

Hannu Kekkonen


TALVIHARVENNUSKOHTEIDEN KORJUU KESÄAIKANA

Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma


Toukokuu 2009



KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>18.5.2009</p>
<p>Tekijä</p> <p>Hannu Kekkonen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous</p>
<p>Nimeke</p> <p>Talviharvennuskohteiden korjuu kesäaikana</p>	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Puunkorjuussa on kausiluontoisuutta, koska korjuu keskittyy talviaikaan. Talvet ovat lyhentyneet, ja turvemailla puunkorjuu tulee lisääntymään. Puunkorjuun tulee olla lähes ympärivuotista ja tehokasta. Tässä työssä selvitetään mahdollisuuksia lisätä sulan maan aikaista puunkorjuuta erilaisilla keinoilla.</p> <p>Työssä käsitellään sulanmaan aikaista puunkorjuuta ja sen aiheuttamia haasteita. Sulan maan aikaiseen puunkorjuun lisäämiseen on monenlaisia menetelmiä, joita voidaan huomioida korjuun suunnittelussa. Metsäkoneiden varusteleminen paremmin on myös hyvä keino lisätä puunkorjuun keinoja sulan maan aikana.</p> <p>Tutkimuksessa aineistona on käytetty Metsäliiton Mikkelin piirin alueella olevia talviharvennusleimikoita, joista on tutkittu korjuun onnistumista sulan maan aikana. Tutkimuksen tavoitteena on saada selville kuinka paljon talvileimikoista pystyttäisiin korjaamaan sulan maan aikana. Lisäksi selvitetään mitkä syyt siirtävät leimikon talvikorjuuseen.</p> <p>Talviharvennuksia voitaisiin siirtää enemmän sulan maan aikaiseen korjuuseen. Talvella harvennetaan paljon kivennäismaalla, jossa kantavuus on yleensä hyvä. Kuusikoiden harvennukset ovat myös yleisiä talviharvennuskohteita.</p>	
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>puunkorjuu, metsäkoneet, puunhankinta, turvemaat</p>	
<p>Sivumäärä</p> <p>20 s. + liitt.1 s.</p>	<p>Kieli</p> <p>Suomi</p>
<p>URN</p> <p>URN:NBN:fi:mamkopinn200930884</p>	
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>	
<p>Ohjaavan opettajan nimi</p> <p>Timo Leinonen</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p> <p>Metsäliitto</p>

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Date of the bachelor's thesis</p> <p>May 18,2009</p>	
<p>Author</p> <p>Hannu Kekkonen</p>	<p>Degree programme and option</p> <p>Degree Programme in Forestry</p>	
<p>Name of the bachelor's thesis</p> <p>Summer time harvesting readiness of winter thinning operations.</p>		
<p>Abstract</p> <p>Wood logging is seasonal, because harvesting operations focus on winter time. Winters have become shorter and peat land harvesting should be increased. Wood harvesting should be done almost around the year and very intensively. This study searched for ways to increase summer time harvesting.</p> <p>This Study deals with harvesting on unfrozen soil and problems with that. There are many ways to increase harvesting on unfrozen soil that can be included in the harvesting plan. Better equipped forest machines are a means of higher volume harvesting in summer time.</p> <p>The research material consisted of the winter stands to be cut in the Mikkeli area of Metsäliitto. The purpose of the study was to find out how much forest could be cut in summer and what were the reasons for postponing harvesting until winter.</p> <p>The results showed that some winter harvesting could be moved to be done on unfrozen soil. Winter harvesting is often done on mineral soils, which have a good carrying capacity. Spruce stands are also typically harvested in winter.</p>		
<p>Subject headings, (keywords)</p> <p>Wood logging, forest machinery, timber procurement, peat lands.</p>		
<p>Pages</p> <p>20 p. + app. 1 p.</p>	<p>Language</p> <p>Finnish</p>	<p>URN</p> <p>URN:NBN:fi:mamk-opinn200930884</p>
<p>Remarks, notes on appendices</p>		
<p>Tutor</p> <p>Timo Leinonen</p>	<p>Bachelor's thesis assigned by</p> <p>Metsäliitto</p>	

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1 JOHDANTO.....	1
2 KORJUUKELPOISUUS.....	1
2.1 Tiestö.....	1
2.2 Maasto	2
2.2.1 Kivennäismaa	2
2.2.2 Turvemaa.....	3
2.3 Puusto	4
2.4 Korjuun ajoitus.....	5
2.5 Korjuukelpoisuuden määrittäminen	6
3 METSÄKONEET JA VARUSTELU	7
3.1 Painot ja pintapaineet	7
3.2 Varustelu	8
3.3 Ajoalustan vahvistaminen	10
3.2 Kuljettajat	11
4 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT.....	11
5 TULOKSET	13
5.1 Maalajit.....	13
5.2 Tekninen korjuukelpoisuus	14
5.3 Puulajit	14
5.4 Verrokki kohde.....	15
5.5 Kaukokuljetus.....	16
6 POHDINTA	16
LÄHTEET	19
LIITEET	21

1 JOHDANTO

Puunhankintaorganisaatioilla on tarvetta tietää, millaisia ovat talvileimikot, jotka ovat teknisesti kesäkorjuukelpoisia. Kesäkorjuuseen soveltuvia leimikoita pitäisi saada mahdollisimman paljon, koska kuluneet talvet ovat olleet huonoja ja lyhyitä.

Työn tavoitteena on selvittää Metsäliiton talvileimikoiden korjuukelpoisuuden muuttamista sulan maan aikana korjattavaksi joko osalla tai koko leimikolla. On tarkoitus saada selville pystytäänkö talvileimikoita teknisesti siirtämään kesään ja millaisilla edellytyksillä. Metsätyön kausiluonteisuus on myös ongelma, johon tämä työ antaa näkemyksiä.

Tavoitteena on myös selvittää, mitkä syyt johtavat talvikelpoisuuteen ja pystytäänkö niihin vaikuttamaan hyvällä ennakkosuunnittelulla tai voisiko edes osan talvikorjuuseen tulevasta leimikosta siirtää kesäkorjuuseen. Työhön ei sisälly kustannuksien laskemista, joita voisi syntyä leimikoiden siirtämisestä talvikorjuusta kesäkorjuuseen

Hakkuiden keskittyminen muutaman kuukauden mittaiseen talviesonkiin aiheuttaa korjuun resurssiongelman lisäksi myös lisäkustannuksia puutavaran varastointiin. Suurissa varastoissa on kiinni pääomaa ja sulan puun varastointi aiheuttaa myös laatu-tappioita. (Heikkilä 2007,23.)

Moderni puunkorjuukalusto vaatii suuria investointeja, joiden takaisinmaksu edellyttää korkeita vuotuisia työmääriä. Uutta konekalustoa ei kannata hankkia pelkästään talven puunkorjuuseen eikä lisääntyvä kausiluonteisuus ole omiaan parantamaan metsäkoneenkuljettajatyön kiinnostavuutta. Tästä näkökulmasta tarkasteltuna turvemaiden puunkorjuun ongelma ei ole pelkästään korjuuolosuhteista johtuva huono taloudellinen kannattavuus. (Heikkilä 2007,23.)

2 KORJUUKELPOISUUS

2.1 Tiestö

Metsätiet jaetaan käyttötarkoituksensa mukaan ja runkorakenteensa perusteella kolmeen luokkaan: runkoteihin, alueteihin ja varsiteihin. Runkotiet rakennetaan isojen

metsäalueiden toimintoja varten keräämään liikennettä alue- ja varsiteiltä. Runkotien pitäisi kestää myös kevätkelirikon aikaisia kuljetuksia. (Uusitalo 2003, 194.) Aluetie on suurehkon alueen päätie, joka kerää liikennettä varsiteiltä. Se liittyy usein runkotiehen tai yleiseen tiehen. Yleensä aluetie rakennetaan kestävästi syyskelirikon aikaisia raskaita kuljetuksia. Tarvittaessa aluetie voidaan rakentaa kestävästi myös kevätkelirikon aikaista liikennettä.

Suurin osa metsäteistä on varsiteitä, jotka palvelevat metsätalouden kuljetuksia kaikkina muina aikoina paitsi kelirikon aikana. Lisäksi voidaan käyttää niin sanottuja talviteitä, joiden rakentamiskustannukset ovat pienet. (Metsätieohjeisto 2001, 13.) Talvutie on varsitie-luokkaan kuuluva tie, jolta puuttuu päällysrakenne ja joka on kulkukelpoinen vain jäätyneenä. Talvitiet ovat käyttökelpoisia lyhentämään metsäkuljetusmatkoja suuremmilla leimikoilla. Talviteillä voidaan myös tehdä turvemaiden ylityksiä, paikoissa, joihin metsätien rakentaminen ei ole kannattavaa.

2.2 Maasto

2.2.1 Kivennäismaa

Kivennäismaaleimikoiden korjuussa maaperävaurioiden minimointi on puunkorjuun julkisuuskuvan ja metsien terveydentilan kannalta muodostumassa yhä tärkeämmäksi. Monissa korjuukaluston vientimaissa tasajakeisten kivennäismaiden puunkorjuu saattaa olla yhtä suuri kantavuusongelma kuin turvemaat meillä. Heikon kantavuuden ongelma tulee eteen myös teillä kelirikkoaikoina. (Rummukainen ym. 2009, 9.)

Maaston pintarakenteella on suuri vaikutus työn tuottavuuteen ja korjuukelpoisuuteen. Kaltevuus ja kivisyys voivat huonontaa tai parantaa korjuukelpoisuutta. Maaston ominaisuuksia varten voidaan kehittää maastoluokituksia, jotka ovat luonteeltaan joko kuvailevia tai mittauksiin perustuvia. Suomessa on ollut käytössä kuvailevia järjestelmiä, joiden tarkoituksena on ollut ainoastaan metsätyön urakkapalkan tason määrittäminen. (Uusitalo 2003, 22.)

Puunkorjuussa käytetään korjuukelpoisuuden määrittelyssä ajallista kuvausta, joka perustuu osittain vuodenaikoihin. Kivennäismailla maaston kantavuus vaihtelee paljon, joten voisi olla hyödyksi, jos korjuukelpoisuuden määrittelyssä huomioitaisiin paremmin maapohjan kantavuus. Kantavuuden tarkemmalla määrittelyllä voitaisiin tar-

kemmin ohjata puunkorjuuta ja saada tarkempi tieto kohteen korjuuolosuhteista. Tässä työssä kiinnitetään huomiota maaston kantavuuteen, jotta saadaan tietoa onko talvikorjuussa sellaisia kohteita, jotka soveltuvat kesäkorjuuseen maaston kantavuuden vuoksi.

2.2.2 Turvemaa

Turvemaiden puunkorjuu perustuu pitkälti kangasmailla käytettäviin korjuumenetelmiin ja teknologiaan. Monet maastoliikkuvuutta parantavat metsäkoneiden erikoisvarusteet, esimerkiksi tela-alusta, soveltuvat huonosti kangasmaiden hakkuisiin. Puunhankintaorganisaatioiden leimikkorakenne ei ole kuitenkaan mahdollistanut ympärivuotista toimintaa turvemaiilla. Korjuukaluston kehitys on siis kulkenut kohti ns. keskiraskaiden yleiskäyttöön sopivien koneiden ketjua. Nykyisellä linjalla jatkettaessa ei ole näköpiirissä turvemaiden puunkorjuukustannusten laskua. Puunkorjuun kannattavuusongelmia lisää turvemaiilla etenkin se, että valtaosa hakkuista on ensiharvennuksia. Ensiharvennuksissa puiden pieni runkokoko nostaa hakkuun kustannuksia, lisäksi pieni kertymä ja pitkät metsäkuljetusmatkat ovat ongelmallisia puunkorjuulle. (Heikkilä 2007, 5.)

Puunkorjuun suunnittelu on ojitusalueilla työläämpää kuin kangasmailla. Ojitusalueiden hoitoon liittyy hakkuiden ohella kunnostusojitus ja sen suunnitteluun tarvitaan enemmän resursseja. (Heikkilä 2007, 6.) Ojitusalueilla voidaan tarvita ojien perkausta tai täydennysojitusta. Lisäksi ojitusalueet tulisi hoitaa kerralla kuntoon, joten tarvittavien toimenpiteiden suunnittelu tulisi ulottaa pidemmälle kuin yhden leimikon korjaamiseen.

Iso osa turvemaiden hakkuista tehdään alueilla, joilla ei ole kunnostusojitustarvetta. Turpeen hajotessa suot mataloituvat ja kaivukoneella kaivetut ojat pysyvät pitkään kunnossa. Ojat on voitu myös perata jo aiemmin tai kuivatustilanne on muuten riittävän hyvä. Näillä kohteilla puunkorjuu suunnitellaan ja toteutetaan kangasmaita vastaavalla tavalla. (Heikkilä 2007, 10.)

Turvemaiden metsien korjuukautta on pidennettävä, jos suositusten mukaiset harvennukset halutaan toteuttaa ja ojitettujen suometsien kertymäpotentiaali halutaan hyödyntää taloudellisesti kannattavalla tavalla. Turvemaiden metsät luokitellaan nykykäytännössä kaikki talvella korjattaviksi, vaikka kantavuudessa on kohteiden välillä varmasti eroja. On tärkeää selvittää, millä perusteilla kantavuuseroja voidaan mitata ja

arvioida. Käytännön puunkorjuutoiminnassa mahdollisuudet arvioida kantavuutta maastossa ovat rajalliset, joten olemassa olevaa puusto-, kartta- ja kaukokartoitusaineistoa on hyödynnettävä. (Heikkilä 2007, 23.)

Käytännössä leimikoiden kantavuusluokan arviointi moniportaisella asteikolla on kuitenkin vaikeaa. Lumen ja roudan paksuuden lisäksi ei ole löydetty hyviä kantavuutta kuvaavia ja helposti määriteltäviä tunnuksia. Erilaisilla mittareilla mm. penetrometrillä tai levykuormitus-laitteella voidaan tehdä mittauksia, jotka kuvaavat epäsuorasti maaperän kulkukelpoisuutta. Riittävän kattavia havaintoverkkoja ei voida kuitenkaan mitata käytännön mittakaavan puunkorjuussa. (Heikkilä 2007,24.)

Turvemaiden puunkorjuun kustannukset ovat korkeammat kuin kangasmailla johtuen pienemmästä poistuman keskijäreystä, vähäisemmästä hakkuukertymästä ja pidemmästä metsäkuljetusmatkasta. Turvemailla puunkorjuu onnistuu laajassa mitassa vain jäätyneen maan aikaan. Kunkin vuoden sääolot vaikuttavat näin ollen korjuumääriin. (Heikkilä 2007,10-11.)

2.3 Puusto

Puuston määrä vaikuttaa turvemaalla kantavuuteen enemmän kuin kangasmaalla, koska juuristo muodostaa kantavan verkon huomattavasti kantavan turpeen pinnalle ja kantavuus perustuu myös hakkuussa syntyvään hakkuutähteeseen. Puuston määrä saattaa kuvata kantavuutta myös epäsuorasti, koska ohutturpeisemmillä soilla on usein enemmän puustoa kuin paksutturpeisillä soilla. Puuston määrän käyttö kantavuuden arvioinnissa ei ole kuitenkaan ongelmattonta, sillä kohteen ollessa harvennuskelpoinen puuston määrä on aina kohtuullisen suuri (ppa yli 18 m³/ha). Voidaan kuitenkin päätellä, että jouduttaessa satunnaisesti ylittämään leimikon vähäpuustoisia alueita, on näiden kohtien kulkukelpoisuus todennäköisesti huono. (Heikkilä 2007, 25.)

Runsas puuston myötä kohteessa on myös vahva ja kantava juuristo. Runsa puusto on voinut kasvaa vain, jos kohde on suhteellisen kuiva, mikä yleensä tarkoittaa hyvää kantavuutta. Puusto haihduttaa paljon vettä, jolloin kohde pysyy kuivempana ja reilun puuston myötä hakkuukertymä on yleensä suuri, jolloin kertyy enemmän maanpintaa vahvistavia hakkuutähteitä. Eräs asia, joka voi hiukan vaikeuttaa puuston määrän

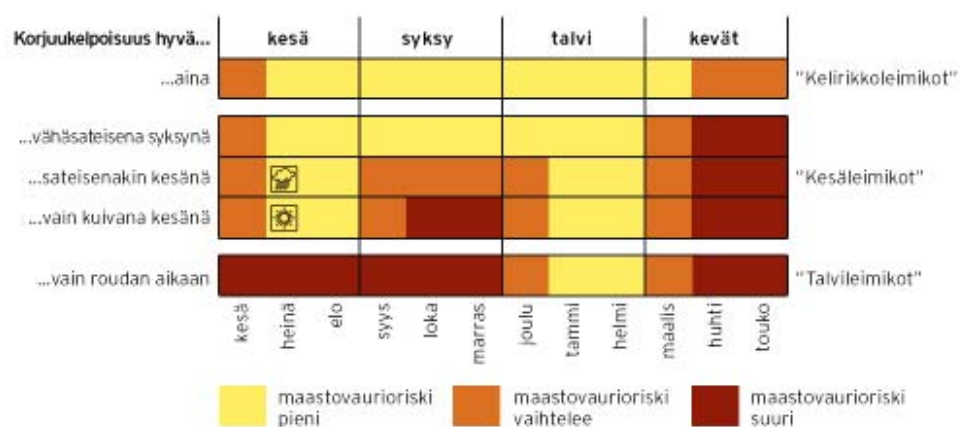
käyttöä luokittelun perustana on se, että puuston määrällä ja ajourien kuormituksella on yhteys. Runsas puusto merkitsee suurta hakkuupoistumaa, mikä lisää ajokertoja. (Airavaara ym. 2008, 25–26).

Metsäkeskus laittaa kaikki kuusikot talvikorjuuseen metsäsuunnittelussa (Kontinen 2009). Kuusikot on perinteisesti korjattu talvella suuren vaurioriskin vuoksi. Kuusen juuret ovat pinnassa ja alttiina vauriolle toisin kuin männyn ja koivun juuret.

2.4 Korjuun ajoitus

Puunkorjuussa perinteisen tavan mukaan leimikot on jaettu kolmeen eri luokkaan niiden korjuukelpoisuuden mukaan. Kelirikkoleimikoissa puutavaraa voidaan korjata ja kaukokuljettaa aina, myös kevään ja syksyn kelirikon aikana. Kesäleimikoilla puutavaraa voidaan korjata ja kaukokuljettaa muulloin kuin kelirikon aikaan. Talvileimikoilla korjuu ja/tai kaukokuljetus onnistuu vain jäätyneen maan aikaan.

Luokitteluun voidaan lisätä luokka "Kuivan kesän leimikot", joilta puutavaraa voidaan korjata ja kaukokuljettaa kesällä ja syksyllä kuivaan aikaan. Metsätehon julkaisemassa "Korjuujälki harvennushakkuussa" -oppaassa (2003) on esitetty jopa viisiportainen luokittelu, jossa sulan maan aikana korjuukelpoiset leimikot on jaettu kolmeen luokkaan. (Heikkilä 2007, 23.)



KUVIO 1. Maapohjan kantavuuteen perustuva 5-portainen korjuukelpoisuusluokitus (Korjuujälki harvennushakkuussa 2003).

Talvileimikoita on liikaa suhteessa kesäleimikoihin. Korjuukaluston määrän mitoittaminen on entistä vaikeampaa ja puun varastointi lisääntyy (Heikkilä 2007,6). Sulan maan aikainen korjuu sopii harvennuskäsitteisiin, mutta ei korkean runko- ja juuristovaurioriskin takia kuusikoiden harvennuksiin (Heikkilä 2007,23).

Iittaisen (2009, 12) mukaan onnistuneen kuusikon kesäharvennuksen edellytyksenä on kuiva korjuukeli. Kuiva korjuukeli tarkoittaa, että kantavalla maalla on olosuhteet, jotka kestävät koneiden painon, etenkin kuormatraktorin painon puukuorma päällä. Terveen kuusikon kesäharvennukset lisäsivät voimakkaasti lahoisuutta kiertoajan lopulla. Kantokäsittelyillä lahoisuus pysyi alhaisena eli lähes talviharvennusvaihtoehdon tasolla. Lahoisuus väheni sitä enemmän mitä suurempi oli männyn osuus kesäharvennuskäsittelyssä. (Möykkönen & Pukkala 2007, 1.)

Kuusivaltaisten metsien kesäharvennuksista on olemassa erilaisia mielipiteitä, joista jotkin suosivat kuusikoiden kesäharvennuksia ja toiset taas kieltävät niiden tekemisen sulan maan aikana. Kahden edellisen vuoden talvet (2007 ja 2008) ovat olleet huonoja Mikkelin seudulla, koska routaa ei ole tullut ja talvet ovat olleet lyhyitä ja sateisia, mikä vaikeuttaa puunkorjuuta entisestään.

2.5 Korjuukelpoisuuden määrittäminen

Kohteen korjuukelpoisuusluokkaa arvioitaessa on myös otettava huomioon käytettävissä oleva korjuukalusto, kohteelta korjattava puumäärä ja teiden käyttötarve. Nykyisin lähes kaikilla puunhankintaorganisaatioilla on olemassa kartta-aineistot osana tietojärjestelmää. Siksi nykyisistä karttatiedoista johdettu tai kaukokartoituskeinoin hankittu paikkatieto kantavuudesta olisi nopeasti hyödynnettävissä. (Yli-Halla ym. 2003.)

Sademäärää pidetään käytännössä tärkeimpänä korjuukelpoisuuteen vaikuttavana tunnuksena sulan maan aikaan. Vähäsateisena aikana maaston kantavuus on hyvä ja sateisena aikana päinvastoin huono. Ojien kunnolla on epäilemättä vaikutusta pohjavesipinnan korkeuteen, mutta vaaditaan pitkä vähäsateinen jakso, että paksuturpeisella suolla voidaan korjata puuta sulan maan aikaan. Sademäärä kuvaa joka tapauksessa korjuukelpoisuutta jossain määrin, koska se vaikuttaa kosteiden kangasmaiden tai ohutturpeisten turvemaiden pohjamaan kantavuuteen. (Heikkilä 2007, 25.)

Sademäärä vaikuttaa metsäteiden ja muiden sorateiden kuntoon ja tätä kautta kaukokuljetuskelpoisuuteen. Vuotuiset sään vaihtelut edellyttävät puunkorjuuorganisaatioilta joustokykyä. Usein ajatellaan tämän tarkoittavan korjuun keskeyttämistä huonoissa olosuhteissa, mutta tärkeätä olisi myös kyetä hyödyntämään turvemaiden puunkorjuulle suotuisat sääjaksot. Sademääriä ei voida ennustaa puunkorjuun suunnittelua ajatellen riittävän pitkälle etukäteen. Siksi korjuukelpoisuusluokittelussa on otettava huomioon sään vaihtelu ja vähennettävä "varman päälle pelaamista", minkä vuoksi lähes kaikki turvemaiden harvennusleimikot luokitellaan nykykäytännössä talvikoh-teiksi. (Heikkilä 2007, 25.)

Koneellisessa hakkuussa lumikerros vähentää maaperän pintavaurioita (Uusitalo 2003,19). Metsätraktorilla tapahtuvaan puunkuljetukseen lumi ja routa antavat hyvän suojan. Metsäkuljetuksen kantavuuden onnistumisen edellytyksenä on vähintään 20 cm:n paksuinen routa lumettomassa maassa tai yli 40 cm:n lumipeite, jos routaa ei ole. (Eeronheimo 1991, 9).

3 METSÄKONEET JA VARUSTELU

3.1 Painot ja pintapaineet

Kuormatraktorien koot ovat viime vuosina kasvaneet. Pienimmät uusista yleisistä kuorma-traktoreista, esim. Valmet 830.1, Timberjack 810 D ja Ponsse Gazelle, ovat työvarusteltuna massaltaan luokkaa 12–14 tonnia ja voivat ottaa kuormaa noin 10 tonnia (Heikkilä 2007, 23). Tämän kokoluokan koneiden myynnin osuus Suomessa on noin 10–15 prosenttia kaikista kuormatraktoreista, kun taas keskikokoisten, massaltaan 14–18 tonnin kuormatraktoreiden osuus myynnistä on kaksi kolmasosaa (Metsätrans 2008).

Viimeisten 15 vuoden aikana kuormatraktoreiden omapainot ovat nousseet 20–40% kuormankantokyvyn pysyessä ennallaan. Pääsyitä omapainojen kasvuun ovat koneiden luottavuuden parantaminen ja ylikuormitukseen varautuminen. (Hynynen ym. 2005, 151.) Harvennusmetsän kannalta olisi parempi, että metsäkuljetus hoidettaisiin pienemmillä koneilla kuin nykyisin yleisesti käytössä olevilla keskikokoisilla kuormatraktoreilla. Kuormakoolla ja tuottavuudella on kiinteä yhteys. Pieni kone ja pitkä kul-

jetusmatka ovat kallis yhdistelmä. (Hynynen ym. 2005, 151.) Pienemmille koneille pitäisi pystyä katsomaan sellaisia työmaita, ettei ajomatka kasva liian suureksi, jolloin tuottavuus jää huonommaksi kuin keskiraskaalla koneella.

Tietoa puunkorjuukaluston akselipainoista tarvitaan, kun lasketaan korjuukoneiden pintapaineita. Puunkorjuukoneiden pintapaineita tarvitaan puolestaan, kun arvioidaan koneyksiköiden maastokelpoisuuskykyä erityisesti heikosti kantavilla mailla. (Kärhä, 2008, 2.)

Pintapaineeseen vaikuttavat: koneen omapaino, kuorman paino ja varusteet yhdessä eli koneen kokonaispaino, painon jakautuminen koneen etu- ja takapäähän kesken, konetta maanpintaa vasten pitävän pyörien tai telojen pinta-ala sekä koneen oletettu painauma maahan. (Korhonen 2008, 9).

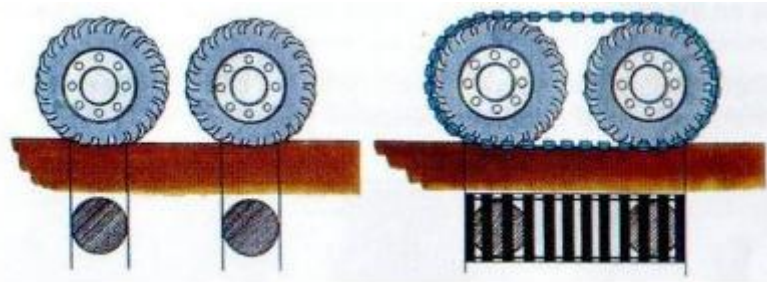
Metsätaloudessa käytetään perinteisesti pintapaineen laskemiseksi kaavaa, joka riippuu yksinomaan pyörän mitoista. Lisäksi oletetaan, että pyörä painuu 15 % sen halkaisijasta. Todellinen pintapaine on kuitenkin 2–2,5-kertainen näin laskettuun pintapaineeseen verrattuna. Kaavan suurin virhe on, että se edellyttää epärealistisen suurta painumaa. Oletetulla painumalla lähes koko renkaan sivu on painunut maahan, jolloin ollaan kiinnijuuttumisen rajalla. (Rieppo & Kariniemi 2001, 15.)

Eräässä ruotsalaisessa lähteessä on esitetty korkeimmaksi sallituksi metsäkoneen pintapaineeksi 30–50 kPa. Nykyisten metsäkoneiden laskennalliset pintapaineet ovat 50–100 kPa. Pintapaine riippuu myös ajoneuvon työskentelyn aikaisesta paino- ja kaumasta (Rieppo & Kariniemi 2001, 15.)

3.2 Varustelu

Metsäkoneen pehmeän maan ominaisuuksien parantamiseen on useita keinoja. Aina-kin seuraavia ratkaisuja tunnetaan: Leveämmät ja maastoystävällisemmät telat (kuva 1), telojen kantopinnan lisäämien apupyörän avulla, yksittäisten pyörien leveyden kasvattaminen pari- tai levikepyörien tai telan avulla, leveämmät ja maastoystävällisemmät renkaat ja renkaiden ilmanpaineiden alentaminen. Varustamisen ja konevalinnan välimaissa on pyörien halkaisijan ja lukumäärän kasvattaminen. (Airavaara ym. 2008, 3.)

Leveät, oikein muotoillut telat parantavat merkittävästi metsätraktorin suokelpoisuutta (kuva1). Varsin lupaava ratkaisu on telojen leventäminen tai telaston pituuden kasvattaminen apupyörärakenteen avulla. Koetta varten kehitetyllä apupyöräratkaisulla pystyttiin kuljettamaan puutavaraa pehmeillä koealueilla ilman ylisuuria raiteita ja kiinnityttumisiä. (Airavaara ym. 2008, 3.)



KUVA 1. Pintapaine (Olofsfors 2007).

Keveimmän luokan kahdeksanpyöräisellä, teloilla varustetulla kuormatraktorilla voidaan usein työskennellä turvemailla myös parhaan sydäntalven korjuusesongin ulkopuolella. Täysin sulan maan aikaiseen korjuuseen nämäkin koneet sopivat vain poikkeuksellisen kuivissa oloissa. Nopeita teknisiä ratkaisuja sulan maan aikaisen metsäkuljetuksen lisäämiseksi ei ole näköpiirissä. Erikoisleveiden renkaiden tai telojen käytön mahdollisuuksia ei ehkä kuitenkaan ole osattu hyödyntää tarpeeksi. (Heikkilä 2007, 23.)

ECO-Magnum tela on erittäin pehmeiden ja helposti vaurioituvien maastojen sekä harvennusleimikoiden telamalli (kuva 2). Leveät, erikoismuotoillut telakengät suojaavat havumattoa pitkään sen päällä ajettaessa. Magnum-tela säästää maapohjaa ja juuristoa hyvän kantavuutensa ansiosta. (Metsätyö Oy 1999.)



KUVA 2. ECO-Magnum tela (Metsätyö Oy 2008).

3.3 Ajoalustan vahvistaminen

Kriittisissä maastonkohdissa ratkaisuina voivat olla leimikon rajaus, varastopaikkojen ja ajourien sijoittelu, kuorman koon ja urakohtaisten ajokertojen säätely sekä erilaiset ajoalustan vahvistamisratkaisut. Joukkoon kuuluvat myös korjuun ajoitukseen liittyvät keinot, kuten kuivien kausien hyödyntäminen ja toteutuksen ajallinen porrastus. (Airavaara ym. 2008, 3.) Kaksivaiheisessa korjuussa hakkuita tehdään myös sulan maan aikaan, kourakasat merkitään ja metsäkuljetus hoidetaan talvella. Kustannuksista olisi kuitenkin saatava ajantasaista tietoa puun laadun muutosten ja puutavaran hävikin osalta. (Heikkilä 2007, 11.) Kourakasojen merkkäminen gps-laitteen avulla voisi olla mahdollista.

Useimmiten kantavuusongelmia esiintyy usein vain pienellä osalla ajouria esimerkiksi vetisyyden tai ajouran kovan kuormituksen takia. Myös kokoojaurat ja varastopaikalle tulevat urat ovat kantavuuden kannalta ongelmallisia. Joskus kriittinen alue voi olla hyvinkin lyhyt (notko, ojan tai puron ylityspaikka, varastolle johtava ura tms.). Jos kantavuus on erityisen heikko tai uran kuormitus hyvin suuri etukäteen paikallistettavissa olevissa ajouraverkon kohdissa, voidaan ajoalustaa erityisesti vahvistaa. Käytännön ajoalustan vahvistustoimenpiteitä ovat havutus, kuitupuutelan rakentaminen, siirrettävien pitkospuiden käyttö, kevytsillan rakentaminen ja siirrettävän sillan käyttö. (Airavaara ym. 2008, 20.)

Jääskeläisen (2008, 28) mukaan ”Puunkorjuun käytännön toteutusta ajatellen ajosiltoista saadaan apua työmaiden kriittisiin kohteisiin. Tärkeintä on huomata, ettei vanhoja, jo hyväksi todettuja toimintamalleja kannata unohtaa, vaan kehittää niitä uusien innovaatioiden eli tässä tapauksessa puisten ajosiltojen avulla”.

3.4 Kuljettajat

Seilonen (2008, 21) kirjoittaa Turvemaiden puunkorjuutaito on katoamassa. Syynä tähän on ollut mm. jatkuva korjuukaluston järeytyminen, minkä vuoksi heikosti kantavien maiden korjuu on jätetty suosiolla talveksi. Kuitenkin talvet ovat lyhentyneet.

Pehmeiden kohteiden korjuutyöt on suunniteltava huolellisesti. Esimerkiksi ajourasuunnittelu on tehtävä siten, että puut ajetaan mahdollisimman lyhyttä reittiä ja mahdollisimman vähillä ajokertoilla. Rahkasammaleen määrä kertoo myös vetisestä kohdasta maastossa. (Kahila 2008, 11.) Hakkuukoneen kuljettajan rooli on tärkeä ajouraverkoston suunnittelussa, koska hänen tekemät ratkaisut vaikuttavat metsäkuljetuksen onnistumiseen. Pienet pehmeiköt kannattaa kiertää, koska näin vältetään urapainaumia ja jopa koneen uppoaminen. Heikosti kantavalla maalla hyvä suunnittelu edellyttää aina kuljettajan jalkautumista (Kariniemi, 2008, 6).

Ajokertojen lukumäärä on tunnetusti raiteenmuodostusta ajatellen aivan ratkaiseva tekijä. Yleensä maaperä kestää yhden tai kaksi ajokertaa, ja vaikeudet ilmenevät niiden jälkeen. Näin ollen ajaminen kannattaa hajauttaa mahdollisimman tasaisesti ajouraverkolle. Ongelmana ovat erityisesti varastolle johtavat urat. Ajokertojen vähentämismahdollisuuteen vaikuttaa kuitenkin ratkaisevasti se, kuinka ajouraverkko on suunniteltu. (Airavaara ym. 2008, 20.)

4 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

Tämän työn aineistona ovat olleet Metsäliiton Mikkelin piirin alueelta syksyllä 2008 hakkaamatta olleet talviharvennusleimikot. Leimikot sijaitsivat Mikkelin, Hirvensalmen ja Ristiinan kuntien alueilla. Tarkasteltavat leimikot rajattiin maantieteellisesti pienelle alueelle, jotta matkakustannukset ja ajanmenekki olisivat kohtuulliset.

Tutkimus suoritettiin otantatutkimuksena, koska se oli tehokkain ja taloudellisin tähän tarkoitukseen. Tutkimuksen perusjoukkona oli 71 talviharvennusleimikkoa, joista joka neljäs valittiin mukaan tutkimukseen. Näin saatiin 17 kohdetta, mikä on riittävän kattava otos talvileimikoista. Yksi kohde oli hakattu, joten se jätettiin pois. Lopulliseen tutkimukseen jäi 16 kohdetta.

Lisäksi valittiin yksi jo tehty kohde mukaan, sen tarkoituksena oli toimia verrokkikohdeena tutkimuksessa. Vertailevalla kohteella hakkuu oli suoritettu syksyllä 2008 kaivinkonealustaisella hakkuukoneella ja metsäkuljetus suoritettu John Deere 810 kuormatraktorilla. Verrokkityömaa oli turvemaata kokonaan, ojat olivat huonossa kunnossa ja veden pinta korkealla. Kohteen pääpuulaji oli mänty ja poistuma oli 77 kuutiometriä hehtaarilta. Ojien ylityksessä käytettiin ajosiltoja. Kohteelle tehtiin myös talvitie, jotta metsäkuljetusmatka lyhentyisi. Ajoura kivennäismaalle ei myöskään olisi kantanut koko puumäärän ajamista sulan maan aikana, joten talvitien tekeminen oli tarpeen.

Metsäsuunnitelman kuvion saavutettavuus tietoa ei ollut saatavilla. Metsäsuunnitelmassa oleva saavutettavuus tieto olisi ollut mielenkiintoinen verrata maastossa kerättyyn tietoon. Leimikoiden hakkuun toteutus valitaan usein metsäsuunnitelman tietojen pohjalta.

Kohteiden kivennäis- ja turvemaaluokittelussa on käytetty kohteella enemmistönä olevaa maalajia. Maalajit on arvioitu kartalta eroon toisistaan, jotta saadaan tieto kivennäis- ja turvemaan osuuksista. Korjuukelpoisuus on luokiteltu luokkaan, johon pääosa leimikosta kuului. Kartalta on arvioitu korjuukelpoisuudet erikseen, jotta tieto saatiin hehtaareittain. Korpikuusikot oli sovittu jätettäväksi talvikorjuuseen, koska niissä korjuuvaurioiden riski on suuri.

Tutkimuksessa oli tarkasteltavana yhteensä 51,5 hehtaaria, joista arviokertymä oli 2559 m³. Hakkuutapana oli viidellä kohteella muu harvennus ja yhdellätoista kohteella ensiharvennus.

5 TULOKSET

5.1 Maalajit

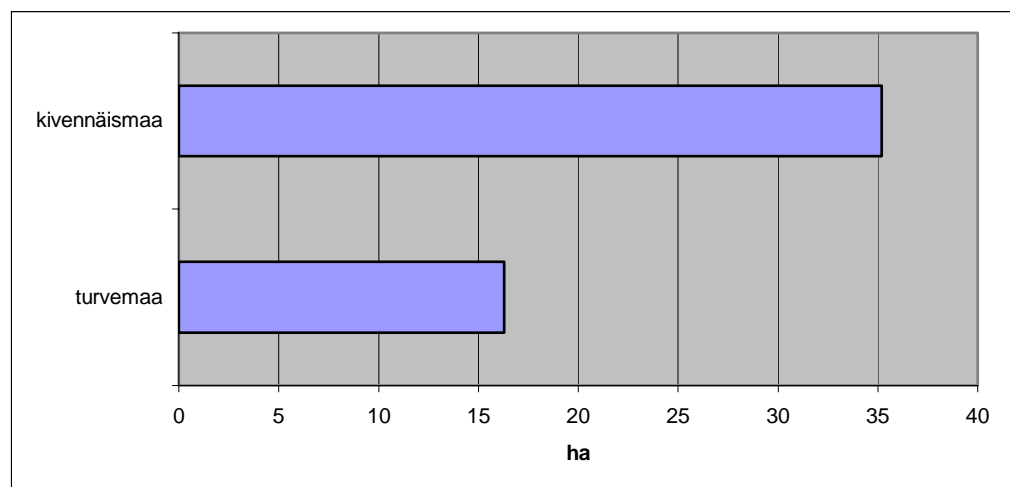
Tulokset kerrotaan hehtaareina, koska näin voidaan kertoa tarkemmin miten maalajit jakautuvat. Leimikoiden koko vaihtelee paljon, joten hehtaareihin perustuva vertailu on parempi, koska silloin saa paremman kuvan kivennäis- ja turvemaiden suhteesta. Työmaiden koko vaihtelee paljon, joten hehtaarit vertailussa on parempi kuin työmaiden lukumäärään perustuva tulosten esittäminen.

Kivennäismaan osuus oli tutkituilla leimikoilla 68 prosenttia pinta-alasta, mikä vastaa 35 hehtaaria. Kivennäismaa oli 11 leimikolla maalajina. Turvemaan osuus on 32 prosenttia pinta-alasta, mikä vastaa 16 hehtaaria (taulukko 1). Turvemaata oli viidellä leimikolla. Kolmella kohteella oli kivennäis- ja turvemaata samalla lohkolla. Tuloksissa ne on kuitenkin jaettu kivennäis- ja turvemaihin hehtaarien mukaan. Jako on suoritettu kartalta eikä maastossa, se ei siis perustu tarkkaan mittaustietoon.

TAULUKKO 1. Kivennäis- ja turvemaan vertailu.

	kpl	%/kpl	ha	%/ha	m ³	%/m ³
turvemaa	5	31	16,3	32	727	28
kivennäismaa	11	69	35,2	68	1832	72

Seuraavasta kuviosta näkee, että talvella harvennetaan paljon myös kivennäismaiden leimikoita. (kuvio 2)



KUVIO 2.

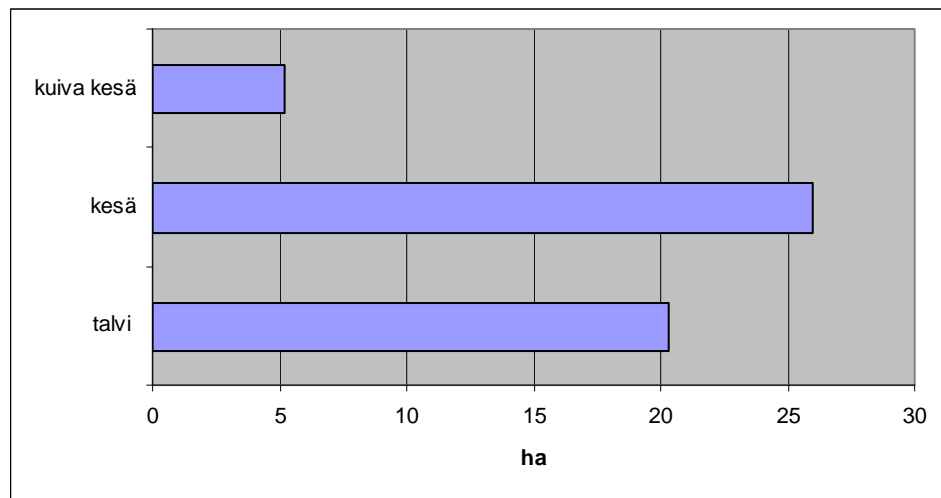
5.2 Tekninen korjuukelpoisuus

Tekninen korjuukelpoisuus tarkoittaa tässä työssä korjuukelpoisuutta, jolloin maaston kantavuus on riittävä tavalliselle tai varustellulle konekalustolle. Tutkimuksessa on käytetty yhtä lisäluokkaa korjuukelpoisuuden määrittelyssä eli kuiva kesä. Kuivan kesän leimikot sijoittuvat käytännössä kesän kuiville keleille, joten sillä saadaan lisää tarkkuutta korjuun ajoitukseen kesäleimikoiden osalta. (Taulukko2)

TAUKUKKO 2. Tekninen korjuukelpoisuus.

	talvi	kesä	kuiva kesä
tekninen korjuukelpoisuus ha	20,3	26	5,2
tekninen korjuukelpoisuus %/ha	30,9	50,5	10,1

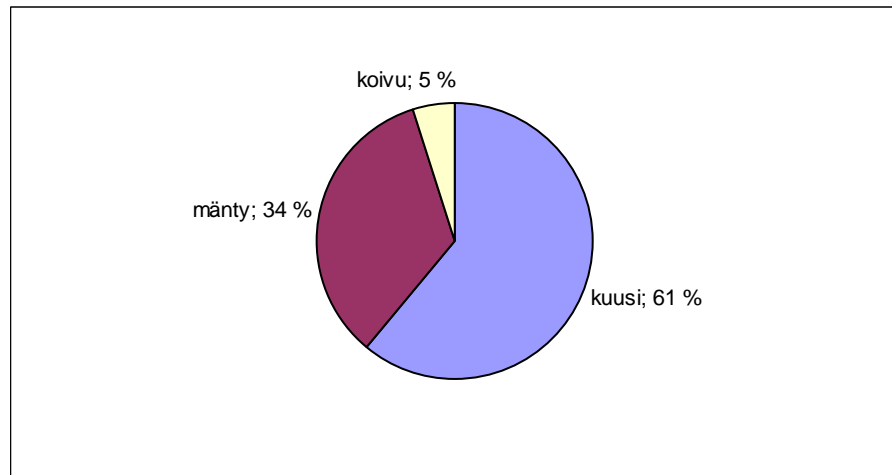
Voidaan todeta, että suurin osa talvella korjattavista leimikoista pystytään korjaamaan kesällä. Kuivana kesänä leimikoita voidaan korjata enemmän kuin huonona kesänä.



KUVIO 3. Tekninen korjuukelpoisuus hehtaareina.

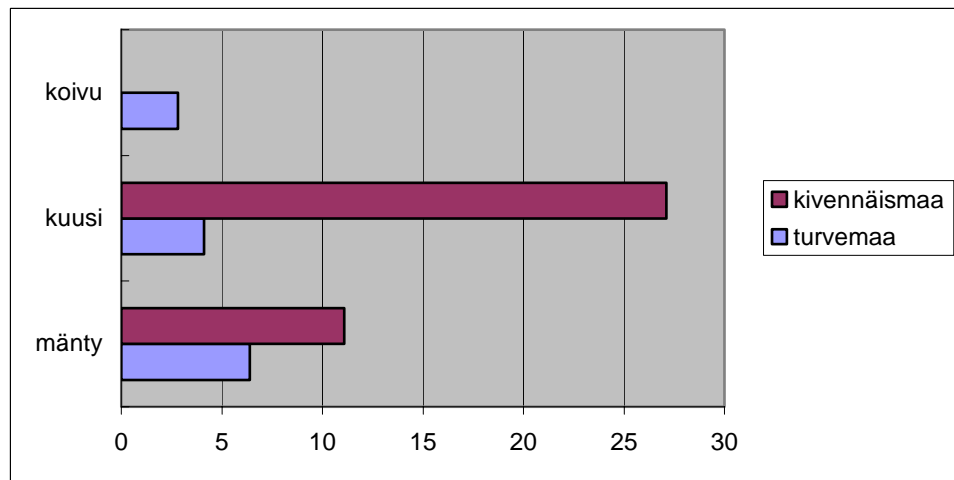
5.3 Puulajit

Kuusi on vallitseva puulaji talviharvennuksilla. Kuusi on pääpuulajina 61 prosentilla talviharvennusten 51,5 hehtaarista (kuvio 4). Puulajeista kuusi aiheuttaa usein leimikon siirtymisen talvikorjuuseen, vaikka kuusikoiden kesäkorjuu on teknisesti mahdollista.



KUVIO 4. Pääpuulajien osuudet.

Kuusen osuus on suuri kivennäismaalla, mikä johtuu todennäköisesti siitä, että kuusikot hakataan perinteisesti talvella toisin kuin koivikot ja männiköt. Kuvioista 5 näkee myös sen, ettei korpikuusikoita ollut paljon tutkimuksessa mukana. Kivennäismaan männiköitä oli reilu 11 hehtaaria.



KUVIO 5. Pääpuulajien jakaantuminen kivennäis- ja turvemaalle.

5.4 Verrokkikohde

Verrokkikohde oli korjuun kannalta vaikein kohde verrattuna tutkimuksessa olleisiin kohteisiin. Kohde oli siis selkeä talvikohde, koska maaperän kantavuus oli huono turvemaan ja korkean vedenpinnan vuoksi. Hakkuu oli onnistunut hyvin tela-alustaisella koneella, eikä raiteita ollut syntynyt. Metsäkuljetus onnistui hyvin kohdissa, joissa ei tarvinnut kokoojauraa. Kokoojauran kestävyys oli tällä kohteella ongelmallisina asia

korjuun kannalta. Tällä kohteella ei kuitenkaan kokoojauraa olisi voinut tehdä parempaan maaston kohtaan. Tästä voi päätellä sen, että leimikon suunnittelu ja ajourien suunnittelu on tärkeä asia.

Verrokkikohteen hakkuu toteutettiin tela-alustaisella koneella ja metsäkuljetus kevyemmän luokan varustetulla metsätraktorilla. Metsätraktori kuului Metlan laatimassa suokelpoisuus luokituksessa kantavaan luokkaan. Kun tätä työmaata vertaa tutkimuksessa olleisiin kohteisiin, niin voidaan todeta, että lähes kaikki tutkimuksen työmaat voidaan teknisesti korjata sulan maan aikana. Kaikilla turvemailla ympärivuotinen puunkorjuu ei kuitenkaan ole mahdollista nykyisellä kalustolla. Kaluston varustamisella parannetaan koneiden kulkemista pehmeällä alustalla, mutta ei kuitenkaan niin paljon, että päästäisiin kaikille talvikohteille kesällä.

5.5 Kaukokuljetus

Kaukokuljetuskelpoisuus muuttui vain yhdellä kohteella talvikelpoisuudesta kesäkelpoisuuteen. Talvitien tekomahdollisuutta ei ollut tutkituilla leimikoilla. Talvitien mahdolliset edellytykset eivät täytyneet tutkituilla kohteilla, koska ei ollut pitkiä metsäkuljetusmatkoja tai suuria leimikoita heikosti kantavan maan takana.

6 POHDINTA

Leimikoiden korjuukelpoisuuden määrittämiseen ei ole ohjeistusta, joten jokainen tekee sen oman osaamisen ja tapojen pohjalta. Korjuukelpoisuuden arviointi yleensä perustuu kaupantekohetkeen, joten kun korjuu on alkamassa, tilanne voi olla eri esim. vesisateiden takia.

Korjuun suorittajalle mahdollisimman tarkat ja selkeät tiedot kohteelta ovat tärkeitä, jotta puunkorjuu voitaisiin toteuttaa heikoimmilla kohteilla parhaimpana mahdollisena ajankohtana. Samalla leimikolla olevat pienialaiset turvemaan osuudet olisi hyvä tietää etukäteen korjuuohjeessa, jotta korjuun ajoituksessa voidaan hyödyntää parhaat korjuukelit kuivan kesän kohteilla. Pieniä leimikoita ei kuitenkaan tule tarpeettomasti jaotella moneen eri korjuukelpoisuuteen, koska sekin lisää kustannuksia korjuussa.

Käytännössä pitää huomioida koneiden siirrot järkeväksi, jolloin korjuun suorittajalla on mahdollisimman paljon leimikoita, joista voidaan tehdä hyvä leimikoiden hakkuujärjestys. Korjuun toteuttajan ammattitaito on avainasemassa korjuun onnistumisessa. Myös korjuuyrittäjän paikallistuntemus ja kaluston monipuolisuus on merkittävä tekijä, jotta saadaan enemmän kesäkorjuukohteita.

Helppointa on lisätä kivennäismaiden korjuuta kesällä, koska niitä on vielä paljon talvikorjuussa. Kesäkorjuun kannalta on monesti esteenä jokin yksittäinen maastonkohta, jonka parantamiseen kannattaa etsiä hyviä keinoja. Lisäksi on huomioitava leimikolle johtavan uran sijainti ja maaston kantavuus. Leimikolle johtavan uran vartta ei yleensä käsitellä, joten sille ei kerry hakkuutähdettä parantamaan maaperän kantavuutta.

Ensiharvennuksilla kannattaa harkita tienlaitaan varastoimista ja kaukokuljetus vasta olosuhteiden salliessa. Varsinkin niillä ensiharvennuksilla, jotka ovat kesäkorjuukelpoisia, mutta kaukokuljetus onnistuu vain talviaikana. Puutavaran laadun säilyminen on kuitenkin otettava huomioon varastoinnissa. Jatkettu metsäkuljetus on myös yksi vaihtoehto lisäämään kesäkorjuun vaihtoehtoja.

Metsänomistajien suhtautumista kesäkorjuuseen olisi syytä tutkia, koska he ovat ratkaisevassa asemassa lopullisessa korjuukelpoisuuden määrittelyssä. Metsänomistajille voi perustella kesäkorjuuta seuraavilla asioilla. Parempi puun hinta, puunkorjuu voidaan tehdä valoisana aikana, jolloin korjuun laatu on paras mahdollinen, tasaisempi työllisyys yrittäjille ja mahdollisesti kuiva kesä on parempi ajankohta kuin huono talvi (Korhonen 2009). Perinteet voivat myös hidastuttaa kesäkorjuun yleistymistä, koska perinteisesti harvennukset on tehty talviaikana. Metsänomistajien tietämystä kesäkorjuusta kannattaa edistää.

Kuusi on pääpuulajina suurimmalla osalla talviharvennuksia, joten kuusikoiden kesäharvennuksia olisi syytä lisätä. Kuusikoiden harvennuksilta tulee paljon kantavaa hakkuutähdettä ajouralle, joten kesäaikaisen korjuun onnistumisen edellytykset ovat hyvät varsinkin kivennäismailla.

Koneiden varustamisella ja ammattitaitoisilla kuljettajilla on mahdollista, että lähes kaikki kivennäismaiden talvileimikot pystyttäisiin korjaamaan kesällä. Se edellyttää myös hyvää leimikoiden suunnittelua ja mahdollisesti tarkempaa luokittelua kesä-

leimikoiden osalta, jotta haasteellisimpiin paikkoihin voitaisiin mennä parhailla korjuukeleillä.

Kesäleimikoiden korjuuolosuhteet vaihtelevat lähes kivikoista hienojakoisiin kangasmaihin, joten niiden kantavuus on erilainen. Kesäleimikoilla olisi varmasti useammalle korjuukelpoisuusluokalle käyttöä. Lisäksi erilaiset säävaihtelut ja sateiset kesät aiheuttavat korjuukelpoisuudessa merkittäviä muutoksia, jolloin tarkemmat luokittelut voisivat helpottaa sulan maan aikaista puunkorjuuta.

Mielestäni kantavien kivennäismaiden kuusikoiden kesäharvennuksissa ei ole mitään esteitä. Pitää kuitenkin huomioida, että ajourat suunnitellaan ja havutetaan hyvin. Mahdollisimman suuri poistuma ja ajourien avaaminen lisäävät havun määrää ajouralla, varsinkin ensiharvennuksilla. Myöhemmissä harvennuksissa ei ole enää ajouran avaamista, mutta kertyvät havut voi keskittää ajouran laitapuiden juurien suojaksi.

Kaukokuljetus on selkeämpi arvioida kuin korjuukelpoisuus ja kuljetuskelpoisuuden määrittämiseen ei tämän tutkimuksen perusteella ole tarvetta tarkemmalle tiedolle. Kuljetusten tehostamisen ja teiden monentasoisen kunnossapidon vuoksi on ehkä tarvetta tutkia kaukokuljetuskelpoisuutta tarkemmin.

LÄHTEET

- Airavaara, Hannu, Ala-Ilomäki, Jari, Högnäs, Tore & Sirén, Matti 2008. Nykykalustolla turvemaiden puunkorjuuseen. PDF-dokumentti.
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp080.htm>. Päivitty 25.6.2008.
 Luettu 12.1.2009
- Eeronheimo, Olli 1991. Suometsien puunkorjuu. *Folia Forestalia* 779.
- Heikkilä, Jani 2007. Turvemaiden puun kasvatusta ja korjuu – nykytila ja kehittämistarpeet. PDF-dokumentti.
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp043.htm>. Päivitetty 25.6.2008.
 Luettu 11.1.2009
- Hynynen, Jari, Valkonen, Sauli & Rantala, Satu (toim.) 2005 Tuottava metsäkasvatus. Hämeenlinna: Metsäkustannus
- Ittainen, Veikko 2009. Kuusikoita voi harventaa ympäri vuoden. *Metsään tammikuu* 2009, 12.
- Jääskeläinen, Pekka-Jussi 2008. Puunkorjuu ja ajosiltojen käyttö turvemaidella. Mikkelin ammattikorkeakoulu. *Metsätalous. Opinnäytetyö*.
- Kahila, Jouko 2008. Metsäkoneyrittäjille töitä turvemaidella ympäri vuoden. *Koneyrittäjä* 8/2008, 10–12.
- Kariniemi, Arto 2008. Heikosti kantavan maan puunkorjuu – sulan maan aikana. PDF-dokumentti.
http://www.metsateho.fi/uploads/Tiedote_28_Tuloskalvosarja_2008_11_Heikosti_kantavan_maan_puunkorjuu_aka.pdf. Päivitty: 11.11.2008. Luettu. 5.4.2008.
- Kontinen, Kati 2008. Henkilökohtainen tiedonanto 20.4.2009. Metsänparannusasiantuntija. Metsäkeskus.
- Korhonen, Timo 2008. Metsä määrää konekaluston eikä päinvastoin. *Just Forest* 2/2008, 8–9.
- Korhonen, Jukka 2009. Henkilökohtainen tiedonanto 12.2.2009. Ostoesimies. Metsäliitto.
- Korjuujälki harvennushakkuussa. Metsäteho 2003. PDF-Dokumentti.
<http://www.metsateho.fi/uploads/nyjymp1zu9.pdf>. Päivitty 2.2.2006. Luettu 6.4.2009.
- Kärhä, Kalle 2008. Suositukset puunkorjuukoneiden akselipainojen määrittämiseen. http://www.metsateho.fi/uploads/Tiedote_29_Suosituksset_puunkorjuukoneiden_akselipainojen_maarittamiseen_kk.pdf. Ei päivitys tietoja. Luettu 13.1.2009.
- Metsätieohjeisto. 2001. Metsäteho. PDF-dokumentti.
http://www.metsateho.fi/uploads/Tieohjeisto_osa_1_Tekstiosa.pdf. Päivitty: 9.5.2007.
 Luettu. 3.4.2009.

Metsätrens. 2008. Metsätrens tilastot. PDF-Dokumentti.

http://www.metsatrens.com/Lehdet/2008/tilastosivut1_08.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 20.4.2009.

Metsätyö Oy 1999. WWW-Dokumentti.

<http://www.olofsfors.se/default.aspx?id=4238&refid=2362&listAllArticles=3975>. Ei Päivitystietoja. Luettu 16.4.2009.

Möykkynen, Timo & Pukkala, Timo 2007. Juurikäävän leviäminen Etelä-Suomen kuusikoissa ja kuusi-mänty-sekametsissä mekanistisen mallin mukaan. PDF-Dokumentti. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff07/ff071005.pdf>. Päivitty 12.06.2008. Luettu 6.4.2009.

Olofsfors 2007. Tuoteluettelo. Track manual for bogie tracks.

Rieppo, Kaarlo & Kariniemi Arto 2001. Korjuukoneiden kehittämismahdollisuudet korjuujäljen kannalta. PDF-Dokumentti.

<http://www.metsateho.fi/uploads/wrj9ac717p0.pdf>. Päivitty 25.1.2006. Luettu 6.4.2009 .

Rummukainen, Arto, Heikkilä, Jani, Aarnio, Jukka, Ala-Ilomäki, Jari, Asikainen, Antti, Mäkinen, Pekka, Sikanen, Lauri, Tahvanainen, Timo & Väätäinen, Kari 2009 Puunhankinnan tutkimusaiheita pitkälle tulevaisuuteen PDF-dokumentti. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff04/ff043309.pdf>. Päivitty 12.06.2008. Luettu 14.1.2009.

Seilonen Miia 2008. Koulutusta heikosti kantavien maiden puunkorjuuseen. Koneyrittäjä 9/2008, 20–22.

Uusitalo Jori 2003. Metsäteknologian perusteet. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.

LIITTEET**LIITE 1. Maastolomake.****Maastolomake**

Sopimusnumero

Pinta-ala yht.

Metsätyyppi

Kehitysluokka

Pääpuulaji

-kivennäismaa

-turvema

Kantavuus

Puuston tilavuus m³/ha

Ojien kunto(veden pinta cm, Onko vettä painaumissa)

Onko ajouria mahdollista tehdä kivennäismaalle

Useita varastopaikkoja?

Korjuukelpoisuus (maasto)

Tavallinen kalusto

Varusteltu kalusto

Havutus, ajosillat, yms.

Kokoojaurien sijoittelu & määrä

Varastopaikalle tulo ja ura leimikolle

Leimikon rajaus

Vanhat ajourat/raiteet

rahkasammaleen määrä

Luontokohteet (vaatiko talvea?)

Varastopaikka ja tie sillä kohdalla. kesä/talvi

Kantavuus

Kuormaus metsästä

Kaukokuljetuskelpoisuus(maasto)

Kuinka pitkä matka kesäkelpoiselle tielle/huono tien osuus

Koko työmaalla sademäärän vaikutus korjuuseen/muut lohkot

Maaston muodot (vaikeuttaako korjuuta)

Ajomatka ja ennakkoraivaus

Korjuukelpoisuus metsäsuunnitelma

Mahdollinen talvitie?