

Olli Suorsa

AJOSILTAMATTOJEN KÄYTTÖ TURVEMAIDEN PUUNKORJUUSSA

Opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma


Maaliskuu 2011



KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä 9.3.2011
Tekijä Olli Suorsa	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous	
Nimeke Ajosiltamattojen käyttö turvemaiden puunkorjuussa		
Tiivistelmä <p>Suomessa on ojitettuja turvemaita noin 5,5 miljoonaa hehtaaria laajojen ojitustoimien seurauksena. Ojitustoiminnasta suurin osa tapahtui mera-kaudella 1960- ja 1970-luvuilla. Tämän ansiosta puumäärä turvemaidella on kasvanut huomattavasti viime vuosikymmenten aikana.</p> <p>Puunkorjuuta turvemaidella olisi mahdollista lisätä. Tämä edellyttää kuitenkin korjuun lisäämistä etenkin sulanmaan aikana. Huono kantavuus on kuitenkin rajoitteena kesäaikaiselle korjuulle suuressa osassa turvemaakohteita. Turvemaiden kesäaikaista korjuuta pystyttäisiin edistämään erilaisilla maaperän vahvistamisratkaisulla ja tässä opinnäytetyössä on tutkittu yhden ratkaisun toimivuutta. Opinnäytetyö kuuluu Mikkelin Ammattikorkeakoulun hankkeeseen ”Puunkorjuun toimintaympäristön kehittäminen muuttuvissa olosuhteissa”. Opinnäytetyössä tutkitaan puusta valmistettujen ajosiltamattojen toimivuutta heikosti kantavien maiden puunkorjuussa.</p> <p>Työni alussa kerron hieman turvemaiden ominaisuuksista sekä Suomen turvemaista. Opinnäytteessäni käsitellään myös korjuujälkeä sekä puunkorjuun haasteita ja ongelmia turvemaidella sekä ratkaisuja niihin. Työni loppuosassa on käsitelty itse opinnäytteen pääaihe eli ajosiltamatot. Ajosiltamatoista on kerrottu mm. niiden valmistuksesta, käyttömahdollisuuksista ja testauksesta.</p>		
Asiasanat (avainsanat) Turvemaat, ajosiltamatot, puunkorjuu		
Sivumäärä 27 s. + liit. 3 s.	Kieli Suomi	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2011A1521
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Timo Antero Leinonen		Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin Ammattikorkeakoulu

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis March 9, 2011
Author Olli Suorsa	Degree programme and option Degree Programme in Forestry	
Name of the bachelor's thesis Using Bridge Carpets in Peatland Timber Harvesting		
Abstract <p>There are 5.5 million hectares of ditched peatlands in Finland because of wide ditching. Most ditching activity happened in the “mera-season”, in the 1960`s and 70`s. Because of this, the volume of timber in peatlands has grown outstandingly through the last decades.</p> <p>Timber harvesting in peatland areas could be enhanced. This requires growth in harvesting, especially when the ground is unfrozen. However, the weak bearing capacity is a limitation for summertime harvesting in large areas of ditched peatland targets. Summertime harvesting of ditched lands could be enhanced with different kinds of solutions with ground strength. One of these solutions was examined in this thesis. This thesis is a part of project “Development of timber harvesting in changing circumstances” by Mikkeli University of Applied Sciences. The thesis examines the functioning of wooden driving bridges on grounds with a weak bearing capacity in timber harvesting.</p> <p>At the beginning peatland qualities and Finnish peatlands are discussed. The thesis also tells about harvest results, timber harvesting challenges and problems in peatlands and solutions for them. The end of the thesis reviews the main topic which is bridge carpets e.g. their manufacturing, use and testing.</p>		
Subject headings, (keywords) Peatlands, bridge carpets, timber harvesting		
Pages 27 p. + app. 3 p.	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2011A1521
Remarks, notes on appendices		
Tutor Timo Antero Leinonen	Employer of the bachelor's thesis Mikkeli University of Applied Sciences	

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1 JOHDANTO	1
2 TURVEMAAT SUOMESSA	2
3 PUUNKORJUU TURVEMAILLA	3
3.1 Puunkorjuun haasteet turvemailla.....	3
3.2 Turvemaiden rakenne ja kulkukelpoisuus	4
3.3 Ongelmat hakkuussa	6
3.4 Ongelmat metsäkuljetuksessa	7
4 RATKAISUJA PUUNKORJUUN HAASTEISIIN TURVEMAILLA.....	8
4.1 Koneiden varustelu	8
4.2 Konetyön sopeuttaminen turvemaa olosuhteisiin	9
4.3 Leimikon suunnittelu	10
4.4 Maaperän mekaaninen vahvistaminen	12
5 KORJUJÄLKI HARVENNUSHAKKUISSA	13
6 AJOSILTAMATOT.....	14
6.1 Perustietoa ajosiltamatoista.....	15
6.2 Ajosiltamattojen rakentaminen	15
6.3 Käyttömahdollisuudet.....	17
6.4 Ajosiltamattojen kuljettaminen työmaalle	18
6.5 Ajosiltamattojen käyttö hakkuutyömaalla	19
6.6 Käyttökokemuksia ajosiltamatoista	19
7 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT.....	21
8 TULOKSET	21
8.1 Ajanmenekki ajosiltamattojen käsittelyssä	21
8.2 Ajosiltamattojen vaikutus korjuujälkeen	22
8.3 Ajosiltamattojen rakennuskustannukset.....	23
9 POHDINTA	24
LÄHTEET	26
LIITTEET	28

1 JOHDANTO

Viime vuosikymmenten ojitusten seurauksena turvemailla kasvaa merkittävä osa Suomen puustosta. Tällä hetkellä lähes neljännes kokonaispuustosta sijaitsee turvemailla. Myös puuston kokonaiskasvusta noin neljäsosa on turvemailla. Osassa maata jopa yli puolet metsien pinta-alasta on turvemaita. Turvemailla on näin ollen runsaasti hakattavaa puustoa.

Venäjän puutullien myötä on tullut tarve kasvattaa hakkuita kotimaassa. Tämän vuoksi katseet ovat kääntyneet turvemailla kasvaviin metsiin, joista olisi mahdollista saada suurin osa lisääntyneestä hakkuutarpeesta. Maaperän huono kantavuus on ongelmana turvemaiden puunkorjuussa ja ympärivuotinen korjuu turvemailla lisää maaperän vaurioitumisriskiä. Tämän vuoksi on turvemaiden puunkorjuu noussut yhdeksi tutkituimmista asioista 2000-luvulla ja tutkittavaa ja kehitettävää riittää yhä. Jotta hakkuita pystyttäisiin toteuttamaan heikosti kantavilla mailla sulanmaan aikaan, niin se vaatii suunnittelua ja kehittelyä koneiden sekä erilaisten maaperän vahvistamisratkaisuiden osalta.

Tulevaisuudessa on varauduttava siihen, että suuri osa kohteista joudutaan korjaamaan sulanmaan aikana. Talvien leutous hankaloittaa korjuuta myös talviaikaan ja turvemaiden puunkorjuussa on siis edessä melkoinen kehittämishaaste. (Airavaara ym. 2008, 5.) Vuotuiset hakkuumäärät turvemailla on mahdollista kaksinkertaistaa. Tämä vaatii kuitenkin uusia ratkaisuja puunkorjuuseen. Ratkaisua näihin voidaan hakea koneiden varusteluista, leimikon suunnittelusta sekä maaperän vahvistamisratkaisuista.

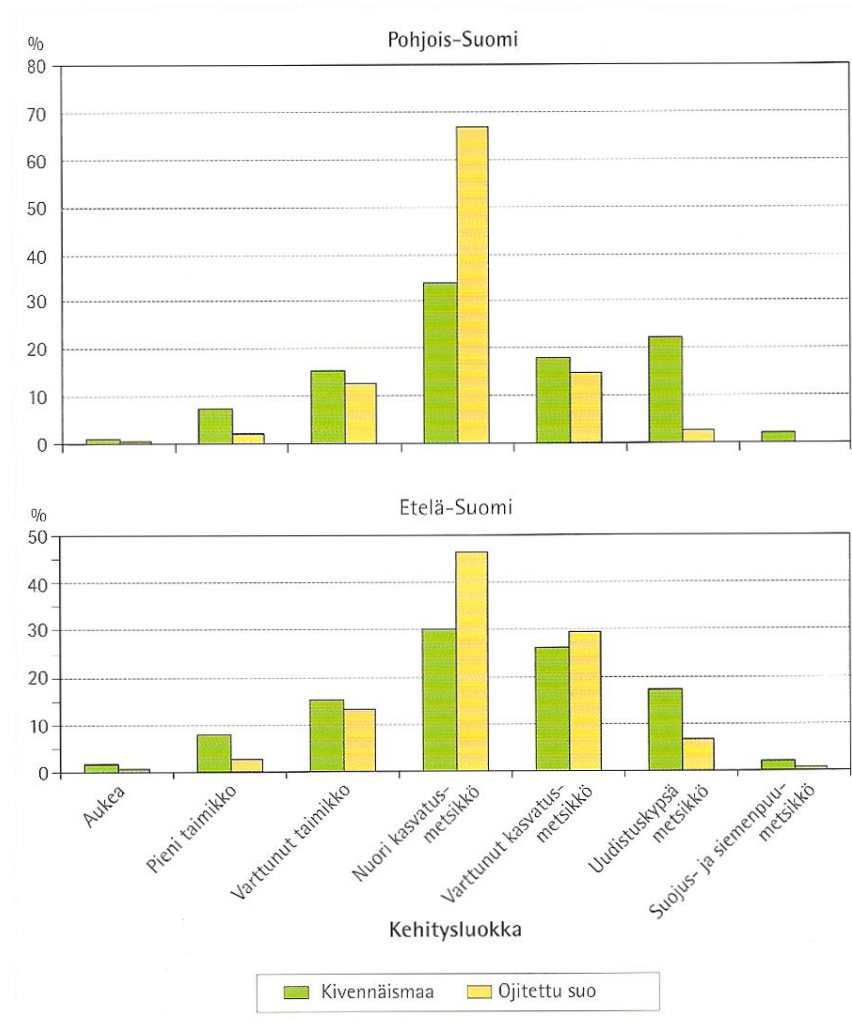
Opinnäytetyössäni tutkitaan ajosiltamattojen soveltuvuutta turvemaiden puunkorjuuseen. Tutkimustuloksista selviää ajosiltamattojen toimivuus turvemaiden puunkorjuussa sekä niiden käytön vaikutus puunkorjuun tuottavuuteen. Opinnäytetyö on osa Mikkelin ammattikorkeakoulun hanketta, jossa on tutkittu erilaisia vahvistamisratkaisuja turvemaiden puunkorjuussa.

2 TURVEMAAT SUOMESSA

Suomessa on ojitettuja turvemaita noin 5,5 miljoonaa hehtaaria. Suurin osa ojituksista tapahtui ns. Mera-kaudella 1960- ja 1970-luvuilla. Puuston vuotuinen kasvu turvemaidilla on metsäojitusten ansiosta noussut 1950-luvun alun 10 miljoonasta kuutiometristä noin 20 miljoonaan kuutiometriin ja sen ennustetaan vielä kasvavan. (Niemi 2002, 7.) VMI 9:n mukaan puuston tilavuus suometsissä on nykyään jo noin 23 % puustomme kokonaistilavuudesta ja kasvu on noin 24,4 % kokonaiskasvusta (Päivänen 2007, 219).

Turvemaidilla on ojitustoiminnan seurauksena runsaasti hakattavaa puustoa. Ojitetuilta turvemaidilta on viime vuosina hakattu noin 5–6 miljoonaa kuutiometriä puuta. Turvemaidille tehtyjen metsänhoitosuosituksen laadinnan yhteydessä on laskettu, että määrä voitaisiin nostaa jopa 12–14 miljoonaan kuutiometriin. (Airavaara ym. 2008.) Kärhän (2008, 12) mukaan turvemaiden hakkuiden kaksinkertaistaminen edellyttäisi kuitenkin ympärivuotista hakkuuta turvemaidilla.

Turvemaidista suurin osa on kehitysluokaltaan (kuvio 1) nuoria kasvatusmetsiköitä, joiden määrä on lähes puolet kaikista ojitettujen soiden määrästä. Tämän vuoksi suuri osa turvemaiden hakkuukertymistä tulee harvennushakkuista. Ensiharvennusmääriä ojitetuilla turvemaidilla on mahdollista lisätä taloudellisesti kannattavasti (Bergroth ym. 2008, 17). Turvemaidilta hakattava puusto tulee laskelmien mukaan ajanjaksolla 2005–2025 kasvamaan ja kivennäismailta hakattava osuus pienenemään. Tämän seurauksena vuoden 2025 tietämällä yli 20 % puumäärästä saadaan turvemaidilta ja vajaa 80 % kivennäismailta, kun turvemaiden osuus on täällä hetkellä noin 10 %. Joidenkin metsäkeskusten kuten Etelä- ja Pohjois-pohjanmaan alueilla määrä ylittää 20 % jo ensimmäisen kymmenvuotiskauden aikana. (Päivänen 2007, 220–221.)



KUVIO 1. Turvemaiden ja kivennäismaiden kehitysluokkajakauma Etelä- ja Pohjois-Suomessa (Päivänen 2007, 220).

3 PUUNKORJUU TURVEMAILLA

3.1 Puunkorjuun haasteet turvemaillla

Kivennäismaiden tavoin turvemaillakin ongelmat puunkorjuussa keskittyvät ensiharvennuksiin. Sirénin (2005, 204) mukaan on muistettava, että ongelma on taloudellinen eikä tekninen. Yli kymmenen vuotta sitten löytyi jo kalustoa, jolla voidaan korjata puuta turvemailta ja sitä löytyy myös tänä päivänäkin. Järeintä päätehakkuukalustoa lukuun ottamatta turvemaille soveltuu sama kalusto kuin kivennäismaille. Turvemai-

den puunkorjuuseen lisänsä tuovat sen erityispiirteet, jotka vaikuttavat niiden toteutukseen ja suunnitteluun.

Korjuuolot turvemaidella muodostuvat kahdesta päätekijästä. Näitä ovat turvemaa kulkualustana sekä leimikoiden rakenne. Turvemaiden puunkorjuun tuottavuuteen vaikuttaa keskeisesti hehtaarikohtainen kertymä ja poistettavien runkojen koko. Pieni runkojen koko ja alhainen hakkuukertymä ovat ongelmana ensiharvennuksissa. (Sirén 2005, 204.) Vuosina 2000–2005 on rungon keskikoko kivennäismaiden ensiharvennusleimikoilla ollut keskimäärin 81 dm³ ja turvemaiden ensiharvennuksilla se on ollut vain 70–75 litraa. Käsiteltävän rungon koko vaikuttaa huomattavasti työn tuottavuuteen. Jos rungon koko putoaa 200 dm³:stä 40 dm³:iin, niin hakkuukoneen tuottavuus putoaa kolmasosaan. (Jokela 2008, 23.) Edellä mainittujen lisäksi puunkorjuuta turvemaidella vaikeuttavat myös maaston huono kantavuus, pitkät lähikuljetusmatkat, puuston epätasainen jakautuminen leimikolla, pinnallinen juuristo sekä ojaverkoston yhteensovittaminen ajourien kanssa. Turvemaiden ominaispiirteiden takia puunkorjuun kustannukset turvemaidella ovat suuremmat kuin kivennäismailla.

Eeronheimon (1991) mukaan keskimääräinen hakkuupoistuma turvemaiden harvennuksilla oli ainoastaan 29 m³/ha, kun puunkorjuun taloudellisena alarajana voidaan pitää n. 35 m³/ha. Tukkien osalta kertymä turvemailta oli 18 % kokonaiskertymästä, kun kivennäismailla se oli 47 %. Hakkuukertymät muodostuvat useista eri puutavara-lajeista, ja se korostaa vähäisestä hakkuukertymästä aiheutuvaa korjuun alhaista tuottavuutta. Merkittävimmät puunkorjuun kustannusten kasvattajista ovat pieni rungonkoko ja alhainen hakkuukertymä, eikä niinkään huono kantavuus. (Niemi 2002, 8.)

3.2 Turvemaiden rakenne ja kulkukelpoisuus

Turvemaan kosteus voi olla yli 90 % ja siitä syystä turvemaiden kantavuuden vuodenaikaisvaihtelu on suuri. Turvemaa koostuu veden tai ilman täyttämistä huokosista sekä osittain maatuneista elävistä ja kuolleista kasvinosista. Suuren huokostilavuuden vuoksi kokoonpuristuvuus turvemaidella on suuri. Kokoonpuristuvuus on voimakasta, kun turvemaata kuormitetaan ja ajoneuvon uppoama maahan helposti kasvaa. Kasvillisuus vaikuttaa huomattavasti turvemaiden kantavuuteen. Kasvillisuus turvemaidella saattaa olla erittäin vaihtelevaa ja siitä johtuen myös kantavuus saattaa vaihdella huo-

mattavasti pienelläkin alueella. Kyseiset asiat vaikeuttavat turvemaiden kantavuuden arviointia. Turvemaidella on myös liikkuvuutta edistäviä seikkoja. Turvemaiden liikkuvuutta edistää se, että siellä on oja lukuun ottamatta harvoin liikkumista vaikeuttavia esteitä. Turvemaiden kaltevuus on myös vähäistä Suomessa. (Ala-Ilomäki 2005, 99.)

Turvemaiden kulkukelpoisuuden arviointi perustuu yleensä korjuusuunnittelijan ja koneenkuljettajan kokemuksen perusteella tehtävään silmämääräiseen arvioon. Kulkukelpoisuutta on arvioitu jalan kulkiessa saappaan uppoamisen ja kastumisen perusteella, turpeen paksuuden, kosteuden ja maatumisasteen perusteella sekä kasvillisuustunnusten perusteella. (Ala-Ilomäki 2005, 98–99.)

Heikon kantavuuden vuoksi on turvemaat perinteisesti luokiteltu talvileimikoksi. Osa näistä on kuitenkin korjattavissa myös sulanmaan aikaan. Vuonna 2007 Metsähallituksella, Ponsse Oyj:llä sekä Metsäntutkimuslaitoksella oli projekti, jossa laadittiin puunkorjuukaluston suokelpoisuus- ja turvemaiden kantavuusluokitusten mallit. Korjuukalusto luokiteltiin kolmeen eri luokkaan koneiden pintapaineiden perusteella. Turvemaaleimikon kantavuus on luokiteltu kolmeen eri luokkaan kokonaispuuston perusteella (taulukko 1). Jokaiselle turvemaaleimikon kantavuusluokalle on määritelty konekalusto sen suokelpoisuuden mukaan siten, että vanhan ajatustavan mukainen talvileimikko voidaan korjata sulan maan aikana. Luokitusten avulla saadaan enemmän turvemaita kesäkorjuun piiriin sekä tehostettua konekaluston ympärivuotista käyttöä. (Högnäs ym. 2009, 2–5.)

TAULUKKO 1. Turvemaiden kantavuusluokitus (Högnäs ym. 2009, 8).

Turvemaaharvennusten kantavuusluokitus 2009

Korjattavan kuvion kokonaispuusto, m ³ /ha	Korjuukohteen varastojärjestelyjen, muodon ja koon perusteella arvioitu kuormitus ajouraverkostolle *)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
	Kantavuusluokka **)		
>170	1	2	3
170 – 120	2	3	TALVI
<120	3	TALVI	TALVI
Korjaukset kantavuusluokkiin:			
Pohjaveden syvyys: • Kohteissa, joissa <u>pohjavesi on alle 25 cm:n syvyydellä suon pinnasta</u> , käytetään yhtä luokkaa heikompaa kantavuutta. • Jos korjuuta on edeltänyt <u>yli 4 viikkoa kestänyt kuiva kausi</u> , suunnittelutietojen kantavuus paranee toteutuksessa yhdellä luokalla.			
Turpeen paksuus: Kohteella, jossa <u>turvekerroksen paksuus on alle 75 cm</u> , kantavuus paranee yhdellä luokalla.			
*) Suuntaa-antava kokooajurien määrä turvemailla: pieni <75 m/ha, kohtalainen 75–150 m/ha ja suuri >150 m/ha.			
**) Edellytetään, että hakkuutähteet hakataan ajouralle ja pienialaiset ja ajouraverkoston kriittiset kohdat vahvistetaan hakkuutähteillä tai muulla tavalla. Päätehakkuihin luokitusta käytetään sovelletusti. Energiapuuhakkuihin luokitusta käytetään myös harkiten.			

3.3 Ongelmat hakkuussa

Kantavuus ei yleensä ole ongelmana hakkuukoneelle turvemaiden puunkorjuussa. Hakkuukone kulkee vain kerran ajouralla ja tekee siihen samalla havumaton, joka vahvistaa ajouraa. Tämän vuoksi turvemaiden hakkuuvaiheen ongelmat ovat enemmän taloudellisia kuin teknisiä. (Siren 2000, 302.)

Turvemaiden hakkuisiin soveltuvat samat hakkuukoneet kuin kivennäismaiden hakkuisiinkin. Pienet hakkuukoneet ovat kilpailukykyisiä turvemaiden puunkorjuussa. Niiden tuottavuus on jonkin verran alhaisempi kuin suuremmilla koneilla, mutta niiden käyttökustannukset ovat myös suuria koneita pienempiä. Pienempien koneiden käyttö ei kuitenkaan ole totaalityökalu kustannusjatkossa, koska hakkuukoneiden hinnat eivät putoa samassa suhteessa painon kanssa. Hakkuukoneenkuljettajan ammattitaidolla saattaa olla suurempi merkitys tuotokseen kuin koneen koolla, koska koneiden tuotoserot ovat turvemaiden hakkuissa varsin pieniä. Suurien ja kalliiden koneiden käyttö ei myöskään ole järkevää kaikissa turvemaakohteissa, koska hakkuukertymät ovat usein pieniä ja koneiden kapasiteetti jää vajaakäytölle. Kustannuksien kannalta järkevää voisi olla myös maataloustraktoriperustainen hakkuukone. (Siren 2000, 302.)

Korjurit, jotka hoitavat sekä hakkuun että metsäkuljetuksen, saattaisivat olla sopivia turvemaiden harvennuksilla. Edut tulevat esille etenkin pienialaisilla kohteilla. (Siren 2000, 302.) Ensimmäiset nykyisenlaiset korjurit tulivat 1990-luvun loppupuolella (Rieppo 2003, 9). Korjurin käyttö saattaa alentaa korjuusta aiheutuvia kustannuksia alhaisempien siirto- sekä pääomakustannusten ansiosta. Korjurilla tarvitsee myös liikua vähemmän ajourilla ja sen seurauksena myös korjuuvauriot vähenevät. (Niemi ym. 2002, 35.) Perinteiseen korjuuketjuun nähden korjurit vaikuttavat varsin kilpailukykyisiltä. Etuna korjurissa on myös se, että puutavaraa jää harvemmin metsään, koska sama kuljettaja hakkaa ja kuormaa puutavaran, eikä puutavara jää lumen alle. (Rieppo & Pekkola 2001.)

Ulkonäköisesti korjurit muistuttavat tavallista kuormatraktoria, mutta niihin on asennettu yhdistelmäkoutra, jolla voidaan suorittaa sekä hakkuu että puiden kuormaus. Korjuri voi olla valmistettu nimenomaisesti tähän tarkoitukseen tai normaali kuormatraktori on varusteltu yhdistelmäkoutralla ja hakkuuseen tarvittavalla ohjausjärjestel-

mällä. Joissain kehittyneissä kuormatraktorimalleissa voidaan poistaa kuormatila hakkuun ajaksi ja vaihtaa hakkuulaite lähikuljetusta varten puutavarakouraksi. Yhdistelmäkouura on hieman kevyempi kuin normaali hakkuulaite. (Uusitalo 2003, 84.)

Yksi vaihtoehto puunkorjukseen on kaivinkonealustainen hakkuukone. Kaivinkonealustaisia hakkuukoneita on käytetty puunkorjukseen etenkin Pohjois-Amerikassa. Suomessakin on ollut käytössä kaivinkonepohjaisia hakkuukoneita jonkin verran, lähinnä 1980-luvulla. Viime aikoina niitä on ruvennut ilmestymään markkinoille. Kaivinkonealustaiset hakkuukoneet ovat kehittyneet viime vuosina ja viimeisin kehitys on peräylityksen puuttuminen. Peräylityksen puuttumisen ansiosta kaivinkonealustaiset hakkuukoneet soveltuvat paremmin harvennushakkuisiin. Etuna niissä on niiden monipuolisuus. Sesonkiaikana niitä voidaan käyttää hakkuuseen, ja kun sillä puolella on hiljaisempaa, niitä voidaan käyttää normaaleina kaivukoneina tai esimerkiksi kantojennostossa tai istutuksissa. (Rieppo 2003, 9,41)

3.4 Ongelmat metsäkuljetuksessa

Turvemaiden puunkorjukseen liittyy monenlaisia ongelmia. Suurimmat ongelmat ovat kuitenkin metsäkuljetuksessa. Pääsääntöisesti ne muodostuvat kahdesta tekijästä, jotka ovat korkeat kustannukset ja korjuujälki. Tuottavuutta metsäkuljetuksessa laskee alhainen ajouranvarsitiheys, kivennäismaita pidemmät metsäkuljetusmatkat sekä ongelmat ojien ylityksessä. (Siren 2000, 303.)

Turvemaat ovat kivennäismaita alttiimpia korjuuvaurioille etenkin sulanmaan aikaisessa puunkorjuussa. Tämä johtuu pinnallisesta juuristosta, maaperän huonosta kantavuudesta sekä vähäisestä hakkuutähdekertymästä. (Niemi ym. 2002, 35.) Vaurioille alttiita paikkoja ovat etenkin sellaiset kohdat, jotka ovat normaalia kovemalla rasituksella. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi kokoojaurat ja varastopaikat.

Pienet koneet metsäkuljetuksessa eivät ole yhtä kustannuskilpailukykyisiä suurempia koneita vastaan kuin hakkuukoneissa. Tuottavuus laskee runsaasti käytettäessä pieniä ja keveitä kuormatraktoreita, joiden kuormankoko on myös pieni. Taloudellisesti edullisin vaihtoehto turvemaiden metsäkuljetukseen on käyttää ns. yleiskoneita, jotka ovat painoltaan 9–12 tonnia. Näiden kevyiden keskikokoisten kuormatraktoreiden käyttöä

edistää myös se, että niitä voidaan käyttää muillakin kuin turvema- ja harvennuskohdeilla. (Niemi ym. 2002, 35.)

4 RATKAISUJA PUUNKORJUUN HAASTEISIIN TURVEMAILLA

4.1 Koneiden varustelu

Korjuussa käytettävien koneiden ominaisuuksia voidaan parantaa pehmeiden maiden puunkorjuuta varten. Koneita varustelemalla saadaan vähennettyä maahan kohdistuvaa pintapainetta sekä rasiutusta. Ratkaisuja voivat olla leveämmät ja maastoystävällisemmät telat, telojen käytön mahdollistaminen tai kantopinnan lisääminen apupyörän avulla, yksittäisten pyörien leveyden kasvattaminen pari- tai levikeypyörien tai telan avulla, leveämmät ja maastoystävällisemmät renkaat ja renkaiden ilmanpaineiden alentaminen. (Airavaara ym. 2008, 6.)

Lumessa liikkumisen parantamiseksi on pyöräkoneissa käytetty yleisesti teloja. Teliin asennettujen telojen avulla saadaan pienennettyä pintapainetta ja parannettua pitoa. Lumessa liikkumisen lisäksi niitä on käytetty myös pehmeillä mailla parantamaan kantavuutta ja ehkäisemään kiinnijuuttumista. Telojen avulla saadaan lisää kantopinta-alaa, jolloin pintapaine pienenee. Telat voivat olla renkaita leveämmät, jolloin saadaan kantopintaa lisää myös leveysuunnassa. Ongelmana perinteisissä teliin asennettavissa teloissa on suuri kulkuvastus sekä niistä aiheutuvat maastovauriot. (Airavaara ym. 2008, 6.)

Metsäkoneissa ei kuitenkaan ole järkevää käyttää molemmissa päissä superkantavia teloja. Järkevintä olisi käyttää takana kantavampia teloja ja edessä niin sanottuja harvennusteloja, joissa on enemmän pitoa kuin kantavammissa teloissa. (Teittinen 2011.)

Teloja leventämällä saadaan lisää kantopintaa, mutta silloin koneen leveys kasvaa. Vaihtoehtona telojen leventämiselle on telaston pidentäminen. Lumessakulkuominaisuuksien parantamiseksi on kuusipyöräisissä koneissa käytetty edessä apupyörän kautta kulkevaa telaa. Ratkaisu ei välttämättä toimi sellaisenaan turvemaolosuhteissa ja

sellaisen asentaminen voi olla vähäisen tilan takia hankalaa. Lisäksi se tuo ylimääräistä painoa koneeseen. (Airavaara ym. 2008, 10.)

Pari- tai levikepyörät ovat yleinen näky maataloustraktoreissa. Metsäkoneissa niiden käyttö on kuitenkin harvinaista. Pohjois-Amerikassa paripyöräatkaisua on käytetty etenkin runkojuontokoneissa. Koneen kokonaisleveyden rajoittamiseksi voidaan käyttää koneen pyöriä kapeampia levikepyöriä. (Airavaara ym. 2008, 12)

Metsäkoneiden renkaat ovat kehittyneet runsaasti ajansaatossa. 1970-luvulla tulivat etenkin metsäkäyttöön suunnitellut matalapainerenkaat. Renkaiden leveydet olivat aluksi 500 millimetriä ja ne kasvoivat myöhemmin 600 millimetriä leveiksi. Nykyisin metsäkoneissa käytetään 700 tai 710 millimetriä leveitä renkaita. Jopa 800 millimetriä leveitä renkaita on saatavilla. Selkeää on, että renkaiden leventämisellä on alentava vaikutus pintapaineeseen sekä raiteen muodostumiseen. Testeissä raiteen syvyys lähes puolittui kasvattamalla renkaan leveyttä 600 millimetristä 800 millimetriin. Myös renkaiden ilmanpaineita alentamalla saadaan lisää kantopintaa renkaaseen. Tällöin joustavuus renkaassa paranee ja sitä myöten pito paranee ja maastovauriot vähenevät. (Airavaara ym. 2008, 13–14.)

4.2 Konetyön sopeuttaminen turvemaan olosuhteisiin

Konetyön sopeuttamisella turvemaiden puunkorjuuseen voidaan vähentää maastovaurioita sekä ehkäistä koneen juuttumista kiinni. Keinoja konetyön sopeuttamiseen ovat kuorman koon säätely, urakohtaisten ajokertojen säätely ja ajoalustan vahvistaminen. (Airavaara ym. 2008, 18.)

Kuorman koon säätely on ollut perinteinen keino estää koneen kiinni juuttumista pehmeillä mailla. Kuorman koon pienentämisen seurauksena kone joutuu kuitenkin kulkemaan ajouraa pitkin useamman kerran kuin se täydellä kuormalla joutuisi kulkemaan, ja tämä lisää koneen omasta painosta syntyvää kuormitusta ajouraan. (Airavaara ym. 2008, 18.)

Maaperä kestää yleensä yhden tai kaksi ajokertaa ennen kuin vaikeuksia alkaa muodostua. Ajokertojen lisääntyessä myös raiteen muodostuminen kasvaa. Tasainen

ajouraverkko leimikolla vähentää ajokertoja. Varastolle johtavat urat ovat usein ongelmana, koska niillä kulkemista on vaikea vähentää. Lisäämällä varastopaikkoja voidaan vähentää varastoille johtavien ajourien kuormitusta. Ajouria voidaan vahvistaa sellaisissa kohdissa, joista joudutaan ajamaan useamman kerran. Ajoalustaa voidaan vahvistaa esimerkiksi havutuksella, kuitupuulla sekä erilaisilla siirrettävillä ajosilloilla tai pitkospuilla. (Airavaara ym. 2008, 20–23.)

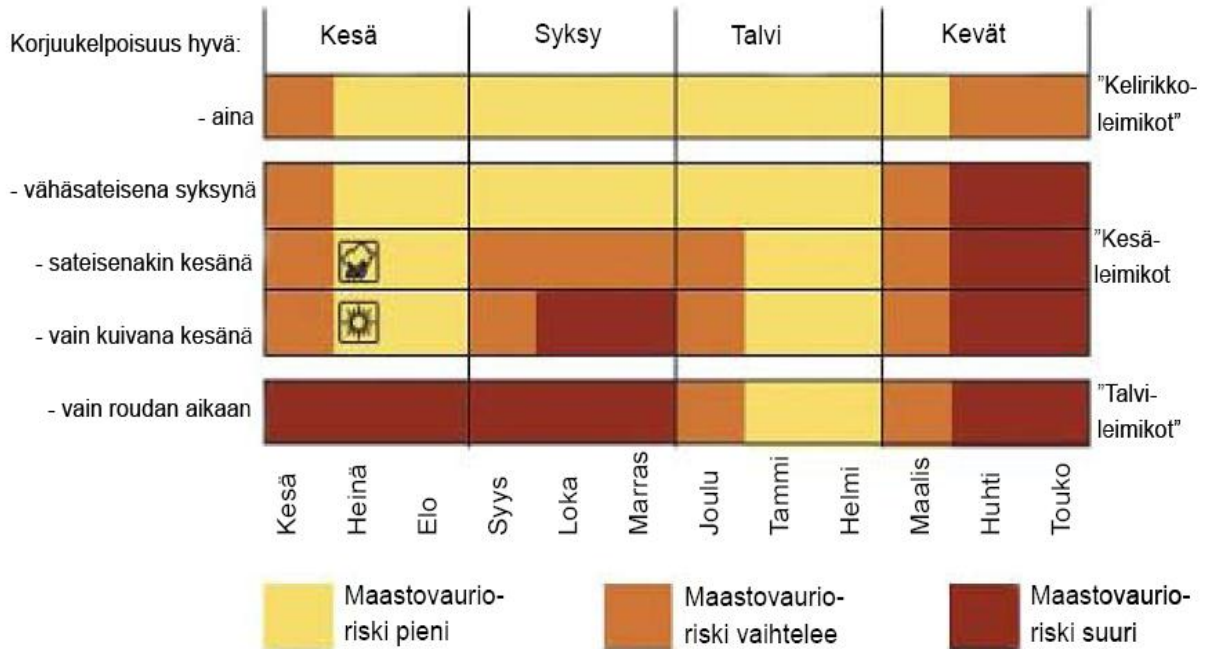
Korjuuketjussa olisi hyvä olla yksi kokeneempi kuljettaja mukana, eikä kokematonta kuljettajaa saisi päästää yksin vaativiin olosuhteisiin. Puunkorjuuta turvemailla tulisi ajatella korjuuketjuna, eikä erikseen hakkuuna ja lähikuljetuksena. Kuormatraktorin kuljettajan ammattitaidolla on suoranaisten merkitys korjuujälkeen. Siksi on kiinnitettävä huomiota metsäkoneiden kuljettajien metsälliseen ammattitaitoon ja harvennuskille sekä huonosti kantaville kohteille olisi tarpeen jonkinlainen työnopastusjärjestelmä. (Kariniemi 2008, 4–5.)

4.3 Leimikon suunnittelu

Onnistunut puunkorjuu turvemailla edellyttää hyvää leimikonsuunnittelua. Etenkin kun pyritään lisäämään sulanmaan aikaista korjuuta. Tähän asti turvemaaleimikot ovat olleet talvikorjuukohteita ja tämän vuoksi leimikonsuunnittelulta ei ole vaadittu kantavuuden puolesta erityishuomiota. Leimikon rajauksessa on kuitenkin jätettävä heikoimmin kantavat paikat kokonaan korjuun ulkopuolelle kuten myös erilaiset luontokohteet. Pehmeimpien paikkojen rajaamisesta leimikon ulkopuolelle ei yleensä tule suuria menetyksiä, koska ne ovat usein vähäpuustoisia. Lisäksi niiden ulkopuolelle jättäminen lisää metsän monimuotoisuutta. (Kontinen 2008, 14.)

Kantavuusluokituksista ja korjuukelpoisuusluokituksista (taulukko 2) on apua, kun suunnitellaan turvemaiden puunkorjuuta. Kantavuusluokituksen avulla voidaan selvittää millaisella talvileimikolla voidaan korjata puuta sulanmaan aikana ja minkälaisella kalustolla. Sulanmaan puunkorjuuseen vaikuttaa useita toisistaan riippuvaisia tekijöitä, kuten kohteen sijainti, ojien kunto, sademäärä, puusto, varvut ja pintakasvillisuus sekä turpeen alkuperä ja maatuneisuus. (Airavaara ym. 2008, 24.)

TAULUKKO 2. 5-portainen korjuukelpoisuusluokitus maaperän kantavuuteen (Airavaara ym. 2008, 25).



Työmaasuunnittelussa varastopaikkojen ja ajourien sijoittelu on tärkeää. Vaihtoehtoina ajourien sijoittelussa ovat:

- ojalinjojen suuntaiset ajourat
- ojalinjojen päällä ja keskisaralla ajaminen
- ojalinjojen vieressä ja keskisaralla ajaminen
- noin viisi metriä ojalinjojen ulkopuolella ja keskisaralla ajaminen
- ojalinjojen päällä ajaminen ja hakkuu-uran käyttö keskisaralla
- ajourien sijoittaminen kohtisuoraan ojalinjastoa vastaan
- vakiokäytännön mukainen 20 m ajouraväli

Ajourien sijoitteluvaihtoehtoihin vaikuttavat vuodenaika ja ojien mahdollinen perkaamistarve. Jos ajourat sijoitetaan ojien päälle, on arvioitava kestävätkö ojapenkat raskaan koneen kuormituksen. Kuivat ojapenkat kestävät yleensä hyvin koneen painon, mutta vettyneiden ojapenkkojen päällä ajaminen voi johtaa koneen pahaan kiinni juuttumiseen. Tällöin on järkevämpää sijoittaa ajourat ojan viereen tai kokonaan ojalinjan ulkopuolelle. Kunnostusajituksen yhteydessä on nähty parhaaksi vaihtoehdoksi ajourien sijoittaminen ojalinjaston suuntaisesti ojalinjojen päälle ja keskisaralle.

Jos kunnostusojitusta ei tehdä, niin talvikorjuun osalta parhaana vaihtoehtona on pidetty ajourien sijoittamista ojalinjojen suuntaisesti joko ojalinjojen viereen ja keskisaralle tai viisi metriä ojalinjojen ulkopuolelle ja keskisaralle. Kesäkorjuussa on suosittu ajouraa viisi metriä ojalinjan ulkopuolella sekä keskisaralla. (Kontinen 2008,15.)

Tarvaisen (2011) mukaan ajourat olisi paras sijoittaa noin 5–10 metriä ojalinjan ulkopuolelle. Tämä sen vuoksi, että ojalinja raiteistuu ja hakkutähteitä jää ojiin, jos ajetaan ojan päällä. Myös ojan vieressä ajaminen saattaa huonontaa ojan kuntoa sekä vaikeuttaa kunnostusojitusta raiteistumisen vuoksi. Ajouran sijoittamisesta ojan viereen syntyy leveä väylä, joka ei välttämättä ole ulkonäöllisesti hyvä ja myös hyvää kasvualustaa menee hukkaan ojan vierestä. Yksi vaihtoehto olisi, että ainoastaan hakkuukone kulkisi ojan päällä ja puisi puut siten, että hakkuutähteitä ei menisi ojiin ja kuormatraktori voisi kuormata puut keskisaran puolelta. Näin välttyttäisiin painavammalla kuormatraktorilla ojien päällä ajamiselta ja sitä myöten ojien kunto säilyisi parempana. Ojien yli ajettaessa ojien kunto huonontuu ja ojat tukkeutuvat. Jos ojien yli joudutaan ajamaan, niin kuormatraktorin kuljettajan tulisi ajon päätyttyä aukaista tukkoon mennyt oja.

4.4 Maaperän mekaaninen vahvistaminen

Maaperän mekaanisella vahvistamisella tarkoitetaan maaperän kantavuuden parantamista käyttämällä metsäkoneen renkaiden alla kantavuutta lisääviä elementtejä ja materiaaleja. Tämän seurauksena metsäkoneen liikkumiskyky paranee ja maaperän vaurioituminen on vähäisempää. Erilaisten vahvistamiskäytöjen käyttö perustuu renkaiden maanpintaa kuormittavien voimien jakautumiseen suuremmalle alalle. Näin ollen koneen kosketusala maahan kasvaa ja pintapaine pienenee ja maaperävauriot vähenevät. (Lassila 2002, 6.)

Turvemaillakin kantavuusongelmia esiintyy yleensä vain osassa kohtaa ajouria. Yleensä nämä ovat erittäin vetisissä paikoissa ja paikoissa, jotka ovat kovan kuormituksen alaisina. Ajoalustaa voidaan vahvistaa paikoista, joihin etukäteen tiedetään kohdistuvan erityisen paljon räsitystä. Ajoalustan vahvistamiseen voidaan käyttää

toimenpiteenä havutusta, kuitupuutelan rakentamista, erilaisia siirrettäviä ajosiltoja sekä kevytsiltoja. (Kontinen 2008, 16.)

Siirrettäviä ajosiltoja voidaan käyttää apuna ojien, purojen ja pehmeikköjen ylityksessä, kaarteiden vahvistuksena ajourilla, kokoojauran vahvikkeena sekä varastopaikan vahvikkeena. Ojien ja purojen ylityksessä sillat asetetaan kohtisuoraan ojan tai puron vastaisesti. Kuormatraktorin uraleveys määrää siltojen etäisyyden toisistaan sivusuunnassa. Pehmeikköjen ylityksessä ajosiltoja voidaan sijoittaa peräkkäin vahvistusta tarvittavalle paikalle, jolloin niistä muodostuu pidempi ajorata. (Jääskeläinen 2008, 18–19.)

Ajosiltojen käyttö vaatii hieman lisäsuunnittelua puunkorjuuseen. Ajosiltoja käytettäessä lohkottainen puunkorjuu tuo etua siinä mielessä, että ajosiltoja ei tarvitse olla niin paljoa. Kun puut on ajettu lohkolta tien varteen, niin siirretään ajosillat seuraavalle lohkolle. Ajosiltojen ansiosta voidaan myös ajourat sijoittaa suoraviivaisemmin, koska jokaista ojaa ei tarvitse lähteä kiertämään erikseen. Ajosiltojen ansiosta myös ajomatkat saattavat lyhentyä. (Jääskeläinen 2008, 20.)

5 KORJUUJÄLKI HARVENNUSHAKKUISSA

Hyvä korjuu jälki varmistaa puuston kehityksen sekä määrällisesti että laadullisesti. Hyvään korjuujälkeen pääsy edellyttää huolellista suunnittelua jo ennen kuin hakkuut aloitetaan. Suunnitteluvaiheessa on mietittävä korjuukalustoa, jota käytetään hakkuuseen, sekä korjuun ajankohtaa ja varastopaikkoja. (Littiläinen ym. 2003, 4.)

Harvennushakkuiden korjuujäljen tarkastelussa otetaan yleensä huomioon ajourapainumat, puustovauriot, ajouraväli ja -leveys sekä puuvalinta ja harvennusvoimakkuus. Näkyvimpänä osatekijänä korjuujäljestä ovat puustovauriot, jotka voidaan jakaa runko- ja juurivaurioihin. Juurivaurioilla tarkoitetaan vaurioita, jotka sijaitsevat juurenkassassa tai vaurioita, jotka ovat maanpäällisissä, vähintään 2 senttimetriä paksuisia juurissa ja enintään 100 senttimetrin päässä juurenkassasta. Puustovauriot voidaan jakaa syvyytensä perusteella pinta- ja syvävaurioihin. Pintavauriossa ainoastaan puunkuori on vaurioitunut, kun taas syvävaurioissa myös itse puuaines on vaurioitunut. (Kokko & Sirén 1996, 7.)

Puustovaurioiden ohella ajourapainumat sekä ajourat ovat keskeisiä osatekijöitä korjuujäljessä. Ajourien myötä aiheutuu puustolle kasvutappioita kahdesta eri syystä. Optimaalisesta puunvalinnasta joudutaan ajouria avatessa luopumaan ja kasvatettavaksi tarkoitettu puu joudutaan poistamaan ajuralta. Kasvutappioita aiheuttaa myös se, kun potentiaalista kasvumaata joutuu vajaakäyttöön ajouran hakkaamisen myötä. Korjuujäljen tarkastuksessa mitataan ajouran leveys sekä ajouraväli ja näin ollen saadaan selville menetetyn kasvutilan pinta-ala. Ajoura painumista saattaa seurata merkityksellisiä tappioita juuristo- ja maaperävaurioiden seurauksena. (Kokko & Sirén 1996, 7.)

Harvennusvoimakkuus ja puuvalinta kuuluvat myös korjuujälkeen. Harvennusvoimakkuus ja oikea puuvalinta ovat keskeisiä asioita korjuujäljessä, koska ne vaikuttavat metsikön tulevaan puuntuotantoon. Harvennusvoimakkuus kertoo sen, millainen tiheys metsikössä on harvennuksen jälkeen. Puuvalinnasta näkee, onko poistettavien puiden valinta harvennuksessa kohdistunut oikeisiin yksilöihin. (Kokko & Sirén 1996, 7.)

Koneellisessa puunkorjuussa maastovaurioita on kuitenkin vaikea välttää. Hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella voidaan kuitenkin vähentää korjuuvaurioita. Suunnittelussa tulisi jo ennalta huomioida sellaiset maaston kohdat, joissa riski maastovaurioihin on erityisen suuri. (Kontinen 2009, 15.)

6 AJOSILTAMATOT

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyöni varsinainen tutkimuskohde eli ajosiltamatot. Opinnäytetyö on osa Mikkelin Ammattikorkeakoulun hanketta ”Puunkorjuun toimintaympäristön kehittäminen muuttuvissa olosuhteissa”, jossa on tutkittu turvemaiden puunkorjuuta. Hanke on aloitettu vuoden 2007 alussa ja sen pääpainona on ollut tutkia maaperän vahvistamisratkaisuja. Aikaisemmin on tutkittu puisien ajosiltojen sekä kumimattojen toimivuutta maaperän vahvistamisessa. Hankkeen tutkimuspäällikkönä on toiminut Kati Kontinen ja projektiasiantuntijoina Lasse Lahtinen sekä Ano Teittinen.

6.1 Perustietoa ajosiltamatoista

Ajosiltamattojen rakenne perustuu vierekkäin oleviin pölkkyihin, jotka ovat kiinnitetty toisiinsa teräsvaijerilla. Testeihin valmistettiin kolmenlaisia toisistaan hieman poikkeavia mattopareja. Matot valmistettiin kuusesta ja puutavara niihin hankittiin Nikkarilan opetusmetsästä.

Ajosiltamattojen mitat ovat:

- leveys 120 cm
- pituus 800 cm
- paksuus n. 23 cm
- paino n. 1000 kg.

6.2 Ajosiltamattojen rakentaminen

Testeihin valmistettiin kolme paria ajosiltamattoja. Kahdessa ensimmäisenä valmistetuissa mattopareissa oli erona, että pölkkyt olivat ensimmäisessä parissa 5 cm välein ja toisessa mattoparissa 9 cm välein kiinnitetty metallivaijereilla (kuva 1). Vaijerit kulkevat pölkkyjen päällä noin 25 cm pölkkyjen päistä molemmin puolin. Toiset vaijerit kulkivat pölkkyjen päässä katkaisupintaan kiinnitettynä. Vaijerit kiinnitettiin pölkkyyn kahdella 12 x 120 millimetrin täkkipultilla sekä yhdellä vaijerisakkelilla. Pölkyn katkaisupinnoissa kiinni olevat vaijerit oli sijoitettu niin, että ajosiltamattojen molempiin päihin jäi lenkki, josta ajosiltamattoja voi liikutella.



KUVA1. Valmis ajosiltamattopari, jossa teräsvaljerit kulkevat pölkkyjen päällä

Kolmannessa mattoparissa (kuva 2) kaksi keskimmäistä vaijeria kulki pölkkyjen läpi ja niitä ei kiinnitetty pölkkyihin. Ulommaiset vaijerit olivat kiinnitettynä pölkkyjen katkaisupintoihin kuten kahdessa edellisessäkin mallissa ja ajosiltamattojen molempiin päihin jäi lenkki.



KUVA 2. Kolmannessa mattoparissa keskimmäiset vaijerit kulkivat pölkyn sisällä.

Ajosiltamattojen rakentamiseen tarvittiin ainoastaan paineilmaväännin ja sopivan kokoinen hylsyavain. Yhteen ajosiltamattoon meni mallista riippuen 30–34 puupölkkyä. Rakentaminen alkoi siitä, että valmiiksi oikean mittaiseksi katkotut pölkkyt aseteltiin vierekkäin lattialle ja niiden yli vedettiin vaijerit molempiin päihin pölkkyä noin 25 senttimetriä pölkyn päästä. Vaijerit kiinnitettiin ensimmäisenä reunimmaiseen pölkkyyn molempiin päihin siten, että vaijeri ei pääse liukumaan sakkelin alla. Täkkipulttien kiinni ruuvaamiseen käytettiin paineilmaväännintä. Tämän jälkeen vaijerit kiinnitettiin seuraavaan pölkkyyn ja pölkkyjen välissä molemmissa päissä pidettiin puisia jigejä, joiden avulla saatiin pölkkyjen välit oikeaksi. Näin jatkettiin kunnes kaikki pölkkyt oli kiinnitetty kahdella vaijerilla toisiinsa. Tämän jälkeen kiinnitettiin katkaisupintoihin tulevat vaijerit siten, että ensimmäisen vaijerin pää kiinnitettiin ajosillan puolivälin kohdalle ja siitä jatkettiin eteenpäin kiertäen vaijeri toiselle puolelle ajosiltaa samalle kohdalle kiinnittäen vaijeri jokaisen pölkyn katkaisupintaan. Tämän jälkeen kiinnitettiin toinen vaijeri vastaavanlaisesti toiseen päähän ajosiltamattoa. Kaksi ensimmäistä ajosiltamattoparia tehtiin edellä mainitulla tavalla. Kolmannessa ajosiltamattoparissa periaate oli sama, mutta niissä kaksi keskimmäistä vaijeria kulki pölkkyjen läpi, eikä niitä kiinnitetty pölkkyihin. Kolmannen mattoparin rakentaminen oli työläämpää, koska joka pölkkyyn oli porattava kaksi reikää, joiden läpi vaijerit kulki-

6.3 Käyttömahdollisuudet

Ajosiltamattojen tarkoituksena on vahvistaa ajoalustaa. Ajoalustan vahvistamisen myötä korjuujälki paranee. Ajosiltamattojen käyttökohteita ovat turvemaat sekä muut kohteet, joissa maaperän huono kantavuus on ongelmana puunkorjuussa. Testeissä testasimme ajosiltojen toimivuutta ainoastaan kuormatraktorin alla vahvistamassa ajoalustaa, mutta toiseksi käyttökohteeksi voisi kuvitella varastopaikan vahvistamista puutavara-auton alla.

Käytettäessä ajosiltamattoja maaperän vahvistamiseen, matot asetetaan pitkittäin ajouran suuntaisesti. Mattoja voi sijoittaa ajouralle peräkkäin, jolloin saadaan pidempi ajorata vahvistamaan ajoalustaa.

6.4 Ajosiltamattojen kuljettaminen työmaalle

Ajosiltamatot kuljetettiin testauspaikalle puutavara-autolla (kuva 3). Vaatimuksena puutavara-autolla kuljetukseen on, että autossa on sellaiset pankot, jotka saadaan säädettyä ajosiltamattojen leveyden mukaan sopivaksi. Vaikka yhdellä ajosiltamatolla on painoa noin 1 000 kilogrammaa, niin puutavara-auton nosturi jaksoi käsitellä ajosiltamattoja hyvin. Kuljetus puutavara-autolla työmaalle tarkoittaa useimman koneyrittäjän kohdalla sitä, että palvelu joudutaan ostamaan ulkopuoliselta yrittäjältä.

Ajosiltamattojen rakenteesta johtuen niitä voi olla hankala kuljettaa esimerkiksi laveti-autolla (Teittinen 2011). Mutta jos ajosiltamattoja kuljetetaan jollain muulla tavalla kuin puutavara-autolla, on mattojen lähtö- ja päätepisteessä molemmissa oltava kuormatraktori ajosiltamattojen kyytiin kuormaamisen vuoksi. Tällainen ei useinkaan ole mahdollista.



KUVA 3. Ajosiltamattojen kuljetusta puutavara-autolla.

6.5 Ajosiltamattojen käyttö hakkuutyömaalla

Ajosiltamattoja voidaan käsitellä hakkuutyömaalla aivan normaalilla metsätraktorilla. Aivan pienimmillä metsätraktoreilla voi olla ongelmia mattojen käsittelyssä mattojen pituuden ja painon vuoksi. Keskikokoisilta metsätraktoreilta, joita on valtaosalla yrittäjistä käytössä, mattojen käsittely onnistuu hyvin. Testeissä käytettiin Valmet 840 s2 kuormatraktoria, eikä sillä ollut ongelmia mattojen käsittelyn suhteen.

Ajosiltamatot asetettiin ajouralle siten, että kone ajettiin hieman sivuttain ajouralle ja matot levitettiin kuormaimella hieman etuviistoon koneeseen nähden. Työskentelytekniikka vaatii ajouralta sen, että siinä on riittävästi tilaa, jotta kone saadaan hieman sivuttain ajouralle. Tällaista työskentelytaktiikkaa jouduttiin käyttämään, koska kuormaimen ulottuvuus on rajallinen ja sen ulottuvuus ei riitä. Esimerkkinä voidaan mainita, jos joudutaan asettelemaan pitkiä ajosiltamattoja kuormatilan yli.

6.6 Käyttökokemuksia ajosiltamatoista

Testeissä käytetyn kuormatraktorin omapaino oli varusteltuna noin 16 tonnia. Kuormatraktori oli kahdeksanpyöräinen. Siinä oli varusteina edessä Marttiin harvennustelat, jotka on suunniteltu erityisesti turvemaa- ja harvennus olosuhteisiin (Marttiini Metal Technics Oy). Takana puolestaan oli ECO-Magnum -telat, jotka ovat erittäin pehmeiden ja helposti vaurioituvien maiden sekä harvennusten telamalli (Metsätyö Oy).

Ajosiltojen testauksessa kuormatraktorin kuljettajana toimi erittäin kokenut kuljettaja. Ajosiltamatot olivat hieman hankalampia käsitellä kuin perinteiset ajosillat (Teittinen 2010). Käsittelyssä ajosiltamattoja joutuu nostamaan korkealle ja niitä joutuu hieman ”pakkaamaan”, jotta ne saataisiin hyvin aseteltua kuormatraktorin kyytiin kuljetusta varten. Myös levitystekniikka on hankala mattojen pituudesta ja rakenteesta johtuen. Ajosiltamattojen käsittely vaatii kuljettajalta paljon kokemusta kuormaimen käytöstä, eikä niiden käsittely onnistu ensikertalaiselta ongelmitta.

Ajosiltamatot oli aseteltu testeissä siten, että jotkut matoista olivat ajouralla päällimmäiset teräsvaijerit maata vasten ja joissakin ne olivat yläpuolella. Kun teräsvaijerit olivat yläpuolella, niin vaarana on, että telat tarttuvat vaijeriin ja matot lähtevät rullautumaan kuormatraktorin mukana. Ajosiltamatot saattavat myös rikkoutua, jos vaijeri kiinni tartuttuaan repäisee täkkipultin irti pölkystä. Ongelmana oli myös mattojen päähän jätetyt nostolenkit. Nostolenkkivaijerit tarttuivat ajettaessa teloihin ja tämän seurauksena ajosiltamatot lähtivät rullautumaan koneen mukana.

Ongelmana testeissä oli myös kuormatraktorin sivuttaispito ajosiltamattojen päällä. Puiset matot osoittautuivat erittäin liukkaiksi koneessa olleelle telavarustukselle. Kuormatraktorin telat eivät saaneet juurikaan pitoa puisesta matosta, vaan kuormatraktori pyrki liukumaan sivulle päin. Liukumisen seurauksena kuormatraktori tippui pois mattojen päältä (kuva 4) ja renkaiden väliin jäänyt ajosiltamatto lähti pyörimään koneen mukana. Ajosiltamatot kallistelivat myös voimakkaasti ja se edisti myös koneen liukumista sivuttain mattojen päällä.



KUVA 4. Kuormatraktori on liukunut pois ajosiltamattojen päältä.

7 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Kyseisenlaisia ajosiltamattoja ei aikaisemmin ole juurikaan testattu. Testien tavoitteena oli selvittää, kuinka ajosiltamatot soveltuvat turvemaiden puunkorjuuseen ja niiden vaikutusta korjuujäljen parantamiseen. Tavoitteena oli myös selvittää, kuinka ajosillat vaikuttavat kuormatraktorin tuotokseen.

Ajosiltamattoja tutkittiin ainoastaan yhdellä turvemaakohteella yhtenä päivänä. Tutkimuksessa videoitiin metsätraktorin työskentelyä ajosiltamattojen kanssa ja sen perusteella saatiin laskettua aikamenekki, joka kuormatraktorilta kului mattojen käsittelyssä. Korjuujälkeä ei mitattu millään tavoin, vaan sen määrittäminen perustui silmämääräiseen arviointiin.

Testien ajankohta oli 3.11.2010. Testauspaikassa maapohja oli erittäin heikosti kantava ja turvekerroksen paksuus oli noin metri. Maa oli täysin sula, eikä mitään kantavuutta edistäviä seikkoja ollut.

Kuormatraktori lastasi yhden ajosiltamattoparin kerralla kuormatilaan ja kuljetti sen testauspaikalle. Vahvistettavalla ajouralla oli kolmet ajosiltamattoparit peräkkäin, joten niiden yhteispituudeksi tuli yhteensä 24 metriä. Ajosiltamattojen yli ajettiin ensin tyhjällä kuormalla pari kertaa ja tämän jälkeen kuormattuna.

8 TULOKSET

8.1 Ajanmenekki ajosiltamattojen käsittelyssä

Testeissä videoitiin kuormatraktorin työskentelyä ajosiltamattojen kanssa. Videolta laskettiin yhden mattoparin käsittelyyn kuluva keskimääräinen aika:

- kuormaukseen kuluva aika: 2 min ja 38 s.
- paikoilleen asetteluun kuluva aika: 3 min 47 s.

Näiden lisäksi ylimääräistä aikaa kuluu ajosiltajen kuljetukseen kuormatraktorilla paikkaan, jossa ajoalustaa vahvistetaan. Käsittelyyn kuluvan ajan tarkastelussa tulee ottaa huomioon kuljettajan kokemus ja ammattitaito kuormatraktorin käytössä.

8.2 Ajosiltamattojen vaikutus korjuujälkeen

Ajosiltamatot pienentävät maahan kohdistuvaa pintapainetta. Mattoja pitkin kulkevan kuormatraktorin pintapaine pienenee huomattavasti ajosiltamattojen ansiosta (kuva 5). Pintapaineen pienenemisen myötä maaperä kestää paremmin metsäkuljetuksen ja urapainumat pienenevät huomattavasti pehmeillä kohteilla.



KUVA 5. Kuormatraktori ajosiltamattojen päällä.

Testeissä käytettävän kuormatraktorin massa ilman kuormaa oli noin 16 tonnia. Laskennallisesti sen maahan kohdistuva pintapaine on ilman kuormaa 24 kPa. Kuormattuna koneen massan ollessa 24 tonnia maahan kohdistuu 36 kPa suuruinen pintapaine. Vastaavasti ajosiltamattojen päälle ajettuna pintapaine on tyhjällä koneella noin 10,2 kPa ja kuormattuna noin 15,2 kPa. Laskennassa on oletettu, että silta kiristyy etu- ja takatelosten väliin. Esimerkiksi ihmisen pintapaine on noin 14 kPa.

Testeissä oli silminnähden huomattavaa, kuinka ajosiltamatot parantavat kantavuutta. Testialueen maaperä oli erittäin pehmeää ja kuormatraktori ei meinannut pysyä pinnalla edes ilman kuormaa. Testien lopussa kuormatraktori upposi pehmeään maahan heti ajosiltamatot ylitettyään niin pahasti, että se jouduttiin vetämään pois toisella kuormatraktorilla.

Puustovaurioita ajosiltamatot voivat pienentää, sillä ajourapainumien pienentyessä juurivauriot vähenevät. Myös runkovauriot pienenevät, koska puut eivät kallistele pehmeällä maalla ajouralle ajosiltamattoja käytettäessä.

8.3 Ajosiltamattojen rakennuskustannukset

Ajosiltamattojen rakentamiseen tarvittavat materiaalit olivat puutavara, teräsvaijeri, täkkipultit sekä vaijerisakkelit. Puutavaraa kului yhden ajosiltamattoparin rakentamiseen keskimäärin noin 3,2 m³. Laskettaessa 40 euron keskihinnalla puutavaran kustannukseksi tulisi noin 130 euroa/ ajosiltamattopari. Teräsvaijeria kului yhden ajosiltamattoparin rakentamiseen noin 70 metriä ja niiden hinta oli noin 250 euroa. Pulttien kustannukset olivat mattoparia kohden 280 euroa ja vaijerisakkeleiden hinta noin 660 euroa. Näin ollen yhden ajosiltamattoparin materiaalikustannukset olivat noin 1 320 euroa.

Ajosiltamatot testeihin valmisti Fortecta Finland Oy -niminen yritys. Kolmen ajosiltamattoparin rakentamiseen kului kahdelta mieheltä yhteensä 28 tuntia. Kolmen mattoparin rakentamisen palkkakulut olivat yhteensä 1 530 euroa. Näin ollen yhden mattoparin rakentamiseen kuluisi aikaa kahdelta mieheltä noin 9,5 tuntia ja palkkakustannukset olisivat noin 510 euroa (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Yhden ajosiltamattoparin rakentamiskustannukset.

Ajosiltamattoparin rakentamiskustannukset					
Puutavara	Vaijerit	Täkkipultit	Vaijerisakkelit	Palkkakustannukset (2 tekijää)	Yhteensä
130 €	250 €	280 €	660 €	510 €	1 830 €

9 POHDINTA

Maaperän vahvistamisratkaisut, etenkin tämän tyyppiset, ovat kohtuullisen uutta puunkorjuussa. Harvalla koneyrittäjällä on käytössään maaperän vahvistamiseen tarkoitettuja rakenteita. Vuosikymmeniä on totuttu käyttämään kuitupuuta ja havutusta apuna huonosti kantavissa paikoissa. Tämän vuoksi tarvitaan testauksia ja tuloksia vahvistamisratkaisuiden toimivuudesta ja kannattavuudesta ja tulokset olisi myöskin saatava yrittäjien tietoon.

Ajosiltamatot toimivat kantavuutensa puolesta hyvin testeissä. Ajosiltamatoilla maahan kohdistuva pintapaine väheni alle puoleen. Sopivalla kohteella niistä voisi olla apua heikosti kantavien maiden puunkorjuussa. Mattojen avulla puunkorjuusta aiheutuvia korjuuvaurioita olisi mahdollisuus saada vähenemään. Ajosiltamattojen käyttö edellyttää kuitenkin hyvää leimikon suunnittelua ja kohteen valintaa. Oikealla kohdevalinnalla ajosiltamattojen käyttö saattaa edistää etenkin sulanmaan aikaista puunkorjuuta heikosti kantavilla mailla.

Ajosiltamatot eivät kuitenkaan tuollaisenaan ole täysin käyttökelpoisia, vaan ne vaativat hieman kehittelyä. Suurin ongelma ajosiltamatoissa oli niiden huono sivuttaispito. Huonon pitävyyden vuoksi ajosiltamatoista saattaa olla pahimmillaan enemmän haittaa kuin hyötyä puunkorjuussa. Yksi ratkaisu olisi mattojen päällystäminen kumilla, jolloin niiden pinnasta saataisiin pitävämmät. Esimerkiksi päällimmäiset teräsvaijerit voitaisiin mahdollisesti jättää kokonaan pois ja ne voisi korvata kestäväällä kumimatolla. Myös ajosiltamattojen päässä olevat lenkit tulisi jättää pois, koska ongelmana oli niiden tarttumisen kuormatraktorin teloihin. Ajosiltamatot olivat erittäin painavia. Mattojen massaa saisi pudotettua huomattavasti, jos ne valmistettaisiin halkaistuista pölkyistä. Tällöin niiden massa putoaisi lähes puoleen alkuperäisestä ja puutavaraa kuluisi vähemmän niiden valmistukseen. Valmistuskustannukset saattaisivat tosin kasvaa hieman lisääntyvän työmäärän vuoksi. Ajosiltamatot olivat pituutensa vuoksi hankalammat käsitellä kuin perinteiset neljän metrin ajosillat. Seuraavia mattopareja rakentaessa tulisi miettiä niiden pituutta. Järkevää olisi ehkä laskea niiden pituutta kahdeksasta metristä kuuteen metriin tai jopa neljään metriin. Tämän vuoksi niiden käsittely todennäköisesti helpottuisi ja se onnistuisi myös pienemmiltä kuormatraktoreilta.

Ajosiltamattojen käytöstä tulee koneyrittäjälle lisäkustannuksia. Mattojen hankintakustannusten lisäksi niiden käytöstä työmaalla tulee ajanmenekin myötä lisäkustannuksia. Ajosiltojen kuormaamiseen kului aikaa keskimäärin 2 min ja 38 s ja paikoilleen asetteluun 3 min 47 s. Laskettaessa 75 euron keskituntihinnalla, ajosiltamattoparin käsittelystä tulee noin 8 euron lisäkustannus. Tämän lisäksi mattojen kuljettamisesta käyttöpaikalle tulee kustannuksia riippuen ajomatkan pituudesta.

Ajosiltamattoja hankittaessa tulisi miettiä, mikä olisi sopivin vaihtoehto niiden saamiseen koneyrittäjien käyttöön. Yksi vaihtoehto on, että metsäyhtiö hankkii ajosiltamattoja tarvitsemansa määrän ja ne olisivat koneyrittäjien käytössä tarpeen tullen. Toinen vaihtoehto on, että koneyrittäjät hankkivat itselleen ajosiltamatot, joita voivat itse käyttää tai vuokrata toisille koneyrittäjille. Kolmantena vaihtoehtona on, että vuokrataan ajosiltamattoja ulkopuoliselta yrittäjältä.

Ajosiltamattojen valmistuskustannukset olivat aika korkeat. Yhden mattoparin valmistus tuli maksamaan 1 830 euroa. Ajosiltamattojen valmistuskustannukset ovat korkeammat kuin aikaisemmin testattujen 4 metriä pitkien ja noin 110 cm leveiden ajosiltojen valmistamiskustannukset. Niissä valmistamiskustannukset olivat yhteensä 510 euroa/ajosiltapari. (Jääskeläinen 2008.) Ajosiltamattojen valmistamiskustannuksia lisää se, että niihin on käytetty paljon kalliita metalliosia. Ajosiltamatot ovat myös kaksi kertaa pidempiä kuin ajosillat. Ajosiltamattojen käyttökohteet ovat suppeammat kuin perinteisten ajosiltojen. Ajosiltamattoja ei esimerkiksi pysty käyttämään apuna ojien ja purojen ylityksissä. Pienellä kehittelyllä ajosiltamatoista on kuitenkin hyvä mahdollisuus saada toimiva vahvistamisratkaisu heikosti kantavien maiden puunkorjuuseen.

LÄHTEET

Airavaara, Hannu, Ala-Ilomäki, Jari, Högnäs, Tore & Sirén, Matti 2008. Nykykalustolla turvemaiden puunkorjuuseen. Metlan työraportteja 80.

Ala-Ilomäki, Jari 2005. Metsäisten turvemaiden kulkukelpoisuus. Teoksessa Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M., & Murtovaara, I. (toim.). 2005. Suosta Metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947.

Bergroth, Jouni, Ihalainen, Antti & Heikkilä, Jani 2008. Ojitettujen turvemaiden ensiharvennuspotentiaali. Metsätehon tulosalvosarja 1/2008.

Eeronheimo, Olli 1991. Suometsien puunkorjuu. Folia forestalia 779. Metsäntutkimuslaitos.

Högnäs, Tore, Kärhä, Kalle, Lindeman, Harri & Palander, Teijo 2009. Turvemaaharvennusten kantavuus luokitus. Metsätehon tulosalvosarja 17/2009.

Iittiläinen, Paavo, Hyppölä, Aapeli, Kariniemi, Arto, Nieminen, Tero, Poikela, Asko, Ranta, Risto, Roininen, Kimmo, Rumpunen, Harri, Tolonen, Hannu & Äijälä, Olli 2003. Korjuujälki harvennushakkuussa. Metsäteho Oy. Helsinki.

Jokela, Aimo 2008. Metsäntutkimus 1/2008.

Jääskeläinen, Pekka-Jussi 2008. Puunkorjuu ja ajosiltojen käyttö turvemaalla. Mikkelin ammattikorkeakoulu, Opinnäytetyö.

Kariniemi, Arto 2008. Heikosti kantavan maan puunkorjuu sulanmaan aikana. Metsätehon tulosalvosarja 11/2008.

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

Kontinen, Kati 2008. Maaperän vahvistusratkaisut huonosti kantavien maiden puunkorjuussa. Mikkelin Ammattikorkeakoulu.

Kontinen, Kati 2009. Kumimatot maaperän vahvistusratkaisuna puunkorjuussa. Mikkelin Ammattikorkeakoulu.

Kärhä, Kalle 2008. Metsä.fi 4/2008.

Lassila, Kari 2002. Ajouran mekaaninen vahvistaminen puunkorjuussa maaperävaurioiden vähentämiseksi. Helsingin Yliopisto. Pro Gradu- tutkielma.

Marttiini Metal Technics Oy 2011. WWW- dokumentti.
<http://www.marttiinimetaltechnics.fi>. Ei päivitys tietoa. Luettu 12.1.2011

Metsätyö Oy 2011. WWW- dokumentti.
<http://www.metsatyo.fi/default.aspx?id=4239&refid=&listAllArticles=3975>. Ei päivitys tietoa. Luettu 12.1.2011.

Niemi, Sauli 2002. Suometsien merkitys puuntuotannossa. Teoksessa Niemi, Sauli, Finer, Leena, Laukkanen, Hannu, Nousiainen, Mika, Sikanen, Lauri & Väättäin, Kari (toim.). Suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot. ”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” yhteiskehityshankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 830.

Niemi, Sauli, Pulkkanen, Teemu, Väättäin, Kari & Sikanen, Lauri 2002. Suometsien harvennushakkuiden korjuukalusto. Teoksessa Niemi, Sauli, Finer, Leena, Laukkanen, Hannu, Nousiainen, Mika, Sikanen, Lauri & Väättäin, Kari (toim.). Suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot. ”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” yhteiskehityshankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 830.

Päivänen, Juhani 2007. Suot ja suometsät - järkevän käytön perusteet. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Rieppo, Kaarlo 2003. Vaihtoehtoista korjuu tekniikkaa. Metsätehon raportti 149.

Rieppo, Kaarlo & Pekkola, Peter 2001. Korjureiden käyttömahdollisuuksista. Metsätehon raportti 121.

Sirén, Matti 2000. Turvemaiden puunkorjuun kehittäminen. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000.

Sirén, Matti 2005. Korjuuolot ja puunkorjuu. Teoksessa Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M., ja Murtovaara, I. (toim.). 2005. Suosta Metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947.

Tarvainen, Matti 2011. Haastattelu 28.1.2011. Koneyrittäjä.

Teittinen, Ano 2011. Haastattelu 11.1.2011. Lehtori. Etelä-Savon ammattiopisto.

Uusitalo, Jori 2003. Metsäteknologian perusteet. Helsinki: Metsälehti kustannus.

LIITTEET**KUVA 6. Teräsvaijerin kiinnitys pölkkyyn****KUVA 7. Pölkkyjen välit saatiin oikeaksi puujigien avulla**



KUVA 8. Ajosiltamattopari ajouralla



KUVA 9. Toinen matto vaijerit maata vasten ja toinen vaijerit ylöspäin



KUVA 10. Metsäkuljetusta ajosiltamattojen päällä



KUVA 11. Ajosiltamattopari kuormatraktorin kyhdissä