

# **Hakkuutähteiden sijoittelun vaikutus hakkuuajanmekkiin ja maanmuokkaustulokseen**

**Jouni Elonen**

Tiivistelmä opinnäytetyöstä, jonka ohjaajana on toiminut erikoistutkija, MMK Simo Kaila.

Metsätehon raportti 9  
10.12.1996

Osakkaiden yhteishanke

Asiasanat: maanmuokkaus, äestys, muokkausjälki,  
hakkuutähteet, viljelykohta, istutustulos

Helsinki 1997

## SISÄLLYS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>TIIVISTELMÄ</b> .....                          | <b>3</b>  |
| <b>1 JOHDANTO</b> .....                           | <b>4</b>  |
| <b>2 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO</b> .....      | <b>4</b>  |
| 2.1 Hakkuu .....                                  | 4         |
| 2.2 Hakkuutähteiden sijoittuminen palstalla ..... | 5         |
| 2.3 Maanmuokkaus .....                            | 5         |
| <b>3 TULOKSET</b> .....                           | <b>7</b>  |
| 3.1 Hakkuu .....                                  | 7         |
| 3.2 Hakkuutähteiden sijoittuminen palstalla ..... | 8         |
| 3.3 Maanmuokkaus .....                            | 10        |
| 3.3.1 Koeistutus .....                            | 10        |
| 3.3.2 Muokkausjälki .....                         | 12        |
| 3.3.3 Istutuksen työvaikeustekijät .....          | 14        |
| 3.3.4 Muokkauskatkot .....                        | 14        |
| <b>4 TULOSTEN TARKASTELU</b> .....                | <b>15</b> |

## TIIVISTELMÄ

Ajouralla sijaitsevat kokoonpainuneet hakkuutähteet aiheuttavat ongelmia maanmuokkauksessa. Tutkimuksessa selvitettiin, miten hakkuutähteiden erilainen sijoittelu vaikuttaa hakkuun ajanmenekkiin ja maanmuokkaustulokseen. Hakkuun ajanmenekki vaihteli kohteittain ja hakkuumenetelmittäin. Tavanomainen hakkuu, jossa hakkuutähteet jäivät ajouralle, oli ensimmäisessä kohteessa pienehköjä runkoja hakattaessa nopeampaa, mutta järeitä runkoja hakattaessa hitaampaa kuin hakkuumenetelmät, joissa hakkuutähteet kasattiin tai levitettiin. Toisessa kohteessa tavanomainen hakkuu oli selvästi nopeampaa kuin muut hakkuumenetelmät. Leimikkokohtaiset hakkuun tuottavuudet vaihtelivat ensimmäisessä kohteessa vain vähän, mutta toisessa kohteessa tavanomaisen hakkuun tuottavuus oli selvästi suurempi kuin hakkuun, jossa hakkuutähteet kasattiin ja hakkuumenetelmän, jossa ne levitettiin. Paras maanmuokkaustulos syntyi, kun hakkuutähteet oli korjattu pois ennen maanmuokkausta. Erot maanmuokkaustuloksissa olivat kuitenkin pieniä.

# 1 JOHDANTO

Tavanomaisessa koneellisessa hakkuussa puut karsitaan koneen edessä. Hakkuutähteet painuvat tällöin tiiviiksi matoksi ajouralla koneen liikkeessa eteenpäin. Tällä pyritään parantamaan maaperän kantavuutta sekä vähentämään juuristovaurioita. On kuitenkin pantu merkille, että hakkuutähteet sijaitessaan kokoonpainuneina ajouralla vaikeuttavat maanmuokkausta. Sen takia joudutaan muokkauksessa usein käyttämään järeitä menetelmiä metsänuudistamistuloksen varmistamiseksi, mikä taas johtaa maisemallisesti epätydyttävään muokkausjälkeen. Lisäksi röykkiöissä sijaitsevat hakkuutähteet hankaloittavat liikkumista pätehakkuualoilla ja edistävät ravinteiden huuhtoutumista pohjavesiin.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli esitutkimusluonteisesti selvittää, voidaanko hakkuutähteiden levittelyllä, kasauksella tai talteenotolla vaikuttaa maanmuokkaustulokseen, sekä tarkastella sitä, miten eri menetelmät vaikuttavat hakkuun ajanmenekkiin ja tuottavuuteen.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

### 2.1 Hakkuu

Aineisto kerättiin keväällä 1995 kahdesta kuusivaltaisesta leimikosta Savonlinnan ja Rantasalmen seuduilta. Kummassakin leimikossa työskenteli sama kuljettaja ja kone. Leimikot jaettiin palstoihin ja kunkin palstan hakkuumenetelmä arvottiin. Palstan leveydeksi tuli hakkuukoneen yhdeltä ajouralta hakkaaman alueen leveys. Kullakin palstalla hakattiin vain yhdellä menetelmällä. Eri hakkuumenetelmien palstat sijaitsivat työmailla rinnakkain. Hakkuumenetelmät ja hakattujen palstojen puustotiedot on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1 Hakkuumenetelmät ja puustotiedot

| Kohde | Hakkuumenetelmä              | Hakattu runkoja, kpl | Rungon koko keskimäärin, dm <sup>3</sup> | Tiheys keskimäärin, runkoa/ha |
|-------|------------------------------|----------------------|--|-------------------------------|
| 1     | Tavanomainen, yksipuoleinen  | 103                  | 517                                      | 328                           |
|       | Kasoihin, - " -              | 117                  | 530                                      | 295                           |
|       | Tavanomainen, kaksipuoleinen | 151                  | 477                                      | 371                           |
|       | Kasoihin, - " -              | 156                  | 486                                      | 302                           |
|       | Levitys, - " -               | 153                  | 478                                      | 319                           |
| 2     | Tavanomainen, yksipuoleinen  | 117                  | 676                                      | 435                           |
|       | Kasoihin, - " -              | 161                  | 491                                      | 564                           |
|       | Levitys, - " -               | 88                   | 511                                      | 587                           |

Yksipuoleisessa hakkuussa kuljettaja kaataa puut koneen edestä ja toiselta sivulta. Kaksipuoleisessa hakkuussa puut kaadetaan koneen edestä ja kummaltakin sivulta. Tavanomaisessa työskentelyssä rungot karsitaan koneen edessä, niin että hakkuutähteet joutuvat koneen alle sen kulkiessa ajouralla eteenpäin. Kasoiinhakkuussa hakkuutähteet pyritään saamaan kasoihin ajouran varteen. Hakkuutähteiden levityksessä hakkuutähteet levitetään puutavaraksi valmistamisen yhteydessä palstalle.

Hakkuun tuottavuustutkimus tehtiin vertailevan aikatutkimuksen periaatetta noudattaen. Hakkuun tehoajanmenekki mitattiin runkokohtaisena rungon koon mukaisena ajanmenekkinä. Hakkuukoneen siirtymisaika riippuu kaadettavien runkojen tiheydestä. Siirtymisaika muutettiin menetelmittain vertailukelpoiseksi vakioimalla poistettavien puiden tiheydeksi 400 runkoa hehtaarilla. Tehotuntituottavuuden muuntamisessa käyttötuntituottavuudeksi käytettiin aiemman tutkimuksen mukaisia kertoimia (Metsätehon tiedotus 410). Käyttötuntituottavuus leimikkotasolla laskettiin vakioidulla runkolukusarjalla, jossa rungon tilavuus vaihteli 150 dm<sup>3</sup>:sta 1 050 dm<sup>3</sup>:iin keskiarvon ollessa 507 dm<sup>3</sup>.

## 2.2 Hakkuutähteiden sijoittuminen palstalla

Hakkuutähteiden sijoittuminen palstalla ajouraan nähden selvitettiin koealaverkostolla. Hakkuukoneen ajouran keskipiste muodosti päälinjan, josta vedettiin systemaattisin välein mittauslinjoja kohtisuoraan hakkuukoneen hakkaaman palstan kumpaankin reunaan. Mittauslinjan pituus määräytyi hakkuukoneen hakkaaman palstan leveydestä. Jokaiselle palstalle perustettiin 10 mittauslinjaa, joilta mitattiin hakkuutähdeterroksen paksuus metrin välein eheän humuksen yläreunasta sijaitsevista mittauspisteistä. Yksipuoleisesti kasoihin hakatuilta palstoilta oli ennen mittauksia ja maanmuokkausta kerätty hakkuutähteet pois. Mittauspisteitä kertyi yhteensä 2 263.

## 2.3 Maanmuokkaus

Maanmuokkaus tehtiin kummassakin kohteessa loppukesällä 1995 TTS Delta -hydraulipainotteisella äkeellä, jonka vetokoneena oli Valmet 862 -metsätraktori. Kuljettajalle annettiin maanmuokkausjäljen mittauksessa käytetyn menetelmän vuoksi ohje noudattaa linjoittaista työskentelytapaa, jossa ajolinjat kulkivat vierekkäin tutkimuspalstalla 5 metrin etäisyydellä toisistaan. Maanmuokkaus tehtiin kohteessa 1 poikittain hakkuukoneen kulkemaan ajouraan nähden, mutta kohteessa 2 hakkuukoneen ajouran myötäisesti.

Muokkausjälki mitattiin kohteessa 1 koealoilta, joiden pituuden muodosti hakkuukoneen hakkaaman palstan leveys. Kohteessa 2, jossa maanmuokkaus tehtiin hakkuukoneen ajouran suuntaisesti, muok-  
kaustulos mitattiin 20

metriä pitkiltä koealoilta. Koealoittain mitattiin koealan pituus, ajo- ja sivukaltevuus, kivisyysindeksi sekä muokkauksetkojen pituus. Lisäksi luokiteltiin maalaji, humuskerroksen paksuus, hakkuutähteiden määrä, hakkuutähteiden pääpuulaji, kantojen lukumäärä ja keskiläpimitta sekä pintakivien koko ja lukumäärä.

Koealoille tehtiin työohjeiden mukainen koeistutus, jossa mittatikkuja sijoitettiin maanmuokkausjälkeen hyvän istutuskäytännön mukaisesti parhaiksi arvioituihin istutuskohtiin. Koealoille sijoitettujen istutuskohtien lukumäärä vastasi 2 000 istutuskohtaa hehtaarilla. Jokaisen istutuskohdan sijainti istutuskohdassa luokiteltiin kolmeen luokkaan: paljastunut kivennäismaa, muokkautunut humus sekä ehjä humus. Lisäksi määritettiin täydennyslaikutuksen, muun istutuskohdan parantelun ja hakkuutähteiden poiston tarve. Joka kolmannesta istutuskohdasta mitattiin etäisyys eheän humuksen reunaan, istutuskohdan korkeus käsittelemättömän humuksen alareunasta, paljastuneen kivennäismaan laajuus sekä muokkautuneen alan laajuus. Koealoja perustettiin yhteensä 99, ja niiltä määritettiin runsaat 1 800 istutuskohtaa (taulukko 2), joista noin kolmannes mitattiin tarkemmin.

TAULUKKO 2 Istutuskohtien jakautuminen menetelmittäin

| Kohde           | Hakkuumenetelmä              | Istutuskohtia |
|-----------------|------------------------------|---------------|
| 1               | Tavanomainen, yksipuoleinen  | 60            |
|                 | Kasoihin, - " -              | 80            |
|                 | Tavanomainen, kaksipuoleinen | 255           |
|                 | Kasoihin, - " -              | 398           |
|                 | Levitys, - " -               | 350           |
| 2               | Tavanomainen, yksipuoleinen  | 340           |
|                 | Kasoihin, - " -              | 220           |
|                 | Levitys, - " -               | 140           |
| <b>Yhteensä</b> |                              | <b>1 843</b>  |

### 3 TULOKSET

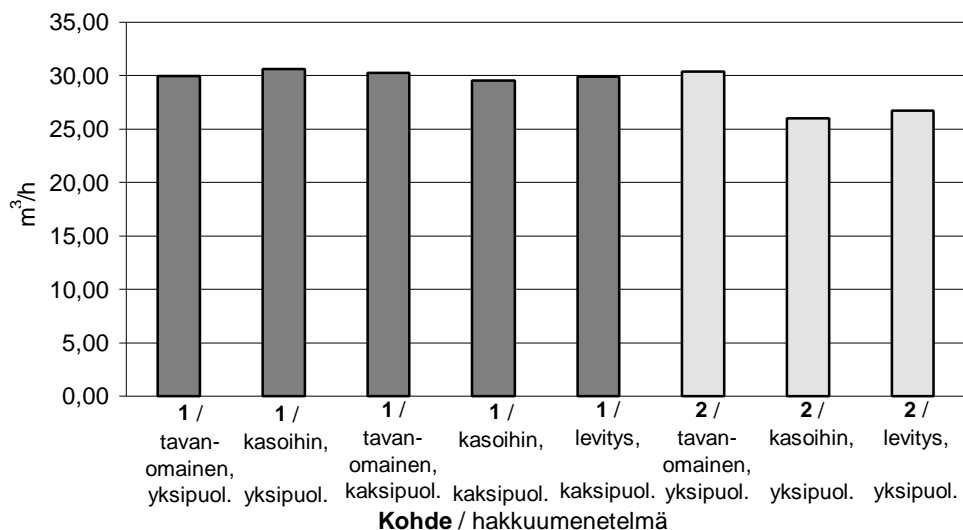
#### 3.1 Hakkuu

Hakkuun tehoajanmenekki laskettiin yhdistämällä työvaiheittaiset osa-ajat rungonkokoluokittain. Hakkuumenetelmien vertailussa käytettiin työmaakohtaisesti perusmenetelmänä tavanomaista yksipuoleista hakkuuta, johon muita hakkuumenetelmiä verrattiin (taulukko 3).

Kohteessa 1 tavanomainen yksipuoleinen hakkuu oli pienemmillä rungoilla nopeampaa, mutta järeillä rungoilla hitaampaa kuin muut hakkuumenetelmät. Kohteessa 2 tavanomainen hakkuu oli kaikissa rungonkokoluokissa nopeampaa kuin menetelmässä, jossa hakkuutähteet kasattiin tai levitettiin. Leimikkotason käyttötuntituottavuuden vertailussa kohteessa 1 ei ollut suurta eroa hakkuumenetelmien kesken, mutta kohteessa 2 tavanomaisen hakkuun tuottavuus oli selvästi suurempi kuin muiden hakkuumenetelmien (kuva 1).

TAULUKKO 3 Suhteellinen runko kohtainen tehoajanmenekki rungonkokoluokittain (tavanomainen 1-puoleinen = 1,00)

| Kohde | Hakkuumenetelmä              | Rungon koko, dm <sup>3</sup> |      |      |      |       |
|-------|------------------------------|------------------------------|------|------|------|-------|
|       |                              | 100                          | 250  | 500  | 750  | 1 000 |
|       |                              | Suhteellinen tehoajanmenekki |      |      |      |       |
| 1     | Kasoihin, yksipuoleinen      | 1,09                         | 1,03 | 0,98 | 0,95 | 0,92  |
|       | Tavanomainen, kaksipuoleinen | 1,05                         | 1,02 | 0,99 | 0,97 | 0,95  |
|       | Kasoihin, - " -              | 1,20                         | 1,11 | 1,02 | 0,96 | 0,91  |
|       | Levitys, - " -               | 1,13                         | 1,07 | 1,01 | 0,96 | 0,92  |
| 2     | Kasoihin, yksipuoleinen      | 1,14                         | 1,16 | 1,17 | 1,17 | 1,17  |
|       | Levitys, - " -               | 1,18                         | 1,16 | 1,14 | 1,12 | 1,11  |





**Kuva 1.** Hakkuun käyttötuntituottavuus leimikkotasolla, m<sup>3</sup>/h (laskettu vakioidulla runkolukusarjalla kohteittaisten tutkimustulosten perusteella).

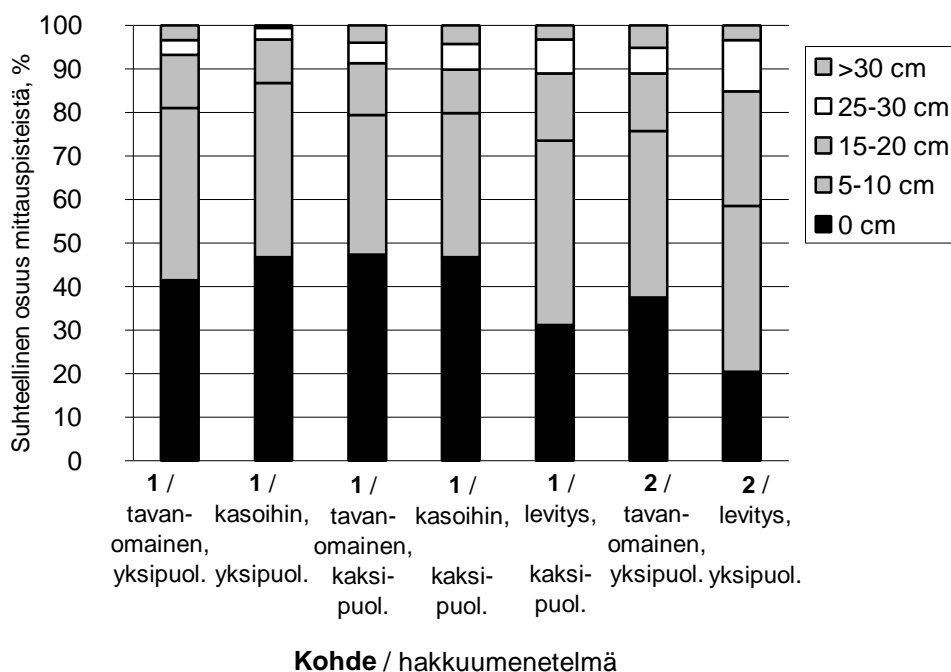
### 3.2 Hakkuutähteiden sijoittuminen palstalla

Hakkuutähteiden sijoittuminen palstalla paksuusluokkiin laskettiin suhteellisina osuuksina kaikista hakkuumenetelmän mittauspisteistä. Yksipuoleisesti hakatuilta palstoilta, joissa hakkuutähteet oli kasattu, oli hakkuutähte kerätty bioenergiaksi hakkuun jälkeen. Kohteessa 2 ei tällöin palstalle jääneiden hakkuutähteiden paksuutta mitattu.

Täysin paljaan maanpinnan osuus oli 20 - 47 % kaikista mittauspisteistä (kuva 2). Kohteessa 1 tavanomaisesti hakatulla palstalla ja palstalla, jolla hakkuutähteet kasattiin, suurin osa mittauspisteistä sijaitsi paljaassa maassa, kun taas menetelmässä, jossa hakkuutähteitä leviteltiin, suurin osa mittauspisteistä sijaitsi paksuudeltaan 5 - 10 cm:n hakkuutähdkerroksessa.

Kohteessa 2 oli hakkuutähteettömiä mittauspisteitä tavanomaisessa hakkuussa enemmän kuin menetelmässä, jossa hakkuutähteitä oli levitelty. Ohuen hakkuutähdkerroksen peittämien mittauspisteiden osuus oli yhtä suuri kummassakin hakkuumenetelmässä.

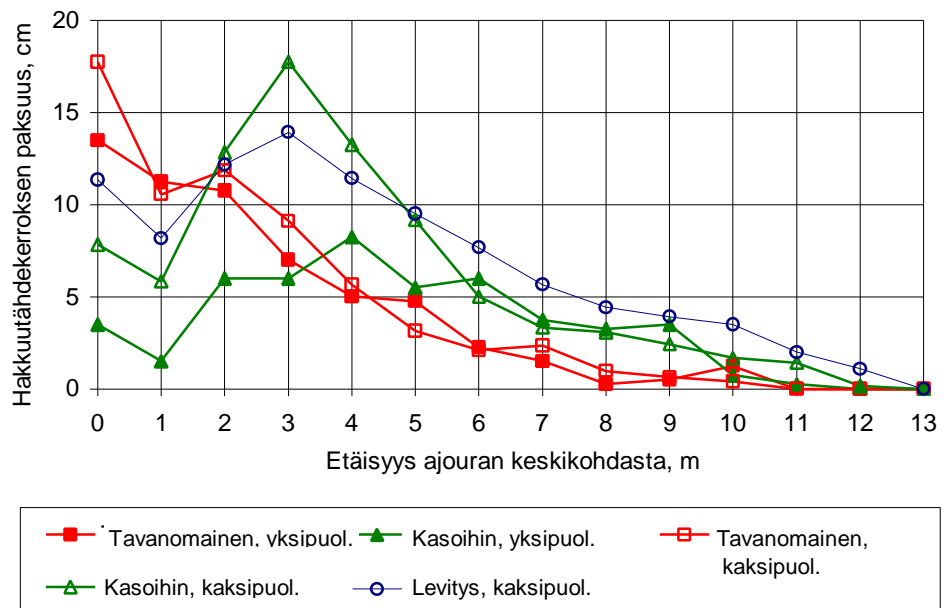
Kummassakin kohteessa suurin osa havainnoista oli luokassa 15 - 30 cm silloin, kun hakkuutähteet leviteltiin. Yli 30 cm:n paksuisissa kasoissa oli mittauskohtia menetelmästä riippuen 1 - 5 % havainnoista.



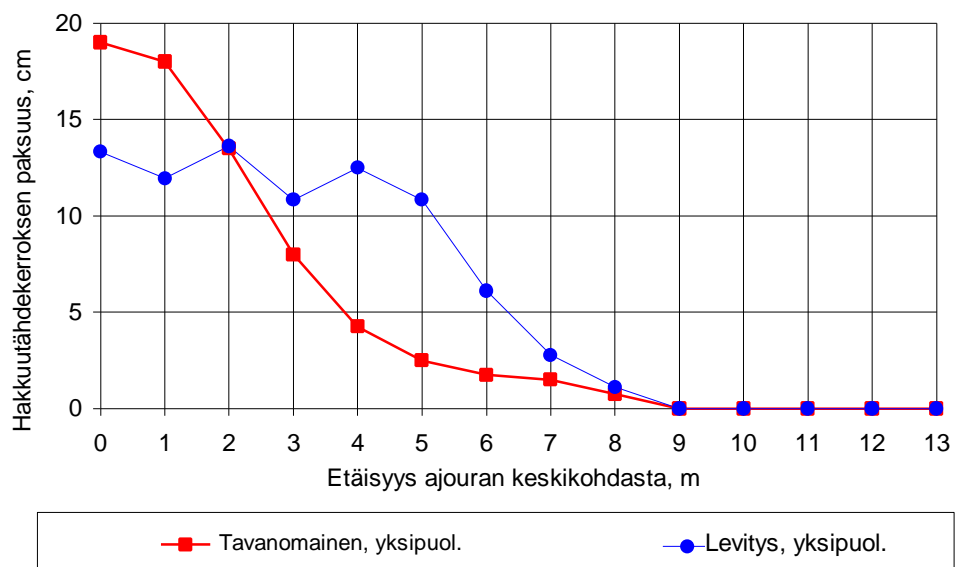
**Kuva 2.** Hakkuutähteiden jakautuminen paksuusluokkiin hakkuumenetelmittäin, osuus mittauspisteistä.

Hakkuutähteiden keskimääräinen paksuus palstalla vaihteli menetelmittäin (kuva 3). Tavanomaisessa hakkuussa hakkuutähdekerroksen paksuus oli suurin ajouran keskellä sekä yksi- että kaksipuoleisessa hakkuussa. Kerroksen paksuus oheni suhteellisen tasaisesti, kun uran keskilinjasta mentiin kauemmas. Hakkuussa, jossa hakkuutähteet kasattiin, kerros oli sen sijaan selvästi paksumpaa 2 - 4 metriä ajouran keskikohdasta mitattuna. Kun hakkuutähteet levitettiin, tähteet jakautuivat leveämmälle alueelle kuin muissa menetelmissä.

## KOHDE 1



## KOHDE 2

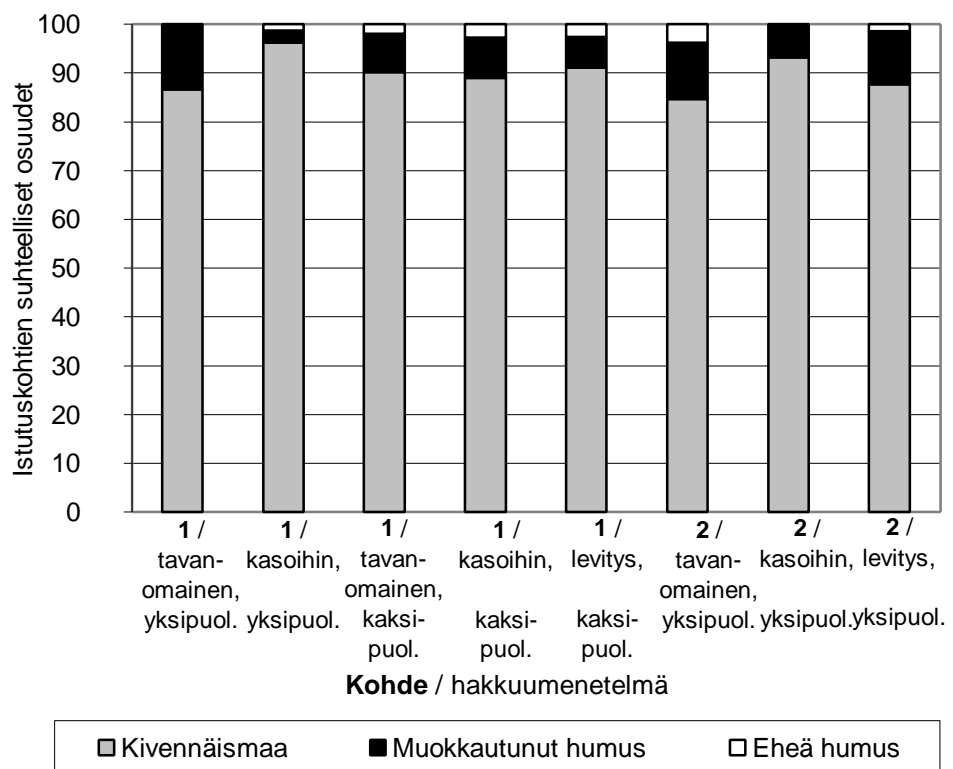


**Kuva 3.** Keskimääräinen hakkuutähdekerroksen paksuus suhteessa ajouran keskikohtaan.

### 3.3 Maanmuokkaus

#### 3.3.1 Koeistutus

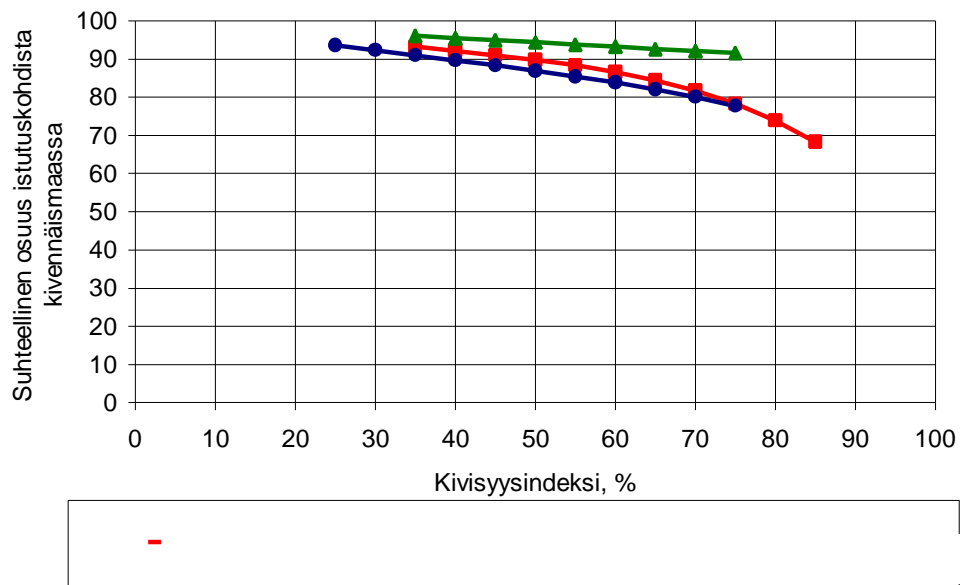
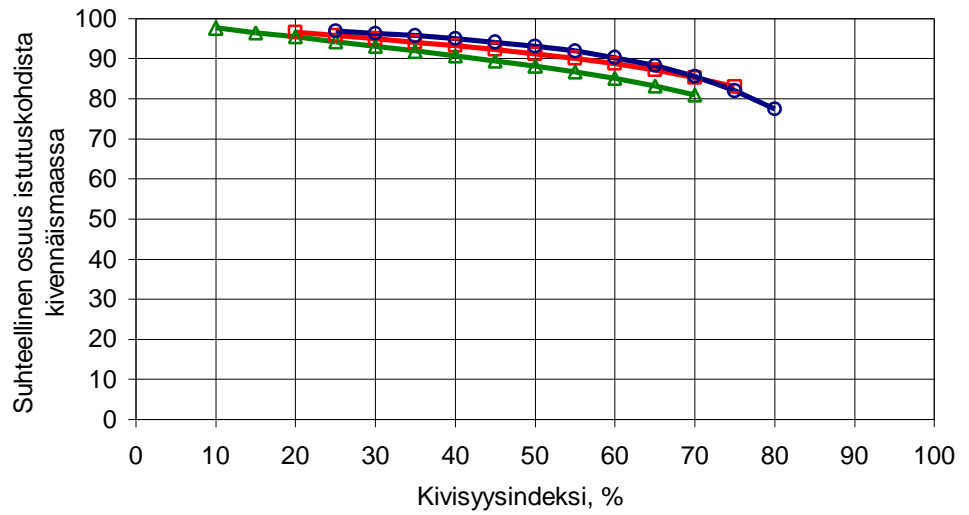
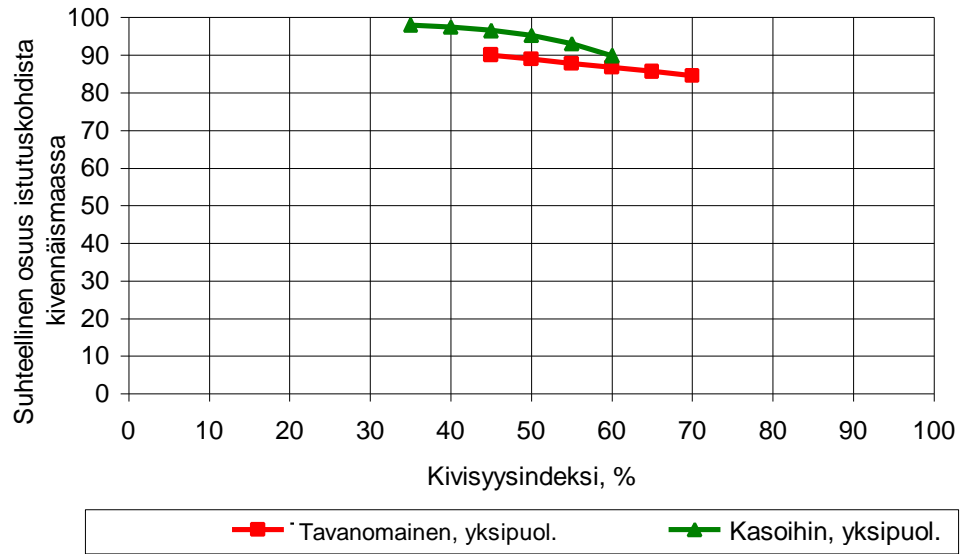
Koeistutuksen tulokset laskettiin erilaisten istutuskohtien suhteellisina osuuksina kaikista istutuskohdista hakkuumenetelmittäin. Kaikista istutuskohdista oli kivennäismaassa 90 %, muokkautuneessa humuksessa 8 % sekä eheässä humuksessa 2 % (kuva 4). Kivennäismaassa istutuskohtia oli eniten, kun hakkuumenetelmänä oli yksipuoleinen hakkuu, jossa hakkuutähteet oli kasattu ja kerätty pois ennen maanmuokkausta. Pienin kivennäismaakohtien osuus oli tavanomaisessa yksipuoleisessa hakkuussa.



**Kuva 4.** Istutuskohtien jakautuminen menetelmittäin.

Koealoittainen istutuskohtien jakautuminen kivennäismaahan kivisyyden ja hakkuumenetelmän mukaan esitetään kuvassa 5.

Kohteessa 1 suurin osa istutuskohdista sijaitsi kivennäismaassa silloin, kun hakkuun menetelmänä oli hakkuu yhdeltä puolelta ja hakkuutähteet oli kasattu ja poistettu ennen muokkausta. Kaksipuoleisissa hakkuumenetelmissä istutuskohtia kivennäismaassa oli enemmän hakkuutähteiden levityksessä kuin tavanomaisessa hakkuutähteiden sijoittelussa tai niiden kasauksessa. Kohteessa 2 eniten istutuskohtia kivennäismaassa oli yksipuoleisessa hakkuussa, kun hakkuutähteet oli kasattu ja kerätty talteen ennen muokkausta. Koealoittaisten tulosten perustella tavanomaisessa hakkuussa oli enemmän istutuskohtia kivennäismaassa kuin hakkuumenetelmässä, jossa tähteet levitettiin.



**Kuva 5.** Paljastuneeseen kivennäismaahan saatujen istutuskohtien osuus maan kivisyyden mukaan.

### 3.3.2 Muokkausjälki

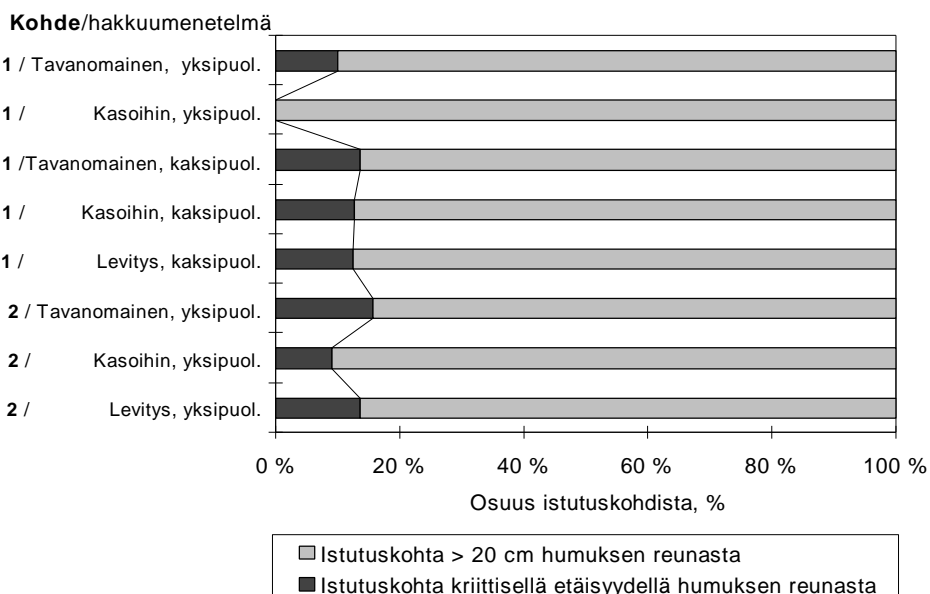
Muokkausjäljen ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä mitattiin joka kolmannelta istutuskohdasta. Menetelmäkohtaiset keskiarvot esitetään taulukossa 4.

Tukkimiehentäin taimille aiheuttaman vaaran vuoksi taimia ei tulisi istuttaa eheään tai muokkautuneeseen humukseen eikä myöskään kivennäismaahan 20:tä senttimetriä lähemmäs humuksen reunasta (kuva 6).

Kohteessa 1 kaksipuoleisissa hakkuumenetelmissä ei ollut suurta eroa istutuskohtien sijainnissa eheän humuksen reunaan nähden. ”Riskiryhmään” kuului 13 - 14 % istutuskohdista. Tavanomaisessa yksipuoleisessa hakkuussa riskialttiita istutuskohtia oli 10 %, kun taas yksipuoleisessa hakkuussa, jossa hakkuutähteet oli poistettu, yhtään istutuskohtaa ei sijainnut kriittisellä etäisyydellä humuksen reunasta. Kohteessa 2 vastaavat luvut olivat 16 %, 14 % ja 9 %.

TAULUKKO 4 Istutuskohtien ominaisuudet keskiarvoina

| Kohde | Hakkuumenetelmä              | Etäisyys humuksen reunaan | Istutuskohtan korkeusasema | Paljastuneen maan leveys | Muokkautuneen maan leveys |
|-------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
|       |                              | cm                        |                            |                          |                           |
| 1     | Tavanomainen, yksipuoleinen  | 46                        | 1                          | 45                       | 123                       |
|       | Kasoihin, - ” -              | 52                        | -5                         | 71                       | 132                       |
|       | Tavanomainen, kaksipuoleinen | 47                        | -4                         | 58                       | 136                       |
|       | Kasoihin, - ” -              | 48                        | -4                         | 57                       | 133                       |
|       | Levitys, - ” -               | 46                        | -4                         | 57                       | 139                       |
| 2     | Tavanomainen, yksipuoleinen  | 47                        | -4                         | 49                       | 120                       |
|       | Kasoihin, - ” -              | 49                        | -5                         | 64                       | 127                       |
|       | Levitys, - ” -               | 51                        | -4                         | 49                       | 131                       |

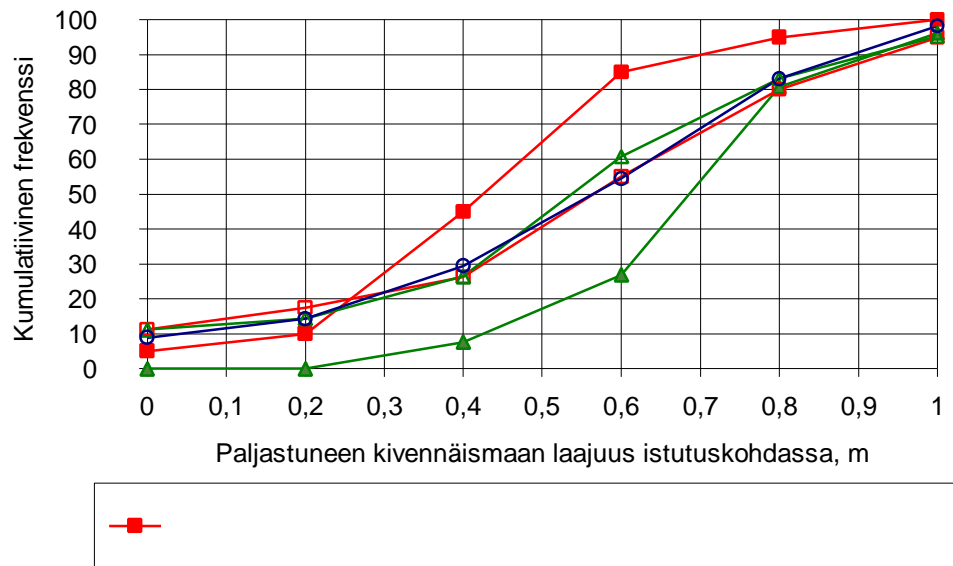




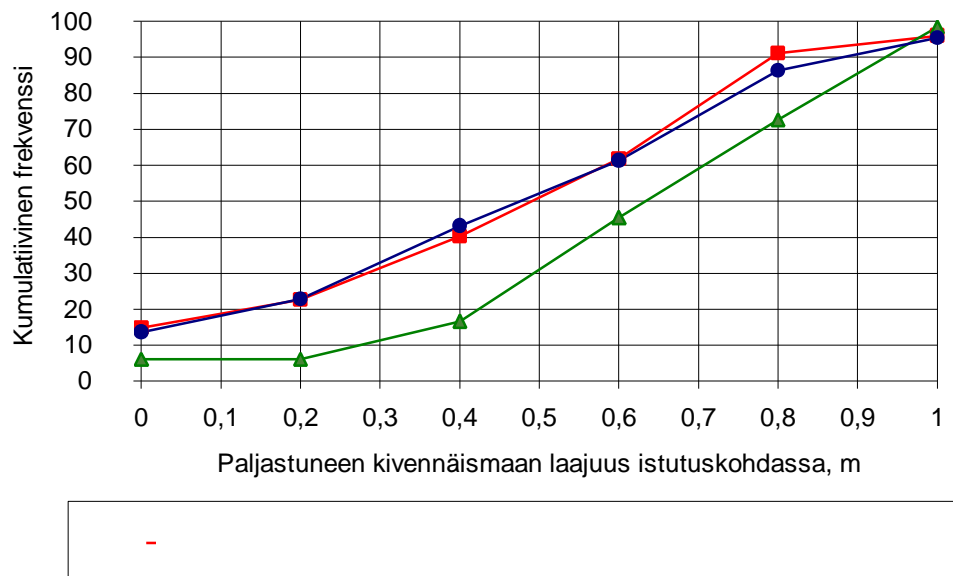
**Kuva 6.** Istutuskohdan sijainti suhteessa eheän humuksen reunaan.

Paljastuneen maan laajuus istutuskohdassa mitattiin suurimman istutuskohdan sijoitettavissa olevan ympyrän säteenä (kuva 7). Kohteessa 1 kaksipuoleisissa hakkuumenetelmissä menetelmien ero oli vähäinen. Kasoihinhakkuussa yhdeltä puolelta, jossa hakkuutähteet kasattiin, ei ollut sellaista istutuskohdasta, jonka säde olisi ollut alle 20 cm. Suurimmassa osassa istutuskohdista se oli 60 - 80 cm, kun taas tavanomaisessa yksipuoleisessa hakkuussa yleisin arvo oli 40 - 60 cm. Kohteessa 2 tavanomaisessa hakkuussa ja menetelmässä, jossa hakkuutähteitä oli levitelty, paljastuneen alan laajuudet eivät eronneet toisistaan paljoa, mutta hakkuussa, jossa hakkuutähteet kasattiin, paljastunut ala oli selvästi suurempi.

### KOHDE 1



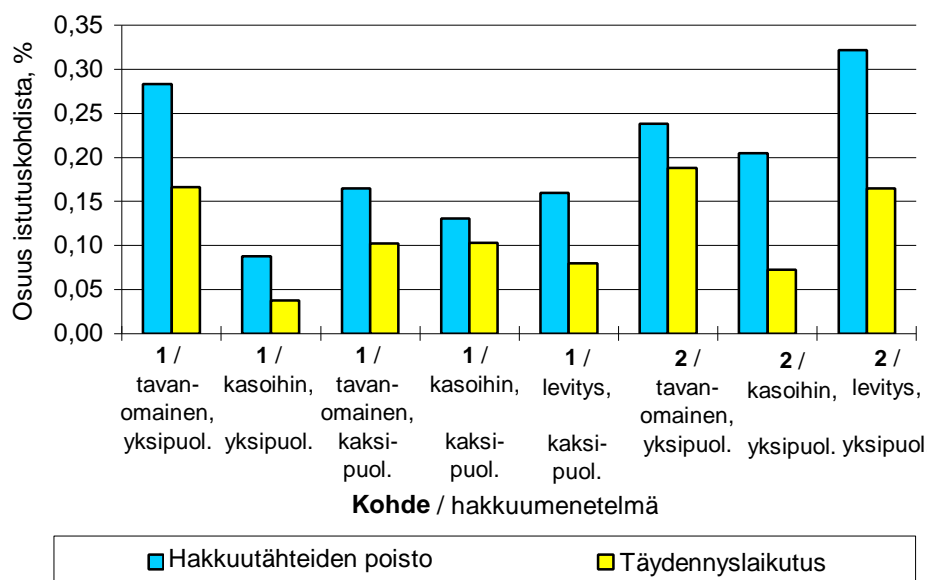
### KOHDE 2



**Kuva 7.** Paljastuneen kivennäismaan laajuus istutuskohdassa.

### 3.3.3 Istutuksen työvaikeustekijät

Täydennyslaikutuksen tarve oli pienin, kun oli hakattu yhdeltä puolelta ja hakkuutähteet kasattu ja kerätty talteen (kuva 8). Kohteessa 1 tällä menetelmällä hakatuilla koealoilla ei nykyisen urakkahinnoittelun perusteella maksettaisi lisiä. Muilla hakkuumenetelmillä käsitellyt palstat olisivat saaneet täydennyslaikutuksesta aiheutuvaa lisäkorvausta. Hakkuutähteiden poistoa arvioitiin tarvittavan eniten kohteessa 2 yksipuolisessa hakkuussa, kun hakkuutähteet oli levitetty.



**Kuva 8.** Istutuksen työvaikeustekijät menetelmittäin, suhteellinen osuus kaikista istutuskohtista.

### 3.3.4 Muokkauskatkot

Muokkauskatkojen lukumäärä ja pituus mitattiin koealoittain maanmuokkauslaitteen kummankin lautasen muokkaamasta jäljestä. Tulokset suhteutettiin menetelmittäin koealojen pituuteen (taulukko 5). Merkittävimmät muokkauskatkojen aiheuttajat olivat kantojen lukumäärä sekä hakkuutähteiden määrä. Kohteessa 1 yksipuoleisessa hakkuussa, kun hakkuutähteet kasattiin, muokkauskatkoja esiintyi keskimäärin 7 %, kun tavanomaisessa yksipuoleisessa hakkuussa vastaava luku oli 23 %. Kaksipuoleisissa hakkuumenetelmissä ei ollut suuria eroja menetelmien kesken. Kohteessa 2 tavanomaisessa hakkuussa muokkauskatkoja oli 28 %, kasoihinhakkuussa 18 % ja menetelmässä, jossa hakkuutähteitä levitettiin, 26 %.

TAULUKKO 5 Muokkauskatkojen osuus hakkuumenetelmittäin

| Kohde | Hakkuumenetelmä              | Katkojen osuus, % |
|-------|------------------------------|-------------------|
| 1     | Tavanomainen, yksipuoleinen  | 23                |
|       | Kasoihin, - " -              | 7                 |
|       | Tavanomainen, kaksipuoleinen | 12                |
|       | Kasoihin, - " -              | 11                |
| 2     | Levitys, - " -               | 11                |
|       | Tavanomainen, yksipuoleinen  | 28                |
|       | Kasoihin, - " -              | 18                |



## 4 TULOSTEN TARKASTELU

Hakkuukoneen kuljettajan vakiintunut työtapa oli tavanomainen yksipuoleinen hakkuu, jossa hakkuutähteet kasattiin ajouralle, joskin hän ilmoitti saaneensa kokemusta myös hakkuutähteiden kasauksesta. Hakkuuvaiheen tuloksia tulee pitää suuntaa antavina.

Hakkuun suhteelliset tehoajanmenekit vaihtelivat kohteessa 1 rungonkokuokittain. Tavanomainen yksipuoleinen hakkuu oli pienillä rungoilla muita menetelmiä nopeampaa, mutta järeillä rungoilla muita hitaampaa. Leimikkokohtaisessa tarkastelussa erot kuitenkin tasoittuivat, eikä menetelmien kesken voitu todeta käyttötuntituottavuudessa juurikaan eroja. Kohteessa 2 tavanomainen yksipuoleinen hakkuu oli kaikissa rungonkokuokissa muita menetelmiä nopeampaa. Myös käyttötuntituottavuus oli tällöin suurempi kuin hakkuutähteiden levityksessä ja kasauksessa.

Hakkuukoneen liikkuessa ajouralle sille kasautuva hakkuutähte painautuu erittäin tiiviiksi kerrokseksi noin 2 - 3 metrin leveydelle ajouran keskilinjasta. Tämän takia hakkuutähtekerroksen paksuuteen perustuvilla mittauksilla ei voitu laskea hakkuutähteiden määrää ja sen sijoittumista palstalla. Mittauksilla voitiin kuitenkin suuntaa antavasti selvittää hakkuutähteiden sijainti palstalla ajouran keskilinjaan nähden erilaisilla hakkuutähteiden käsittelytavoilla. Hakkuutähteiden eri käsittelymenetelmillä voidaan vaikuttaa hakkuutähteiden sijoittumiseen palstalla.

Tavanomaisessa hakkuussa, jossa korjataan ainoastaan runkopuuta, ajouralla maatuvat tiiviit kasamuodostelmat toimivat eräänlaisina komposteina, joista ravinteita huuhtoutuu useiden vuosien ajan. Ravinteiden huuhtoutumisen väheneminen on muokkausjäljen parantumisen ohella mahdollinen lisäperuste harkittaessa hakkuutähteiden levitystä palstalle hakkuun yhteydessä.

Kun hakkuutähteitä korjataan bioenergiaksi, poistuu ravinteita moninkertainen määrä verrattuna tavanomaiseen ainespuuna korjuuseen. Maaperän ravinteisuuden kannalta olisi suositeltavaa, ettei hakkuutähteitä korjattaisi karuilta kasvualustoilta ja, että hakkuutähteiden neulaset varisisivat hakkuualalla ennenkuin ne korjataan talteen. Hakkuutähteiden korjuulla on myös myönteisiä vaikutuksia. Korjaamalla hakkuutähteitä talteen voidaan parantaa maanmuokkaustulosta, helpottaa hakkuuaukealla liikkumista sekä vähentää ravinteiden huuhtoutumista pinta- ja pohjavesiin. Maanmuokkausjälkeä voidaan selkeimmin parantaa kasaamalla ja ottamalla talteen hakkuutähteet. Muiden menetelmien keskinäiset erot olivat pieniä. Rehevämmällä kasvualustalla ja runsaspuustoisemmassa kohteessa hakkuutähteiden erilaisilla käsittelymenetelmillä saattaisi olla tässä esitettyä suurempi merkitys.

KOHDE 1

KOHDE 1

KOHDE 2