

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutusohjelma
Emilia Ylinen

Opinnäytetyö

Södra Skogin korjuujäljen inventointimenetelmän käytettävyys

Ennakkomittaus korjuujäljen tarkastuksissa

Työn ohjaaja
Työn tilaaja

MMM Jukka Tohu
Metsäliitto Osuuskunta, Tampereen piiri,
Apulaispiiripäällikkö Vesa Hakonen

Tampere 4/2009

Tekijä	Emilia Ylinen
Työn nimi	Södra Skogin korjuujäljen inventointimenetelmän käytettävyys – Ennakkomittaus korjuujäljen tarkastuksissa
Sivumäärä	46 + 5 liitesivua
Valmistumisaika	4/2009
Työn ohjaaja	Lehtori Jukka Tohu
Työn tilaaja	Metsäliitto

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee ruotsalaisen metsäyhtiön Södra Skogin käyttämää harvennushakkuiden korjuujäljen tarkastusmenetelmää. Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida Södran korjuujäljen tarkastusmenetelmän käytettävyttä Suomessa sekä tarkastella ennakkomittauksesta mahdollisesti saatavia hyötyjä.

Södran menetelmän käytettävyttä tutkittiin maastomittausten avulla. Varsinaisten maastomittaus tulosten lisäksi tarkasteltiin korjuujäljen arviointiin kulunutta aikaa, työskentelyn sujuvuutta sekä menetelmän soveltuvuutta erilaisille leimikoille.

Tutkimuksen maastomittaukset toteutettiin talven 2008–2009 aikana. Södran menetelmässä harvennushakkuukuviolle sijoitettiin suorakaiteen muotoinen mittauslinja. Koealalinjalta mitattiin puiden läpimitat ennen hakkuuta. Korjuun jälkeen samalta mittauslinjalta mitattiin jäljelle jääneet puut, puustovauriot ja ajourien osuus. Tutkimuksessa verrokkina käytettiin Metsäliiton käyttämää korjuujäljen jälki-inventointimenetelmää.

Arvioitaessa Södran menetelmän käytettävyttä huomattiin, että leimikon sisäisiä korjuujäljen muutoksia on joissakin tapauksissa vaikea havaita. Toisaalta Södran menetelmän koealan pieni koko voi vaikuttaa koealalta saatujen mittaus tulosten yleistettävyyteen koskemaan koko kohdetta. Ajanmenekin osalta menetelmien välillä ei ollut suuria eroja. Södran menetelmä soveltuu parhaiten käytettäväksi kohteilla, joissa puusto on tasaikäistä. Mittauslinjan asettaminen vaikeutuu, mikäli maasto on huomattavan epätasaista.

Södran menetelmän ennakkomittauksella saadaan tarkka arvio leimikon puuvarannosta sekä poistuman puutavaralajijakaumasta. Harvennusvoimakkuuden oikeellisuutta voidaan paremmin arvioida, kun käytettävissä on tarkka tieto puumäärästä ennen hakkuuta. Tutkimuksessa havaittiin, että Södran menetelmällä suoritettavaan ennakkomittaukseen liittyy runsaasti potentiaalia. Sitä kehittämällä olisi mahdollista saada käyttöön laajemmin koko puunhankintaa hyödyttävä puustoinventointimenetelmä.

Avainsanat	korjuujälki, korjuujäljen tarkastus, ennakkomittaus, harvennushakkuu
------------	---

Writer	Emilia Ylinen
Thesis	Usability of Södra Skog's control method of harvesting quality – possibilities of pre-harvest measurement
Pages	46 + 5 appendixes
Graduation time	4/2009
Thesis Supervisor	Senior lecturer Jukka Tohu
Co-operating Company	Metsäliitto

ABSTRACT

This thesis focuses on the control method of harvesting quality. This particular method is used at the moment by Swedish forestry company Södra Skog. The aim of this paper is to evaluate the usability of Södra's control method and to find out advantages which might be gained through pre-harvest measurement.

The usability of Södra's control method was examined through field survey. At the same time was examined user-friendliness and method's suitability for different kind of stands marked for cutting.

The field survey was executed during the winter of 2008–2009. In accordance with Södra's method rectangular survey line was placed for each stand. Diameters of the trees situated on the survey line were measured before thinning. After thinning the same survey line was examined and remaining trees, damages to the trees and proportion of carriage roads were evaluated. Metsäliitto's control method of harvesting quality was used for a control sample of this study. In this method stand is evaluated only after thinning.

When the usability of Södra's method was examined it was detected that changes in harvesting quality in the stand is in some cases hard to notice. On the other hand in Södra's method it might be difficult to generalize results to apply to the whole stand due to quite small test area. There were no remarkable differences between methods in time management. Södra's method is best suited for stands where trees are even-aged and ground is flat. Setting of survey line will become more difficult if the ground is significantly uneven.

Exact estimation of tree reserves and outturn of wood products distribution can be received by using Södra's pre-harvest measurement. It is also easier to evaluate thinning volume when there is information about wood quantity before thinning. This research shows that there is a lot of potential in Södra's pre-harvest measurement. If this method would be developed even further as a stand inventory method it could benefit wide-ranging whole wood supply.

Keywords harvesting quality, pre-harvesting measurement, thinning

Sisällys

1 Johdanto	5
2 Harvennushakkuut.....	8
2.1 Merkitys	8
2.2 Toteutus.....	8
2.3 Vuotuiset hakkuumäärät	10
2.4 Metsät Ruotsissa	11
3 Korjuujälki	13
3.1 Korjuujäljen seurausvaikutukset.....	14
3.2 Lait ja suositukset.....	15
3.3 Korjuujäljen tarkastusmenetelmät.....	16
3.3.1 Metsäkeskukset	16
3.3.2 Metsäliitto	19
3.3.3 Södra	20
3.3.4 Menetelmien väliset erot.....	23
3.4 Korjuujälki Ruotsissa	24
3.5 Korjuujäljen laatuun vaikuttavia tekijöitä.....	24
3.5.1 Korjuumenetelmä.....	25
3.5.2 Leimikon puusto	25
3.5.3 Korjuuolosuhteet.....	26
3.5.4 Ajourat	26
3.5.5 Inhimilliset tekijät	27
4 Tutkimusaineisto	28
5 Tutkimustulokset.....	29
5.1 Mittaustulosten käsittely	29
5.1.1 Puustovauriot	29
5.1.2 Urapainaumat	31
5.1.3 Ajourat	31
5.1.4 Harvennusvoimakkuus.....	34
5.1.5 Puuvalinta.....	36
5.2 Käytettävyyden arviointi.....	36
5.2.1 Mittauslinjan sijoittelu	37
5.2.2 Mittauskoealat	37
5.2.3 Mittauksiin kulunut aika	39
5.2.4 Menetelmän kehitystarpeet	39
5.3 Ennakkomittauksen hyödyntäminen	40
6 Päätelmät	42
Lähteet.....	44
Liitteet	47
Liite 1: Esimerkki Metsäliiton menetelmän mittaustuloksista.....	47
Liite 2: Esimerkki Södran menetelmän lyhyestä tekstitiedostosta.....	49
Liite 3: Esimerkki Södran menetelmän pitkästä tekstitiedostosta.....	50

1 Johdanto

Harvennushakkuut ovat metsänhoidollisia toimenpiteitä, joilla pyritään varmistamaan talousmetsien puuston tasainen kehitys ja laatu. Harvennushakkuut suoritetaan pääsääntöisesti koneellisesti ja niiden toteutusta seurataan arvioimalla korjuujälkeä. Korjuujäljellä tarkoitetaan Uusitalon (2003, 88–89) mukaan niitä vaikutuksia, joita hakkuutyö ja metsäkuljetus aiheuttavata metsikön puustolle ja maaperälle. Termiä käytetään lähinnä harvennushakkuiden yhteydessä, koska päätehakuussa muutos ympäristössä on joka tapauksessa niin suuri, ettei työn laatutekijöillä ole olennaista vaikutusta lopputulokseen. Tässä tutkimuksessa ei paneuduta työnjälkeen, joka on käsitteenä laajempi.¹

Harvennushakkuiden onnistumisessa korjuujäljellä on suuri merkitys, sillä hyvä korjuujälki on edellytys harvennusten kannattavuudelle. Korjuujälki vaikuttaa puuston laadulliseen ja määrälliseen kehitykseen, mikä ohjaa metsästä saatavaa taloudellista tuottoa. Korjuujälki on tärkeä myös puukauppojen kannalta, sillä metsänomistaja voi tehdä päätöksen puukaupasta aiempien hyvien korjuukokemusten perusteella tai kuultuaan toiselta metsänomistajalta hyvin suoritetuista hakkuista. Toisaalta korjuujälki muodostuu merkittäväksi tekijäksi arvioitaessa metsien käytön hyväksyttävyyttä virkistysmetsissä ja asutuksen lähellä.

Korjuujälkeä on tutkittu melko paljon, mutta Sirenin (1998, 11) mukaan tutkimusta on leimannut sirpaleisuus. Metsätehon oppaisiin Korjuujälki harvennushakkuissa (2003) sekä Korjuun suunnittelu ja toteutus (2005) on koottu ohjeet toimenpiteistä, joita tarvitaan hyvän korjuujäljen saavuttamiseksi. Lisäksi aiheesta on tehty useita pro gradu -tutkielmia sekä opinnäytetöitä. Esimerkiksi Äijälä (2002) on pro gradu -tutkielmassaan vertaillut Suomessa käytettäviä korjuujäljen inventointimenetelmiä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään arvioimaan menetelmää, joka ei ole tällä hetkellä käytössä Suomessa. Tästä syystä tutkimuksella on mahdollista saada uutta tietoa, jonka avulla voidaan kehittää hakkuun korjuujäljen laadun tarkastuksien toimintatapoja.

¹ Työnjälkeen sisältyvät korjuujäljen lisäksi puutavaran laatu ja katkontatarkkuus, metsään jääneen puutavaran määrä, kannonkorkeudet, latvahukkapuun määrä sekä erilaisten ympäristötekijöiden huomioon ottaminen (Uusitalo 2003, 89).

Näistä lähtökohdista opinnäytetyö rajautuu käsittelemään Metsäliiton ja ruotsalaisen Södra Skogin korjuujäljen tarkastusmenetelmiä.² Tutkimuksen tavoitteena on selvittää Södran käyttämän inventointimenetelmän soveltuvuus korjuujäljen tarkastuksiin myös Suomessa. Södran menetelmällä hakkuualueelta valittu koeala inventoidaan ennen hakkuuta ja hakkuiden jälkeen. Metsäliitossa korjuujäljen tarkastuksissa käytetään jälki-inventointimenetelmää, jossa kaikki korjuujälkeen liittyvät mittaukset tehdään vasta korjuun jälkeen. Tutkimuksen osatavoitteena onkin ennakkomittauksen hyötyjen arvioiminen sekä pohtia mahdollisuuksia hyödyntää ennakkomittausta laajemmin puunhankinnassa.

Tutkimuskysymykseksi muodostuu: *Millainen on Södra Skogin inventointimenetelmän käytettävyys ja mitä hyötyjä ennakkomittauksella voidaan saavuttaa?* Menetelmän käytettävyyttä arvioidaan mittauksen toteutuksen, mittauksiin kuluvan ajan sekä mittaustulosten vertailukelpoisuuden avulla. Tutkimuksen verroksi on Metsäliiton korjuujäljen tarkastusmenetelmä. Menetelmien vertailun avulla on mahdollista huomata erot tarkastustapojen käytettävyydessä ja siten kehittää korjuujäljen tarkastusmetodeja. Tarkoitukseensa sopivalla menetelmällä voidaan parantaa korjuujälkeä.

Harvennushakkuiden korjuujälkeä tarkkailevat Suomessa useat eri toimijat. Metsäkeskukset tekevät viranomaistarkastuksia eli ne valvovat metsälakien toteutumista käytännössä. Metsäyhtiöt, metsänhoitoyhdistykset ja metsäkoneurakoitsijat taas suorittavat tarkastuksia oman toimintansa tueksi. Tässä työssä otetaan Metsäliiton ja Södran käyttämien menetelmien lisäksi esille myös metsäkeskusten viranomaistarkastuksissa käyttämä korjuujäljen tarkastusmenetelmä. Menetelmä on Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatima. Tämä niin kutsuttu metsäkeskusten menetelmä luo perustan Suomessa tällä hetkellä käytössä oleville tarkastusmenetelmille.

Opinnäytetyö on tehty Metsäliiton Tampereen piirin toimeksiantona. Metsäliittokonsernin keskeisiä liiketoiminta-alueita ovat puunhankinta, puutuoteteollisuus, sellunvalmistus, kartongin ja paperin tuotanto sekä pehmopaperin valmistus. Metsäliitto Osuuskunta on puolestaan koko konsernin emoyritys, jonka alaisuudessa tapahtuu myös puunhankinta. Osuuskunnan tavoitteena on omistajajäsenten metsien hyvä hoito sekä metsästä saatavan taloudellisen tuoton varmistaminen. Tästä johtuen Metsäliitto pyrkii jatkuvasti kehittämään omia toimitapojaan, jotta metsiä hoidetaan tuottavalla ja

² Myöhemmin tutkimuksessa käytetään näiden termien lyhennettyjä muotoja: Metsäliiton menetelmä ja Södran menetelmä.

kestävällä tavalla. (Tietoa Metsäliitosta; Metsäliitto osuuskunta.) Tämä opinnäytetyö on osa kehitystoimintaa.

2 Harvennushakkuut

Harvennushakkuissa yhdistyvät sekä metsänhoidolliset että taloudelliset tavoitteet, sillä harvennuksilla vaikutetaan metsikön tulevaan kehitykseen. Harvennuksilla parannetaan metsikön arvoa kasvun keskittyessä hyvälaatuisiin ja taloudellisesti arvokkaisiin puuyksilöihin. Metsikön kiertoaikana tehdään yleensä kaksi tai kolme harvennushakkuuta. Harvennuskertojen lukumäärällä, harvennusajankohdalla ja -voimakkuudella voidaan vaikuttaa metsikön puuntuotantoon ja metsätaloudesta saataviin tuloihin.

Harvennus tehdään yleensä koneellisesti ja sen tekee yhtiön puunhankintaorganisaation sopimusurakoitsija. Tämän lisäksi myös metsänhoitoyhdistyksillä on korjuupalveluja. Osan harvennushakuista metsänomistajat tekevät itse hankintahakkuina.

2.1 Merkitys

Harvennushakkuiden tavoitteena on parantaa kasvatettavan puuston laatua sekä nopeuttaa puuston järeytymistä antamalla puustolle lisää kasvutilaa (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 6). Harvennuksilla varmistetaan kasvamaan valittujen puiden valon, ravinteiden ja veden saanti. Harvennusten tavoitteena on myös aikaistaa hakkuutuloja sekä tasoittaa tulojen jakautumista metsän kiertoajan aikana.

Harvennuksissa jätetään kasvamaan kasvupaikalle sopivien puulajien laadukkaita yksilöitä. Hakkuissa poistetaan vastaavasti huonolaatuisia ja valtapuuston alle jääneitä puita tai muun puuston kasvua häiritseviä puita. Ensiharvennuksilta saatava puuaines menee pääsääntöisesti kuiduksi paperiteollisuuteen. Myöhemmiltä harvennuksilta kertyy raaka-ainetta myös sahateollisuuteen.

2.2 Toteutus

Harvennushakkuut voidaan jakaa kahteen ryhmään: ensiharvennuksiin ja muihin harvennuksiin. Ensiharvennus on ensimmäinen metsänhoidollinen toimenpide, josta metsänomistaja saa tuloja. Hyvän metsänhoidon suositusten mukaan (2006, 39)

ensiharvennus tulisi yleensä tehdä metsikön valtapituuden ollessa 12–15 metriä. Puun elävän latvuksen osuuden ei tulisi supistua kuusella alle 60 %, männyllä alle 40 % ja koivulla alle 50 % puun pituudesta, sillä latvuksen osuuden pienentyessä puun kasvu hidastuu.

Ensiharvennuksen lisäksi metsikön kiertoaikana tehdään yksi tai kaksi muuta harvennusta. Myöhemmät harvennukset suositellaan tehtäväksi Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimien harvennusmallien mukaisesti. Malleissa määritetään puuston valtapituuden ja pohjapinta-alan avulla metsikön harvennustarve ja hakkuissa poistettavan puuston määrä. Mallit on laadittu kolmelle eri maantieteelliselle alueelle sekä eri metsätyypeille ja puulajeille. (Hynynen 2008, 187–191.)

Harvennushakkuut voidaan tehdä joko alaharvennuksena, yläharvennuksena tai laatuharvennuksena. Alaharvennuksessa poistetaan valtapuuston alle jääneitä puita ja puuntuotannon kannalta heikkolaatuisia puita. Harvennuksen jälkeen leimikkoon jää kasvamaan harvennusmallien mukainen määrä puustoa. Alaharvennuksella pyritään nopeuttamaan puuston järeytymistä ja siten lyhentämään metsikön kiertoaikaa. Alaharvennusta käytetään usein ensiharvennuksessa sekä myöhemmissä harvennuksissa metsiköissä, joissa puusto on ylitiheää ja tilajärjestykseltään epätasaista, kerroksellista sekametsää. Alaharvennuksessa korjuuvaurioiden riski on yläharvennusta pienempi, koska poistettavat puut ovat pienikokoisempia. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 39.)

Myös yläharvennuksessa poistetaan ensisijaisesti huonolaatuisia puita. Tämän lisäksi hakkuussa poistetaan enintään sata valtapuuta hehtaaria kohden. Metsikköön tulee kuitenkin jäädä harvennusmallien mukainen määrä kasvatettavaa puustoa. Tehtäessä harvennus yläharvennuksena saadaan enemmän hakkuutuloja harvennuksissa kuin mitä alaharvennuksella saataisiin, mutta samalla päätehakkuun ajankohta siirtyy noin kymmenen vuotta eteenpäin. Yläharvennus soveltuu toiseen ja kolmanteen harvennukseseen männiköissä ja kuusikoissa, jotka ovat iältään ja tilajärjestykseltään tasaisia sekä hyvin hoidettuja. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 40; Hynynen 2008, 182–183.)

Laatuharvennus on yläharvennuksen muoto, jota käytetään erityisesti männiköiden ensiharvennuksissa. Laatuharvennuksessa poistetaan muiden harvennustapojen

mukaisesti heikkokuntoisia, valtapuuston alle jääneitä puita. Tämän lisäksi poistetaan valtapuita, jotka ovat huonolaatuisia tai heikentävät muiden puiden kasvua valtaamalla suuren kasvutilan. Männiköiden laatuharvennus tehdään muita ensiharvennuksia aikaisemmin puuston ollessa pituudeltaan 10–12 metristä. (Hynynen 2008, 183.)

Suomessa harvennukset toteutetaan yleisesti koneellisesti puutavaralajimenetelmällä. Vuonna 2007 metsäteollisuuden ja Metsähallituksen hakkuiden koneellisuusaste oli 99 prosenttia hakatusta puumäärästä (Metsätilastollinen vuosikirja 2008). Yleisesti korjuukalustona käytetään hakkuukonetta ja metsätraktoria. Koneellisessa puunkorjuussa tuotokset ovat moninkertaisia suhteessa miestyönä tehtävään hakkuuseen. Metsurityönä tehdään lähinnä hankintahakkuita ja harvennuksia, jotka ovat joko maisemallisesti tai maastollisesti haastavia.

2.3 Vuotuiset hakkuumäärät

Harvennushakkuiden taloudellista merkitystä voidaan arvioida seuraavien tunnuslukujen perusteella. Vuosina 2000–2006 vuosittaiset markkinahakkuumäärät ovat vaihdelleet 51 ja 56 miljoonan kuutiometrin välillä. Tällä vuosikymmenellä hakkuut olivat ennätyskellisen suuret vuonna 2007, jolloin hakattiin 58 miljoonaa kuutiometriä. (Metlan tilastopalvelu Metinfo, Hakkuut ja poistuma.) Markkinahakkuista yksityismetsissä tapahtui 80 prosenttia, metsäteollisuuden metsissä 11 prosenttia ja Metsähallituksen hallinnoimissa metsissä 9 prosenttia hakatusta puumäärästä (Metsätilastollinen vuosikirja 2008). Metlan antaman ennakkotiedon (3.2.2009) mukaan vuonna 2008 markkinahakkuut olivat 51 miljoonaa kuutiometriä (Metlan tilastopalvelu Metinfo, Hakkuut ja poistuma).

Hakkuiden vuosittaiseen määrän vaihteluun voidaan löytää useita syitä. Hakkuumäärään vaikuttaa metsäteollisuuden puun käyttö, varastotilanne ja tuontipuun määrä. Myös sääolosuhteet vaikuttavat hakkuumääriin, sillä leudot talvet ja kosteat kesät heikentävät korjuuolosuhteita ja voivat siirtää hakkuita myöhempään ajankohtaan. Toisaalta taas vanhenevat puukaupat voivat kiihdyttää puunkorjuuta. Esimerkiksi vuonna 2008 hakkuumäärät olivat selvästi vuotta 2007 pienemmät, sillä raaka-ainevarastot olivat suuret ja hakkuiden tarve oli pieni. Varastoja ovat kasvattaneet edeltävän vuoden suuret hakkuumäärät, Venäjän tuontipuun tullikorotuksiin varautuminen tuontipuun määrän

lisäyksellä sekä tuotannon supistaminen heikenneen kysynnän vuoksi. Edellisiin vuosiin nähden hyvät talvikorjuuolosuhteet ovat lisänneet hakkuita hetkellisesti, mutta ne tilastoituvat vasta vuodelle 2009.

Harvennushakkuiden osuus Suomen vuotuisista hakkuumääristä on merkittävä. Vuonna 2007 metsäteollisuuden ja Metsähallituksen koneellisesti tehtyjen hakkuiden puumääristä noin 10 prosenttia kertyi ensiharvennuksilta, noin 20 prosenttia muilta harvennuksilta ja 70 prosenttia päätehakkuilta. Yksityismetsien hakkuukertymästä 65 prosenttia tuli päätehakkuilta ja 35 prosenttia kasvatushakuista. Vaikka puumäärästä pienempi osa tulee harvennuksilta, tarkasteltaessa hakkuupinta-aloja huomataan harvennushakkuiden suuri määrä. Yksityismetsien hakkuupinta-alasta 30 prosenttia oli päätehakkuita ja loput harvennuksia. (Metsätilastollinen vuosikirja 2008.)

Harvennushakkuiden suuri osuus koko hakkuumäärästä sekä hakkuut yksityisten ihmisten, joilla saattaa olla hyvinkin henkilökohtainen suhde metsäänsä, omistamissa metsissä, korostaa korjuujäljen merkitystä. Haastavissa olosuhteissa tehtävät koneelliset hakkuut edellyttävät, että metsäammattilaisten, niin toimihenkilöiden kuin koneen kuljettajienkin, tulee ymmärtää korjuujäljen seurausvaikutukset metsikön tulevaan kasvuun ja metsänomistajan asenteisiin hakkuita kohtaan.

2.4 Metsät Ruotsissa

Metsäpinta-alaa Ruotsissa on vajaa 23 miljoonaa hehtaaria ja puuston kokonaistilavuus on noin 3 miljardia kuutiometriä. Tästä määrästä 38 % on mäntyä, 42 % kuusta ja 11 % koivua. Muita puulajeja on yhteensä noin kymmenen prosenttia. Puuston keskitilavuus on 132 m³ hehtaarilla. (Skog, skogsmark.) Vastaavasti Suomessa metsämaata on noin 20 miljoonaa hehtaaria ja puuston runkotilavuus on noin 2,2 miljardia kuutiometriä. Tilavuudesta noin puolet on mäntyä, 30 % kuusta ja 16 % koivua. Metsämaalla keskimääräinen puumäärä hehtaaria kohden on 106 m³. (Metsätilastollinen vuosikirja 2008, 35–38.)

Ruotsissa noin puolet metsäpinta-alasta on yksityisten metsänomistajien omistuksessa, vajaa 40 prosenttia osakeyhtiöiden omistuksessa ja 10 prosenttia muilla julkisilla omistajilla, kuten kirkolla (Skog). Suomen metsäpinta-alasta yksityiset metsänomistajat

omistavat noin 60 prosenttia. Valtio omistaa metsämaasta 26 prosenttia ja yhtiöt 9 prosenttia. Loppuosan omistavat muut omistajat, kuten seurakunnat. (Metsätalastollinen vuosikirja 2008, 35–38.)

Ruotsissa metsiä pyritään hoitamaan kestäväällä tavalla, aivan kuten Suomessakin. Tässä tavoitteessa yhdistyvät sekä taloudelliset ja ekologiset päämäärät. (Om Skogsstyrelsen.) Vuodelta 1993 peräisin olevan metsänhoitolain 10. pykälän mukaan hakkuiden tulee parantaa metsien kehitystä. Harvennusten jälkeen metsikön tulee olla riittävän tiheä, jotta kasvupaikan puuntuotantokyky saadaan hyödynnettyä täysimääräisesti. Riittävän tiheyden lisäksi kasvamaan jätettävien puiden tulee sijaita tasaisesti alueella ja olla puuntuotannollisesti sopivaa puulajia. Puunkorjuussa tulee välttää vaurioiden aiheuttamista. (Agestam 2009, 70.) Lain noudattamista valvoo Skogsstyrelsen, joka toiminnaltaan muistuttaa metsäkeskusten ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion yhdistelmää.

Metsien vuotuinen kasvu Ruotsissa on noin 120 miljoonaa kuutiometriä. Vuosittaiset ainespuun hakkuumäärät ovat 2000-luvulla olleet noin 80–90 miljoonaa kuutiota, josta harvennuksien osuus on noin kolmannes. (Statistikarkiv, avverkning.) Yleensä metsä harvennetaan 2–4 kertaa metsikön kiertoajan aikana. Harvennustavat ovat samanlaiset kuin Suomessakin eli harvennuksia tehdään sekä ala- ja yläharvennuksina. Harvennusvoimakkuuden määrittelyssä käytetään vastaavanlaisia harvennusmalleja kuin Suomessakin. Suurin osa hakkuista toteutetaan koneellisesti.

3 Korjuujälki

Korjuujäljen tarkastuksessa arvioidaan yleensä puustovauriot, ajouraväli, -leveys ja -painaumat sekä puuston harvennusvoimakkuus ja puuvalinta. Korjuujälkeä arvioidaan, jotta voidaan tarkkailla harvennushakkuiden toteutuksen onnistumista. Kun hakkuut toteutetaan suositusten mukaisesti, turvataan myös tulevaisuuden puuntuotanto.

Korjuujäljen laadun tarkkailuun on panostettava, sillä harvennushakkuiden osuus vuotuisista hakkuumääristä on suuri. Myös haastavammiksi muuttuvat korjuuolosuhteet korostavat valvonnan merkitystä. Leudot talvet sekä korjuu huonosti kantavilta turvemailta lisäävät korjuuvaurioiden riskiä.

Myös tulevien metsänomistajien asenteet hakkuita kohtaan ovat osin riippuvaisia korjuun toteutuksesta. Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos on tutkinut nuorten suhtautumista metsiin ja metsien käyttöön. Selvityksen mukaan hakkuita ei vastusteta, mutta hakkuujäljen toivottiin olevan siistiä ja metsien käytön maiseman huomioon ottavaa. Hakkuiden toivottiin lisäksi sijaitsevan kauempana asutuksesta ja samalla toivottiin, että ei tehtäisi ”paha jälkeä”. Tutkimus tuo esille maisema-arvojen tärkeyden, varsinkin, jos hakkuualue sijaitsee lähellä asutusta. (Mäkijärvi 2009, 12–13.)

Rämön ja Toivasen (2009, 95) tutkimuksessa Uusien metsänomistajien asenteista, motiiveista ja aikomuksista metsänomistukseen liittyvissä asioissa kerrotaan korjuujäljen laadun olevan tärkein tekijä metsänomistajan päättäessä puukauppakumppaniaan. Postikyselyyn vastanneista 95 % (n=77) oli sitä mieltä, että korjuutyön laatu vaikuttaa paljon puunostajan valintaan.³ Tutkimuksen mukaan työn jälki vaikuttaa ostajan valintaan useammin kuin ostajan puusta maksama hinta. Hyvä korjuujälki toimii siis puunostajan ja urakoitsijan käyntikorttina.

³Tuloksen yleistettävyyttä heikentää vastaajien vähäinen määrä. Tuloksesta voidaan kuitenkin päätellä, että korjuujäljellä on metsänomistajalle huomattava merkitys.

3.1 Korjuujäljen seurausvaikutukset

Heikon korjuujäljen seurauksena voi syntyä kasvutappioita, laadun heikkenemistä sekä sekundaarituhoja. Korjuujäljellä on siten huomattava vaikutus puustoon, sen tulevaisuuden kehitykseen ja metsiköstä saatavan puutavaran laatuun.

Korjuujälkeä arvioitaessa otetaan yhtenä tekijänä huomioon harvennusvoimakkuus. Liian kevyenä tehty harvennus johtaa pieneen poistumaan ja sitä kautta kustannusten nousuun ja metsänomistajan saamien kantorahatulojen pienenemiseen. Liian tiheäksi jätetty puusto johtaa myös useampiin harvennuskertoihin metsikön kiertoajan aikana. Tämä estää harvennuksista saatavien etujen täysimääräisen hyödyntämisen. Liian voimakkaana tehdyn harvennuksen seurauksena puolestaan metsikön lumi- ja myrskytuhoriski kasvaa. Lisäksi liian suuri harvennusvoimakkuus aiheuttaa metsikössä kasvutappiota. Mikäli puusto on liian harvaa, eivät kasvavat puut pysty hyödyntämään kaikkea kasvupotentiaalia.

Myös ajourat voivat aiheuttaa kasvutappioita. Mikäli ajouraleveys on suositusta suurempi tai ajouravyöhyke harvennetaan liian harvaksi, kasvatettavaksi jäänyt puusto ei pysty hyödyntämään kokonaan vapautunutta kasvutilaa ja tarjolla olevia ravinteita. Ajouraa hakattaessa joudutaan usein myös poikkeamaan optimaalisesta puuvalinnasta. Ajourista johtuvat painumat aiheuttavat kasvutappioita, mikäli puiden juuristo katkeilee painumien vaikutuksesta. (Kokko & Siren 1996, 22–23.)⁴ Myös puustovauriot aiheuttavat kasvutappioita, koska puun ravinteiden ja veden kulku heikentyy puun rungon ja juuriston vaurioituessa.

Puustovauriot lisäävät myös laatutappiota leimikossa. Vauriot lisäävät erityisesti kuusen sekä koivun lahoriskiä. Varsinkin syvävauriot aiheuttavat kuusella lähes aina lahon. Vaurion laadun lisäksi myös vaurioajankohta, vaurion sijainti ja koko vaikuttavat lahon synnyn todennäköisyyteen. (Kokko & Siren 1996, 36.) Vauriolahon aiheuttaa yleensä verinahakkasieni (Puun laadun säilyttäminen 2004, 7). Lahovikainen puu on puutuoteteollisuuteen sekä mekaanisen massan tuotantoon kelpaamatonta ja se luokitellaankin yleensä mäntykuiduksi tai raakiksi. Männyllä puustovauriot aiheuttavat yleisemmin koroontumista kuin lahoa (Kokko & Siren 1996, 43). Myös puuvalinta voi

⁴ Alkuperäinen lähde: Bucht, S. 1977. Vad kostar stickvägarna i tillväxt? Skogen 6: 218–222; Isomäki, A. & Niemistö, P. 1990. Ajourien vaikutus puuston kasvuun Etelä-Suomen nuorissa kuusikoissa. Folia forestalia 756.

lisätä laatutappioita, mikäli kasvamaan jätetään laadukkaan puun asemasta huonompilaatuinen puu. Kaksihaaraisesta tai paksuoksisesta rungosta ei synny laadukasta tukkia.

3.2 Lait ja suositukset

Korjuujäljen laadun tulisi noudattaa tiettyjä kriteerejä. Metsälaissa, metsäsertifiointissa ja hyvän metsänhoidon suosituksissa on asetettu vähimmäisvaatimuksia korjuujäljelle. Metsälaki edellyttää, että kasvatushakkuissa hakkuualueelle jää kasvatuskelpoinen puusto. Hakkuissa tulee myös välttää jäävän puuston vahingoittamista ja kasvuolosuhteita heikentäviä maastovaurioita. (Metsälaki 12.12. 1996/1093.)

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio koordinoi valtakunnallisella tasolla metsälakiin liittyviä korjuujäljen tarkastuksia. Varsinaisen käytännön työn tekevät metsäkeskukset alueillaan. Kunkin metsäkeskuksen tulee tehdä alueellaan korjuujäljen tarkastus vähintään 30 kohteella (Maa- ja metsätalousministeriön määräys 2009, 3). Tapio julkaisee vuosittain raportin tarkastuksien tuloksista, mistä selviää korjuujäljen kehitys valtakunnallisella ja alueellisella tasolla.

Korjuujäljen laatu on yksi metsäsertifiointin kriteereistä. PEFC-metsäsertifiointin standardien mukaan vaurioituneiden puiden osuus saa keskimäärin olla korkeintaan 4 prosenttia ja urapainauksia saa olla korkeintaan neljässä prosentissa ajourien pituudesta (Metsäsertifiointin standardit 2003).

Tämän lisäksi myös Tapion laatimissa hyvän metsänhoidon suosituksissa on asetettu tavoitteita korjuun laadun suhteen. Hyvän korjuulaadun keskimääräiset tavoitteet ovat harvennusmallien mukainen harvennusvoimakkuus, alle neljän prosentin puustovaurio-osuus jäävässä puustossa, alle neljän prosentin urapainaukset ajourien pituudesta, yli kahdenkymmenen metrin ajouravälit sekä 4–4,5 metrin ajouraleveydet. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 38.) Tavoitteena voidaan myös pitää sitä, ettei hakkuissa syntyisi vaurioita.

3.3 Korjuujäljen tarkastusmenetelmät

Korjuujäljen tarkastusmenetelmissä on eroja toimijoittain. Tämä johtuu esimerkiksi siitä, että tarkastuksilla on erilaiset tavoitteet. Viranomaistarkastuksilla pyritään selvittämään korjuujäljen eroja alueittain ja toisaalta myös korjuujäljen kehitystä tietyllä ajanjaksolla. Puunhankintayhtiöiden korjuujäljen seurannassa pyritään nopeaan palautteen antoon urakoitsijalle ja kiinnittämään huomioita korjuuvaurioiden syy-seuraussuhteisiin. Kaikkien toimijoiden yhteisenä tavoitteena on kuitenkin entistä parempi korjuujälki.

3.3.1 Metsäkeskukset

Metsäkeskusten suorittamissa korjuujäljen arvioinneissa käytetään jälki-inventointimenetelmää. Arviointi tehdään harvennushakkuilla, joissa korjuu on jo kokonaan suoritettu, kuvioittain. Tulosten oikeellisuuden kannalta onkin tärkeää, ettei eri kehitysluokkien metsiä arvioida yhtenä kuviona.

Puustokoealojen sijoittelu aloitetaan määrittämällä tarkasteltavan kuvion pisimmän halkaisijan muodostama keskilinja. Linjalle sijoitetaan koealoja määrävälein. Koealaväli määräytyy kuvion pinta-alan perusteella (Taulukko 1). Koealoja tulee keskilinjalle keskimäärin noin kymmenen kappaletta. Ensimmäinen puustokoeala sijoitetaan puolen koealavälin etäisyydelle keskilinjalla aloituspisteestä. Mikäli koealoja tulee vähän tai on syytä epäillä metsänhoitosuosituksen vaatimusten toteutumista tai metsälakirikkomusta, linjalta arvotaan koeala, jonka kautta luodaan uusi koealalinja poikkisuuntaisesti alkuperäiseen koealalinjaan nähden. Tältä linjalta arvotaan vielä koeala, jonka kautta vedetään uusi alkuperäisen keskilinjalla suuntainen mittauslinja. Koealojen lukumäärän lähestyessä 20, puuston vaurioprocentin määrittäminen on jo hyvin tarkkaa. (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 30–31; Äijälä 2003.)

Taulukko 1: Koealavälin määräytyminen (Äijälä 2003)

Koeala- ja linjavälitaulukko

Pienin p-a, ha	0	0,69	1,21	1,89	2,71	3,69	4,81	6,09	7,51	9,09	10,8	12,7	14,7
Suurin p-a, ha	0,68	1,2	1,88	2,7	3,68	4,8	6,08	7,5	9,08	10,8	12,7	14,7	16,9
Linja- ja koealaväli	12	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70

Puustokoealan keskipisteeltä mitataan hakkuun jälkeen kasvatettavaksi jääneen puuston pohjapinta-ala. Puustokoealan säde on 5,64 metriä ja jokaisella koealalla lasketaan kasvatettavien puiden runkoluku puulajeittain, hakkuussa poistettujen kantojen lukumäärä sekä luokitellaan vaurioituneet puut. Koealan valtapituus määritetään mittaamalla koealan paksuimman läpimitan omaavan puun pituus. Hakkuussa poistettujen kantojen lukumäärässä huomioidaan ainoastaan kannot, joiden läpimitta on yli 11 cm. (Äijälä 2003.)

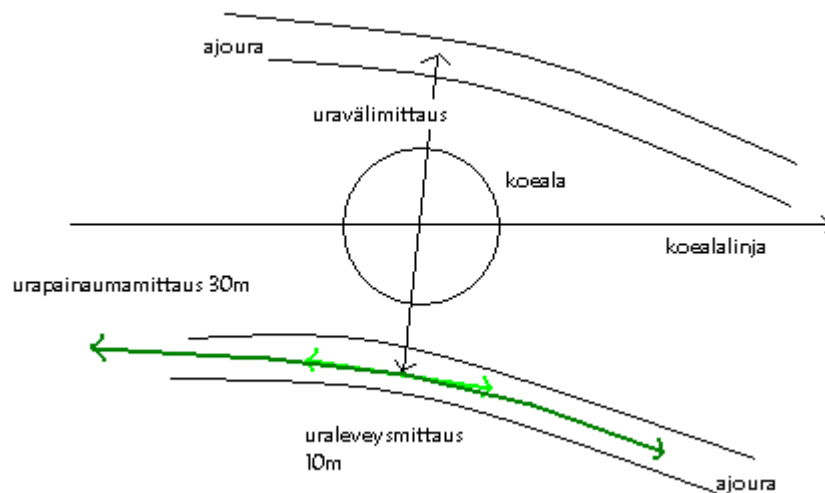
Koealalta mitattavat puustovauriot jaetaan runkovaurioihin ja juurivaurioihin. Runkovauriot sijaitsevat puun rungossa juurenniskan yläpuolella ja vastaavasti juurivauriot sijaitsevat juurenniskan alapuolella. Juurivaurioita ei kuitenkaan huomioida enää kauempaa kuin metrin etäisyydeltä rungosta tai 2 cm:ä ohuemmista juurista. (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 22.)

Puu voidaan määritellä vaurioituneeksi kolmen eri runkovauriotyyppin perusteella. Ensimmäisessä tapauksessa rungon kuori on rikki nilakerrokseen saakka ja vaurioitunutta pinta-alaa on yli 12 cm²:n alueella ja puuainesta on samalla tullut näkyviin yli yhden cm²:n alueella. Nilavauriot voivat sijaita rungossa yhdessä tai useammassa kohtaa. Toinen tapaus, jossa puu luokitellaan vaurioituneeksi, on syvävaurio. Vaurion koolla ei ole merkitystä tällaisessa tapauksessa. Syvävauriolla tarkoitetaan puuaineksen rikkoontumista. Kolmas peruste puun vaurioituneeksi toteamisessa on viiltovauriot. Mikäli rungossa on viiltoja yli 50 cm:n matkalla, luokitellaan puu vaurioituneeksi. Juurivaurioiden määrittelyssä käytetään samoja kriteerejä kuin runkovaurioissakin. (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 22.)

Puustokoealamittauksen yhteydessä mitataan ajouraväli, mikäli kyseisen hakkuun yhteydessä on tehty muutoksia ajouraverkostoon tai luotu kokonaan uusi ajouraverkosto. Kohteen runkoluvun on myös oltava yli 600 runkoa hehtaarilla. Ajouraväli saadaan mittaamalla lyhimmän, puustokoealan keskipisteen kautta lähimmille ajourille kulkevan linjan pituus. Kuviossa 1 on esitelty uratunnusten mittausperiaatteet. (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 31.)

Maastoon kohdistunutta rasitusta arvioidaan puutavaran metsäkuljetusta varten tehdyiltä ajourilta. Urapainaumat mitataan kunkin puustokoealan keskipistettä lähimmältä ajouralta. Urapainaumamittaus tehdään 30 metrin matkalla ja mittauksen keskipiste

sijaitsee ajouravälin mittauksessa käytetyn linjan kohdalla. (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 31.) Urapainaumiksi luokitellaan yli 10 cm:n painaumat maanpinnan tasosta mitattuna. Kivennäismailla maanpinnantasona on kivennäismaan pinta ja turvemilla sammalkerroksen reuna. Jotta painauma luokitellaan urapainaumaksi, tulee maan pintakerroksen olla leikkaantunut. Tämä tarkoittaa, että painaumaa, joka palautuu ennalleen hakkuun jälkeen, ei huomioida korjuujäljen tarkastuksissa vauriona. Myöskään yksittäisiä, alle 50 cm:n pituisia painaumakuoppia ei luokitella urapainaumiksi. (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 25.)



Kuvio 1: Uratunnusten mittaus (Äijälä 2003)

Uraleveyden mittauksen keskipisteenä käytetään samaa kohtaa kuin urapainaumien mittauksessakin. Uraleveys mittausta varten keskipisteestä rajataan ajouran suunnassa molempiin suuntiin viiden metrin matkat. (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 31.) Ajouraleveydellä tarkoitetaan summaa, joka saadaan laskemalla yhteen molemmin puolin ajouraa reunustavien lähimpien puiden kohtisuoraa etäisyyttä uran keskusta. (Korjuujälki harvennushakkuissa 2003, 24.)

Leimikkokohtaiset tiedot korjuujäljen tarkastuksesta saadaan laskemalla keskiarvot koealamittauksilta saatujen tietojen perusteella. Puuston vaurioprocentti saadaan summaamalla molempien vaurioluokkien puut ja jakamalla se runkolukujen summalla. Osamäärä muuttuu prosenteiksi, kun se kerrotaan sadalla. Vastaavasti urapainaumaprocentti saadaan laskemalla urapainaumakoealoille osuneiden painaumien summa ja jakamalla se tarkasteltujen koealojen kokonaispituudella. Prosenteiksi luku muuttuu, kun se kerrotaan sadalla.

3.3.2 Metsäliitto

Metsäliiton korjuujäljen tarkastusmenetelmä on sovellus metsäkeskusten käyttämästä menetelmästä. Korjuujäljen laadunvarmistus tehdään jälki-inventointimenetelmällä, joka tehdään hakkuun ja metsäkuljetuksen jälkeen. Tarkastus tehdään siten, ettei tarkasteltavalle kuviolle tule eri kehitysluokkien metsiä. Tarkastuksessa käytetään PSION Workabout -kämmenmikroa ja Savcor Forest Oy:n Korjuujälki 1.22 -ohjelmistoa. Tarkastus tehdään koealaotannalla ajourilta käsin. Tarkasteltavan alueen kaikki ajourat kävellään läpi ja tästä syystä isoilla lohkoilla rajataan tarkasteltavaksi viiden hehtaarin suuruinen alue. Koealoilta mitataan kasvamaan jätetyn puuston määrä sekä vaurioituneiden puiden lukumäärä. Ajourilta mitataan painumat, ajouraväli ja ajouraleveys. Tämän lisäksi arvioidaan ajouraverkostoa, poistettavien puiden valintaa, havutusta, yleistä siisteyttä, metsään jääneen puutavaran määrää, puutavaran varastointi, kantoja sekä polkujen ja ojien pitoa auki. (Metsäliiton työohje).

Koealojen lukumäärä on riippuvainen tarkasteltavan alueen pinta-alasta (yleensä 8-24 kappaletta). Korjuujälki-ohjelma laskee ajourien kokonaispituuden tarkasteltavan alueen pinta-alan ja arvioidun ajouravälin perusteella ja ilmoittaa tarkastajalle koealavälin. Alueelle sijoitetaan ohjelman ilmoittamin määräväleihin 11 metrin säteisiä puoliympyräkoealoja systemaattisesti aina samalle puolelle ajouraa. Koealan keskipiste sijaitsee ajouran keskikohdassa. Koealan osuessa ajourien risteykseen, jyrkkään mutkaan tai osittain lohkon ulkopuolelle, siirretään keskipistettä eteenpäin 11 tai 22 metriä. Mahdolliset kohteella olevat lepokuviot jätetään tarkastuksen ulkopuolelle. (Metsäliiton työohje).

Koealalta seuraavalle kävellessä lasketaan matkalla olevien ajourapainaumien pituus. Painumina huomioidaan yli 10 senttimetrin syvyiset urat. Painumiksi luetaan myös ne kohdat, joissa vain toinen ajoura on painunut. Ajouraväli selviää mittaamalla etäisyys ajouran keskipisteestä seuraavalle ajouralle ja se tehdään samalta puolelta kuin koealamittauksetkin. Ajouravälillä tarkoitetaan siis kahden rinnakkaisen ajouran etäisyyttä toisistaan. Ajouran leveys arvioidaan mittaamalla 10 metrin pituiselta alueelta uran keskipistettä lähinnä olevan vasemman puoleisen puun etäisyys uran keskipisteestä ja summaamalla se uran keskipistettä lähinnä olevan oikeanpuoleisen puun etäisyyteen ajouran keskipisteestä. (Metsäliiton työohje).

Puoliympyräkoealalta lasketaan kasvatuskelpoisten puuston määrä puulajeittain. Puulajivaihtoehtoina ovat kuusi, mänty ja koivu. Haavat merkitään koneeseen koivuina. Muita puulajeja ei huomioida laskennassa. Kasvatettavien puiden keskiläpimitta määritetään laskemalla koealan toiseksi suurimman ja toiseksi pienimmän puun keskiarvo. Koealalta määritetään myös metsätyyppi, sillä kämmenmikron ohjelma vertaa automaattisesti koealan kasvatettavan puuston määrä Metsätehon runkolukuun perustuviin harvennusohjeisiin. Mikäli kasvatettavan puuston määrä alittaa suosituksen, määritetään vajaapuustoisuuden syy kantojen avulla. Kantojen määrästä on nähtävissä, onko vajaapuustoisuuden syy luontainen aukko vai liian voimakas hakkuu. (Metsäliiton työohje).

Kasvatettaviksi jätetyistä puista lasketaan korjuussa vaurioituneiden puiden lukumäärä. Vaurioituneiksi puiksi luetaan sellaiset puut, joissa kuori on nilakerrokseen asti vähintään 12 cm² kokoiselta alueelta rikki. Vauriot jaetaan runko- ja juuristovaurioihin sijaintinsa perusteella. Juurivaurioihin luetaan enintään 70 cm:n säteellä rungon keskikohdasta olevat vauriot ja juurten on oltava läpimitaltaan vähintään kaksi senttimetriä paksuja. (Metsäliiton työohje).

Mittaustulokset voi tulostaa kannettavalla maastotulostimella tai ne voidaan ladata tietokoneelle. Tietojen purkamisessa käytetään PsiWin-ohjelmistoa. Tiedot tallennetaan MloTerm ohjelmaan, jossa tapahtuu myös raportointi.

Metsäliiton menetelmällä tehdyistä korjuujäljen tarkastuksen mittauksista selviää leimikon puulajisuhteet, puuston runkoluku ja keskiläpimitta, runkoluvun poikkeama suosituksista, vaurioituneiden puiden määrä ja osuus leimikosta vaurioluokittain, painumien määrä ja osuus koko leimikon ajourista. Ajourista tietoina saadaan ajouraväli, ajouraleveys, ja ajourien kokonaispituus sekä keskimääräinen metsäkuljetusmatka. puustojakauma koealoittain. Lisäksi saadaan tiedot ajourien leveydestä, ajouravälistä ja maastopainaumien määrästä suhteessa ajourien pituuteen. (Liite 1).

3.3.3 Södra

Ruotsissa toimiva metsäyhtiö Södra Skog on omistusrakenteeltaan Metsäliiton kaltainen yhtiö. Södralla on noin 50 000 omistajajäsentä. Jäsenten metsät sijaitsevat Etelä-

Ruotsissa ja jäsenet omistavat yli puolet Södran toimialueen metsistä. Södra tuottaa sahatavaraa, paperimassaa, biopoltoaineita sekä sähköä. Yhtiö tarjoaa myös metsän- ja ympäristönhoitopalveluja. Raaka-aineen Södra hankkii omistajajäseniltään.

Södra tekee hakkuita omistajajäseniensä metsissä. Tavoitteena on tuottaa hakkuilla lisäarvoa metsänomistajille. Tästä syystä myös korjuujäljellä on erityisen suuri merkitys. Södran korjuujäljen tarkastuksissa leimikkoon tehdään ennakkomittaus jo ennen hakkuuta. Tätä menetelmää käyttävät Södran korjuu-urakoitsijat. Urakoitsijat tarkastavat kaikki havupuuvaltaiset yli hehtaarin suuruiset leimikot. Varustuksena mittauksissa käytetään Haglöfin mittasaksien mallia Digitech Professionel ja siihen ladattavaa LinGal DP -ohjelmaa. Tämän lisäksi tarvitaan lankamitta ja leimasin.

Arviointimenetelmää sovelletaan pääsääntöisesti leimikoissa, joiden pinta-ala on hehtaaria suurempi. Menetelmä ei sovellu leimikoihin, jotka ovat voimakkaasti kerroksellisia tai jonka puusto on vaihtelevan ikäistä. Tällaisissa leimikoissa on huomattavasti sovellettavissa laatuharvennuksen menetelmä. (Södras arbetsinstruktion).

Södran työohjeiden mukaan ennakkomittaus voidaan tehdä ennakkoraivauksen ja ajourasuunnittelun jälkeen. Inventointilinja sijoitetaan poikittain ajourien oletettuun suuntaan nähden. Sen ei tulisi kuitenkaan mennä teiden yli. Mikäli leimikko rajoittuu avoimeen kohtaan, kuten peltoon tai taimikkoon, tulee linjan aloituspisteen olla harvennusleimikon sisällä siten, ettei aukon reunavaikutus kohdistu puustoon. Ohjeiden mukaan linjan aloituspaikka tulee valita sattumanvaraisesti. Linjalla tulee kuitenkin olla vähintään viisikymmentä puuta ja sen tulee olla vähintään sata metriä pitkä. Koealalinjan leveys on joko 1,5 metriä tai kolme metriä. Päätös linjan leveydestä tehdään puuston tiheyden perusteella siten, että mittauslinjalle saadaan riittävä määrä puuta. Mikäli inventointilinjan leveys on 1,5 metriä, tehdään mittaus vain toiselle puolelle linjaa ja linjan leveyden ollessa kolme metriä, mittaukset tehdään linjan molemmille puolille 1,5 metrin etäisyyteen saakka. Linjan pituus mitataan lankamittalla ja tieto tallennetaan tietokoneelle. (Södras arbetsinstruktion).

Ennen ennakkomittauksen aloittamista alueelta mitataan koepuita, joista määritetään puulaji, pituus sekä läpimitta. Koepuiden avulla kalibroidaan käytettävän ohjelmiston pituuden mittaus vastaamaan kyseistä leimikkoa. Ennakkomittauksessa linjalla olevien puiden läpimitta mitataan ja mittasaksissa olevaan tietokoneeseen merkitään myös

mitattavan puun puulaji. Kone laskee läpimitaan perustuen linjalle tulevien puiden tilavuuden. Tilavuuden määrittäminen läpimitan avulla perustuu Göran Brandelin yksittäisen puun tilavuus -yhtälöihin (Användermanual LinGal DP 1.5, 23; Brandel 1990, 26–27).⁵ Mitatut puut merkitään leimalla. Maastossa olevat vanhat ajourat, joita tulla käyttämään hakkuussa, huomioidaan myös ennakkoinventoinnissa. Tiedot ajourien molempien laitojen etäisyyksistä mittauslinjan alkupisteestä merkitään koneeseen. Siten saadaan tieto ajourien osuudesta leimikolla. (Södras arbetsinstruktion). Syötetyistä tiedoista on myös mahdollista johtaa arvio ajouravälistä ja ajouraleveydestä.

Hakkuun jälkeen jälkimittauksessa mittaus aloitetaan ennakkomittauksen loppupisteestä. Leimattujen puiden läpimitta mitataan ja vaurioituneet puut kirjataan ylös. Leimikoissa, joissa on kuusta enemmän kuin 20 prosenttia puustosta, arvioidaan myös kantokäsittely. Jotta kanto luokitellaan kantokäsittelyksi, tulee kannon leikkauspinta-alasta yli 85 prosenttia olla käsitelty. Linjan läpäisemistä ajourista tallennetaan jokaisen ajouran molempien reunojen etäisyys linjan lähtöpisteestä samalla periaatteella kuin ennakkomittauksessakin. (Södras arbetsinstruktion).

Kerätyn mittausaineiston tiedonsiirto käsitietokoneesta tehdään tietokoneeseen ladattavan WinMc-ohjelman avulla. Mittaustiedot ovat ladattavissa tietokoneelle neljänä erilaisena tiedostona. Vaihtoehtoina ovat pitkä Excel-taulukko, lyhyt Excel-taulukko sekä lyhyt tekstitiedosto ja pitkä tekstitiedosto. Mittasaksista on myös ladattavissa puulista, jossa on listattuna jokainen mitattu puu läpimittatietoineen. Tämän lisäksi koneesta on mahdollista ladata koneen tekemä korjuujäljen arvio, niin sanottu ”estimate still”.

Södran korjuujäljen mittaustulosten arvioinnissa käytetään lyhyttä Excel tiedostoa (Södras arbetsinstruktion). Siinä tietoina on vaurioituneiden puiden prosenttiosuus ja ajourien osuus leimikon pinta-alasta sekä ennen hakkuuta että hakkuun jälkeen. Tuloksina saadaan myös poistuma prosentteina puuston alkuperäisestä tilavuudesta, puuston pohjapinta-ala ennen korjuuta ja korjuun jälkeen sekä niin sanottu GA Kvot, joka ilmaisee suhteen poistettujen puiden keskiläpimitan ja kasvamaan jätettävien puiden keskiläpimitan välillä. Suhdeluvun ollessa yli yhden on tehty yläharvennus. Jos Suhdeluku on alle 0,8, hakkuu on tehty alaharvennuksena. Kun suhdeluku on välillä 0,8 – 1, hakkuu on tehty siten, että on poistettu saman suuruusluokan puita, kuin on jätetty

⁵ Tässä tutkimuksessa ei tarkastella puuston tilavuustietoja tarkemmin.

kasvamaankin. (Gallringskvot). Saatujen tulosten perusteella on mahdollista arvioida harvennusvoimakkuutta sekä harvennustapaa. Tuloksista selviää myös kuusen osuus leimikon puustosta hakkuun jälkeen, sillä kuusen osuuden ollessa yli 20 prosenttia tuloksissa on myös kantokäsiteltyjen kantojen osuus. (Liite 2).

Pidemässä tiedostossa, joka mittasaksista on saatavissa, ovat yksityiskohtaisemmat mittaustulokset. Södralla käytettävän lyhyestä tiedostosta saatavien tietojen lisäksi tästä tiedostosta saadaan kunkin puulajin osuus tilavuudesta sekä ennen hakkuuta että hakkuun jälkeen. Myös poistumasta saadaan vastaava tieto. Tämän lisäksi tuloksista selviää runkoluku hehtaarilla ennen hakkuuta ja hakkuun jälkeen. (Liite 3).

3.3.4 Menetelmien väliset erot

Edellä kuvattujen kolmen menetelmän erot liittyvät pääpiirteittäin koealojen sijoitteluun, koealakokoon, mitattaviin puustotunnuksiin sekä ennakkomittauksen suorittamiseen. Vaikka Metsäliiton menetelmä on sovellus metsäkeskusten käyttämästä korjuujäljen tarkastusmenetelmästä, on koealojen sijoittelussa menetelmien välisiä eroja. Metsäliiton menetelmällä kaikki koealat sijoittuvat ajourien varteen, kun taas metsäkeskusten käyttämässä menetelmässä koealat sijaitsevat mittauslinjalla, joka lävistää leimikon. Linjalla sijaitsevat koealat voivat sijoittua ajourille, niiden vaikutusalueelle tai vaikutusalueen ulkopuolelle ajourien väliin. Södran menetelmän koealalta löytyy vastaavat alueet kuin metsäkeskusten käyttämältä menetelmältä, mutta koealoja on vain yksi. Metsäliiton ja metsäkeskusten korjuujäljen tarkastusmenetelmissä tarkasteltavalle alueelle sijoitetaan useita koealoja.

Metsäliiton menetelmällä yksittäisen koealan pinta-ala on noin 190 m². Metsäkeskusten menetelmällä yksittäisen koealan pinta-ala on puolestaan noin 100 m². Metsäliiton menetelmässä koealoja tulee yleensä enemmän tarkasteltavalle kuviolle kuin metsäkeskuksilla. Tämä tarkoittaa, että yksittäisen leimikon osalta Metsäliiton menetelmällä on mahdollista saada tarkemmat tulokset. Tästä on hyötyä, jos halutaan antaa tarkkaa leimikkokohtaista palautetta metsäkoneurakoitsijalle tai pyrittäessä seuraamaan korjuujälkeen vaikuttavia tekijöitä. Metsäkeskusten tavoitteena on seurata korjuujäljen kehitystä pitkällä aikavälillä, jolloin tietojen ei tarvitse olla niin tarkkoja yksittäisen leimikon osalta. Menetelmällä on kuitenkin saatavissa tarkat

leimikkokohtaiset tiedot, mikäli koealojen lukumäärää kasvatetaan (Äijälä 2003). Södran menetelmällä koealan vähimmäiskoko on 150 m².

Mitattavien puustotunnusten osalta metsäkeskusten ja Metsäliiton menetelmien välillä ei ole eroa. Södran menetelmä poikkeaa näistä, sillä siinä ei erotella vaurioiden sijaintia eikä arvioida maastopainauksia. Södran menetelmän erona muihin esiteltyihin menetelmiin on myös siihen kuuluva ennakkomittaus.

3.4 Korjuujälki Ruotsissa

Metsänhoitolain mukaan korjuuvaurioita tulee välttää hakkuissa. Tavoitteena on, että korjuuvaurioita on harvennuksen jälkeen enimmillään viidessä prosentissa kasvatettavaa puustoa. Tämä tavoite on täytynyt Ruotsissa hyvin, sillä yhtiöittäin mitattuna puustovaurioita on keskimäärin kolmessa prosentissa kasvatettavista puista, toki poikkeuksiakin on. Myös Ruotsissa maasto- ja puustovaurioita pyritään välttämään hakkuun ajoituksella. Mikäli maastovaurioita syntyy, yli 40 cm:n maastopainaukset tulee kunnostaa hakkuun jälkeen. (Skador av gallringen.) Ruotsissa moni puunhankintayhtiö on ottanut käyttöönsä niin sanotun laatutakuutodistuksen, jossa luvataan, että korjuu tehdään sovitun mukaisesti. Mikäli sovitussa laadussa ei pysytäkään, yhtiö maksaa metsänomistajalle korvauksen. (Kvalitetssäkring.)

3.5 Korjuujäljen laatuun vaikuttavia tekijöitä

Korjuujälkeen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi korjuuajankohta, käytettävä korjuumenetelmä ja -kalusto. Huolellisella korjuun suunnittelulla voidaan vähentää esimerkiksi maan heikosta kantavuudesta johtuvia korjuuvaurioita. Lisäksi korjuujälkeen vaikuttaa kuljettajien taidot ja tietoisuus oman työn vaikutuksista korjuun laatuun. Osa vaurioista aiheuttavista tekijöistä on kuitenkin sellaisia, joihin koulutuksella tai korjuun suunnittelulla ei voida vaikuttaa. Tällaisia tekijöitä on esimerkiksi leimikon puusto.

3.5.1 Korjuumenetelmä

Käytettävällä korjuumenetelmällä on suuri merkitys tarkasteltaessa syntyneiden vaurioiden määrää. Sirénin (1998, 36–37) mukaan pohjoismaisella puutavaralajimenetelmällä syntyy vaurioita selvästi vähemmän kuin erilaisilla pitkän puun korjuumenetelmillä. Koneellisessa hakkuussa puutavaralajimenetelmällä vauriopuiden osuus on noin viisi prosenttia, kun taas pitkän puun korjuumenetelmissä vauriopuiden osuudet ovat kymmenissä prosenteissa. Myös maaperävaurioissa on Sirénin mukaan samansuuntaisia eroja. Suuret massat vaativat liikuteltaessa enemmän tilaa ja maahan kohdistuu enemmän räsitusta. Kun puita juonnetaan maata pitkin, altistuvat kasvatettavien puiden juuret ja juurenniskat sekä maaperä vaurioille.

Koneellisissa hakkuissa puustoon kohdistuneet vauriomäärät ovat suurempia kuin moottorisahahakkuussa ja metsäkuljetuksessa. Sirénin (1998, 39) mukaan moottorisahalla tehtävissä hakkuissa vaurioita syntyy lähinnä vain puuta kaadettaessa. Hakkuukonetyössä vaurioita voivat aiheuttaa sekä kone että kaadettava ja käsiteltävä puu. Edellisen puun kaadosta seuraavan puun kaatoon sisältyy monta eri vaihetta, jonka aikana peruskone, nosturi tai hakkuupää on liikkeessä. Vaurioriski on aina olemassa, kun kone, koneen osa tai käsiteltävä runko on liikkeessä.

3.5.2 Leimikon puusto

Koneellisessa hakkuussa korjuujälkeen vaikuttaa myös hakkuun jälkeisen puuston määrä sekä poistettavien puiden määrä, puulaji ja koko. Sirénin (1998, 37) mukaan jäävän puuston määrän lisääntyminen kasvattaa yleensä vaurioiden määrää, sillä koneiden työtila pienenee ja vaurioitumiselle alttiiden puiden määrä kasvaa. Poistettavien puiden määrän lisääntyminen taas vaikuttaa vauriomäärään, koska se lisää käytettävien liikkeiden määrää hakkuussa ja metsäkuljetuksessa. Poistettavien puiden koon kasvu heikentää korjuujälkeä, sillä isojen puiden kaato ja prosessointi vaatii enemmän tilaa sekä on vaikeammin hallittavaa kuin pienempien puiden käsittely.

Poistettavien puiden puulaji vaikuttaa korjuujälkeen, sillä puiden karsiintumisessa on eroja puulajeittain. Vaikeasti karsittavien puiden karsimiseen tarvitaan monesti enemmän liikkeitä. (Siren 1998, 37–38.) Puulajista valmistettavien puutavaralajien määrä vaikuttaa vaurioitumisen todennäköisyyteen. Kun valmistetaan useampaa

puutavaralajia, tarvitaan maastossa enemmän tilaa eri puutavaralajikasoille, minkä seurauksena prosessointiin tulee lisää liikkeitä sekä enemmän ajomatkaa ajokoneelle. Myös varastopaikalla tarvitaan enemmän tilaa, kun käsitellään useampia puutavaralajeja. Vauriomääriin vaikuttaa myös kasvatettaviksi jäävien puiden puulaji, sillä toiset puulajit ovat vaurioiden syntymiselle herkempiä kuin toiset.

3.5.3 Korjuuolosuhteet

Korjuujälkeen vaikuttaa olennaisesti leimikon korjuuajankohta. Maaperän jäätyminen ja lumipeite suojaavat maastoa urapainaumilta ja juuristoa kolhuilta. Myös puut kestävät iskuja paremmin talvella. Alkukesän nila-aikana vaurioita syntyy puolestaan herkemmin. Maaperän kantavuus paranee maan jäätyessä, mikä mahdollistaa hakkuut heikosti kantavilla mailla. Kantavuutta voidaan lisäksi parantaa havuttamalla ajouria ja käyttämällä kevyempiä tai tela-alustaisia koneita. Myös hakkuukoneen, nosturin ja hakkuulaitteen koko vaikuttaa korjuujälkeen. (Sirén 1998, 39.)

Valon määrä ja näkyvyys harvennushakkuualalla ovat tärkeitä tekijöitä korjuun onnistumisessa. Erityisesti pimeänä vuodenaikana työskenneltäessä on hakkuukoneen valoilla suuri merkitys. Näkyvyyttä voidaan parantaa myös tekemällä ennakkoraivaus ennen korjuuta. Näkyvyyden paranemisen lisäksi ennakkoraivaus helpottaa hakkuupään ja ajokoneen kouran käsittelyä.

3.5.4 Ajourat

Kapea ajouraleveys vaikuttaa lisäävästi puustovaurioihin. Suositus ajouraleveydeksi on 4–4,5 metriä ja ajouraväliksi 20 metriä. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 38.) Jos ajourat sijaitsevat tätä etäämmällä toisistaan, hakkuu ei ole enää niiltä käsin mahdollista ja ajourien väliin joudutaan tekemään erillisiä hakkuu-uria, mikä lisää korjuuvaurioriskiä (Sirén 1998, 39). Toisaalta ajourat eivät saa vallata liian suurta osuutta leimikosta. Ajourien lisääntyessä puustolle jää vähemmän kasvutilaa. Huolellinen ajourasuunnittelu erityisesti haastavilla kohteilla on tärkeää ja sillä voidaan parantaa korjuujälkeä.

3.5.5 Inhimilliset tekijät

Kuljettaja on keskeinen vauriomäärien selittäjä hakkuukonetyössä. Erityisesti erot kuljettajien kokemuksessa, työn hahmottamisessa ja motoriikassa vaikuttavat työn tuottavuuteen. Näiden taitojen hallinta mahdollistaa myös hyvän korjuujäljen. Tutkimuksessaan Sirén (1998, 40, 41, 133) toteaa, että korkean tuottavuustason kuljettajilla myös puustoon kohdistuvia osumia on huomattavasti vähemmän kuin alemman tuottavuustason kuljettajilla. Kuljettajan työskentelyn tarkkuutta heikentävät pitkät työvuorot.

Hyvän korjuujäljen edellytyksenä voidaan pitää myös tietoisuutta korjuujäljen merkityksestä. Tämän vuoksi kuljettajien jatkuvaan koulutukseen ja tietotaidon lisäämiseen tulisi pyrkiä. Toisaalta valvontaa lisäämällä voidaan tarttua korjuujäljessä ilmeneviin puutteisiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tässä yhteydessä korostuu metsäkoneen kuljettajien, yrittäjien ja toimihenkilöiden välinen yhteistyö ja vuorovaikutus. Toimihenkilöiden suorittaman valvonnan avulla voidaan myös vaikuttaa asenneilmapiiriin. Tarkkailemalla korjuujälkeä ja sen tasoa pystytään ohjaamaan ja kannustamaan kuljettajia ja yrittäjiä parhaaseen mahdolliseen laadulliseen ja tuotannolliseen tasoon.

4 Tutkimusaineisto

Kohteet valikoituivat Metsäliiton talvella 2008–2009 suorittamista harvennushakkuista. Koska mittauskalusto oli lainassa Haglöfiltä Ruotsista, tarkasteltaviksi kohteiksi valikoituivat leimikot, jotka olivat tulossa ensimmäisinä hakkuuseen. Tällä perusteella tutkimusaineistoksi muodostui kahdeksan harvennusleimikkoa, jotka sijaitsivat Pirkanmaalla: Nokian, Kangasalan, Ylöjärven ja Pälkäneen kunnissa. Leimikoista neljä oli ensiharvennuksia ja neljä myöhempiä harvennuksia. Kaikki kohteet sijaitsivat kivennäismailla ja niistä neljä oli mäntyvaltaisia puolukkatyyppin metsiä ja neljä mustikkatyyppin kuusikoita. Tutkimusalueen kokonaispinta-ala oli 13,2 hehtaaria ja yksittäisen leimikon pinta-ala vaihteli 0,7 hehtaarista 3,6 hehtaariin.

Leimikoiden ennakkomittaukset suoritettiin joulukuun 2008 ja helmikuun 2009 välisenä aikana, loppumittausten ajoituksessa helmi-maaliskuulle 2009. Kaksi tutkimusleimikkoa rajautui korjuujäljentarkastusmittausten ulkopuolelle, sillä Södran menetelmän mittauslinjaa ei voitu sijoittaa leimikolle. Nämä leimikot ovat mukana kokonaistarkastelussa, sillä ne auttavat arvioimaan Södran menetelmän käytettävyyttä. Yhdellä tutkimuskohteena olleella hakkuukuviolla, jolla ennakkomittaus oli tehty, ei hakkuuta suoritettu tutkimuksen aikataulun rajoissa.

Leimikoita, joilla pystyttiin suorittamaan Södran korjuujäljen tarkastuksen vaatimat molemmat mittauskerrat, oli viisi kappaletta. Taulukosta 2 on nähtävissä leimikoiden yksityiskohtaiset tiedot. Leimikoiden korjuu ajoittui joulukuun 2008 ja helmikuun 2009 välille. Tutkimus rajattiin käsittelemään ainoastaan koneellisesti tehtyjä harvennuksia. Neljällä kohteesta hakkuukalustona käytettiin keskiraskasta hakkuukonetta ja yhdellä kohteesta pientä hakkuukonetta, joka soveltuu erityisesti nuorten metsien harvennuksiin. Metsäkuljetus tehtiin metsätraktoreilla.

Taulukko 2: Leimikkotunnukset

	Metsätyyppi	Pääpuulaji	P-A (ha)	Hakkuutapa	PPA	Klpm	Valtapituus	Runkoluku
Leimikko 1	mt	kuusi	0,8	ensiharv.	28	15	15	1500
Leimikko 2	mt	kuusi	3,6	muu harv.	28	17	16	1100
Leimikko 3	mt	kuusi	2,1	muu harv.	27	15	17	1300
Leimikko 4	vt	mänty	2,2	ensiharv.	32	15	14	1700
Leimikko 5	mt	kuusi	0,7	ensiharv.	28	15	14	1500

5 Tutkimustulokset

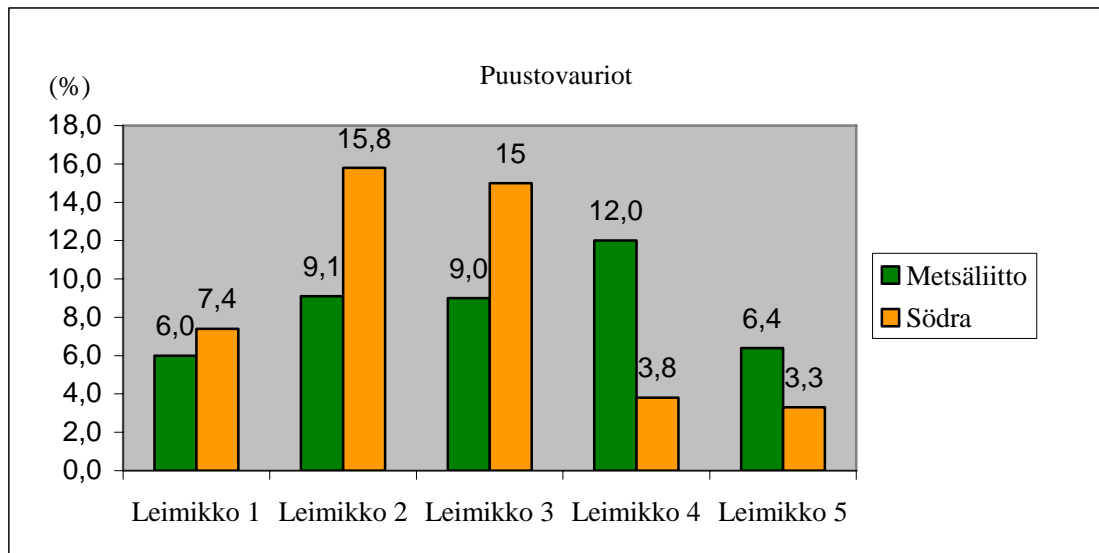
Tulokset-osiossa käsitellään maastomittauksissa saatuja tuloksia, menetelmien käytettävyyttä sekä Södran korjuujäljen inventointimenetelmän soveltuvuutta laajemmaksi leimikon ennakkomittausmenetelmäksi.

5.1 Mittaustulosten käsittely

5.1.1 Puustovauriot

Södran tarkastusmenetelmässä vaurioprosentti määritetään sen perusteella, kuinka suuri osa mittauslinjan puista on vaurioitunut. Myös Metsäliiton ja Tapion korjuujäljen arviointimenetelmissä lasketaan koaloille tulevien vaurioituneiden puiden määrä.

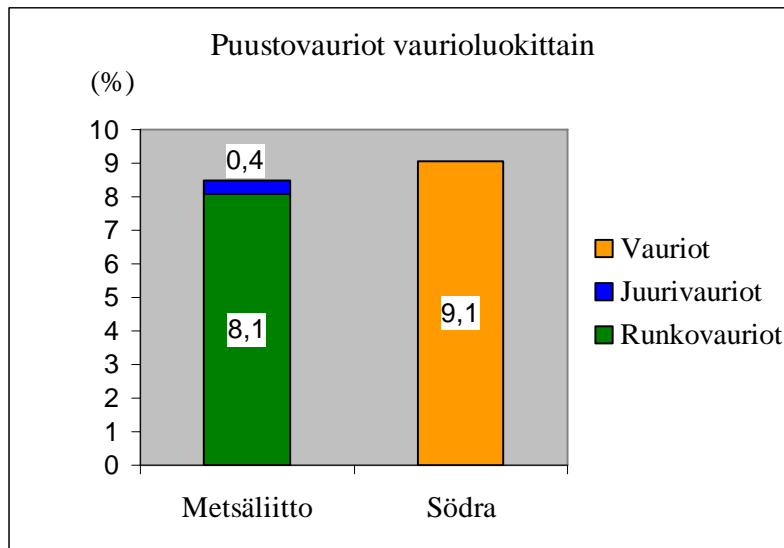
Kuten kuviosta 2 voidaan havaita, menetelmien välillä on melko paljon hajontaa vertailtaessa leimikoittain puustovaurioiden osuutta. Leimikon neljä puustovaurioprosenttien selvään eroon vaikuttanee monitoimikoneen kuljettajan tietoisuus Södran mittauslinjan sijainnista. Toisin sanoen tietoisuus tarkkailun alaisuudesta ja linjasta, on ohjannut kuljettajaa tarkempaan työjälkeen. Metsäliiton menetelmällä koalat sijoittuivat tasaisesti koko leimikolle, jolloin menetelmä antaa keskiarvon koko kuvion korjuujäljestä ja tällainen yhden kuvion osan ero ei vaikuta suuresti koko kuvion tulokseen. Södran menetelmällä koko korjuujäljen arviointi tapahtuu vain leimikon pienessä osassa, jolloin se saattaa antaa vääristyneen kuvan koko leimikon korjuujäljestä.



Kuvio 2: Puustovaurioiden osuus prosentteina

Kuviosta 2 nähdään myös, että leimikolla kolme menetelmät antavat varsin poikkeavan kuvan puustovaurioiden prosentuaalisesta osuudesta. Syynä tähän eroon voi olla, että leimikolla kolme ajoura sivusi pitkän matkaa mittauslinjaa. Tämä vähensi mittauksen perusteella laskettavaa leimikon runkolukua, minkä lisäksi se vaikutti todennäköisesti puustovaurioiden määrän kasvuun. Kuten jo aiemmin on todettu, puustovaurioiden riski kasvaa ajourien läheisyydessä. Leimikon kaksi menetelmien välinen suuri ero johtui mahdollisesti siitä, että Södran inventointilinjalle osui enemmän puustovaurioita kuin muualle leimikkoon.

Puustovauriot voidaan jakaa sijaintinsa perusteella vaurioluokkiin. Metsäliiton ja Tapion menetelmiä käytettäessä vauriot luokitellaan runko- ja juurivaurioihin. Södran menetelmässä vastaavaa erottelua vaurion sijainnin suhteen ei ole. Mitä tarkemmin vaurioiden sijainnin puussa tai koko leimikossa erottelee, sitä tarkemmin on myös analysoitavissa vaurioiden syntyyn johtaneet syyt. Myös vauriotyyppin määrittäminen lisääisi mahdollisuuksia analysoida vaurion syntytapaa. Edellä kerrotuista syistä johtuen vaurioiden tarkka erittely olisi tärkeää. Kuviossa 3 on laskettuna Metsäliiton ja Södran menetelmillä saatujen puustovaurioiden keskiarvo viidessä tarkasteluleimikossa. Siitä huomataan, että keskiarvot eivät juuri poikkea toisistaan.



Kuvio 3: Puustovauriot vaurioluokittain prosentteina

5.1.2 Urapainamat

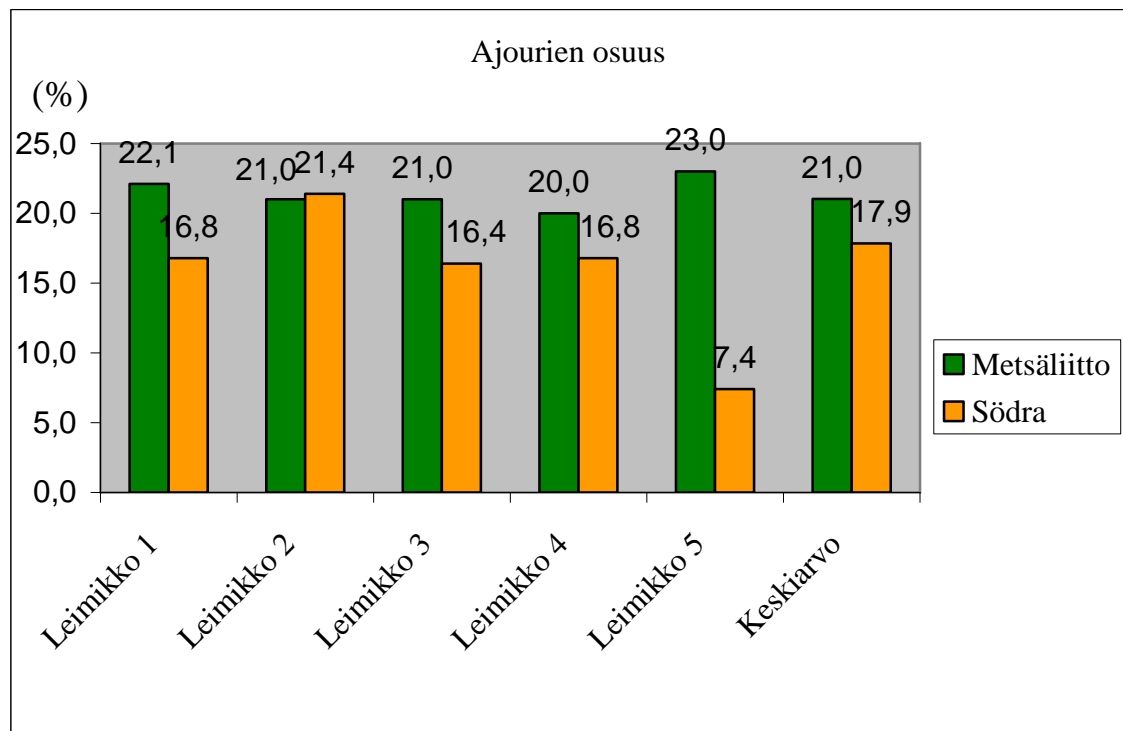
Tehtäessä korjuujäljen tarkastusta Södran menetelmällä, ei ajourapainaumia huomioida mittauksissa. Metsäliiton korjuujäljen tarkastusmenetelmässä ja Tapion laatimissa Metsäkeskusten korjuujäljen tarkastusohjeissa sen sijaan arvioidaan myös urapainamat. Metsäliiton menetelmällä saadut tulokset urapainaumien määrästä eivät ole keskeisessä asemassa tutkimuskysymyksen kannalta. Tästä syystä mittauksista saatuja tuloksia ei käsitellä tarkemmin. Sen sijaan menetelmien käytettävyyden kannalta on oleellista, ettei Södran menetelmässä kiinnitetä huomiota urapainauksiin. Tätä teemaa käsitellään tarkemmin kappaleessa 5.2 Käytettävyyden arviointi.

5.1.3 Ajourat

Ajouramittausten tavoitteena on varmistaa, että ajourat eivät vie liian suurta osuutta leimikon pinta-alasta ja siten vähennä puuston kasvutilaa. Kaikki kolme menetelmää tarkastelevat ajourien määrää, mutta mittaustavat sekä mittaustulosten esittäminen poikkeavat toisistaan. Korjuujäljen tarkastuksen yhteydessä ajourista voidaan tarkastella niiden leveyttä, etäisyyttä toisistaan ja niiden osuutta leimikolla. Metsäliiton ja Tapion menetelmillä arvioidaan ajouraväliä ja ajouraleveyttä, kun taas Södran menetelmällä saadaan mittaustuloksena ajourien osuus koko leimikon pinta-alasta.

Metsäliiton ja Tapiion menetelmillä mitattavien ajourien leveys ja ajouravälitietojen perusteella voidaan laskea ajourien osuus leimikolla. Ajourien osuus saadaan jakamalla ajouraleveys ajouravälillä.

Kuviossa 4 on laskettuna ajourien osuus sekä Metsäliiton että Södran menetelmällä. Kuvioon on myös laskettu myös keskiarvot.⁶ Södran menetelmässä ajourien osuus saadaan sen perusteella, kuinka monta metriä mittauslinjasta on ajourien peitossa. Mittauslinjan sijoittamisen merkitys korostuu ajourien osuutta arvioitaessa, sillä ajouria tulisi osua mittauslinjalle vähintään neljä kappaletta. Tästä esimerkkinä onkin leimikko 5 (kuvio 4), missä ajourien osuus on jäänyt Södran menetelmällä mitattaessa hyvin pieneksi. Kyseisellä leimikolla ajouria tuli mittauslinjalle vain kaksi kappaletta johtuen leimikon muodosta ja pienestä pinta-alasta.



Kuvio 4: Ajourien osuus leimikossa

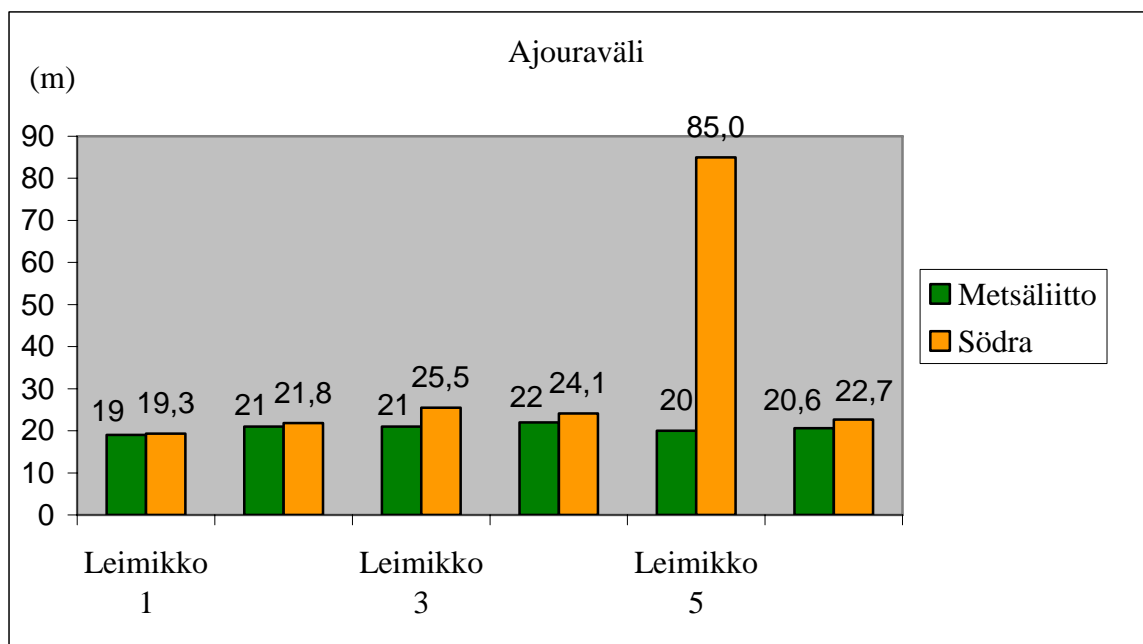
Ajourien prosentuaalinen osuus leimikon pinta-alasta on merkittävä, sillä sen avulla voidaan seurata, etteivät ajourat vie liian suurta pinta-alaa leimikosta. Ajourien osuuden kasvaessa leimikon puustolle varattu pinta-ala pienenee ja siten ei saada hyödynnettyä täysimääräisesti kaikkea kasvupotentiaalia. Vaikka ajourien varrella olevalla puustolla

⁶ Keskiarvossa ei ole huomioitu leimikon 5 tuloksia.

on paremmat kasvuolosuhteet lisääntyneestä kasvutilasta johtuen, se ei kuitenkaan riitä korvaamaan ajourista johtuvia kasvutappioita.

Tehtäessä korjuujäljen tarkastusta Södran menetelmällä tiedot ajourien leveydestä ja ajouravälistä on mahdollista saada, mikäli kirjoittaa ylös mittauksen aikana ajourien etuja takareunojen etäisyydet mittauslinjan alkupisteestä ja laskee niiden avulla halutut tiedot. Mittasaksissa olevassa tietokoneessa ei ole ohjelmoituna ajouravälin ja ajouraleveyden automaattista laskemista. Tarvittavat tiedot ajouravälin ja ajouraleveyden laskemista varten on kuitenkin syötettynä tietokoneelle, sillä juuri näiden tietojen perusteella ohjelma laskee ajourien osuuden.

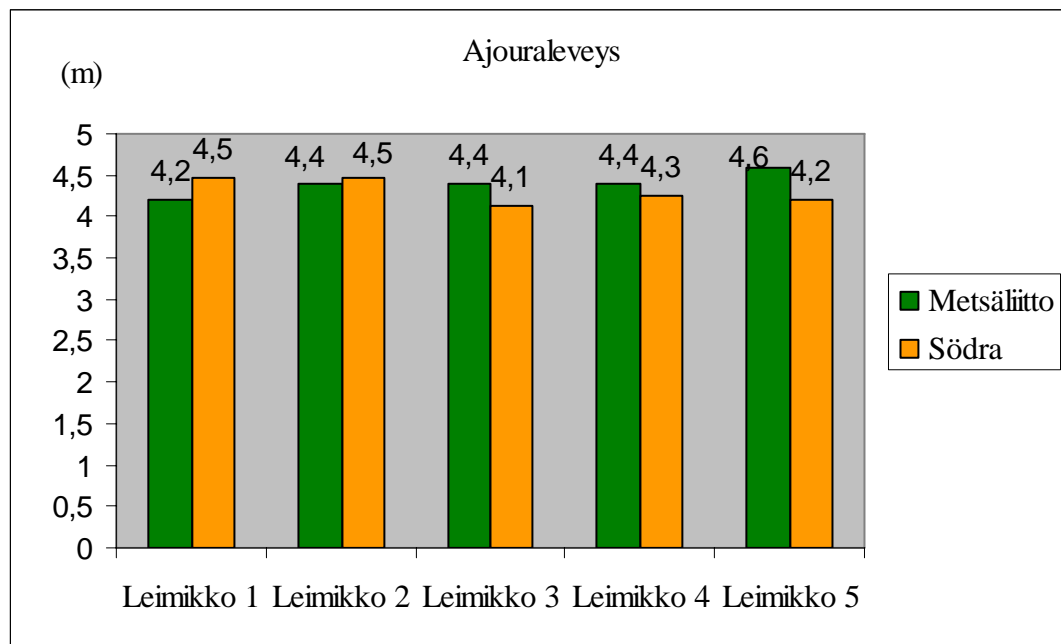
Tutkimuksessa laskettiin ajouraväli ja ajouraleveys myös Södran menetelmällä tehtyjen mittaustulosten perusteella. Kuviossa 5 on esitetty leimikoittaiset ajouravälit sekä ajourien keskiarvo.⁷ Kuvioista nähdään, että leimikolla viisi menetelmien välinen ero ajouravälissä on 65 metriä. Kyseinen leimikko oli pieni ja muodoltaan kapea suorakaide, minkä seurauksena leimikkoa kiersi vain yksi ajoura, josta lähti yksi ajourapisto. Tästä syystä Södran menetelmällä mittauslinjalle osui vain kaksi ajouraa, joiden etäisyys toisistaan oli 85 metriä.



Kuvio 5: Ajouraväli leimikoittain metreinä

⁷ Keskiarvossa ei ole huomioitu Södran menetelmän osalta leimikkoa 5.

Kuvioon 6 on koottu leimikoittain uraleveydet. Siitä huomataan, että uraleveyksissä ei ole suurta eroa mittaustapojen välillä.



Kuvio 6: Ajouraleveys leimikoittain metreinä

5.1.4 Harvennusvoimakkuus

Harvennusvoimakkuutta Metsäliiton menetelmällä arvioidaan runkoluvun ja puuston keskiläpimitan perusteella. Kyseiset tunnuksot mitataan jokaiselta koealalta ja ne ovat nähtävissä myös koealakohtaisesti tulospaperilla. Tuloksista nähdään jokaisen koealan suositusten mukainen runkoluku, johon mitattua runkolukua verrataan. Mikäli mitattu runkoluku eroaa suosituksesta, ohjelma ilmoittaa poikkeaman suuruuden. Ongelmana kuitenkin on, ettei hakkuun jälkeistä runkolukua voida verrata hakkuuta edeltäneeseen tilanteeseen. Puuston määrä ennen harvennuksia on merkityksellinen arvioitaessa, onko puusto harvennettu suositusten ohjeistamalla voimakkuudella.

Koska Metsäliiton menetelmässä on mahdollista tarkastella runkolukua koealakohtaisesti, antaa se paremman arvion puuston tilajärjestyksestä leimikolla.

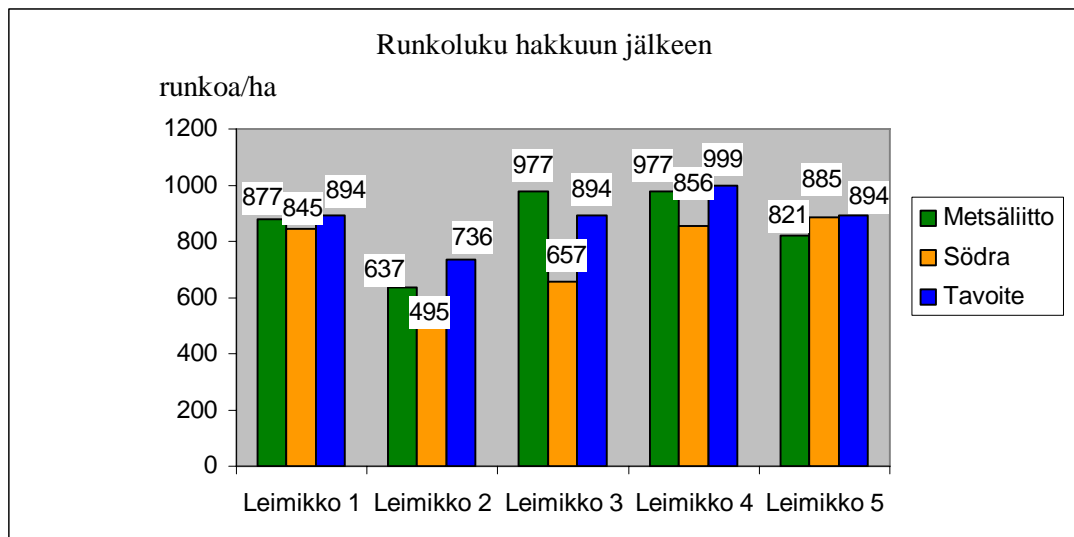
Tarkasteltaessa Södran mittauksista saatuja tietoja saadaan selville puuston tilavuuspoistuma prosentteina, puuston pohjapinta-ala ennen ja jälkeen hakkuun sekä suhdeluku, josta ilmenee harvennustapa. Tuloksista selviää lisäksi mittauskoealalla olleiden puiden lukumäärä ennen hakkuuta, josta on johdettavissa metsikön runkoluku

ennen harvennusta. Näiden tietojen perusteella on mahdollista arvioida kuvion harvennusvoimakkuutta.

Södran mittauksen ohessa saadaan myös mittauslinjan puihin perustuva tieto leimikon tilavuudesta puulajeittain ennen hakkuuta ja hakkuun jälkeen. Myös harvennuksen tilavuuspoistuma saadaan selville samassa yhteydessä. Kuvion ollessa puustoltaan tasainen, on mittauksen avulla saatavissa hyvinkin tarkat tiedot kuvion puumääristä.

Tarkastelluista harvennuskuvioista leimikot kaksi ja kolme olivat puustoltaan epätasaisia. Molempien kuvioiden puustossa oli eri-ikäisrakenteisuutta sekä ne olivat tilajärjestykseltään epätasaisia. Leimikossa kaksi Södran menetelmän mittauslinjalle osui selkeä harvemman puuston kohta, joka alensi linjalle osuvien puiden lukumäärää ja siten myös koko kuvion runkolukua. Leimikon kolme runkolukua alensi ajourat, jotka leikkasivat suurehkon osan mittauslinjasta. (Kuvio 7)

Kuviossa 7 tavoiterunkolukuna käytetään Metsäliiton harvennushakkuuohjeen mukaisia arvoja (Harvennushakkuuohje). Leimikolla neljä tavoiterunkoluku on lievänä tehdyn harvennuksen mukainen ja muilla leimikoilla tavoiterunkoluku on normaalin harvennusvoimakkuuden mukainen.



Kuvio 7: Runkoluku hakkuun jälkeen (kpl/ha)

5.1.5 Puuvalinta

Puuvalinnan onnistumista on vaikea arvioida käytössä olevilla korjuujäljen inventointimenetelmillä. Päätelmät puuvalinnan onnistumisesta tehdään silmämääräisenä arviointina hakkuun jälkeen. Tällöin ei kuitenkaan ole mahdollista suhteuttaa kuvion kasvatettavaksi jätettyjen puiden laatua ennen hakkuuta vallinneeseen tilanteeseen. Jos puusto on kuviolla laadullisesti heikkoa ennen harvennusta, siellä ei välttämättä ole valittavana riittävästi hyvälaatuisia puita kasvatettavaksi. Myöskään Södran menetelmässä ei mittauslinjalta arvioida puuvalintaa.

5.2 Käytettävyyden arviointi

Södran menetelmän käytettävyyttä tarkasteltiin maastomittausten toteutuksen sujuvuuden avulla. Tässä tarkastelussa arvioitiin Södran menetelmän soveltuvuus erilaisille kohteille, mittauslinjan sijoittelun onnistuminen sekä varsinaisten puustomittausten sekä puustovaurioiden inventoinnin sujuvuus.

Tutkimuksen aineistona oli kahdeksan leimikkoa. Tavoitteena oli tehdä jokaiselle leimikolle ennakkomittaus Södran menetelmän mukaisesti. Kahdella leimikolla mittauslinjan asettaminen muodostui ongelmaksi. Toinen leimikoista oli pienialainen (1,0 ha) ja se oli jyrkänteen halkoma. Toinen kuvio taas oli osittain tien lävistämä ja louhikkoinen. Karttojen perusteella kohteet vaikuttivat mittauksiin sopivilta, mutta paikan päällä osoittautui, ettei mittauslinjaa voi asettaa. Metsäliiton menetelmällä korjuujäljen mittaukset olisi ollut mahdollista suorittaa kyseisillä leimikoilla, mutta se ei ollut tutkimuskysymyksen kannalta relevanttia. Södran menetelmä ei siis sellaisenaan soveltunut kyseisille kohteille. Metsäliiton Tampereen piirin alueella ei ole tullut esille kohteita, joihin Metsäliiton korjuujäljen tarkastusmenetelmä ei soveltuisi (Hakonen 2009). Metsäliiton menetelmällä saadaan hyvä kokonaiskuva leimikosta sekä urapainaumista, koska koko ajouraverkosto kävellään läpi. Metsäliiton menetelmällä käytännön mittaustyötä vaikeuttaa suuri koealasäde, kasvatettavan puuston keskiläpimitan määrittäminen, ajouravälimittaus sekä ajouraverkoston hahmottaminen. (Äijälä 2002, 45).

Södran ohjeiden mukainen ennakkomittauslinja asetettiin kuudelle leimikolle. Kuitenkin korjuujäljen arviointi oli suoritettavissa vain viidellä koeleimikolla, sillä yksi mitattu leimikko ei tullut korjuuseen tutkimuksen asettamissa aikarajoissa. Täten tutkimuksessa tehtiin korjuujäljen tarkastus viidelle harvennuskuvioille molemmilla menetelmillä.

5.2.1 Mittauslinjan sijoittelu

Toteutettaessa korjuujäljen arviointia Södran menetelmällä haastavimmaksi osuudeksi osoittautui ajourien paikan arvioiminen ja siihen liittyvä inventointilinjan sijainnin määrittely. Varsinainen mittauslinjan puiden inventointi onnistui nopeasti, sillä mittausvälineet olivat helposti hallittavissa. Haglöfin mittasaksiin sai liitettyä leimasimen puiden merkintää varten ja siihen sai kiinnitettyä teleskooppimitan, joka auttoi määrittämään koelinjalta 1,5 metrin etäisyydellä sijaitsevat puut.

Ajourien tulisi siis olla mittauslinjaan nähden poikittain. Mittauslinjalle tulisi myös osua vähintään neljä kappaletta ajouria. Tämän arvioiminen on kuitenkin vaikeaa, koska Suomessa korjuun toimintatapoihin ei enää kuulu ajourien merkitseminen maastoon. Hakkuukoneen kuljettaja suunnittelee ajourat hakkuun edetessä leimikolla. Ajourien suuntaamiseen vaikuttaa esimerkiksi maaperän kantavuus, leimikon topografia ja muoto. Kun korjuujäljen inventoija arvioi ajourien suuntaa edellisten tietojen perusteella, on mahdollista tehdä hyviä arvauksia ajourien asettumisesta leimikolle.

Toinen vaihtoehto voisi olla, että hakkuukoneen kuljettaja asettaisi mittauslinjan leimikolle ja tekisi ennakkomittauksen. Jos halutaan, että kuljettaja tekee myös jälkitarkastuksen, se vaatisi kuljettajien lisäkoulutusta ja voisi sitä kautta lisätä heidän ammattitaitoaan ja korjuujäljen laatua. Toisaalta vaarana voi olla myös korjuujäljen tarkastusten luotettavuuden heikkeneminen. Koska Ruotsissa urakoitsijat tekevät ennakkomittauksen, he voivat määrittää mittauslinjan sijainnin samalla, kun suunnittelevat ajourat.

5.2.2 Mittauskoealat

Metsäliiton menetelmällä koealat sijoitetaan systemaattisesti kattamaan koko ajouraverkosto ja siksi se antaa tuloksen leimikon keskimääräisestä korjuujäljestä.

Södran menetelmässä korjuujäljen arvioinnin luotettavuutta heikentää se, että mittaus tapahtuu vain pienellä alueella leimikkoa. Siten esimerkiksi leimikon sisällä tapahtuvat muutokset korjuujäljessä voivat jäädä huomiotta tai ne voivat korostua liikaa, mikäli Södran koeala osuu juuri leimikon keskimääräisestä korjuujäljestä poikkeavaan kohtaan. Tällaisia leimikon sisäisiä muutoksia korjuujäljessä saattaa aiheuttaa esimerkiksi kuljettajan vaihtuminen, puuston muuttuminen tai toimihenkilön tarkastuskäynti.

Södran menetelmällä koealan kokoa ei ole määrätty kiinteäksi. Vähimmäisvaatimus on, että koealalle sijoittuu 50 puuta, se on vähintään 100 metriä pitkä ja 1,5 tai 3 metriä leveä. Esimerkiksi 100 metriä pitkän koealan, jonka leveys on kolme metriä, pinta-ala on 300 m². Metsäliiton menetelmällä puolestaan yksittäisen koealan pinta-ala on 190 m². Leimikkoon sijoitetaan koealoja leimikon pinta-alasta riippuen 8-24 kappaletta. Mikäli koealoja on esimerkiksi 16 kappaletta, tulee koealojen yhteispinta-alaksi 3040 m². Mitattava ala on siten Metsäliiton menetelmällä huomattavasti suurempi ja koealojen sijoittelusta johtuen se myös kattaa paremmin koko tarkastettavan alueen.

Metsäliiton ja Södran menetelmien välillä ei ole suurta eroa inventointikoealan pinta-alan jakautumisessa ajouriin, ajourien reunavyöhykkeisiin⁸ ja ajouran vaikutusalueen ulkopuolisiin alueisiin. Koealan jakautumista eri vyöhykkeisiin tulee tarkastella, sillä mikäli menetelmien välillä on merkittävä ero vyöhykejakaumissa, se voi vaikuttaa mittauksista saataviin tuloksiin. Ajouran reunavyöhykkeen puustossa on yleensä enemmän puustovaurioita kuin muualla leimikossa. Lisäksi reunavyöhykkeen puusto harvennetaan yleensä muuta puustoa voimakkaammin. Tutkimuksessa tarkasteltujen mittausmenetelmien välillä ei siis ole suurta eroa koealojen jakautumisessa eri vyöhykkeisiin. Metsäliiton menetelmällä koealan pinta-alasta on 23,0 prosenttia ajouralla, 32,8 prosenttia reunavyöhykkeellä ja 44,2 prosenttia ajouran vaikutusalueen ulkopuolella. Nämä tulokset saadaan, jos oletetaan ajouran olevan suositusten mukaisesti neljä metriä leveä. Södran menetelmällä puolestaan koealan pinta-alasta ajourilla on 20 prosenttia, ajouran reunavyöhykkeellä 30 prosenttia ja välialueella 50 prosenttia, jos oletetaan ajouravälin olevan 20 metriä ja ajouraleveyden 4 metriä.

⁸Ajouran reunavyöhykkeellä tarkoitetaan kaistaletta, joka ulottuu kolmen metrin etäisyydelle ajouran reunasta (Kokko & Siren 1996, 23–25).

5.2.3 Mittauksiin kulunut aika

Södran menetelmän ennakkomittauksen ajankäyttöä arvioitaessa otettiin huomioon maastossa tapahtuvat mittauslinjan sijoittaminen, linjan pituuden mittaus ja linjan puuston inventointi. Jälkimittaukseen kulunut aika sisältää linjan puuston inventointiin sekä puustovaurioiden arviointiin kuluneen ajan. Metsäliiton menetelmän arvioinnissa ajankäyttö sisältää kaikki maastotyövaiheet. Maastotyöhön kuuluu leimikon perustietojen syöttö Psion-maastotallentimeen sekä koealamittaukset.

Inventointimenetelmien välistä ajanmenekkiä tarkasteltaessa huomataan, että Södran mittaukset veivät keskimäärin Metsäliittoa enemmän aikaa. Ero ajankäytössä ei kuitenkaan ole erityisen suuri. (Taulukko 3) Södran menetelmällä jälkimittaus oli verrattain nopea. Mikäli ennakkomittauksen yhteydessä tiedettäisiin miten ajourat tulevat sijoittumaan ja siten pystyttäisiin helpottamaan mittauslinjan sijoittamista, kuluisi Södran menetelmällä mittaukseen huomattavasti vähemmän aikaa.

Leimikon 2 ennakkomittaukseen kului suhteessa muita leimikoita enemmän aikaa, sillä se oli ensimmäinen kohde, johon mittaus tehtiin. Metsäliiton menetelmällä leimikkoon neljä kului muita enemmän aikaa, koska se oli pinta-alaltaan suuri ja puusto oli ensiharvennustiheydessä.

Taulukko 3: Mittauksiin kulunut aika

	Metsäliitto	Södra		
		ennakkomittaus	jälkimittaus	yhteensä
Leimikko 1	1:50	1:35	0:35	2:10
Leimikko 2	1:50	2: 20	0:45	3:05
Leimikko 3	1:35	1:10	0:20	1:30
Leimikko 4	2:05	1:15	0:20	1:35
Leimikko 5	1:00	1:05	0:20	1:25

5.2.4 Menetelmän kehitystarpeet

Södran menetelmästä puuttuu urapainaumien arviointi. Urapainaumien määrä on oleellinen osa korjuujälkeä ja siksi sitä tulisi myös arvioida. Painaumien arviointi olisi kuitenkin mahdollista lisätä osaksi Södran käyttämää menetelmää. Mittauslinjalla

ohitetaan käytännössä vähintään neljä ajouraa, joilta voisi arvioida urapainaumia. Ajourien kohdalla mittauslinjan molemmille puolille voisi tehdä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion mukaisen ajourakoealan.

Södran menetelmässä ei myöskään ollut mahdollista lajitella puustovaurioita niiden sijainnin mukaan. Tämäkin asia olisi ratkaistavissa vain pienillä ohjelmointimuutoksilla.

Södran menetelmällä saadaan tieto mittauslinjan jokaisen puun läpimitasta. Myös hakkuun jälkeisessä mittauksessa saadaan vastaava tieto. Vertailtaessa alkuperäisen puuston läpimittoja hakkuun jälkeisiin läpimittoihin voidaan arvioida, onko hakkuussa poistettu alaharvennuksen mukaisesti pieniläpimittaisia puita. Vastaavasti sama tarkastelu paljastaa, onko harvennuksessa hakattu yläharvennuksen mukaisesti suuriläpimittaisia valtapuita sekä pieniläpimittaisia puita.

Vaikka Södran menetelmässä tehdään leimikkoon ennakkomittaus, ei se nykyisellään anna tietoja hakkuun puuvalinnan onnistumisesta. Menetelmää kehittämällä voisi olla mahdollista löytää keinoja harvennuksen puuvalinnan arviointiin. Ennakkomittauksen yhteydessä voitaisiin esimerkiksi jokainen puu yksilöidä hakkuussa kasvatettavaksi tai kaadettavaksi. Kasvatuskelpoisuuden arvioinnissa kiinnitettäisiin huomiota puun elinvoimaisuuteen ja laatuun.

5.3 Ennakkomittauksen hyödyntäminen

Södran menetelmällä koealan puusto mitataan ennen hakkuuta. Mittauslinjalla sijaitsee vähintään 50 puuta, joista määritetään puulaji, rinnankorkeusläpimita sekä tilavuus. Tasaisissa metsiköissä 50 inventoidun puun otosta voidaan käyttää kuvaamaan koko leimikon puustoa (Uusitalo 1997, 48–49). Ennakkomittauksesta saadaan tietoina myös leimikon runkoluku, tilavuustiedot puulajeittain sekä puuston pohjapinta-ala.

Ennakkomittauksesta saatavien tietojen avulla voidaan tarkentaa puunhankintayhtiöiden varantotietoja. Tietoja voidaan hyödyntää myös poistuman arvioinnissa sekä metsäsuunnittelussa. Mikäli mitattavia puustotunnuksia lisättäisiin Södran korjuujäljen arviointimenetelmän ennakkoinventointiin, olisi ennakkomittaus hyödynnettävissä vielä tarkemmin.

Uusitalo ja Kivinen (2000, 1–6) ovat kehittäneet EMO-analysointityökalun, jonka avulla mitatuista leimikon koepuista voidaan muodostaa koko leimikon puustoa kuvaava runkolukusarja.⁹ Koepuista mitataan rinnankorkeusläpimitta. Männyistä mitataan rinnankorkeusläpimitan lisäksi alimman kuolleen oksan korkeus. Jotta EMO-ohjelmisto toimisi tarvittavalla tarkkuudella, tulisi osasta koepuista mitata myös pituus. Koepuiden lisäksi määritetään puuston pohjapinta-ala. Tarkemmissa mittauksissa männyiltä mitataan myös latvusraja. Lähtötietojen perusteella ohjelmisto laskee pituudet ja tilavuudet kuvion jokaiselle läpimittaluokalle sekä tekee puun laaduttamisen kuivaoksakorkeuden perusteella. EMO-ohjelmisto voi muodostaa myös stm-tiedoston¹⁰ mitattujen tietojen perusteella.

Södran menetelmästä olisi helposti saatavissa EMO-ohjelmiston vaatimat lähtötiedot. Ennakkomittaukseen tulisi tällöin sisällyttää männyjen kuivaoksarajan määrittäminen sekä kalibrointipuiden osalta myös latvusrajanmittaus. Mittasaksiin ei tällä hetkellä ole ohjelmoituna kyseistä toimintoa.

EMO-ohjelmistolla saatavan runkolukusarjan avulla puunhankintaorganisaatioilla olisi tarkempi tieto varannoistaan. Varantotiedoissa olisi selkeä erottelu puuston järeyden, oksaisuuden ja puumäärien suhteen. Tämä auttaisi myös korjuun ajoittamista tarvittavien puutavaralajien leimikoihin, poistuman puutavaralajijakauman arviointia sekä puutavaran ohjausta oikeaan tuotantolaitokseen.

Ennakkomittaus, jos sitä hyödynnettäisiin laajemmin, antaa Södran menetelmälle lisäarvoa.

⁹Runkolukusarjasta ilmenee, kuinka monta kappaletta kunkin läpimittaluokan puita on tarkasteltavalla alueella.

¹⁰Puunhankintaorganisaatio voi stm-tiedoston avulla simuloida kyseiselle leimikolle parhaan mahdollisen mallin katkonnanohjaukseen.

6 Päätelmät

Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida Södra Skogin korjuujäljen inventointimenetelmän käytettävyyttä Suomessa. Käytettävyyttä testattiin maastomittauksilla, joissa korjuujälkeä arvioitiin sekä Södra Skogin että Metsäliiton menetelmillä. Tavoitteena oli myös tutkia, mitä hyötyjä ennakkomittauksella voidaan saavuttaa.

Södran menetelmän käytettävyyden haasteena on mittauslinjan sijoittaminen poikittain ajouriin nähden. Ajourien tulevaa sijaintia on vaikea arvioida tarkasti, koska Suomessa korjuun toimintoihin ei kuulu ajourien merkitseminen maastoon. Leimikon muoto ja topografia voivat vaikeuttaa mittauslinjan asettamista, mikäli leimikon pinta-ala on pieni. Varsinaisten koealalla tapahtuvien mittausten suorittaminen on yksinkertaista ja nopeaa.

Södran menetelmän koealalla mitatut tulokset ovat luotettavia, mutta mittaustulosten yleistettävyyden koko leimikkoa koskevaksi voidaan kyseenalaistaa. Leimikon sisällä tapahtuva korjuujäljen tason vaihtelu ei menetelmällä käy ilmi. Södran menetelmä saattaa antaa myös väärän kuvan koko leimikon korjuujäljen tasosta, mikäli mittauslinja sijaitsee leimikon yleisestä tasosta poikkeavalla kohtaa. Tästä syystä menetelmä soveltuu heikosti tilajärjestykseltään voimakkaasti epätasaisiin metsiköihin. Näiltä osin menetelmää voitaisiin kehittää asettamalla leimikolle vähintään kaksi mittauslinjaa.

Södran menetelmän avulla ei saada tuloksia ajourapainaumista eikä siinä eritellä puustovaurioiden sijaintia rungossa. Toisaalta nämä mittaukset olisivat helposti liitettävissä Södran menetelmään.

Södran korjuujäljen tarkastusmenetelmällä koealan puusto inventoidaan ennen korjuuta ja korjuun jälkeen. Ennen harvennusta tehtävässä mittauksessa saadaan tarkka tieto kuvion puumääristä edellyttäen, että tarkastettava alue on puustoltaan tasainen. Tätä mittaustietoa voidaan käyttää organisaation varantotiedoissa sekä poistuman puutavaralajimäärien arvioinnissa.

Ennakkomittauksia kehittämällä olisi mahdollista seurata hyvinkin tarkasti harvennushakkuun puuvalinnassa onnistumista. Södran korjuujäljen tarkastusmenetelmä voisi toimia korjuujäljen tarkastusmenetelmänä, jossa kerättäisiin

aineistoa myös puunhankintaorganisaation muuhun käyttöön. Tarkkoja inventointitietoja voisi hyödyntää katkonnanohjauksessa ja leimikoiden korjuujärjestyksen suunnittelussa.

Tutkimuksen otoskoko ei mahdollista tulosten yleistettävyyttä. Tutkimus kuitenkin täytti tavoitteensa ja esitteli Södran korjuujäljen tarkastusmenetelmän, arvioi sen käytettävyyttä Suomessa sekä kertoi ennakkomittauksella saavutettavista hyödyistä. Aihetta lisätutkimukseen on esimerkiksi mittaus tulosten vertailtavuuden osalta.

Tämän tutkimuksen perusteella Södran menetelmän käytölle korjuujäljen tarkastuksissa ei ole esteitä. Menetelmää käytettäessä tulee kuitenkin kiinnittää huomiota, että mittauslinja sijaitsee kohdassa, joka edustaa kuvion puustoa. Mittauslinjan on mentävä poikittain ajouriin nähden. Menetelmän luotettavuutta voitaisiin parantaa sijoittamalla tarkasteltavalle alueelle useampia koealoja tai kasvattamalla mittauslinjan pituutta. Myös urapainaumien liittäminen mittauksen yhteyteen on tärkeää.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ennakkomittaukseen liittyy paljon potentiaalia. Södran menetelmää ei tulisi ajatella pelkästään korjuujäljen tarkastusmenetelmänä, vaan siitä tulisi pyrkiä kehittämään puunhankintaa laajemmin hyödyttävä puustoinventoinnin väline.

Lähteet

Painetut lähteet

Användermanual LinGal DP 1.5. Haglöf Sweden AB.

Brandel, Göran 1990. Volymfunktioner för enskilda träd Tall, gran och björk. Rapport nr 26. Garpenberg: Sveriges lantbruksuniversitet.

Harvennushakkuuohje. Metsäliiton harvennushakkuuohje Etelä-Suomi 2006.

Hynynen, Jari 2008. Metsän kasvattaminen. Teoksessa Rantala Satu (toim.) Tapion Taskukirja. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Hyvän metsänhoidon suositukset 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki: Lönnberg Print.

Kokko, Pekka & Siren, Matti 1996. Harvennuspuun korjuujälki, korjuujäljen seurausvaikutukset ja niiden arviointi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 592. Vantaa.

Korjuujälki harvennushakkuissa 2003. Metsäteho. Helsinki: Käpylä Print Oy.

Korjuun suunnittelu ja toteutus -opas 2005. Metsäteho. Helsinki: Käpylä Print Oy.

Metsälaki 12.12. 1996/1093

Metsäliiton työohje. Metsäliitto korjuujäljen laadunvarmistus kasvatushakkuissa – työohje 2001.

Mäkijärvi, Liisa 2009. Nuorten suhtautuminen metsiin ja metsien käyttöön tulevaisuuden metsänomistajina ja päätöksentekijöinä. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita nro. 117. Helsinki.

Puun laadun säilyttäminen 2004. Metsäteho. Helsinki: Käpylä Print Oy.

Rämö, Anna-Kaisa & Toivanen, Ritva 2009. Uusien metsänomistajien asenteet, motiivit ja aikomukset metsiin ja metsänomistukseen liittyvissä asioissa. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen raportteja nro 216. Helsinki.

Sirén, Matti 1998. Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja. Helsinki: Hakapaino Oy.

Södras arbetsinstruktion till gallringsinventering.

Uusitalo, Jori 1997. Pre-harvest Measurement of Pine Stands for Sawing Production Planning. Acta Forestalia Fennica 259. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Uusitalo, Jori 2003. Metsäteknologian perusteet. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Äijälä, Olli 2002. Korjuujäljen inventointimenetelmän kehittäminen. Pro gradu -tutkielma. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Painamattomat lähteet

- Agestam, Eric 2009. Skogsskötselserien nr 7 Gallring. [pdf-tiedosto]. [viitattu 12.3.2009] Saatavissa:
http://www.svo.se/episerver4/dokument/sks/Fakta_om_skog/Skogsskotselserien/Gallring/07_Gallring.pdf
- Gallringskvot. Kunskap direkt. [www-sivu]. [viitattu 23.3.2009] Saatavissa:
http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/Templates/page_____11508.aspx
- Hakonen, Vesa. 2009. [Sähköpostiviesti 6.4.2009.]
- Kvalitetssäkring. Kunskap direkt. [www-sivu]. [viitattu 24.3.2009] Saatavissa:
http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/Templates/page_____11479.aspx
- Maa- ja metsätalousministeriön määräys 2009. [pdf-tiedosto]. [viitattu 3.4.2009]
 Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/34202-09001fi.pdf>
- Metlan tilastopalvelu Metinfo, Hakkuut ja poistuma. [online] [viitattu 20.3.2009].
http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/hakkuut/hakkuut_vuosittain_mk_t.html?mlk=&raportointikohde=F&puutavaralaji=s10&luokitteluvalinta=15&alkamisvuosi=2000&alkupuoli=1&loppumisvuosi=2007&loppupuoli=2&summaa=Kyll%E4%2C+vuosittain&submits=Hae+tiedot
- Metsäliitto osuuskunta. [www-sivu]. [viitattu 23.3.2009] Saatavissa:
<http://www.metsaliitto.fi/default.asp?path=1;39;194;536>
- Metsäsertifiointin standardit 2003. [online] [viitattu 2.3.2009].
<http://www.pefc.fi/pages/fi/asiakirjat/standardit.php>
- Metsätilastollinen vuosikirja 2008. [online] [viitattu 24.3.2009].
<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2008/index.html>
 [Julkaistu painettuna: Metsätilastollinen vuosikirja 2008, Metsäntutkimuslaitos, 2008.]
- Niemelä, Hannu 2006. Puhe metsäpäivillä: Harvennushakkuiden laatu – tuloksia ja kokemuksia laadun ja seurannan kehittämistä. [www-sivu]. [viitattu 3.4.2009] Saatavissa: [http://www.smy.fi/smy/Materiaalitdeve.nsf/allbyid-MV/E75D8DBD4203D77AC225717F00500DA4/\\$file/Metsapaiivat2006-HannuNiemela.pdf](http://www.smy.fi/smy/Materiaalitdeve.nsf/allbyid-MV/E75D8DBD4203D77AC225717F00500DA4/$file/Metsapaiivat2006-HannuNiemela.pdf)
- Om Skogsstyrelsen. Skogsstyrelsen. [www-sivu]. [viitattu 27.3.2009] Saatavissa:
<http://www.svo.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=11845>

Skador av gallringen. Kunskap direkt. [www-sivu]. [viitattu 24.3.2009] Saatavissa:

http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/Templates/page_____11471.aspx

Skog. SkogsSverige. [www-sivu]. [viitattu 13.3.2009] Saatavissa:

<http://www.skogssverige.se/present.cfm?id=1>

Skog, skogsmark. Skogsstyrelsen. [www-sivu]. [viitattu 27.3.2009] Saatavissa:

<http://www.svo.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=15390>

Statistikarkiv, avverkning. Riksskogstaxering. [www-sivu]. [viitattu 18.3.2009]

Saatavissa: <http://www-riksskogstaxeringen.slu.se/>

Tietoa metsäliitosta. [www-sivu]. [viitattu 23.3.2009] Saatavissa:

<http://www.metsaliitto.fi/default.asp?path=1;39>

Uusitalo, Jori & Kivinen, Veli-Pekka 2000. EMO: A Pre-Harvest Measurement Tool for Predicting Forest Composition. [online] [viitattu 20.4.2009].

<http://www.joensuu.fi/metsatdk/metsatek/henkil%F6kunta/jori/projects/emoreport1.html>

Äijälä, Olli 2008. Harvennushakkuiden ja energiapuuharvennusten tarkastusten tulokset 2007. [pdf-tiedosto]. [viitattu 11.3.2009] Saatavissa:

http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/pdf/Raportti_Korjuujalki_2007.pdf

Äijälä, Olli 2003. Maastotyöohje korjuujäljen seuranta. [pdf-tiedosto]. [viitattu

2.3.2009] Saatavissa: <http://www.metsateho.fi/uploads/7h48da.pdf>

Liitteet

Liite 1: Esimerkki Metsäliiton menetelmän mittaustuloksista

KASVATUSHAKKUUN KORJUUIÄLKI

SOPIMUS: LOHKO:
 ALUE: PIIRI:
 TYÖNJOHTAJA:
 MYYJÄ:

MOTONRO:
 MEKUNRO:

HAKKUUTAPA: eharv. PINTA-ALA: 2.20 ha
 HARVENNUSTAPA: norm

PUULAJISUHTEET mä 50% ku 29% ko 21%

METSÄTYYPPI: vt MAA JÄÄSSÄ: kyllä
 KORJUUAIKA: 02/09 KOEALOJA: 9
 KOEALAVÄLI: 127 m SÄDE: 11,0m

AJOURAT: RISTEYKSET 4 hyvä
 SIOITTELU 4 hyvä
 VÄLI 22m
 LEVEYS 4,4m YHT 1207m

MEKU MATKA: 600 m

KESKILPM: 14,8
 cm

KOEALA	TYYPPI	LPM	SUOS.	TOT.	KASV. KELV. RUNK.	JÄTETTY ALI YLI TIHEÄKSI
1	vt	15	15	19		4
2	vt	13	18	17		
3	vt	13	14	15		1
4	mt	17	14	18		4
5	vt	17	13	18		5
6	vt	15	15	27		12
7	vt	15	15	17		2
8	vt	13	18	21		3
9	vt	15	15	15		

RUNKOLUKU/HA 801 977

KOEALOJEN KESKIM. POIKKEAMA SUOSITUKSESTA: 22,63%

KOEALATIEDOT:						JÄTETTY
						ALI YLI
%	<80	80-89	90-110	111-120	>120	TIHEÄKSI
KPL			3	2	4	7
%			33	22	44	78

VAUR. PUUSTO: 117 runkoa/ha 12,00 %

RUNKOVAURIOT: 11,4% JUURISTOVAURIOT: 0,6%

PAINUMAT: 2m 0,20 %

HUOMAUTUKSIA:

Liite 2: Esimerkki Södran menetelmän lyhyestä tekstitiedostosta

Gallringsuppföljning sammanställning

Maskin Id :0000
 Sbo Nr :000
 Lev nr : 000011
 Urspr/Uppdr:11
 Del: 11

Datum :09032009

Område : 1

Bestånd : 0011 | Lje01 | Best |

-----+-----+-----

Uttag %:	56.3		56.3	
GA Kvot	0.94		0.94	
Skadade %:	3.8		3.8	
Stickv före %:	0.0		0.0	
Stickv efter %:	16.8		16.8	
Gran efter %:	31		31	
Stubbeh godk %:	0.0		0.0	
Återf. Stubb. %:	0		0	
GY före m2/ha:	34.0		34.0	
GY efter m2/ha:	14.9		14.9	
Stam före st:	64		64	
Total linjelän:	101.3		101.3	

Liite 3: Esimerkki Södran menetelmän pitkästä tekstitiedostosta

Gallringsuppföljning sammanställning

Maskin Id :	0
Sbo Nr :	0
Lev nr :	11
Urspr/Uppdr:	11
Del :	11
Datum :	9.3.2009

Traktmedel	
Total linjelän:	101.3
Uttag %:	56.3
GA Kvot :	0.94
Skadade %:	3.8
Stickv. före %:	0.0
Stickv. efter%:	16.8
Stubbeh 1 %:	0.0
Stubbeh 2 %:	0.0
Stubbeh 3 %:	0.0
Vf.T m3sk/ha:	171.8
Vf.G m3sk/ha:	56.6
Vf.L m3sk/ha:	10.8
Vf.Tot m3sk/ha:	239.2
Vu.T m3sk/ha:	105.0
Vu.G m3sk/ha:	21.8
Vu.L m3sk/ha:	8.0
Vu.Tot m3sk/ha:	134.8
Stam efter /ha:	856.0
GY före m2/ha:	34.0
GY efter m2/ha:	14.9
Ve.T m3sk/ha:	66.9
Ve.G m3sk/ha:	34.8
Ve.L m3sk/ha:	2.8
Ve.Tot m3sk/ha:	104.5

Bestånd :0011	Lje01	Bestånd
Total linjelän:	101.3	101.3
Uttag %:	56.3	56.3
GA Kvot :	0.94	0.94
Skadade %:	3.8	3.8
Stickv. före %:	0.0	0.0
Stickv. efter%:	16.8	16.8
Stubbeh 1 %:	0.0	0.0
Stubbeh 2 %:	0.0	0.0
Stubbeh 3 %:	0.0	0.0
Vf.T m3sk/ha:	171.8	171.8
Vf.G m3sk/ha:	56.6	56.6
Vf.L m3sk/ha:	10.8	10.8
Vf.Tot m3sk/ha:	239.2	239.2
Vu.T m3sk/ha:	105.0	105.0
Vu.G m3sk/ha:	21.8	21.8
Vu.L m3sk/ha:	8.0	8.0
Vu.Tot m3sk/ha:	134.8	134.8
Stam efter /ha:	856.0	856.0
GY före m2/ha:	34.0	34.0

GY efter m2/ha:	14.9		14.9
Stam före st:		64	64
Ve.T m3sk/ha:	66.9		66.9
Ve.G m3sk/ha:	34.8		34.8
Ve.L m3sk/ha:	2.8		2.8
Ve.Tot m3sk/ha:	104.5		104.5