

Yhdistelmäkoneen ja yksiote- harvesteriketjun korjuujälki ensiharvennuksilla

**Risto Lilleberg
Pasi Korteniemi**

**Metsätehon raportti 41
28.1.1998**

**Yhdistelmäkoneen ja yksioteharvesteriketjun kor-
juujälki ensiharvennuksilla**

**Risto Lilleberg
Pasi Korteniemi**

Metsätehon raportti 41
28.1.1998

Konsortiohanke: Enso Oyj, Metsähallitus, Metsäliitto Osuus-
kunta, S. Pinomäki Ky, UPM-Kymmene Oyj

Asiasanat: korjuujälki, ensiharvennus, yhdistelmäkone,
yksioteharvesteriketju

© Metsäteho Oy

Helsinki 1998

SISÄLLYS	Sivu
TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	4
2 TYÖMENETELMÄ	4
2.1 Menetelmäkuvaus	4
2.2 Koalan perustaminen ja mittaukset	5
3 TUTKIMUKSEN TULOKSET	6
3.1 Tutkimuksen aineisto	6
3.2 Kasvatettavan puuston ja poistuman rakenne ja määrä ..	6
3.3 Puustovaurioiden määrä, laatu ja sijainti	11
3.4 Ajourien leveys ja raiteenmuodostus	13
4 PÄÄTELMIÄ	14
KIRJALLISUUS	15

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten yhdistelmäkonetekniikkojen korjuujälki eroaa yksioteharvesteriketjun korjuujäljestä ensiharvennuksella. Korjuuvauriotutkimus toteutettiin menetelmällä, joka perustuu koealaotantaan. Tutkimuksen aineisto kerättiin Uraisilta ja Pulkkilasta.

Kaikilla kolmella korjuumenetelmällä tehdyt ensiharvennuokset olivat selviä alaharvennuksia. Kasvatettavaksi jätetty puusto oli eri etäisyyksillä ajourista samankokoista riippumatta korjuumenetelmästä.

Puustovaurioiden jakautuminen pinta- ja syvävaurioihin oli karsimatonta rankaa valmistavalla yhdistelmäkonella hieman erilainen kuin kahdella muulla korjuumenetelmällä. Syvävaurioiden osuus kara-menetelmällä oli noin 15 % suurempi kuin karsittua puutavaraa valmistavalla yhdistelmäkonella ja yksioteharvesteriketjulla. Yksioteharvesteriketjun vaurioista sijaitsi selvästi suurempi osa juurenniskassa kuin yhdistelmäkonemenetelmissä. Tämä johtuu erillisen ajokoneen tekemistä vaurioista, jotka usein ovat juurenniskassa.

Vaurioiden jakautuminen eri työvaiheiden kesken osoittaa, että molemmissa yhdistelmäkonemenetelmissä ajon aiheuttamia vaurioita on vähemmän kuin yksioteharvesterimenetelmässä. Tämä johtuu yhdistelmäkonemenetelmien ajokertojen vähyydestä uralla, kun taas yksioteharvesteriketjussa kaksi konetta käy uralla ja ajokertoja tulee enemmän.

Ajourien leveydet olivat eri korjuumenetelmillä samaa luokkaa. SLU-menetelmällä mitattuna yhdistelmäkonella ajouran leveydeksi saatiin 4,02 m ja yksioteharvesteriketjulle 3,78 m. SLU-menetelmällä mitattuna yksioteharvesteriketjun ajouraleveys oli 6 % ja Kniggle-menetelmällä 10 % kapeampi kuin yhdistelmäkonemenetelmillä.

Yli 3 cm syvien raiteiden osuus oli yksioteharvesterilla 22 %:lla ja karsivaa puutavaraa tekevällä yhdistelmäkonella 8,3 %:lla vauriokoealoista.

Havujen peittämän ajouran osuus ei eroa toisistaan karsittua puutavaraa tekevillä koneilla. Karsimatonta rankaa valmistava kone ei saa tehtyä uralle juuristoa suojaavaa havu- ja oksamattoa. Kone ei karsi rungoista oksia, vaan ainoastaan katkaisee rungon kuljetuspituuteen. Tuloksen perusteella olisi odottanut raiteiden määrän ja syvyyden lisääntyvän, mutta tulos oli juuri päinvastainen. Tämä johtui oikeasta korjuuajankohdasta ja pienemmästä kuorman painosta.

Karsittua puutavaraa ja karsimatonta rankaa valmistavat yhdistelmäkonemenetelmät vaikuttavat korjuuvaurioiden osalta olevan yksioteharvesteriketjun kanssa samaa tasoa. Kaikkia niitä voidaan käyttää ensiharvennusikäisissä metsiköissä. Tekniikka sinänsä ei takaa hyvää korjuujälkeä, vaan siihen päästään vasta sen oikealla käytöllä.

riotietojen keruu ja hakkuu-uratietojen keruu. Korjuujäljen jälki-inven-toinnin suorittamiseen tarvitaan yksi henkilö, mutta ajankäytön kannalta optimaalisin tilanne olisi kaksi henkilöä (Siren & Kokko 1996).

2.2 Koealan perustaminen ja mittaukset

Koeala rajataan siten, että eri vyöhykkeet voidaan erottaa metsässä selvästi. Ensimmäisen koealan paikka määritetään arpomalla. Valitaan satunnaisesti numero 1 - 15 väliltä ja aloitetaan siltä kohtaa ensimmäisen koealan perustaminen. Seuraavat koealat perustetaan aina 25 m:n päähän edellisen koealan reunasta. Koealoja perustetaan jokaiselle aikatutkimuskoealalle kolme kappaletta.

Koealoilta kerätään puustotiedot laskentaa varten: pohjapinta-ala kaikista vyöhykkeistä, kantojen läpimitta ja jäävän puuston rinnankorkeusläpimitta sekä puulaji ja raivatut puut. Vyöhykkeiltä lasketaan siellä olevien puiden, kantojen, raivattujen puiden sekä metsänhoidollisesti poistettavien puiden lukumäärä yhteensä ja puulajeittain (vain ainespuun mitat täyttävät puut) sekä samalla mitataan ainespuun mitat täyttävien puiden ($D_{1,3} > 8$ cm) ja kantojen ($D > 10$ cm) läpimitat. Tässä vaiheessa rekisteröidään myös vaurioita. Pohjapinta-alat mitataan vyöhykkeen keskipisteestä relaskooppikertomella kaksi.

Korjuuvauriotietojen keruussa jokaiselta vyöhykkeeltä kerätään tarkat tiedot niillä olevista vaurioista. Vauriopuiden lukumäärä lasketaan vyöhykkeeltä ja mitataan jokaisen vaurioituneen puun läpimitta. Määritetään vaurion paikka ja laatu sekä mitataan vaurion etäisyys kaatoleikkaukseen ja mitataan vaurion korkeus ja leveys. Lopuksi määritellään työnvaihe, missä vaurio on syntynyt ja vaurion mahdollinen syy.

Ajouratietojen keruussa jokaiselta koealalta kerätään tiedot ajouran leveydestä ja raiteiden syvyydestä. Ajouran leveyden mittauksessa käytettiin kahta menetelmää. SLU-menetelmässä mitataan kohtisuoraan ajouran keskilinjaa vasten olevan lähimmän puun sijainti koealalta sekä oikealta että vasemmalta puolelta. Kniggle-menetelmässä määritetään ajouran raiteiden mittauspisteistä lähimpien puiden etäisyys molemmin puolin ajouraa ja mitataan koealan molemmista päistä ajouran raiteiden syvyys. Mittaus tehdään kahden metrin päästä koealan päistä ja syvyys mitataan 30 cm:n viivoittimella. Lopuksi määritetään koealan ajouralla olevat maasto-olosuhteet.

3 TUTKIMUKSEN TULOKSET

3.1 Tutkimuksen aineisto

Tutkimuksen aineisto kerättiin Uraisilta ja Pulkkilasta. Tutkimuksessa mitattiin 10 m · 3,33 m vyöhykkeitä 393 kpl. Enemmistö koealoista oli männiköissä, ja vain karsittua puutavaraa tekevällä yhdistelmäkoneella oli riittävästi myös sekametsäkoealoja.

TAULUKKO 1 Korjuujälkitutkimuksen aineisto

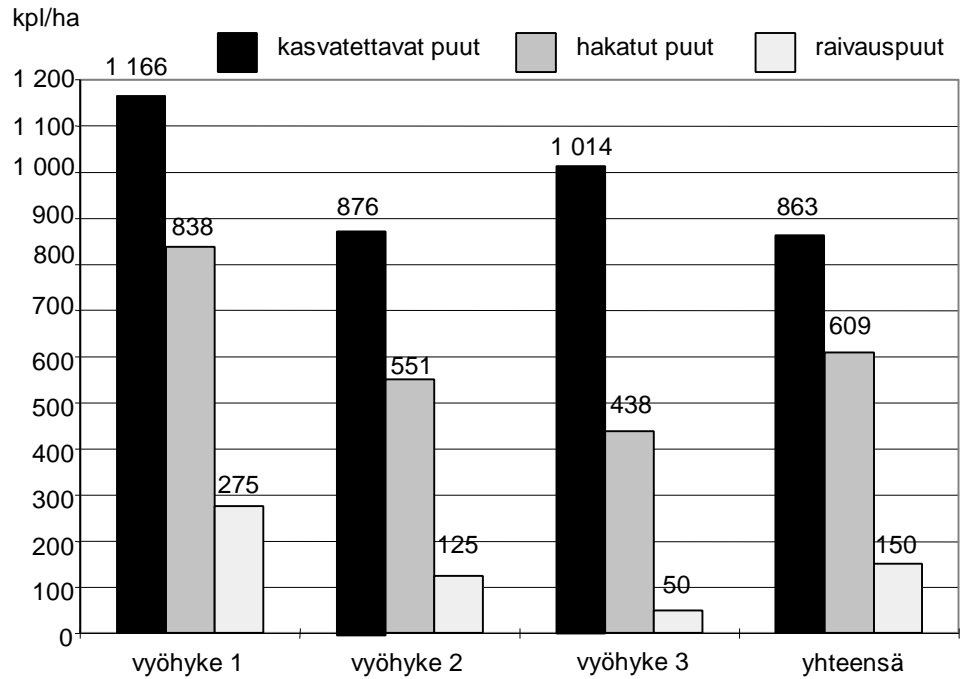
Korjuumenetelmä	Vaurio- koealoja, kpl	Vyöhyk- keitä, kpl	Mänty- Koealoja	Seka- metsä- koealoja
Kara yhdistelmäkone	12	72	3	1
Karsiva yhdistelmäkone	36	216	7	5
Yksioteharvesteriketju	18	108	5	1

Tutkittavina koneina oli Pulkkilassa Oulaisten Kara Oy:n karsittua puutavaraa valmistava yhdistelmäkone Valmet 820 / Pika 300, kuljettajana Antero Koskela, sekä saman yrityksen karsimatonta rankaa valmistava yhdistelmäkone Valmet 820 / Pika 75, kuljettajana Antero Koskela. Yksioteharvesteriketjua edusti Pulkkilassa yrittäjä Veijo Pasasen ajama Valmet 901/940, ja Uraisilla tutkittiin Metsäkoneurakointi Pakarisen yksioteharvesteria Timberjack 870/743, kuljettajana Jussi Rossi. Tutkittavana yhdistelmäkoneena Uraisilla oli Oulaisten Kara Oy:n Valmet 820 / Pika 300, kuljettajana Antero Koskela.

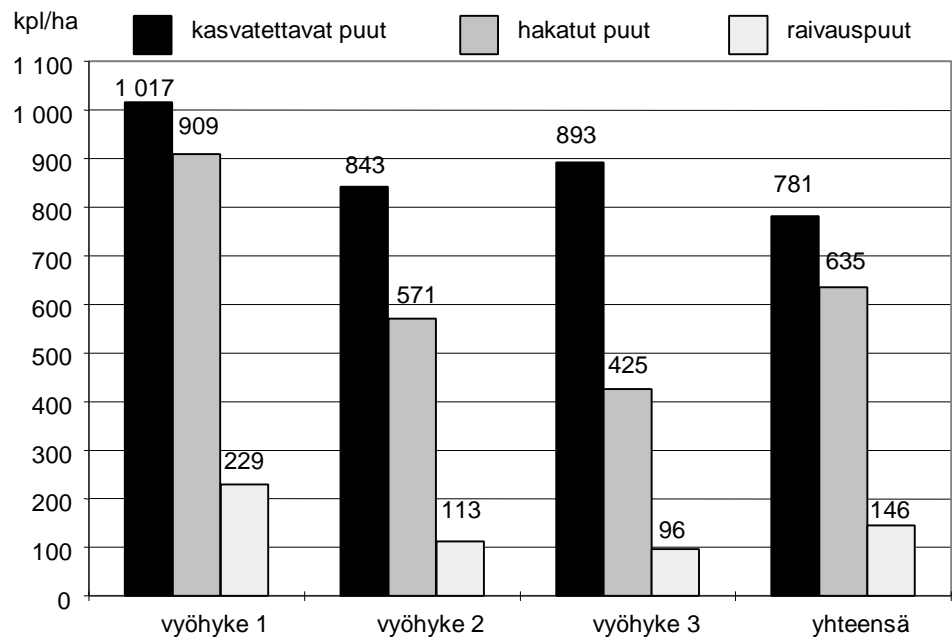
3.2 Kasvatettavan puuston ja poistuman rakenne ja määrä

Tutkimuksessa selvitettiin sekä hakatun että kasvatettavaksi jätetyn puuston määrää, puulajisuhteita ja puuston jakautumista eri vyöhykkeisiin eri etäisyyksillä ajourasta. Tietojen avulla voitiin selvittää puuvalinnan onnistumista kokeilussa mukana olleilla korjuutekniikoilla. Kasvatettavan puuston jakautumista kuvattiin mittaamalla pohjapinta-ala sekä kasvatettavan puuston runkoluku eri vyöhykkeissä.

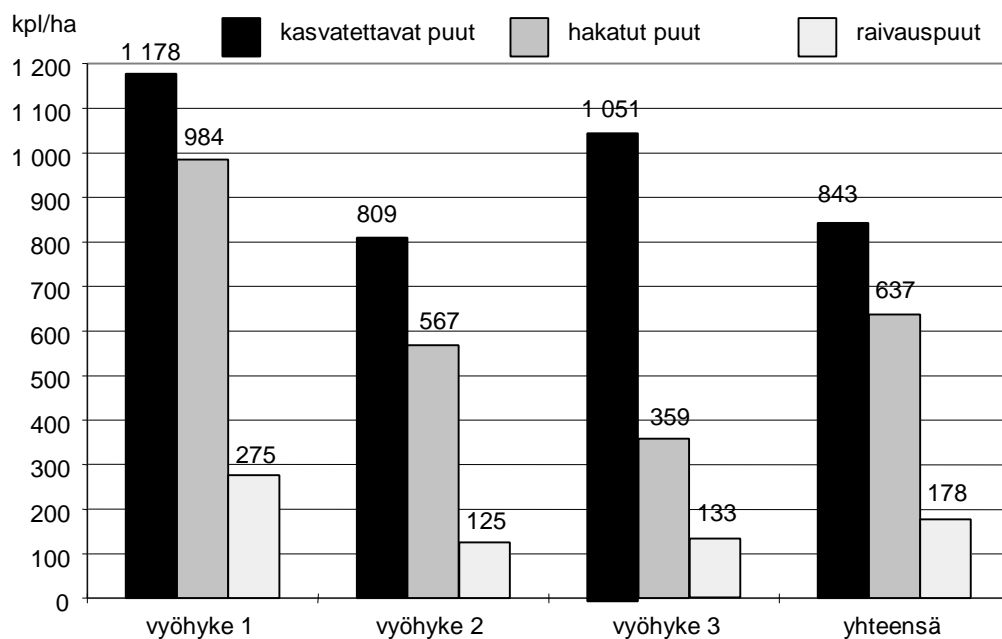
Kasvatettavan puuston määrä, hakattujen ja raivattujen puiden määrä eri korjuutekniikoilla esitetään kuvissa 1 - 3.



Kuva 1. Puustotiedot, karsimatonta rankaa valmistava yhdistelmäko-
ne.



Kuva 2. Puustotiedot, karsittua puutavaraa valmistava yhdistelmäko-
ne.



Kuva 3. Puustotiedot, yksioteharvesteri.

Vyöhykkeen 1 runkoluvut on määritetty poistamalla vyöhykkeen 1 pinta-alasta ajouran osuus. Alueen kokonaispuustoa tarkasteltaessa on kuitenkin ajourien osuus otettu pinta-alassa huomioon.

Kaikilla menetelmillä vyöhykkeen 1 runkolukumäärä on suurin, joten ajouran viereinen kasvutila tulee mahdollisimman hyvin käytettyä hyväksi.

TAULUKKO 2 Poistuma runkoluvusta vyöhykkeittäin eri korjuumenetelmillä

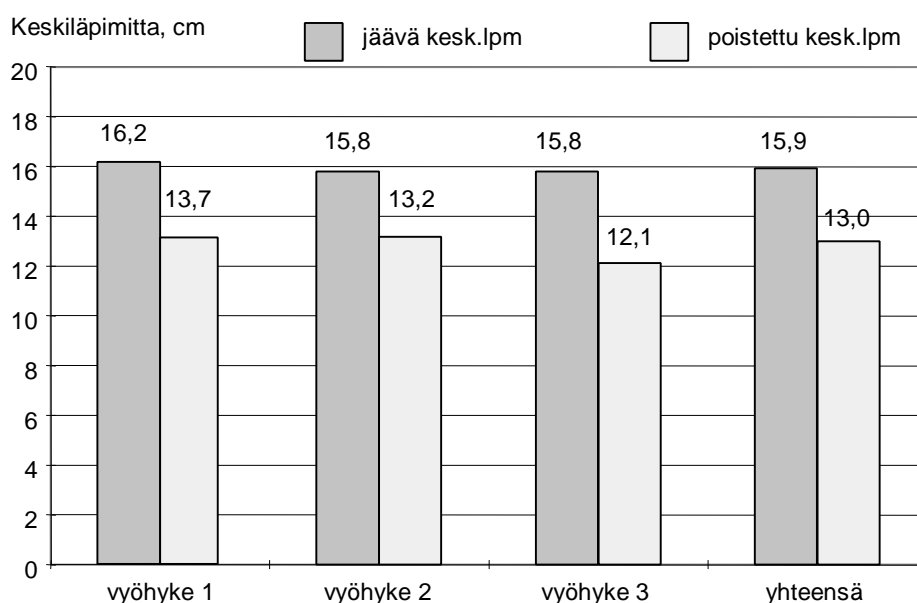
Korjuumenetelmä	Vyöhyke 1	Vyöhyke 2	Vyöhyke 3	Kaikki
	%			
Kara yhdistelmäkone	54,5	38,6	30,2	41,4
Karsiva yhdistelmäkone	59,9	40,4	32,2	44,8
Yksioteharvesteriketju	59,6	41,2	25,5	43,0

TAULUKKO 3 Pohjapinta-alat vyöhykkeittäin eri korjuumenetelmissä

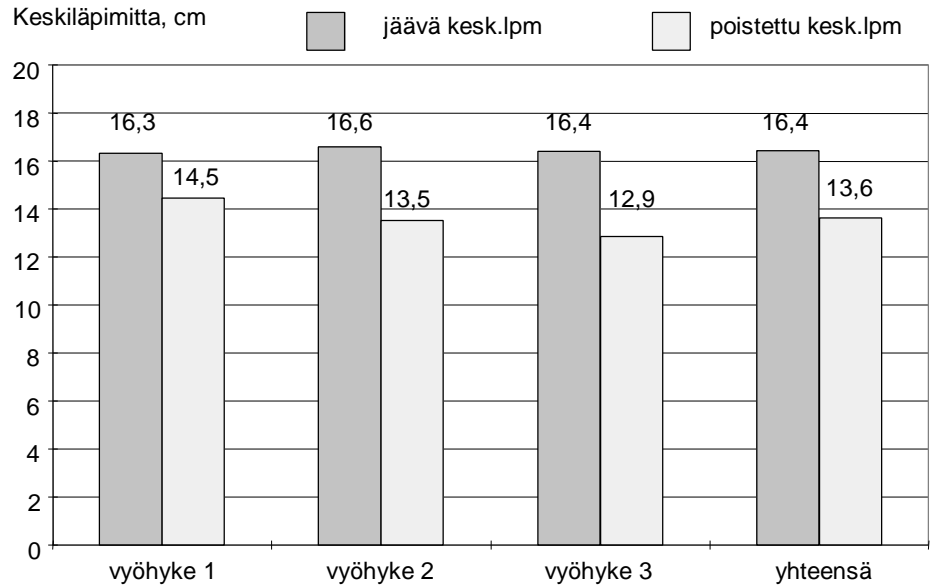
Korjuumenetelmä	Vyöhyke 1	Vyöhyke 2	Vyöhyke 3	Kaikki
	m ² /ha			
Kara yhdistelmäkone	14,1	17,6	19,5	17,1
Karsiva yhdistelmäkone	13,3	15,5	18,0	15,6
Yksioteharvesteriketju	14,4	16,5	18,8	16,6

Kasvatettavan puuston määrä vyöhykkeittäin oli suhteellisen tasainen. Vyöhykkeen 1 pohjapinta-ala oli pienin, mikä johtui ajouran vaikutuksesta siihen.

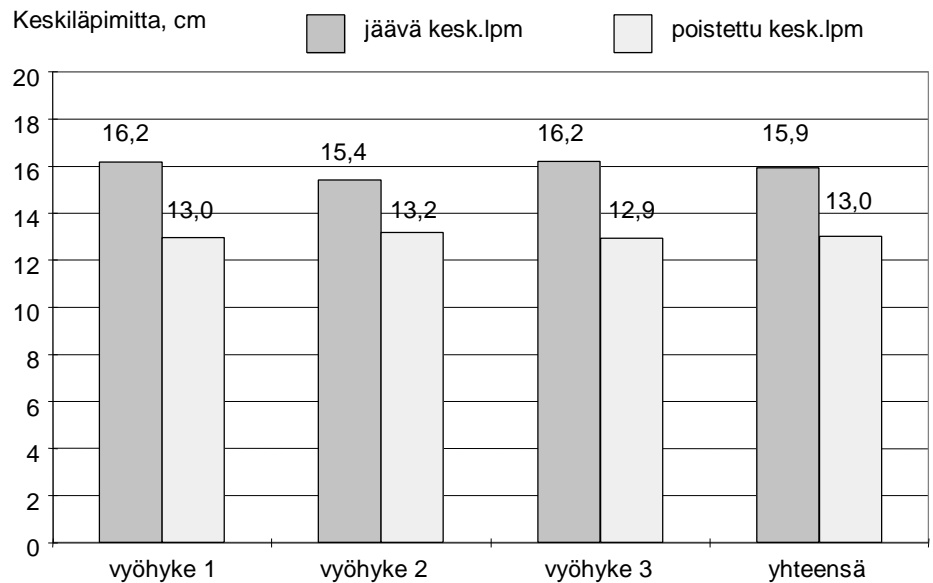
Raivattujen puiden lukumäärä laski uralta pois päin mentäessä. Kullakin työmenetelmällä puita raivattiin vain sen verran, että saatiin sopiva työtila ja näkyvyys kussakin työpisteessä (kuvat 1 - 3). Raivatun puuston määrä kertoo enemmänkin alikasvospuuston haitoista ko. koealoilla. Kasvatettavan puuston keskiläpimitta on saatu mittaamalla kaikkien kasvatettavien puiden läpimitta ja näistä on laskettu vyöhykkeittäin pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta. Poistuman keskiläpimitan määrittämiseksi jäävistä puista mitattiin myös kantoleikkauksen läpimitta ja tehtiin regressiokäyrä kantoläpimitan ja rinnankorkeuden suhteen. Näin kantoläpimitat koealoilla saatiin muutettua rinnankorkeusläpimitoiksi.



Kuva 4. Kasvatettavan puuston ja poistuman keskiläpimitta vyöhykkeittäin, karsimatonta rankaa valmistava yhdistelmäkone.



Kuva 5. Kasvatettavan puuston ja poistuman keskiläpimitta vyöhykkeittäin, karsittua puutavaraa valmistava yhdistelmäkone.



Kuva 6. Kasvatettavan puuston ja poistuman keskiläpimitta vyöhykkeittäin, yksioteharvesteriketju.

Harvennuksen puuvalintaa kuvaavat hyvin erot poistetun ja kasvatettavan puuston rinnankorkeusläpimitassa. Kaikilla kolmella korjuumenetelmällä tehdyt ensiharvennukset ovat olleet selviä alaharvennuksia. Kasvatettavaksi jä-

tetty puusto oli eri vyöhykkeillä samankokoista riippumatta korjuutekniikasta. Vyöhykkeen kolme hieman suurempi runkoluku selittyy sillä, että kuljettajat eivät ole hakanneet kauimmaiselta vyöhykkeeltä kuin aivan selvästi valitsevan latvuserroksen alapuolella olevat puut. Tämä näkyy myös poistuman keskiläpimitan pienenemisenä kolmosvyöhykkeellä. Uloimmalta vyöhykkeeltä ei ole yhtä helppoa ottaa suurempaa puuta kuin lähimmiltä vyöhykkeiltä. Tätä on syytä korostaa esim. kuljettajien koulutuksessa ja korjuujäljen seurannassa.

Jälkikäteen tehtävässä inventoinnissa on vaikea selvittää, mitkä puut on poistettu nimenomaan metsänhoidollisista syistä. Tässä tutkimuksessa sellaisiksi luokiteltiin vain todella selvät tapaukset. Tämän takia metsänhoidollisesti poistettavien puiden määrä jäi pieneksi eikä anna ehkä oikeaa kuvaa asiasta.

3.3 Puustovaurioiden määrä, laatu ja sijainti

Koska vauriomäärien inventoinnissa otoksen koon merkitys on suuri, tyydyttiin hankitun aineiston perusteella tutkimaan vaurioiden suhteellista jakautumista vyöhykkeittäin sekä tekemään vertailuja eri korjuutekniikoiden kesken.

TAULUKKO 4 Vaurioiden suhteelliset osuudet vyöhykkeittäin eri korjuutekniikoilla

Korjuumenetelmä	Vyöhyke 1	Vyöhyke 2	Vyöhyke 3	Yhteensä
	Vaurioiden suhteelliset osuudet, %			
Kara yhdistelmäkone	31	38	31	100
Karsiva yhdistelmäkone	49	31	20	100
Yksioteharvesteriketju	44	23	33	100

Vaurioiden suhteellinen osuus vyöhykkeellä 1 oli yksioteharvesteriketjulla ja karsittua puutavaraa valmistavalla yhdistelmäkoneella huomattavasti suurempi kuin karsimatonta rankaa valmistavalla yhdistelmäkoneella. Tämä johtuu koneiden työmenetelmien eroista. Karsimatonta rankaa valmistava yhdistelmäkone katkaisee rungot ja latvan uloimpien vyöhykkeiden alueella, kun taas karsittua puutavaraa valmistavat työmenetelmät tuovat käsiteltävät rungot uran varteen ja näin vyöhykkeelle 1 tulee myös eniten vaurioita. Rungon liikkuttelu puuston seassa on yleinen puustovaurioiden aiheuttaja.

TAULUKKO 5 Puustovaurioiden laatu ja osuudet, keskimääräinen sijainti ja koko

PINTA VAURIOT					
Korjuumenetelmä	Pinta- vaurioiden osuus, %	Vaurion pinta- ala, cm ²	Runko- vaurioiden osuus, %	Juuren- niska- vaurioiden osuus, %	Vaurion sijainti, cm
Kara yhdistelmäkone	54	24	100	0	156
Karsiva yhdistelmäkone	69	30	97	3	201
Yksioteharvesteriketju	67	37	83	17	180
SYVÄVAURIOT					
Korjuumenetelmä	Syvä- vaurioiden osuus, %	Syvä- vaurion pinta- ala, cm ²	Syvä- vaurioita rungolla, %	Syvä- vaurioita juurennis- kassa, %	Syvä- vauri- on sijainti, cm
Kara yhdistelmäkone	46	78	100	0	45
Karsiva yhdistelmäkone	31	143	88	12	258
Yksioteharvesteriketju	33	108	50	50	65

Puustovaurioiden jakautuminen pinta- ja syvävaurioihin oli karsimatonta rankaa valmistavalla yhdistelmäkoneella hieman erilainen kuin kahdella muulla korjuumenetelmällä. Syvävaurioiden osuus kara-menetelmällä oli noin 15 % suurempi kuin karsittua puutavaraa valmistavalla yhdistelmäkoneella ja yksioteharvesteriketjulla. Yksioteharvesteriketjun vaurioista sijaitti selvästi suurempi osa juurenniskassa kuin yhdistelmäkoneen menetelmissä. Tämä johtuu erillisen ajokoneen tekemistä vaurioista, jotka usein ovat juurenniskassa.

Vaurion aiheuttanut työvaihe määriteltiin myös tutkimuksessa. Työ jaettiin kolmeen osavaiheeseen eli hakkuuseen, kuormaukseen ja ajoon. Tehdyn inventoinnin perusteella vauriot jakautuivat seuraavasti eri työvaiheiden kesken.

TAULUKKO 6 Vaurioiden jakautuminen työvaiheittain

Korjuumenetelmä	Hakkuu	Kuormaus	Ajo
	Vaurioita työvaiheessa, %		
Kara yhdistelmäkone	77	15	8
Karsiva yhdistelmäkone	71	12	18
Yksioteharvesteriketju	61	11	28

Vaurioiden jakautuminen eri työvaiheiden kesken osoittaa, että molemmissa yhdistelmäkonemenetelmissä ajon aiheuttamia vaurioita on vähemmän kuin yksioteharvesterimenetelmässä. Tämä johtuu yhdistelmäkonemenetelmien ajokertojen vähyydestä uralla, kun taas yksioteharvesteriketjussa kaksi konetta käy uralla ja ajokertoja tulee enemmän. Yhdistelmäkonemenetelmän etuna on myös se, että sama kuljettaja hoitaa hakkuun ja kuormauksen. Yhdistelmäkoneen kuljettaja voi paremmin määrittellä kuljetuksessa tarpeellisen ajouran leveyden. Yksioteharvesteriketjussa sen tekee harvesterin kuljettaja ja se ei aina vastaa täysin metsäkuljetuksen vaatimuksia.

3.4 Ajourien leveys ja raiteenmuodostus

Koealat sijaitsivat maastoltaan helppoissa paikoissa, koska ne oli valittu aikatutkimuksen koeolosuhteille asettamien yhdenmukaisuusvaatimusten perusteella. Vauriokoealoista ainoastaan 3,3 % sijaitsi turvemailla. Kaltevuutta sekä kivisyyttä tutkimuksen eri koealoilla ei ollut. Keskimääräisen ajouravälin määrittäminen ei sisällynyt tutkimukseen, koska urat oli mer-kitty valmiiksi maastoon aikatutkimusta tehtäessä. Keskimääräiset ajouralevydet ja syvydet on esitetty taulukossa 7.

TAULUKKO 7 Keskimääräiset ajouralevydet ja raiteiden syvyys eri korjuumenetelmillä

Korjuumenetelmä	SLU-menetelmä	Kniggle-menetelmä	Raiteen syvyys ka.	Raiteen syvyyden vaihteluväli
	cm			
Kara yhdistelmäkone	402	343	0,8	0,2 - 1,4
Karsiva yhdistelmäkone	402	351	0,7	0 - 5,8
Yksioteharvesteriketju	378	313	2,1	0 - 9,9

Ajourien leveydet olivat eri korjuumenetelmillä samaa luokkaa. SLU-menetelmällä mitattuna yksioteharvesteriketjun ajouraleveys oli 6 % ja Kniggle-menetelmällä 10 % kapeampi kuin yhdistelmäkonemenetelmillä. Käytetyillä ajouran leveyden mittaamismenetelmillä oli eroa. Kniggle-menetelmä antoi 12,7 - 17,2 % pienempiä uraleveyksiä kuin SLU-menetelmä. Ajouran leveyden mittaamiseen ei ole olemassa yhtä absoluuttisen tuloksen antavaa menettelytapaa, joten on oleellista kertoa millä menetelmällä mittaus on tehty.

Yli 3 cm syvien raiteiden osuus oli yksioteharvesterilla 22 %:lla ja karsivaa puutavaraa tekevällä yhdistelmäkoneella 8,3 %:lla vauriokoealoista. Karsimatonta rankaa tekevän yhdistelmäkoneen koealoilla ei yli 3 cm syviä raiteita ollut. Tämä johtuu siitä, että kara-menetelmäkoneen kuorman koko ja

paino ovat selvästi pienempiä kuin karsitun puutavaran tekniikoissa. Ajourilla olevat hakkuutähteet suojaavat maastoa renkaiden painumiselta ja raiteiden synnyltä. Havutuksen määrä kuvattiin havujen peittämän ajouran alan suhteellisella määrällä. Eri työmenetelmillä se oli seuraavanlainen:

TAULUKKO 8 Havutuksen määrä eri korjuumenetelmillä

Korjuumenetelmä	0 - 30 %	30 - 80 %	> 80 %
	ajourasta havujen peittämä %		
Kara yhdistelmäkone	83	17	0
Karsiva yhdistelmäkone	47	42	11
Yksioteharvesteriketju	39	39	22

Havujen peittämän ajouran osuus ei eroa toisistaan karsittua puutavaraa tekevillä koneilla. Karsimatonta rankaa valmistava kone ei saa tehtyä uralle juuristoa suojaavaa havu- ja oksamattoa. Kone ei karsi oksia rungoista, vaan ainoastaan katkaisee rungon kuljetuspituuteen. Tuloksen perusteella olisi odottanut raiteiden määrän ja syvyyden lisääntyvän, mutta tulos oli juuri päinvastainen. Tämä johtui oikeasta korjuuajankohdasta ja pienemmästä kuorman painosta.

4 PÄÄTELMIÄ

Karsittua puutavaraa ja karsimatonta rankaa valmistavat yhdistelmäkone- menetelmät vaikuttavat korjuuvaurioiden osalta olevan yksioteharvesteriketjun kanssa samaa tasoa. Kaikkia niitä voidaan käyttää ensiharvennusikäisissä metsiköissä. Tekniikka sinänsä ei takaa hyvää korjuujälkeä, vaan siihen päästään vasta sen oikealla käytöllä.

Vaikka yhdistelmäkoneen peruskoneita ei ollut suunniteltu hakkuukonealustaksi, soveltuivat ne silti työskentelyyn harvennusemetsissä. Puuston jakautuminen eri vyöhykkeille oli samaa tasoa kaikilla tutkituilla tekniikoilla. Puiden valinta yhdistelmäkoneella tulisi kuitenkin helpommaksi, jos peruskoneeseen asennettaisiin yhdistelmäkone työskentelyyn suunniteltu ohjaamo, josta näkyvyys olisi parempi. Myös nosturin kehittäminen vaikuttaisi yhdistelmäkoneen työskentelyä parantavasti. Puiden hakkuussa ääriulottuvuusilta oli kaikilla kokeilluilla tekniikoilla parantamisen varaa. Tähän on syytä kiinnittää huomiota koneita ja työtekniikoita kehitettäessä ja korjuujäljen seurannassa.

Vaurioiden sijainnissa eri vyöhykkeillä oli hiukan eroja eri korjuumenetelmien välillä. Karsittua puutavaraa valmistavilla tekniikoilla vauriot syntyivät uran välittömään läheisyyteen. Se on seurausta kuljettajan käyttämästä työskentelytekniikasta, työtaidosta ja huolellisuudesta.

Vaurioiden jakautumisessa pinta- ja syvävaurioihin ei työmenetelmillä ollut juurikaan eroja. Huomattavaa on yhdistelmäkonemenetelmien metsäkuljetusvaiheen aiheuttamien korjuuvaurioiden vähäisyys. Siinä tulee esiin eräs yhdistelmäkonemenetelmien etu. Sama kuljettaja sekä hakkaa että suorittaa metsäkuljetuksen, mikä vaikuttaa vaurioiden syntyä vähentävästi. Kuljettajat ajattelevat enemmän metsäkuljetuksen suorittamista jo hakkuussa, mikä näkyi ajourien leveydessä. Yhdistelmäkonemenetelmillä ajourien leveydet olivat noin 10 % leveämpiä kuin yksioteharvesteriketjulla. Raiteiden syvyys yhdistelmäkonemenetelmillä oli myös pienempi kuin yksioteharvesteriketjulla. Tämä johtuu ajokertojen vähäisemmästä määrästä yhdistelmäkonemenetelmässä verrattuna yksioteharvesteriketjuun.

KIRJALLISUUS

- Björheden, R. & Fröding, A.** 1986. Ny rutin för praktisk gallringsuppföljning. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsteknik. Uppsatser och resultat 48. 14 s.
- Lilleberg, R. & Korteniemi, P.** 1997. Yhdistelmäkonene ensiharvennusmet-sän puunkorjuussa. Metsätehon raportti 26. 25 s.
- Mäkelä, M.** 1989. Koneellinen puunkorjuu männikön ensimmäisessä harvennuksessa. Metsätehon katsaus 2/1989. 6 s.
- Siren, M. & Kokko, P.** 1996. Harvennuspuun korjuujälki, korjuujäljen seurausvaikutukset ja niiden arviointi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedon-antoja 592. 70 s.