



**JOUKKOKÄSITELTYJEN ENSI-
HARVENNUSTEN KORJUJÄLKI
STORA ENSO METSÄN ETELÄ-
SUOMEN HANKINTA-ALUEELLA**

Tuukka Kataja

Opinnäytetyö
Marraskuu 2012
Metsätalous

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutusohjelma

Tuukka Kataja: Joukkokäsiteltyjen ensiharvennusten korjuujälki Stora Enso Metsän Etelä-Suomen hankinta-alueella

Opinnäytetyö 35 sivua, josta liitteitä 2 sivua
Marraskuu 2012

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää joukkokäsiteltyjen ainespuuleimikoiden korjuujälki Stora Enso Metsän Etelä-Suomen hankinta-alueella. Erityisesti runkovauriot olivat mielenkiinnon kohteena.

Mittaukset suoritettiin jälki-inventointimenetelmällä Tapion maastotarkastusten ohjeen 2011 mukaisesti kesän 2012 aikana. Tutkimusaineisto koostui 14 ensiharvennustyömaasta. Vertailtava aineisto saatiin Tapion tekemästä vuoden 2010 valtakunnallisesta korjuujälkitutkimuksesta. Tarkastetuilta työmailta mitattiin puuston runkoluku, pohjapinta-ala, keskiläpimitta, valtapituus, poistuma, runkovauriot, ajouraleveys, ajouraväli, kannon korkeus ja kannon läpimitta. Ajourapainaumia ja juurivaurioita ei mitattu.

Tutkimusaineiston runkovaurioiden osuus jäävästä puustosta oli keskimäärin 3,38 prosenttia. Ajouraleveyden keskiarvo oli 4,7 ja ajouravälin 18,1 metriä. Puuston runkoluku oli 828 ja poistuma 889 kpl/hehtaarilla. Kannon korkeus oli keskimäärin 12,8 ja läpimitta 14,7 cm. Hyvän kokonaisarvosanan saavutti ainoastaan yksi leimikko. Huomautettavaa oli 12 kohteella ja yksi kohde sai arvosanan virheellinen.

Suurimmat syyt huomautuksiin olivat liian kapea ajouraväli ja liian vähäinen jäävän puuston määrä. Sen sijaan runkovaurioiden määrä oli hyvällä tasolla. Lisäksi kannot jäivät lähes joka kohteella liian korkeiksi.

Jatkossa joukkokäsittelytyömaille tulee kiinnittää huomiota jäävän puuston määrään ja ajouraverkoston suunnitteluun. Lisäksi jäävän kannon korkeutta ja sen vaikutusta tulisi tutkia lisää.

Asiasanat: korjuujälki, ensiharvennus, joukkokäsittely

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Program in Forestry

Tuukka Kataja:

Quality of Harvesting Trace in Multiple-tree Handled Compartments in Stora Enso's Southern Finland's District

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 2 pages
November 2012

The aim of this thesis was to study the quality of the harvesting trace at multiple-tree handled compartments in Stora Enso's Southern Finland's district. In particular, the trunk damages were of interest.

Harvesting trace was measured by using instructions of Forestry Development Centre Tapio from the year 2011. The measurements were done in summer 2012. The research material consisted of 14 early thinning areas. Comparable data were Tapio's nationwide harvesting trace research from 2010. The following aspects were inspected: the number of trees and trees that have been removed, dominant height, central diameter of trees, trunk damages, width and distance of logging roads, basal area and height and width of stump. Dints caused by forest machinery and root damages were not measured.

The amount of trees with trunk damage was 3,38 %. The width of logging roads was 4,6 meters in average and distance between forest loggings was 18,1 meters in average. The number of trees was 828 pieces per hectare in average and the number of removed tree was 889 pieces per hectare. The height of stump was 12,8 cm in average and width 14,7 cm in average. Good overall result achieved only one harvesting area. In 12 harvesting areas overall result was "notice" and one item was rated as invalid.

The main reason for notifications was a too narrow distance between the logging roads and low number of trees. On the other hand, the amount of damaged trunks was at good level. In addition, the stumps were too height almost in every harvesting area.

In future, in multi-handled treatments sites attention should be paid to the amount of the remaining trees in the area and design of logging roads. In addition, the height of stumps and its impact should be studied more.

Key words: harvesting trace, multiple-tree handling, early thinning

SISÄLLYS

ERITYISSANASTO	5
1 JOHDANTO.....	6
2 TAUSTA	7
2.1 Ensiharvennukset Suomessa	7
2.2 Suomen bioenergiatavoitteet.....	8
2.3 Joukkokäsittelyn hyödyt	9
3 JOUKKOKÄSITTELY STORA ENSO METSÄSSÄ.....	10
3.1 Rankamenetelmä.....	13
3.2 Kahden kasan menetelmä	13
3.3 Energiapuumenetelmä	14
3.4 Puutavaralajit joukkokäsitellyissä kohteissa.....	14
4 KORJUJÄLKI	16
4.1 Hyvän korjuujäljen vaikutus	16
4.2 Mittausmenetelmä.....	17
5 MITTAUSTULOKSET.....	19
5.1 Kohteiden valinta.....	19
5.2 Vertailtava aineisto	19
5.3 Mittaustulokset.....	20
5.3.1 Runkovauriot.....	20
5.3.2 Ajouraleveys	22
5.3.3 Harvennusvoimakkuus	22
5.3.4 Ajourien välinen matka.....	24
5.3.5 Kannon korkeus ja läpimitta	25
5.4 Yhteenvedo mittaustuloksista.....	27
6 TULOSTEN TARKASTELU	29
LÄHTEET.....	32
LIITTEET	34

ERITYISSANASTO

Integroitu korjuu:

Integroidulla eli yhdistelmäkorjuulla tarkoitetaan aines- ja energiapuun yhtäaikaista korjaamista samalta työmaalta. Puut karsitaan latvaan saakka ja katkotaan kuitupuupi-
tuuksille. Energia- ja kuitupuu voidaan kaadon yhteydessä jakaa omiin pinoihinsa tai
puida samaan kasaan puutavaralajeittain.

Joukkokäsittely:

Joukkokäsittelyllä tarkoitetaan hakkuukoneen hakkuulaitteen mahdollisuutta käsitellä
useita runkoja kerralla. Joukkokäsittelyyn soveltuva hakkuulaite poimii useita puita (2-
5) mukaansa ja karsii sekä katkoo rungot kerralla.

1 JOHDANTO

Keväällä 2012 olin yhteydessä Stora Ensoon mahdollisesta opinnäytetyöaiheesta. Muutamien viikkojen sähköpostittelun jälkeen kehityspäällikkö Kalle Kärhä otti minuun yhteyttä ja tarjosi opinnäytetyöaihetta joukkokäsittelyn korjuujäljestä. Aihe oli kiinnostava ja ajankohtainen, joten tartuin tarjoukseen. Alueeksi rajasimme Etelä-Suomen hankinta-alueen. Mika Härkönen Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulusta tekee myös opinnäytetyötä samasta aiheesta, alueena Itä-Suomi.

Tavoitteena oli saada selville eroaako korjuujälki joukkokäsitellyissä leimikoissa Etelä-Suomen hankinta-alueella (kuva 1) yksinpuin hakkuuseen verrattuna. Eli onko työmenetelmällä eroa korjuujälkeen ensiharvennuksilla. Mahdollisten erojen syiden selvittäminen ja joukkokäsittelymenetelmän kehittäminen eivät ole tämän opinnäytetyön varsinaisia tavoitteita.



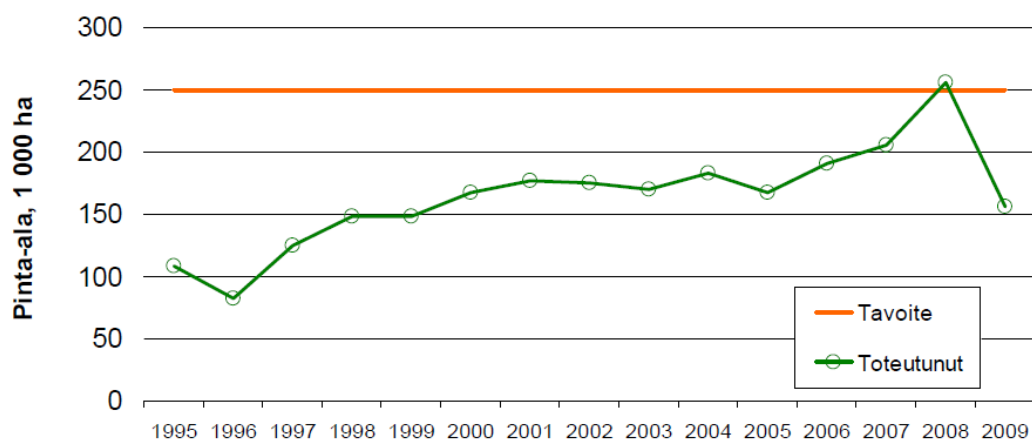
Kuva 1. Stora Enso Metsän hankinta-alueet (Stora Enso 2012).

2 TAUSTA

2.1 Ensiharvennukset Suomessa

Joukkokäsittelyn tarkoitus on tehostaa puun korjuuta ensiharvennuksilla. Tähän onkin tarvetta, sillä ensiharvennustarve Suomessa on suuri. Oheisesta taulukosta (kuvio 1) voimme nähdä, että tavoitteista on jääty pidemmän aikaa. Ainoastaan yhtenä vuotena 2000-luvulla tavoitteet on saavutettu. Oikea-aikainen ensiharvennus on kuitenkin metsän tulevaisuuden kannalta ensiarvoisen tärkeää (Metsäteho Oy 2010).

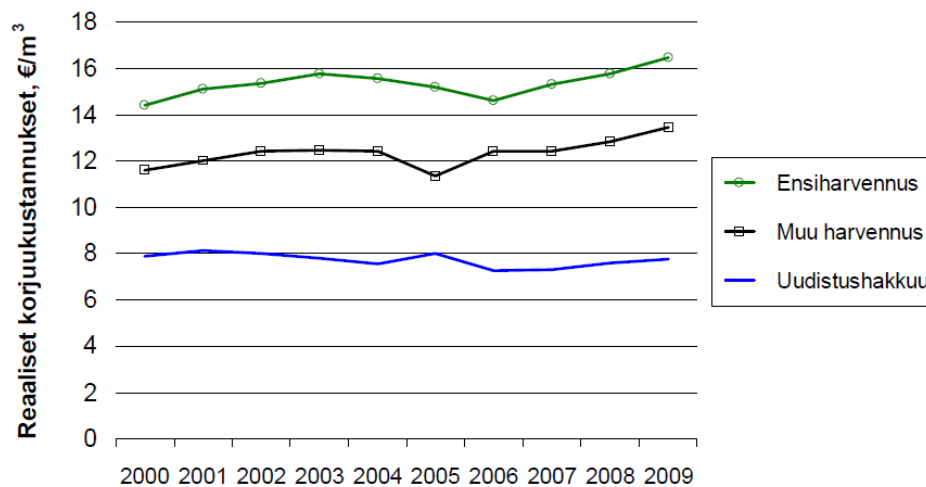
Ensiharvennuspinta-alat 1995–2009



Kuvio 1. Ensiharvennuspinta-alojen kehitys (Kärhä & Keskinen 2011).

Syy miksi ensiharvennustavoitteista on jatkuvasti jääty, ovat korkeat korjuukustannukset (kuvio 2) ja pieni poistuma. Kun korjuukustannukset kuutiota kohden ovat korkeat, ei puusta myöskään voida maksaa samanlaista korvausta metsänomistajalle kuin muissa hakkuutavoissa. Kun myös ensiharvennuksissa poistuma on pieni, metsänomistajan saama ensiharvennuksen tuotto jää vaatimattomaksi, mikä voi osaltaan vaikuttaa toteutuvien ensiharvennusten määriin.

Ensiharvennuspuun korjuukustannukset 2000–2009



Reaaliset korjuukustannukset on deflatoitu Metsäalan konekustannusindeksillä (2009=100).

Kuvio 2. Korjuukustannusten kehitys hakkuutavoittain (Kärhä & Keskinen 2011).

Korjuukustannukset ovat olleet viime vuosina jatkuvasti nousussa. Joukkokäsittely ja integroitu korjuu ovat eräitä uusista keinoista, joilla korjuukustannuksia pyritään saamaan pienemmäksi ja poistumaa suuremmaksi ensiharvennuskohteilla.

2.2 Suomen bioenergiatavoitteet

Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvan energian osuutta maamme energian käytössä 38 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Tämä tarkoittaa nykyisen n. 7 miljoonan kuution metsähakemäärän kasvattamista kaksinkertaiseksi. Suurin osa tästä bioenergiasta tulee olemaan metsäenergiaa nuorten metsien hoitokohteilta ja ensiharvennuksilta (Maa- ja metsätalousministeriö 2011).

Tämän tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan uusia toimintatapoja ja innovaatioita, kuten joukkokäsittely ja integroitu korjuu.

2.3 Joukkokäsittelyn hyödyt

Tutkija Juha Laitila Metsäntutkimuslaitokselta arvioi joukkokäsittelyn tehostavan hakkuuta 10–20 prosenttia. Hän kuitenkin painottaa, että näin merkittävä parannus edellyttää menetelmään sopivaa kohdetta (Latokartano 2012).

Elokuussa 2012 tehtiin Stora Enso Metsän, Metsähallituksen ja Metsäteho Oy:n kanssa yhteinen tutkimus joukkokäsittelyn ja integroidun korjuun hyödyntämisestä kuitupuurunkojen hakkuussa. Kun poistuvan puuston rinnankorkeusläpimitta oli 9-15 cm, joukkokäsittelyn tuottavuus oli 3-17 % korkeampi kuin yksinpuin hakkuussa. Kun integroitu korjuu yhdistettiin joukkokäsittelyyn ja kaikki puuaines hakattiin samaan kasaan, päästiin jopa 18 – 54 % tuottavuuslisään verrattuna perinteiseen ainespuun yksinpuin hakkuuseen (Kärhä ym. 2012).

Joukkokäsittelystä on siis todistetusti hyötyä ensiharvennuksilla, mikäli kohde on oikeanlainen ja korjuuyrittäjä hallitsee työmenetelmän. Saavutettu hyöty ei saa kuitenkaan tapahtua korjuujäljen kustannuksella.

3 JOUKKOKÄSITTELY STORA ENSO METSÄSSÄ

Stora Enso Metsä käyttää tällä hetkellä kolmea erilaista joukkokäsittelymenetelmää riippuen kohteesta. Työohjeena kaikkiin menetelmiin on, että kohteiden tulee olla näkemäraivattuja. Näkemäraivaus on muuten perinteinen ennakkoraivaus, mutta poistettavaksi alikasvokseksi lasketaan kaikki alle 5 cm:n rinnankorkeusläpimitalta olevat puut. Perinteisessä ennakkoraivauksessa poistetaan kaikki alle 9 cm rinnankorkeusläpimitalta olevat puut (Savolainen 2012). Näkemäraivaus on erityisen tärkeää joukkokäsittelykohteissa, koska hakkuukonekuljettaja ei pysty itse siivoamaan pieniä puita hakattavan puun vierestä, mikäli hänellä on jo yksi puu hakkuulaitteessa (Siitonen 2012).



Kuva 2. Stora Enso Savonlinnan ja Ruokolahden tiimin toimihenkilöitä joukkokäsittelykoulutuksessa. (Kuva: Tuukka Kataja 2012)

Nykyään hakatun puuston määrän laskemiseen tarvittava tieto saadaan hakkuukoneesta syöttöruullien tai karsimateriaalien antureilta. Joukkokäsittelyssä tällainen mittaustapa ei kuitenkaan anna oikeaa tulosta, sillä hakkuulaitteessa on monta runkoa kerralla. Mittaus tapahtuukin kuormatraktorin kuormainvää'ällä. Kuormatraktori ajaa puut normaalisti tien varteen puutavaralajikohtaisiin tienvarsivarastoihin. Kuormaa purkaessa kuormatraktori mittaa kuormainvää'ällä kuorman painon. Tästä painosta saadaan kiintokuu-

tiomäärä Metsäntutkimuslaitoksen kertoimella, jonka perusteella metsänomistajalle maksetaan (Ronkainen 2010).

Ainespuukohteilla joukkokäsittelyä on käytetty lähinnä mänty- ja koivuvaltaisilla ensiharvennuksilla. Parhaiten joukkokäsittely toimii männiköissä, sillä koivikoissa runkojen mutkaisuus saattaa aiheuttaa ongelmia katkonnassa. Toisen rungon syöttö voi onnistua hyvin, mutta toinen saattaa jäädä jumiin. Tuloksena voi olla alimittaisia kappaleita. Tästä syntyy hukkapuuta ja pahimmillaan turvallisuusriski koivunkappaleiden tippuessa autokuljetuksessa tielle pankojen välistä. Kuusikkojen joukkokäsittelyä taas rajoittaa joukkokäsittelyn puun oksaisuus (Siitonen 2012).

Joukkokäsittelyä on totuttu käyttämään pieniläpimittaisilla ensiharvennuksilla ja energiapuuhakkuissa. Minimi rinnankorkeusläpimittana on ollut 5 cm. Tätä pienempiä puita ei ole taloudellisesti kannattavaa korjata. Stora Enso Metsän kehityspäällikkö Kalle Kärhä on kuitenkin sitä mieltä, että joukkokäsittelyä voidaan käyttää suhteellisen suuri-
kokoisiin puihin, jopa 15-18 cm rinnankorkeusläpimittaan asti. Kärhä kuitenkin painottaa, että silloin myös kaluston on oltava järeämmästä päästä. Tämä tarkoittaa käytännössä 20-tonnista hakkuukonetta ja päätehakkuukokoista hakkuulaitetta. (Kärhä 2012).

Joukkokäsittelyssä käytettävä hakkuukoneen hakkuulaite voi olla tavallinen hakkuulaite pelkällä lisäohjelmistopäivityksellä, mutta tehokkainta työskentely on erikseen lisättävillä joukkokäsittelykypälillä (Löppönen 2012). Alla olevasta kuvasta (kuva 3) näemme että joukkokäsittelykypälät eivät ole itse hakkuulaitteessa kiinni, vaan sen yläpuolella. Tällä hetkellä John Deerellä on Suomessa patentti joukkokäsittelykypäliin, joten muiden valmistajien on toistaiseksi tultava toimeen ilman lisäkouria.



Kuva 3. John Deeren 754 hakkuulaite joukkokäsittelykärpäällä. (Kuva: Tuukka Kataja 2012)

3.1 Rankamenetelmä

Rankamenetelmässä hakataan rungot puulajipuhtaina kasoihin latvoineen. Mukaan voi hakata yli 5 cm rinnankorkeusläpimitan täyttäviä energiarankoja. Suurimman osan puustosta tulisi olla kuitenkin selkeästi kuitupuuta. Käytännössä menetelmä on integroitu korjuu joukkokäsiteltynä (Savolainen 2012).

Hyvä puoli menetelmässä on suurempi poistuma ja tätä kautta korjuukustannukset kuutiometriä kohden pienenevät. Energiapuuta ei myöskään tarvitse erikseen hakettaa tienvarressa, koska energiapuu otetaan talteen sellutehtaan kuorintarummussa.

Energia- ja kuitupuun erillisiä määriä ei pyritä arvioimaan, vaan metsänomistajalle maksetaan yksi läpihinta. Ongelmana on lähinnä se, että koska energiapuun tarkkaa osuutta ei tiedetä, niin energiataukea ei voida nykysäädöksillä saada. Energia- ja kuitupuuta menevät siis yhdessä kasassa sellutehtaalte, missä erottelu tapahtuu kuorintarummussa. Pieniläpimittaisiin puu ja kuori menevät polttoon ja kuituosa raaka-aineeksi sellun keittoon (Ronkainen 2010).

3.2 Kahden kasan menetelmä

Tässä menetelmässä hakataan pääpuulajin kuitu selluksi. Muut puulajit hakataan energiaksi latvoineen. Kahden kasan menetelmää käytettäessä leimikon tulee olla ensiharvennus, jossa puiden keskijäreys on yli 70 litraa (Savolainen 2012). Tätä pienemmät leimikot on syytä hakata kokonaan energiaksi.

Hyvä puoli menetelmässä on energiataukien saaminen energiapuulle. Energiataukipolitiikka muuttuu kuitenkin jatkuvasti. Käytännössä kahden kasan menetelmä on kehitetty energiataukien saamiseksi, ilman energiataukia rankamenetelmä on huomattavasti kustannustehokkaampi. Erillinen energiaerä palvelee myös paremmin metsäenergiaosastoa. Kahden kasan menetelmässä metsäenergian käyttöä ei ole sidottu sellun keittoprosessiin.

3.3 Energiapuumenetelmä

Energiapuumenetelmässä kaikki puut hakataan latvoineen samaan kasaan. Kasa peitetään ja puiden annetaan kuivua. Hakkuriauto hakettaa puut tienvarsivarastolla hakkeeksi, joka ajetaan voimalaitokselle. Energiapuumenetelmää käytetään nuoren metsän kunnostuskohteissa. Normaaleilla ensiharvennuksilla menetelmää ei käytetä (Savolainen 2012).

3.4 Puutavaralajit joukkokäsitellyissä kohteissa

Stora Enson joukkokäsitellyissä ainespuukohteissa puutavaralajeina ovat mänty-, kuusi-, koivu- ja lehtipuuranka. Käytännössä haaparangat yhdistetään koivuun ja kuusirangat mäntyyn. Kuusirangat menevät siis selluksi. Kuusiranka toimii lähinnä avustavana puutavaralajina ensiharvennumänniköissä. Mikäli kuusta on enemmän, hakataan se perinteisellä menetelmällä kuusikuiduksi. Tämä siksi, että joukkokäsitellyssä puutavarassa karsiutumisen on huomattavasti heikompaa verrattuna yksipuun käsiteltyihin runkoihin.



Kuva 1. Joukkokäsiteltyä mäntyrankaa. (Kuva: Tuukka Kataja 2012)

Suurin ero joukkokäsittelyhakkuun puutavaralajien mitta- ja laatuvaatimuksissa on minimiläpimitan puuttuminen. Kuitenkin korkeintaan puolet kappaleista saa olla alle 5 cm latvaläpimitaltaan. Lisäksi koivurankaa sisältävä puutavara on toimitettava nopeammas-
sa tahdissa kuorimolle. Mikäli koivuranka on kaadettu 1.4 – 30.9, sen tulee olla kuori-
molla alle neljän viikon kuluessa katkonnasta. Jos koivut on kaadettu muuna aikana,
tulee ne toimittaa kuorimolle 30.4 mennessä. Mänty- ja kuusirangat tulee toimittaa 8
viikon kuluessa kuorimolle, mikäli ne on kaadettu 1.4 – 30.9 välisenä aikana. Muuna
aikana katkottu puu tulee toimittaa viimeistään 31.5 mennessä (Vainikka 2011).

Tiukemmat laatuvaatimukset verrattuna normaaliin kuitupuuhun johtuvat puun kuivu-
misesta. Pieni läpimittainen kuiva ranka ei kuoriudu sellutehtaan kuorintarummussa,
vaan katkeilee ja säpälöityy.

Kahden kasan menetelmässä kuituranka ei juuri eroa normaalista ensiharvennuskuidus-
ta. Karsinta tosin jää huonommaksi verrattuna perinteiseen hakkuutapaan.

4 KORJUJÄLKI

Korjuujälki-termillä tarkoitetaan metsikön puuston ja maaperän tilaa korjuun jälkeen. Tavoitteena tulisi olla aina täydellinen korjuujälki, mutta käytännössä harvennushakkuissa syntyy aina korjuuvaurioita. Harvennushakkuissa korjuujälkeä arvioidaan yleensä seuraavien kriteerien perusteella:

- harvennusvoimakkuus
- puustovauriot (runko- ja juurivauriot)
- puuvalinta
- ajouraväli
- ajouraleveys
- ajourapainamat

(Metsäteho Oy. 2010).

Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena on vertailla eri hakkuutapojen (joukkokäsittely vs. yksin puin hakkuu) vaikutusta korjuujälkeen. Tämän takia tässä työssä on jätetty korjuujäljen ulkopuolelle ajourapainamat ja juurivauriot, koska on katsottu, että hakkuutavalla ei ole vaikutusta edellä mainittuihin asioihin. Erityisinä painopisteinä olivat runkovauriot ja harvennusvoimakkuus.

4.1 Hyvän korjuujäljen vaikutus

Erityisesti ensiharvennuksilla hyvä korjuujälki on tärkeää, sillä korjuujäljellä on merkittävä vaikutus metsikön laatuun aina päätehakkuuseen asti. Useimpia virheitä on mahdollista korjata jälkeinpäin. Esimerkiksi myöhemmillä hakkuilla ei voida juurikaan vaikuttaa liian tiheään ajouraverkostoon. Runko- ja juurivauriot puolestaan altistavat koko metsikön erilaisille lahottajasienille ja hyönteisille. Liian tiheäksi jätetty metsä taas järetyy hitaasti ja tuottaa vähemmän tukkipuuta, liian harvaksi hakatussa puut kuluttavat turhaan ravinteita latvuston kasvattamiseen (Metsäteho Oy. 2010).

Hakkuukoneenkuljettajalla on siis suuri vastuu ensiharvennuksilla. Hyvän tai huonon korjuujäljen taloudellisia vaikutuksia on hankala arvioida tarkasti, mutta vaikutus on kuitenkin merkittävä metsikön puun tuoton laadun ja määrän kannalta.

4.2 Mittausmenetelmä

Korjuujälkitarkastuksissa käytettiin Tapion maastotarkastuksen ohjeita vuodelta 2011. Viimeisimmät lisäykset ohjeeseen oli tehty 27.10.2011. Koealoja otettiin ohjetta noudattamalla 10 kappaletta per kohde. Koealana toimi ympyräkoeala 5.64 metrin säteellä.

Koealalta mitattiin seuraavat asiat:

- runkoluku (r/ha)
- pohjapinta-ala (m²/ha)
- poistuma (r/ha)
- runkovauriot (kpl/ha)
- keskiläpimitta (cm)
- valtapituus (m)
- kannon korkeus (cm)
- kannon läpimitta (cm).

Juurivaurioita ja ajourapainauksia ei mitattu, koska hakkuutavan ei katsottu niihin vaikuttavan. Ylimääräisinä tunnuksina olivat kannon korkeus ja läpimitta. Koealan keskipisteestä mitattiin lähimmän ainespuukannon (yli 9 cm lpm) läpimitta ja korkeus. Kannon korkeus laskettiin alhaisimmasta mahdollisesta katkaisukohdasta lähtien. Esimerkiksi kantoa lähellä olevat kivet estävät usein katkaisun aivan juuresta.

Lisäksi mitattiin ajouraväli, ajouraleveys ja koealan keskipisteen matka lähimmälle ajouralle. Ajouraväli ja -leveys mitattiin Tapion ohjeen mukaan (Maastotarkastuksen ohjeet 2011). Etäisyys koealan keskipisteestä mitattiin lähimmän ajouran keskikohtaan.

Hakkuukuviosta otettiin ylös metsätyyppi, pääpuulaji, hakkuun ajankohta, ennakkoraivaus (näkemäraivaus) ja hakkuukoneen sekä ajokoneen työpistekoodit. Ennakkoraivauskohta jaettiin kolmeen vaihtoehtoon:

1 = tehty

2 = ei tehty, eikä tarvetta

3 = ei tehty, mutta olisi pitänyt.

Ensimmäisen työmaan mittaus suoritettiin yhteistyössä Metsäteho Oy:n korjuujälkiasiantuntijan Asko Poikelan kanssa. Hänellä on pitkä kokemus korjuujälkimittauksista ja niiden kehittamisestä. Koetyömaa oli todellakin tarpeen, sillä pain havaittiin että korjuujäljen mittaus ei ole niin yksinkertaista, kuin se paperilla näyttää. Työmaalla huomattiin nopeasti, että alkuperäinen 3,99 m säde koealalle on liian pieni. Yksittäisen puun tai runkovaurion vaikutus nousisi liian suureksi, tämän takia koealan säde vaihdettiin 5,64 metriin.

5 MITTAUSTULOKSET

5.1 Kohteiden valinta

Kohteiden tuli olla Etelä-Suomen hankinta-alueella ja niissä ainespuu oli korjattu joukkokäsittelymenetelmällä. Puhtaat energiapuukohteet rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle. Muita kriteerejä kohteille ei annettu.

Tutkimuksen alkuperäisenä tarkoituksena oli tutkia 20 leimikkoa Stora Enso Metsän Ruokolahden tiimin alueelta, mutta pian kävi selväksi, että koko Etelä-Suomen alueelta ei löydy kyseistä määrää. Leimikoiden pieni määrä tuli yllätyksenä ja lopulta kohteeksi valikoitui 14 leimikkoa Etelä-Suomesta. Näistä kohteista kahdeksan oli Tornatorin ja kuusi yksityisten metsänomistajien mailla.

Kohteet olivat pääasiassa mäntyvaltaisia, sillä mänty toimii parhaiten joukkokäsittelyssä (Latokartano 2012). Syyt tähän tulevat puutavaralajivaatimuksista ja männyn ominaisuuksista, joita on käsitelty aiemmin. Kohteet olivat kahta lukuun ottamatta kesähakkuita kivennäismailla. Kaikki leimikot oli hakattu rankamenetelmällä.

Hakatuista leimikoista lehtomaisia kankaita oli seitsemän ja tuoreita viisi. Kuivahkoja ja kuivia kankaita oli molempia yksi. Työmaat oli hakattu yhdeksällä eri koneketjulla. Yleisin hakkuukone oli John Deere 1070 (6 kpl) ja yleisin hakkuulaite John Deeren 754 joukkokäsittelykypälillä (7 kpl). Erilaisia hakkuukonemalleja oli yhteensä kuusi, hakkuulaitteita seitsemän.

5.2 Vertailtava aineisto

Vertailuaineistona toimii Tapion tekemä tutkimus harvennushakkuiden korjuujäljestä vuodelta 2010 (Vanhatalo 2011). Tapio toteuttaa korjuujälkitutkimuksen vuosittain yhteistyössä Suomen Metsäkeskuksen kanssa. Tutkimuksessa aineisto on jaettu ensiharvennuksiin ja muihin harvennuksiin. Vertailuaineistona on tässä opinnäytetyössä käytetty ensiharvennuksen arvoja, koska kaikki mitatut joukkokäsittelykohteet ovat ensiharvennuksia.

Harvennusvoimakkuus, valtapituus ja runkoluku on jaettu pääpuulajeittain Tapion tutkimuksessa. Näissä kohdissa on käytetty männikön arvoja, sillä tämän opinnäytetyön kohteissa kahdellatoista neljästätoista oli pääpuulajina mänty.

5.3 Mittaustulokset

Kaikkia mitattuja tunnuksia ei käytetä tässä opinnäytetyössä hyväksi. Ne on mitattu työn tilaajaa varten ja niitä tullaan käyttämään yhdessä Itä-Suomen mittausten kanssa. Kaikki mitatut tiedot löytyvät työmaittain liitteistä (liite 1 ja liite 2).

5.3.1 Runkovauriot

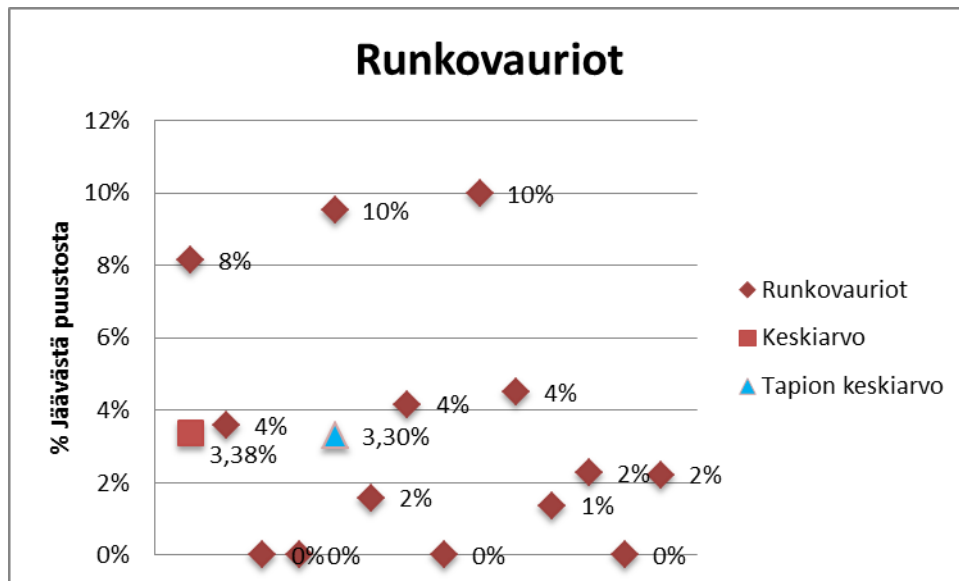
Runkovauriolla tarkoitetaan korjuussa syntyneitä vauriota puun runkoon. Runkovaurio-
prosentti saadaan jakamalla vaurioituneiden runkojen lukumäärä kasvatettavaksi jätetty-
jen puiden kokonaismäärällä. Juurivauriot, joita tässä opinnäytetyössä ei mitattu, ovat
erikseen. Yhdessä juurivaurioista ja runkovaurioista puhuttaessa käytetään termiä
”puustovaurio”. Puussa katsotaan olevan runkovaurio kun jokin seuraavista ehdoista
täyttyy:

- 1) puuaines on rikkoontunut tai latva on poikki tai
- 2) puun kuori on rikki nilakerrokseen saakka yhdestä tai useammasta kohdasta yhteensä yli 12 cm² laajuudelta ja puuaineen pintaa on samalla paljastunut yli 1 cm² laajuudelta tai
- 3) puussa on kuoren rikkonut viilto tai viiltoja, joiden yhteenlaskettu pituus on yli 50 cm

(Metsäteho Oy. 2010).

Neljästätoista mitatusta työmaasta ainoastaan kolmessa runkovaurioiden määrä oli selkeästi yli neljän prosentin (kuvio 3). Nämä kolme työmaata nostivat keskiarvon samalle tasolle kuin Tapion mittausten keskiarvo (Vanhatalo 2011). Keskimäärin runkovaurioita oli 3,38 prosentilla jäävästä puustosta. Tulosta voidaan pitää varsin tyydyttävänä kun ottaa huomioon, että työmenetelmä on uusi. Toisaalta täytyy muistaa, että mitatuista leimikoista kahdellatoista oli pääpuulajina mänty. Yleensä kuusikoissa ja koivikoissa

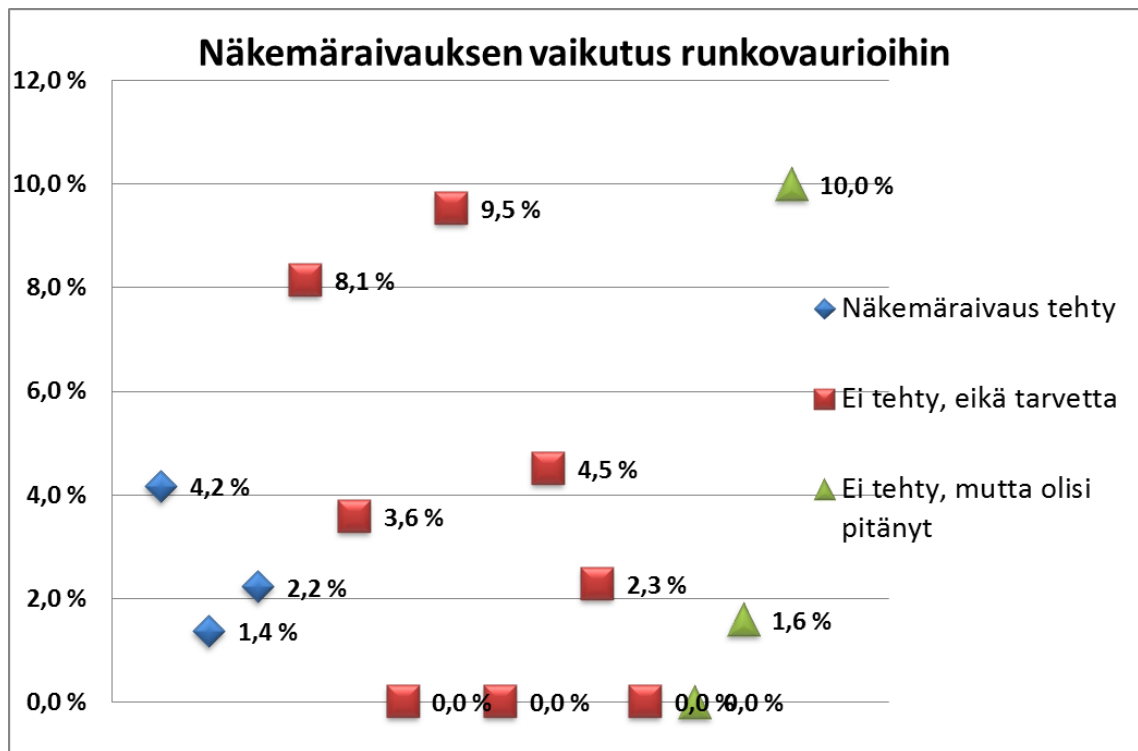
runkovaurioita on enemmän. Tapion keskiarvo sisältää suhteellisesti enemmän kuusi-koita ja koivikoita kuin tämän tutkimuksen mittaukset. Tasapainottavana tekijänä toimii taas se, että ainoastaan kaksi kohdetta oli hakattu talvisaikaan, loput kesällä.



Kuvio 3. Runkovaurioiden osuus työmaittain.

Yleensä runkovauriot löytyivät ajouran reunoilta, eli pääsyy niihin on ollut todennäköisesti ajokone. Toisaalta ajouraleveydet olivat keskiarvoja suuremmat ja suoraa yhteyttä runkovaurioprocentin ja kapean ajouraleveyden vaikutuksesta ei voi tässä tapauksessa osoittaa.

Mittauksia tehtäessä otettiin myös huomioon näkemäraivaus. Otanta jää melko pieneksi, mutta alla olevasta kuviosta (kuvio 4) voidaan nähdä, että suurimmilta vaurioilta vältytään kun näkemäraivaus on tehty. Raivaamattomallakin leimikolla on mahdollista saavuttaa alhainen runkovaurioiden määrä, mutta se kysyy kärsivällisyyttä hakkuukoneen kuljettajalta. Tarkoituksena tietenkin on, ettei kallista hakkuukonetta tarvitse käyttää alikasvoksen raivaukseen. Keskimäärin näkemäraivatuilla työmailla runkovaurioiden osuus oli 2,6 %. Jos raivausta ei ollut tehty, eikä siihen ollut tarvetta prosentti nousi 3,5:een. Kohteilla, joissa näkemäraivausta ei ollut tehty, mutta siihen olisi ollut selkeä tarve, jäävän puuston runkovaurioprocentti oli 3,9 %. Vaikka otanta jää hyvin pieneksi, niin tulokset tukevat osaltaan näkemäraivauksen tärkeyttä joukkokäsittelytyömailla.



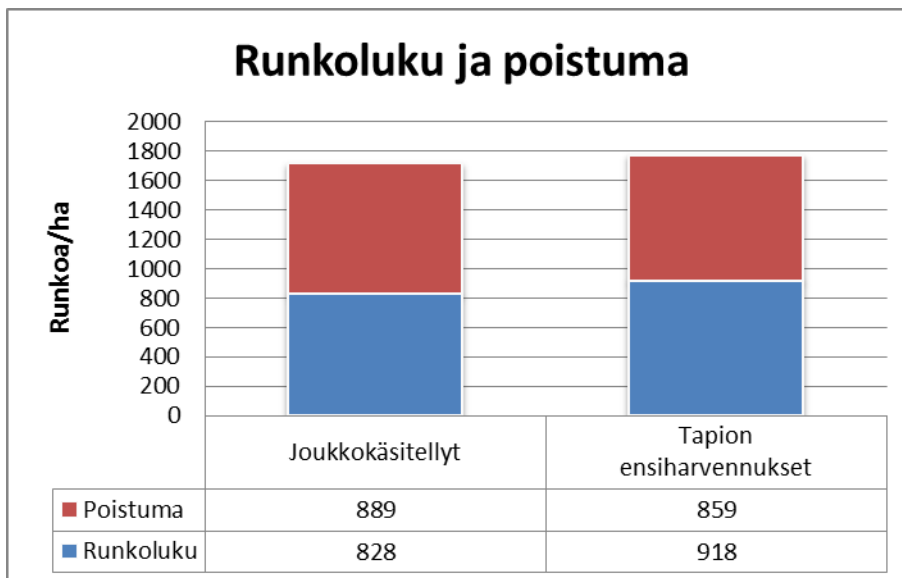
Kuvio 4. Runkovaurioiden osuus työmaittain näkemäraivauksen mukaan.

5.3.2 Ajouraleveys

Yhtenä hyvän korjuujäljen kriteerinä pidetään ajouraleveyden jäämistä alle 4,6 metrin. Mitatuissa kohteissa ajouraleveydet olivat kuitenkin keskimäärin 4,7 metriä. Neljästätoista kohteesta kahdeksassa ajouraleveydet ylittivät 4,6 metriä. Loput kuusi kohdetta olivat 4-4,5 metrin sisällä. Tapion mittauksissa vuodelta 2010 ensiharvennuksien keskiarvo oli 4,3 metriä (Vanhatalo 2011). Liian leveät ajourat vaikuttavat osaltaan jäävän puuston määrään, sillä ne vievät tilaa kasvatettavalta metsältä.

5.3.3 Harvennusvoimakkuus

Alla olevasta kuviosta (kuvio 5), nähdään että kohteet ovat olleet runkoluvultaan hyvin tavallisia ensiharvennuksia. Poistuma on kuitenkin hiukan suurempi ja jäävän puuston runkoluku on puolestaan pienempi. Jäävän puuston runkoluku on lähes poikkeuksetta Hyvän metsänhoidon suosituksia pienempi (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006).



Kuvio 5. Runkoluvun ja poistuman keskiarvo.

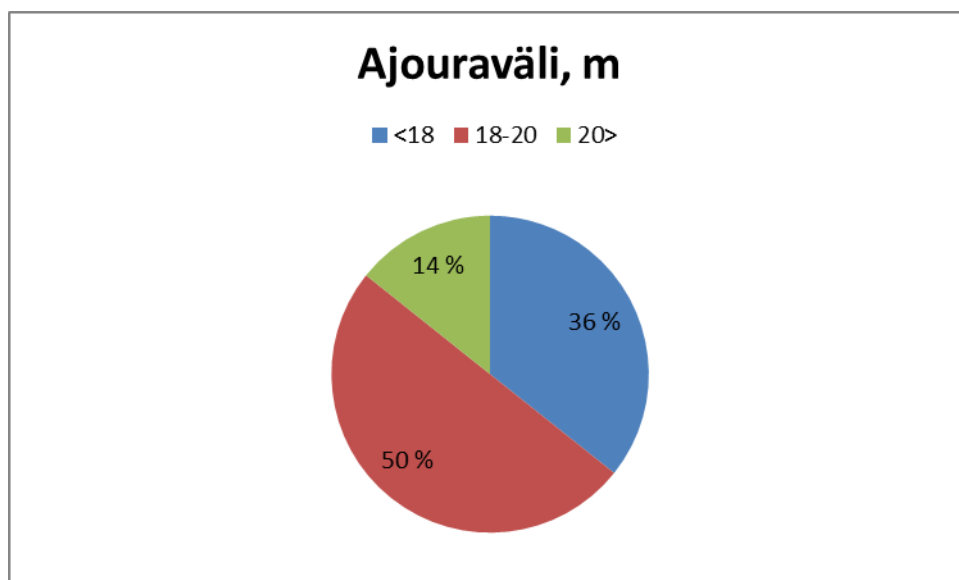
Neljästätoista kohteesta yhdellätoista runkoluku jäi 700 ja 900 kappaleen väliin.

Yhdellä kohteella runkoluku oli alle 700 ja kahdella yli 900 kappaletta/ha. Poistuman osalta suurin osa (10 kpl) sijoittui 700 ja 1000 rungon väliin. Kolmella kohteella poistuma oli yli 1000 ja yhdellä alle 700 runkoa/ha.

5.3.4 Ajourien välinen matka

Ajourien välinen matka jäi tässä aineistossa selkeästi harvennushakkuiden keskimääräistä pienemmäksi. Kun Tapion mittauksissa keskiarvo on 21,4 metriä, niin aineiston joukkokäsitellyissä leimikoissa ajouraväli jää 18,1 metriin. Ainoastaan kahdella kohteella ajouraväli oli yli 20 metriä (kuvio 6), mikä on Tapion suositus. Tapion mittauksissa alle 20 metrin ajouraväliin jää vain 28,1 prosenttia työmaista (Vanhatalo 2011).

Usein ajouravälit olivat kapeammat loogisista syistä, kuten maaston jyrkänteistä tai muista maaston muodoista johtuvia. Tällaiset poikkeavat tapaukset on kuitenkin jätetty tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Korjuujälkiasiantuntija Asko Poikela kuitenkin painotti ennen mittauksien aloittamista, että kovin helposti ei tule ajouravälin mittausta pois jättää (Poikela 2012).

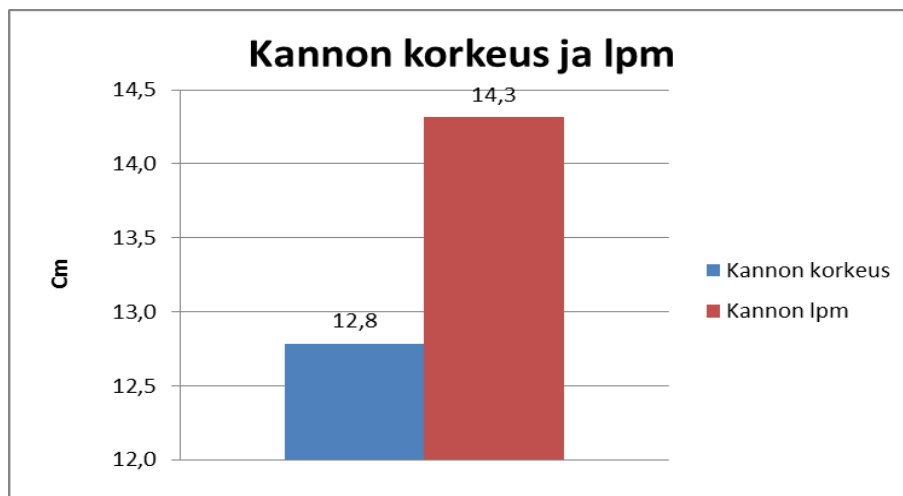


Kuvio 6. Ajouravälin jakautuminen.

5.3.5 Kannon korkeus ja läpimitta

Kantojen korkeus ja läpimitta mitattiin työn tilaajan toiveesta. Vertailukelpoisia lukuja ei ole kuitenkaan tarjolla (Poikela 2012). Tapion mittauksissa kannon korkeutta ja läpimittaa ei mitattu. (Vanhatalo 2011). Huomionarvoista oli toteutunut kannon läpimitta, sillä mitään erityisen pientä poistettu puu ei ollut. Kohdevalinnat ovat ainakin tältä kannalta olleet oikeat, sillä liian pienipuustoisille kohteille ei joukkokäsittelyssäkään tule lähteä.

Alla olevasta kuviosta (kuvio 7) näkyy, että kaikkien työmaiden kantojen korkeuden keskiarvoksi tulee 12,8 cm. Jokaiselta leimikolta mitattiin 10 kantoa. Suurin osa tuloksista (10 kpl) jäi 8 ja 16 cm:n välimaastoon. Kahdella kohteella kannon korkeudeksi tuli 16,1 ja 25,4 cm ja yhdellä 6,7 cm. Ensimmäisellä kohteella kannon korkeutta ei mitattu, koska kyseinen mittaus päätettiin tehdä sen jälkeen, kun kohteella oli jo käyty.



Kuvio 7. Kannon korkeuden ja läpimitan keskiarvo.

Asko Koukkari tekee työnjäljen tarkastuksia Parikkala-Punkaharju alueella Stora Enson hakkuutyömailla. Yhtenä kriteerinä hänen tulee arvioida kannon korkeus. Koukkari arvioi, että yli 10 cm kantojen osuus harvennushakkuilla jää keskimäärin alle prosenttiin. Keskimääräiseksi kannonkorkeudeksi hän arvioi 2-3 cm (Koukkari 2012).

Joukkokäsittelytyömailla kannot olivat selkeästi liian korkeita. Suurin osa kohteista oli hakattu kesällä, jolloin mitään syitä korkeille kannoille ei pitäisi olla. Myös hakkuukonekuljettajilta saadun suullisen palautteen perusteella joukkokäsittelykohteissa kanto jää usein korkeammaksi yksinpuin hakkuuseen verrattuna. Mittaustulokset tukevat tätä havaintoa. Kun hakkuulaitteessa on entuudestaan yksi puu, niin seuraavan puun sahaaminen aivan juuresta on käytännössä hyvin vaikeaa (Siitonen 2012).



Kuva 2. Tässä kanto on jäänyt liian korkeaksi. (Kuva: Tuukka Kataja 2012)

Kannon korkeutta tulisi tutkia suuremmalla otannalla vertaamalla tuloksia perinteisellä tavalla hakattuihin ensiharvennuksiin. Tällä tavoin pystyttäisiin arvioimaan hukkaan jäävän puun määrä ja taloudellinen vaikutus.

5.4 Yhteenveto mittaustuloksista

Tapio on käyttänyt korjuujäljen yleisarvosanan määrittämiseksi kohteelle ohessa näkyvää mallia (taulukko1). Suositustiheydet saadaan harvennusmalleista. Ne on jaettu metsätyypin, pääpuulajin ja maantieteellisen sijainnin perusteella. (Hynynen 2008) Tässä opinnäytetyössä käytettiin runkolukuun perustuvia malleja, koska ne soveltuvat paremmin ensiharvennuksille (Poikela 2012).

Taulukko 1. Korjuujäljen kokonaisarvosteluasteikko (Maastotarkastuksen ohjeet 2011).

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

Vuoden 2010 Tapion mitatuissa kohteissa 65,9 % sai arvosanan ”Hyvä”, 30,2 % arvosanan ”Huomautettavaa” ja arvosanan ”Virheellinen” 3,9 %. (Vanhatalo 2011). Tässä aineistossa joukkokäsittelytyömaista (taulukko 2) ainoastaan yksi (7 %) työmaa sai arvosanan ”Hyvä”. ”Huomautettavaa” arvosanan sai 12 (86 %) kohdetta, eli kahta lukuun ottamatta kaikki. Yksi (7 %) kohde sai arvosanan ”Virheellinen”. Liian lyhyet ajouravälit ovat suurin yksittäinen syy tulokseen, vain kahdella kohteella ajouraväli oli 19 metriä. Tapion mittauksissa yleisin syy huonoon korjuujälkeen olivat runkovauriot.

Kaikissa kriteereissä huomautusten määrä oli korkea, parhaimmat tulokset tulivat puustovaurioista joissa ”Hyvän” arvosanan sai 9 työmaata.

Taulukko 2. Mitattujen kohteiden kokonaisarvostelu.

Kriteeri	"Hyvä"	"Huomautettavaa"	"Virheellinen"	Yhteensä kpl
Harvennusvoimakkuus	7	6	1	14
Puustovauriot	9	5	0	14
Ajouraväli	2	12	-	14
Ajouraleveys	7	7	-	14
Kokonaisarvosana	1	12	1	14

Täytyy kuitenkin muistaa, että tässä opinnäytetyössä ei mitattu puustovaurioita vaan runkovaurioita. Tällä ei kuitenkaan ole juuri merkitystä, sillä suurin osa kohteista oli männiköitä, joissa pinnallista juuristoa on hyvin vähän ja juurivaurioiden riski pieni. Lisäksi kaikki kohteet olivat kuivahkoja kankaita, (tässä ei tarkoiteta metsätyyppiä) silmämääräisesti en nähnyt ajourapainauksia tai juurivauriota lainkaan. Juurivaurioiden osuus puustovaurioista on myös Tapion mittauksissa pieni. Vuonna 2010 Tapion mittauksissa runkovaurioita oli keskimäärin 3,2 %, mutta juurivaurioita vain 0,5 %. (Vanhatalo 2011) Mitatuissa kohteissa juurivaurioiden määrä olisi ollut todennäköisesti lähellä nollaa. Pieni lisäys tämän opinnäytetyön runkovaurioihin mahdollisista juurivaurioista johtuen, ei laskisi yhdenkään kohteen arvosanaa.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Alun perin opinnäytetyötä suunniteltaessa oletettiin, että erityisesti runkovauriot saattaisivat olla ongelma joukkokäsittelyn korjuujäljessä. Ajateltiin, että hakkuulaitteen ja sen taakan kontrollointi on vaikeampaa useaa runkoa käsiteltäessä (Poikela 2012). Mittaus-tulokset eivät kuitenkaan tue tätä ennustetta. Jälkikäteen ajatellen puiden kaatoja on vähemmän kuin perinteisessä yksinpuin hakkuussa ja tätä kautta kaadon yhteydessä oleva riski jäävien puiden vahingoittumisesta on pienempi.

Suurimpina ongelmina joukkokäsittelyn korjuujäljessä olivat ajourien välinen matka ja liian vähäinen jäävän puuston määrä. Nämä liittyvätkin suoraan toisiinsa, kun ajourien välinen matka lyhenee, lisääntyy ajouraverkoston pinta-ala työmaalla. Tätä kautta kasvatettavia puita jää alueelle vähemmän (Poikela 2012). Myös leveät ajourat pahentavat tilannetta, lisäten ajouraverkoston kokonaispinta-alaa.

Muutamissa kohteissa ajouraverkoston tiheys ei riittänyt selittämään alhaista runkolu-kua. Metsää oli hakattu yksinkertaisesti liian rajusti. Näissä kohteissa myöskään pois-tumat eivät olleet suuria, joten metsä on ollut jo alussa harvahko harvennusta ajatellen. Syytä liian tiheään ajouraverkoston on vaikea sanoa. Hakkuutavalla ei tässä tapaukses-sa pitäisi olla merkitystä, sillä ajouraverkoston suunnittelu ei eroa yksinpuin hakkuuseen verrattuna mitenkään.

Ajouravälit ovatkin lähempänä energiapuuharvennusten tuloksia (Vanhatalo 2011). Saattaa olla, että hakkuukonekuljettajat ovat ajouraverkoston suunnitellessaan lähteneet hakkaamaan kohteita samalla tavalla kuin energiaharvennuksia. Joukkokäsittely mielle-tään vielä usein pelkästään energiapuuhun liittyväksi asiaksi, vaikka näin ei asia enää ole. Energiaharvennuksilla ajouravälit ovat usein pienemmät, koska puuston tiheys ja alikasvoksen määrä saattavat olla korkeat. Mitatuissa kohteissa näin ei kuitenkaan ollut, joten syyksi se ei kelpaa. Myöskään näkemäraivauksella ja ajouravälillä ei ole mitään havaittavaa syy-seuraussuhdetta.



Kuva 3. Joukkokäsittelyä metsää. (Kuva: Tuukka Kataja 2012)

Sen sijaan jäävän puuston määrään joukkokäsittelyllä saattaa olla työmenetelmänä vaikutusta. Joukkokäsittelymenetelmää käytettäessä tavoitteena on ottaa hakkuulaitteeseen lähekkäin olevia puita ja karsia ja pätkiä ne kerralla. Tarkoituksena ei ole hakea käsiteltävää puuta kovin kaukaa, vaan puida puu yksin mikäli lähellä ei ole toista sopivaa kohdetta. Käytännössä joukkokäsittelykohteessa noin puolet puista joukkokäsitellään, loput hakataan perinteisellä yksin puin menetelmällä (Kärhä 2012). Työmenetelmä on kuitenkin kuljettajille uusi, ja joukkokäsittelyn hyödyntäminen saattaa johtaa siihen, että harvennusvoimakkuus on liian suuri etsittäessä hyviä puunippuja joukkokäsittelyä varten.

Lisäksi Stora Ensolla on erillinen joukkokäsittelytaksaa, joka on hiukan normaalia ensiharvennustaksaa pienempi. Pienempi taksa perustuu siihen, että kuutioita kertyy nopeammin joukkokäsittelyllä kuin yksinpuin hakkuulla. Tarkoituksena on että molemmat osapuolet hyötyvät joukkokäsittelystä.

Työn tehokkuuteen vaikuttaa merkittävästi työmaan laatu. Jos poistettavia puita on runsaasti lähekkäin, niin joukkokäsittelystä saatava hyöty on suurin. Mikäli kohteessa on vähän poistettavia puita, ei joukkokäsittelystä ole korjuuyrittäjälle mitään hyötyä, koska

hän joutuu hakkaamaan rungot yksitellen. Lisäksi yrittäjä on joutunut investoimaan 10–20 tuhatta euroa hakkuulaitteeseen, jotta joukkokäsittely olisi ylipäättänsä mahdollista. Jos joukkokäsittelykohteet ovat jatkuvasti heikonlaisia, voi olla, että yrittäjä käyttää työmenetelmää ”liikaa”, jolloin puuston määrä ja metsän laatu kärsivät.

Kuljettajille pitääkin siis jatkossa teroittaa, että joukkokäsittely on vain työmenetelmä, ei itse tarkoitus. Mikäli joukkokäsittelyn osuus hakkuusta on selvästi yli 50 prosenttia ja kohde ei ole erityisen tiheä, voidaan epäillä että tekniikka ei ole vielä hallussa. Joukkokäsittelyllä saatava hyöty valuu hukkaan, jos seuraava puu etsitään väkisin vaikkapa toiselta puolelta hakkuukonetta.

Stora Enso Metsän kehityspäällikkö Kalle Kärhä korostaa, että tulevaisuudessa kaikki ensiharvennuskohteet ovat joukkokäsiteltävissä (Kärhä 2012). Tämä on oikea suuntaus, sillä tällä hetkellä kohteiden etsimiseen kuluu liikaa aikaa ja vaivaa. Kahden taksataulukon menetelmästä tulisi luopua, mikä rohkaisisi yrittäjiä käyttämään enemmän joukkokäsittelyä. Tätä kautta myös välttyttäisiin mahdolliselta tilanteelta, että yrittäjä hakkaa metsää liian rajusti korvataksaan alemman taksoituksen.

Korjuujäljen osalta joukkokäsittelykohteissa tulee jatkossa kiinnittää huomiota ajouraverkoston suunnitteluun ja jäävän puuston määrään. Työn jäljen kannalta kantojen korkeutta kannattaisi tutkia lisää, sillä tämän työn perusteella näyttää siltä, että ne jäävät liian korkeiksi hakkuutavasta johtuen. Tämä tutkimus valaa kuitenkin uskoa siihen, että kun hakkuukoneen kuljettajat ovat sisäistäneet työmenetelmän, niin ei ole mitään syytä epäillä, etteikö joukkokäsittelyn korjuujälki vastaisi yksinpuin hakkuun tuloksia.

LÄHTEET

Hynynen, J. 2008. Tapion Taskukirja. Metsän kasvattaminen. 25 uudistettu painos. Helsinki: Metsäkustannus Oy.

Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

Koukkari, A. Pekka Laamanen Ky:n työnjohtaja. 2012. Haastattelu 11.10.2012. Haastattelija Kataja, T. Punkaharju.

Kärhä, K. & Keskinen, S. 2011. Ensiharvennukset metsäteollisuuden raaka-aineena 2000-luvulla. Metsätehon tulostalvosarja 2/2011.

Kärhä, K., Perho, A., Kumpare, T., Sorsa, J., Keskinen, S. & Poikela, A. 2012. Joukkokäsittelyn hyödyntäminen kuitupuurunkojen hakkuussa. PowerPoint-esitys. Stora Enson tietojärjestelmä.

Kärhä, K. Joukkokäsittelykoulutus Stora Enso Savonlinnan ja Ruokolahden tiimin henkilöstölle 5.10.2012. Ruokolahti.

Latokartano, M. 2012. Yhdistelmäkorjuun toinen tuleminen. Aarre-lehti 7/2012, 38–43.

Löppönen, Ruokopuu Oy:n toimitusjohtaja. 2012. Haastattelu 19.6.2012. Haastattelija Kataja, T. Ruokolahti.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2011. Kansallinen metsäohjelma 2015.

Maastotarkastuksen ohjeet. 2011. Korjuujälkitarkastukset -osio. Päivitetty 27.10.2011. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

Metsäteho Oy. 2010. Korjuun suunnittelu – opas. Luettu 27.10.2012. http://www.metsateho.fi/files/metsateho/korjuun_suunnittelu/start.html

Poikela, A. Metsäteho Oy:n korjuujälkiasiantuntija. 2012. Haastattelu 24.4.2012. Haastattelija Kataja, T. Helsinki.

Ronkainen, J. 2010. Integroitu korjuu. PowerPoint-esitys. Stora Enson tietojärjestelmä.

Savolainen, J. 2012 Joukkokäsittely. PowerPoint-esitys. Stora Enson tietojärjestelmä.

Siitonen, O. Ruokopuu Oy:n hakkuukonekuljettaja. 2012. Haastattelu 27.6.2012. Haastattelija Kataja, T. Ruokolahti.

Stora Enso 2012. Stora Enso Metsän toiminta. Luettu 10.11.2012
<http://www.storaenso.com/wood-forest/stora-enso-metsa/stora-enso-metsan-toiminta/Pages/toiminta.aspx>.

Vainikka, J. 2011. Imatran tehtaan mitta- ja laatuvaatimukset. Stora Enson tietojärjestelmä.

Vanhatalo, K. 2011. Korjuujäljen valtakunnalliset tarkastustulokset. Helsinki: Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

Äijälä, O., Kuusinen, M. & Koistinen, A. (toim.) 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

LIITTEET

Liite 1. Maastomittausten tulokset.

Mittaustulokset, korjuujälki joukkokäsittellyistä kohteissa Stora Enso Metsän Etelä-Suomen hankinta-alue													
Kohde	runkoluku	poistuma	Kanto korkeus	lpm	ppa	vaurio-%	läpimitta (cm)	pituus (m)	Ajoura väli (m)	leveys (cm)	etäisyys urasta (m)		
1	860	820	15	15	11,5	8,14 %	15	13	20	422	5,5		
2	840	780	11	17	9,2	3,57 %	13	13	19	458	4,3		
3	818	864	25	14	10,9	0,00 %	16	13	17	511	4,5		
4	800	800			9,7	0,00 %	13	11	19	441	4,8		
5	700	1256	16	15	12,3	9,52 %	16	13	21	443	5,1		
6	630	900	15	16	12,3	1,59 %	17	12	19	455	5,8		
7	720	930	7	14	10,8	4,17 %	14	13	18	432	5,3		
8	830	740	14	14	11,0	0,00 %	16	10	18	446	2,7		
9	1050	1020	10	12	9,3	10,00 %	11	9	19	473	3,6		
10	890	610	8	15	8,2	4,49 %	12	8	16	462	3,6		
11	730	780	9	15	9,0	1,37 %	15	11	17	530	3,0		
12	880	1250	14	14	12,4	2,27 %	15	11	17	442	4,7		
13	950	780	11	13	11,6	0,00 %	14	10	16	486	5,4		
14	900	920	11	12	11,3	2,22 %	16	14	18	526	3,3		
	828	889	12,8	14,3	10,7	3,4 %	14,4	11,5	18,1	466	4,4		

Liite 2 Muut kohteilta kerätyt tiedot.

Muut tiedot kohteista										
Kohde	Hakkuu aika	Myyjä	Työpieste	Metsätyyppi	Maaperä	Pääpuula	Moton malli	Kouran malli	Ennakkoraivuu	
1	Kesä	Tornator	537E	Omt	Kivennäis	Mä	1170E	414	Ei tehty, eikä tarvetta	
2	Kesä	Tornator	509D	Ct	Kivennäis	Mä	1270	754 kääpäillä	Ei tehty, eikä tarvetta	
3	Talvi	Tornator	509D	Mt	Turve	Mä	1270	754 kääpäillä	Ei tehty, mutta olisi pitänyt	
4	Kesä	Tornator	509E	Vt	Kivennäis	Mä	1070D	754 kääpäillä	Ei tehty, eikä tarvetta	
5	Kesä	Tornator	509E	Omt	Kivennäis	Mä	1070D	754 kääpäillä	Ei tehty, eikä tarvetta	
6	Kesä	Tornator	509E	Omt	Kivennäis	Mä	1070D	754 kääpäillä	Ei tehty, mutta olisi pitänyt	
7	Kesä	Yksityinen	536B	Mt	Kivennäis	Mä	Ponsse Beaver	H6	Tehty	
8	Kesä	Yksityinen	5608	Omt	Kivennäis	Mä	Valmet 910	350.1	Ei tehty, eikä tarvetta	
9	Kesä	Yksityinen	5608	Omt	Kivennäis	Ko	Valmet 910	350.1	Ei tehty, mutta olisi pitänyt	
10	Kesä	Yksityinen	5980	Mt	Kivennäis	Mä	1070D	754 kääpäillä	Ei tehty, eikä tarvetta	
11	Kesä	Yksityinen	5854	Omt	Kivennäis	Mä	1070D	412 kääpäillä	Tehty	
12	Kesä	Tornator	53FC	Mt	Kivennäis	Mä	Caterpillar 550	Logmax 4000 kääpäillä	Ei tehty, eikä tarvetta	
13	Kesä	Tornator	53FC	Mt	Kivennäis	Mä	Caterpillar 551	Logmax 4000 kääpäillä	Ei tehty, eikä tarvetta	
14	Talvi	Yksityinen	537B	Omt	Kivennäis	Ku	1070D	754 kääpäillä	Tehty	