyvään korjuujälkeen tiheydeltään. Mahdollisia syitä voivat olla esimerkiksi suunnittelijan antama oheistus tai hakkuukoneen kuljettajan suorittama liian voimakas harvennus tai joko molempien.

Lakirajan alittaminen voitaisiin poistaa konekuljettajien omavalvonnalla hakkuita tehdessä, taikka toimihenkilön suorittamaa valvontaa hakkuiden ollessa käynnissä, jolloin huomattaisiin työn aikana, että onko hakkuu menossa liian harvaksiksi.

Puustovaurioita oli keskiarvoltaan 1,09 prosenttia, joka kertoo kuljettajan ammattitaidosta, huolellisuudesta ja tarkkuudesta haastavillakin kohteilla. Ajouraleveydellä on myös vaikutusta puustovaurioihin. Ajouraleveyden ollessa suuri, hakkuukone ei liiku niin paljon kasvatettavan puuston seassa ja ei vahingoita kasvatettavaa puustoa. On syytä muistaa, että koneellista puunkorjuuta tehdessä ei voi välttyä maasto- ja puustovaurioilta ja, että kaikilla mitatuilla korjuujälkitunnuksilla on vaihtelua toisiinsa nähden.

Tuloksia verratessa Metsäkeskuksen ja kolmeen muuhun samankaltaisiin tutkimuksen korjuujälkituloksiin, huomattiin kokonaistulosten olevan poikkeavia toisistaan, sekä kokonaisarvosteluissa oli suuria eroja toisistaan. Tässä täytyy myös muistaa, että vertailuaineistoissa ei ole eritelty turvemaita. Turvemaan haastavuus tulee ilmi ajourapainauksissa sekä ajouraleveydessä, kun vertaa muihin tuloksiin. Ajouravälit olivat toisiinsa nähden aika samanlaisia. Harvennusvoimakkuudessa oli myös hyvinkin suuria eroja, kun vertaa tutkimusaineistoa ja vertailuaineistoa keskenään, etenkin Metsähallituksen ensiharvennuskohteita vertaillessa.

Yleiskatsaukseltaan korjuujälki tutkimuksessa oli huomautettavan tasolla harvennusvoimakkuuden ja uraleveyksien takia. Korjuujälkitulokset saataisiin hyvän tasolle jättämällä puita enemmän kohteille, sekä ajouraleveyttä pienentämällä puuvalinnalla. Tutkimuksen perusteella ehdotan, että turvemaiden kesäkorjuukohteita tutkittaisiin lisää vastaavanlaisella työllä. Tällaisia tutkimuksia en löytänyt, joka käsittelee pelkästään kesäkorjuukohteita, joten seuraavaa tutkimusta ei ole syytä rajata mitenkään, vaan samanlaisella työllä saataisiin lisää tuloksia kesäkorjuun onnistumisesta ja sen kehittämiseksi. Kesäkorjuun kehittäminen turvemaidella on metsätaloudelle erityisen tärkeää kausivaihteluiden, työllisyyden, puunhankinnan ja lyhyempien talvien takia.

## LÄHTEET

Hynynen, J. 2008. Metsänhoito. Teoksessa S. Rantala (toim. 177-197) Tapion taskukirja. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.

Hyvän metsänhoidon suositukset 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki: Metsäkustannus Oy.

Hyvän metsänhoidon suositukset turvemaille 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki: Metsäkustannus Oy.

Hämäläinen, T. 2012. Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalveluiden korjuujälki. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö Viitattu 19.2.2017  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43771/Hamalainen\\_Tuomas.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43771/Hamalainen_Tuomas.pdf?sequence=1)

Kiviniemi, M. 2015. Metsäoikeus. 4, uudistettu painos. Hämeenlinna: kustannusosakeyhtiö Metsäkustannus oy.

Kuoppala, M. 2015. Korjuujäljen laatumittausmenetelmien (Tapio ja Metsäteho) vertailu kangasmaiden harvennus- ja ensiharvennushakkuissa Etelä-Pohjanmaalla. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö viitattu 7.3.2017  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92125/Kuoppala\\_Minna.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92125/Kuoppala_Minna.pdf?sequence=1)

Metsäkeskus 2015. Maastotarkastusohje. Viitattu 4.2.2017  
<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/suomenmetsakeskuksenmaastotarkastusohje-2015-v2.pdf>

Metsäteho 2003. Korjuujälki harvennushakkuussa opas. Viitattu 11.1.2017  
[http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/2015/03/Korjuujalki\\_harvennushakkuussa\\_opas.pdf](http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/2015/03/Korjuujalki_harvennushakkuussa_opas.pdf)

Metsäteho 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus. Viitattu 12.2.2017  
[http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/2015/03/Korjuun\\_suunnittelu\\_ja\\_toteutus\\_ver02.pdf](http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/2015/03/Korjuun_suunnittelu_ja_toteutus_ver02.pdf)

Metsäteho 2009. Turvemaaharvennusten kantavuusluokitus. viitattu 26.1.2017  
[http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja\\_2009\\_17\\_Turvemaaharvennusten\\_kantavuusluokitus\\_kk.pdf](http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja_2009_17_Turvemaaharvennusten_kantavuusluokitus_kk.pdf)

Mörkö, M. 2012. Harvennustyömaiden korjuujälki Stora Enso Metsän Pohjanmaa tiimin alueella 2011. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö viitattu 7.3.2017  
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43902/Opinnaytetyo%20Mika%20Morko.pdf?sequence=1>

Poikela, A. 2008. Puunhankinta. Teoksessa S. Rantala (toim. 407-409) Tapion taskukirja. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.

Siren, M. 1998. Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 694. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos

Tapio 2015. Metsänhoidon suositukset suometsien hoitoon, työopas. viitattu 4.2.2017. [http://tapio.fi/wpcontent/uploads/2015/06/MHS\\_opas\\_suometsien\\_hoitoon\\_20150222\\_TAPIO1.pdf](http://tapio.fi/wpcontent/uploads/2015/06/MHS_opas_suometsien_hoitoon_20150222_TAPIO1.pdf)