



## SUOMETSÄT -TULEVAISUUDENTUKKIPUUSTOT

**“Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot”  
yhteiskehityshankkeen loppuraportti**

Niemi Sauli  
Finér Leena  
Laukkanen Hannu  
Nousiainen Mika  
Sikanen Lauri  
Väätäinen Kari  
(toim.)

JOENSUUN TUTKIMUSKESKUS





Metsäntutkimuslaitos  
Helsingin tutkimuskeskus  
Kirjasto

12 -02- 2002

## SUOMETSÄT -TULEVAISUUDENTUKKIPUUSTOT

**“Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot”  
yhteiskehityshankkeen loppuraportti**

Niemi Sauli  
Finér Leena  
Laukkanen Hannu  
Nousiainen Mika  
Sikanen Lauri  
Väätäinen Kari  
(toim.)

**Niemi, S., Finér, L., Laukkanen, H., Nousiainen, M., Sikanen, L. & Väätäinen K. (toim.) 2002.**  
Suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 830. 73 s.  
ISBN 951-40-1810-9. ISSN 0358-4283.

**Avainsanat:** turvemaat, ensiharvennukset, harvennushakkuut, puunkorjuu, kunnostusojitukset, työllisyysvaikutukset, yhteishankkeet, kevyt korjuukalusto, kaivinkone-harvesterit, ympäristövaikutukset

**Julkaisija:** Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus. Hyväksynyt Kari Mielikäinen  
21.12.2002.

**Kansikuva:** Hannu Laukkanen, Metsäkeskus Pohjois-Karjala.

**Painopaikka ja –vuosi:** Joensuun yliopistopaino, Joensuu. 2002.

**Hinta:** 12 €

**Tilaukset:** Metsäntutkimuslaitos, kirjasto. PL 18 (Jokiniemenkuja 3 B) 01301 VANTAA. Puhelin:  
(09) 8570 5580

**Kirjoittajien yhteystiedot:**

Finér Leena  
Puhelin: (013) 251 4040  
Joensuun Yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta  
PL 111 (Yliopistokatu 7) 80101 JOENSUU  
Sähköposti: leena.finer@joensuu.fi

Laukkanen Hannu  
Metsäkeskus, Pohjois-Karjala  
PL 17 (Siltakatu 20 B) 80100 JOENSUU  
Puhelin: (013) 2532 218  
Sähköposti: hannu.laukkanen@metakeskus.fi

Niemi Sauli  
Joensuun Yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta  
PL 111 (Yliopistokatu 7) 80101 JOENSUU  
Puhelin: (050) 583 4321  
Sähköposti: sauli.niemi@forest.joensuu.fi

Nousiainen Mika  
Metsäkeskus, Pohjois-Karjala  
PL 17 (Siltakatu 20 B) 80100 JOENSUU  
Puhelin: (013) 2532 239  
Sähköposti: mika.nousiainen@metakeskus.fi

Sikanen Lauri  
Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus  
PL 68 (Yliopistokatu 7) 80101 JOENSUU  
Puhelin: (013) 251 4026  
Sähköposti: lauri.sikanen@metla.fi

Väätäinen Kari  
Joensuun Yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta  
PL 111 (Yliopistokatu 7) 80101 JOENSUU  
Puhelin: (013) 251 2717  
Sähköposti: kari.vaatainen@joensuu.fi

## ALKUSANAT

Vuosikymmenten takaiset uudisojitukset, taimikonhoidot ja peruslannoitukset ovat tuottaneet tulosta. Suotaimikot ovat kehittyneet kasvatusmetsiksi, jotka odottavat harventajaansa. Mikäli harvennushakkuut ja kunnostusojitukset onnistutaan hoitamaan riittävässä laajuudessa, suometsien hyvä kehitys on turvattu pitkälle tulevaisuuteen. Suometsien osuus metsäteollisuuden puuhuollosta tulee moninkertaistumaan lähivuosikymmeninä.

Edellä mainitun vision innoittamana Pohjois-Karjalan metsäkeskus ryhtyi yhdessä Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnan ja Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusaseman kanssa vuonna 1996 valmistelemaan kehittämishanketta, jonka kautta pyrittiin hakemaan ratkaisuja suometsien vajaakäyttöön. Alkuvaiheessa hankkeelle haettiin kehittämisrahaa maakunnallisista rahoituslähteistä. Kehittämisrahoituksesta vastaavien viranomaisten kanta oli kuitenkin kielteinen. Pienellä viiveellä rahoitus järjestyi maa- ja metsätalousministeriön Kemeran kokeilu- ja selvitystoimintaan tarkoitetuista varoista. Ministeriö on ymmärtänyt suometsien mahdollisuudet ja antanut puitteet kehittämistyölle. Kiitos siitä erityisesti ylitarkastaja Marja Hilska-Aaltoselle.

Kehittämissankkeemme on paljastanut myönteisen ilmapiirin, joka suometsien hoitoon liittyvissä asioissa vallitsee, erityisesti metsänomistajien keskuudessa. Keskusteluissa käytännön metsäorganisaatioiden metsäammattilaiset antavat tukensa suometsien toimenpiteille. Aina kuitenkin sanat ja teot eivät kohtaa. Tarvitaan tietoa suometsien mahdollisuuksista ja työskentelytavoista niissä, uskoa omiin kykyihin ja yhteistyöhön metsäorganisaatioiden kesken.

Olemme tehneet hyvää yhteistyötä Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnallisen SUO-ohjelman kanssa. Tutkijoiden ja käytännön välistä vuorovaikutusta on onnistuneesti harrastettu monta kertaa, viimeksi ”Suometsien kasvatuksen ja käytön teemapäivillä” syyskuussa 2001. Professori Seppo Kaunisto joukkoineen on tuonut arvokasta tutkimustietoa suometsissä työskentelevien arkeen.

Kiitollisuudella haluan muistaa muutamien henkilöiden työpanosta. Metsäkeskuksen metsäneuvoja Leo Konttinen antoi pohdiskelujensa kautta alkukipinän tarpeelle selvittää suometsien ongelmakenttää. Hankkeen suunnittelu ja toteutus ei olisi onnistunut ilman tohtoreita Leena Fineriä Metlasta ja Lauri Sikasta Joensuun yliopistosta. He molemmat ovat myös olleet erinomaisen luovia ja kannustavia yhteistyökumppaneita. Hankkeen toteutuksessa metsäkeskuksen metsänhoitaja Mika Nousiainen ja Joensuun yliopiston metsäteknologian assistentin Kari Väätäisen työpanos on ollut tärkeä. Kaiken tämän on suurella huolellisuudella ja erinomaisilla kirjoittajan taidoillaan julkaisuksi tuottanut metsänhoitaja Sauli Niemi Joensuun yliopistosta. Kaunis kiitos myös hankkeen johtoryhmälle rakentavasta tuestanne. Johtoryhmään kutsuttuina olivat ylitarkastaja Marja Hilska-Aaltonen Maa- ja metsätalousministeriö, MMT Leena Finer Metla, MMT Lauri Sikanen Joensuun yliopisto, toiminnanjohtaja Aulis Mononen Ilomantsin mhy, toiminnanjohtaja Tauno Ahonen Lieksan mhy, piiripäällikkö Aaro Hoffren Metsäliitto, aluejohtaja Juha Anttila Storaenso, piiripäällikkö Pertti Toivanen UPM-Kymmene, metsänhoitaja Matti Ikonen Metsähallitus, ylitarkastaja Arvo Ohtonen P-K:n ympäristökeskus, metsäkoneyrittäjä Tapani Varis Karjalan koneyritykset ja Kristian Sten Oy Logset Ab:stä. Ohjausryhmän puheenjohtajana toimi metsänhoitaja Hannu Laukkanen ja sihteerinä metsänhoitaja Mika Nousiainen P-K:n metsäkeskuksesta.

Hannu Laukkanen  
Kehittämissankkeen johtaja  
Metsäkeskus Pohjois-Karjala

## TIIVISTELMÄ

Suometsien merkitys teollisuuden puuhuollossa on voimakkaasti kasvamassa turvemaille tehtyjen investointien alkaessa tuottaa tulosta. Valtakunnan metsien inventointien tuloksiin perustuvien skenaarioiden mukaan suometsien vuotuiset hakkuumäärät voivat nousta noin 30 prosenttiin metsiemme kokonaishakkuumääristä seuraavien 20 vuoden aikana. Turvemaihin kohdistettujen tuotto-odotusten täysimittainen toteutuminen edellyttää kuitenkin ensiharvennusten ja metsänparannustöiden tekemistä ajallaan, jottei hakkuumahdollisuuksien suotuisa kehitys vaarannu. Ojitettujen turvemaiden hakkuu- ja hoitotarpeet ovat tällä hetkellä varsin mittavat.

Pohjois-Karjalan maakunnassa toteutetun ”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukki-puustot” hankkeen tavoitteena oli parantaa suometsien käyttöastetta ja käytön kannattavuutta sekä minimoida ympäristövaikutukset. Lisäksi hankkeen tavoitteena oli luoda yhteistyöverkko eri metsäalan organisaatioiden välille sekä herätellä henkiin metsänomistajien välistä suometsäyhteistyötä. Hankkeen yhteydessä tarkasteltiin mm. metsänomistajien ja metsäammattilaisten näkemyksiä ja asenteita suometsiä kohtaan, suometsien hakkuu- ja hoitotöiden tarpeita sekä niiden työllisyysvaikutuksia, erilaisen korjuukaluston soveltuvuutta suometsien harvennushakkuihin sekä hakkuiden ja hoitotöiden ympäristövaikutuksia.

Pohjois-Karjalassa metsämaaksi luokiteltavia soita on noin 450 000 ha eli noin 30 prosenttia metsämaan kokonaispinta-alasta. Maakunnan suometsissä piilee merkittävä työllistämispotentiaali, sillä ojitettujen metsämaan soiden eri metsänhoitotöiden yhteenlaskettu tarve seuraavalla kymmenvuotiskaudella on noin 113 000 ha. Lisäksi suometsissä tulisi toteuttaa hakkuita seuraavalla kymmenvuotiskaudella yhteensä 96 000 ha alueella. Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden vuotuinen työllistämismahdollisuus on täten noin 214 henkilötyövuotta.

Varteenotettava toimintatapa suometsien hakkuu- ja hoitotöiden toteuttamiseen ovat useiden metsänomistajien väliset yhteishankkeet. Kehityshankkeen yhteydessä toteutetuista yhteishankkeista saadut kokemukset ovat olleet positiivisia ja metsänomistajat ovat olleet halukkaita hankkeiden toteutuksiin. Yhteishankkeiden avulla suometsien hakkuu- ja hoitotyöt saadaan hoidettua metsänomistajan kannalta mahdollisimman vaivattomasti ja edullisin kustannuksin. Yhteishankkeita toteutettaessa myös ympäristönäkökulmat, kuten vesiensuojelu tulee hoidettua tehokkaammin. Yhteismyyntien ja samanaikaisten hakkuiden seurauksena kunnostusojitusten toteutukset voidaan suorittaa yhdellä kertaa, eikä ”tipoitain” yksi tila kerrallaan. Lisäksi suoleimikot menevät leimikkokeskitysten ansiosta paremmin kaupaksi, sillä suuremman leimikkokoon ansiosta puunhankintayhtiöt pystyvät hoitamaan korjuun keskitetympin, mikä alentaa puunkorjuukustannuksia ja lisää siten puunhankintayhtiöiden kiinnostusta suometsiin. Samalla korjuuseen voidaan ohjata olosuhteisiin parhaiten soveltuvaa kevyttä korjuukalustoa, jolloin korjuusta aiheutuvat maaperä- ja puustovauriot jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

Kevyen korjuukaluston käyttöä suometsien harvennushakkuissa olisi mahdollista tehostaa nykyisestäään, sillä kevyen kaluston työllistyminen jää koneyrityksien kokemusten perusteella melko usein puutteelliseksi. Lisäksi kevyen kaluston käyttötunneista lähes puolet on peräisin kivennäismaiden korjuukohteilta, joissa myös raskaamman kaluston käyttö voi tulla kyseeseen. Metsäammattilaisten keskuudessa vallitsee yleinen käsitys, ettei suometsiin soveltuvaa kevyttä kalustoa ole riittävästi tarjolla. Tämän perusteella voidaankin todeta, etteivät kevyen kaluston kysyntä ja tarjonta kohtaa toisiaan. Kilpailukykyinen korjuukalustoratkaisu suometsien kausiluonteiseen puunkorjuuseen on hankkeen yhteydessä tehdyn kustannus- ja tuottavuustarkastelun mukaan myös kaivinkonealustainen harvesteri, jota käytetään sulanmaan aikaan metsänparannustöihin ja talvisin hakkuihin. Tämä mahdollistaa koneen ympärivuotisen työllistämisen ja samalla voidaan helpottaa talveen ajoittuvan puunkorjuun ruuhkahuipun kalustotarvetta.



## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Suometsien merkitys puuntuotannossa .....	7
1.2	Suometsien puunkorjuun haasteet.....	8
1.3	Hankkeen sisältö ja tavoitteet.....	9
2	POHJOIS-KARJALAN SUOMETSÄT.....	11
2.1	Suometsien nykytila ja tulevaisuus .....	11
2.2	Ojitettujen metsämaan soiden hoito- ja hakkuutarpeet vuosina 2001-2010 .....	16
2.3	Ojitettujen metsämaan soiden hoito- ja hakkuutöiden työllisyysvaikutukset vuosina 2001-2010 .....	18
2.4	Suometsiin ehdotettujen kunnostusojitusten, taimikonhoitotöiden ja harvennusten toteutumisaste sekä syyt syntyneisiin rästeihin.....	21
2.5	Metsäammattilaisten näkemykset suometsien hyödyntämisestä.....	26
3	YHTEISTYÖ SUOMETSIIEN HAKKUU- JA HOITOTÖISSÄ.....	29
3.1	Yhteishankkeiden hyödyt.....	29
3.2	Yhteishankkeiden toteutumisen riskit .....	29
3.3	Metsänomistajien ja metsäammattilaisten näkemykset yhteishankkeista .....	30
3.4	Yhteishankkeista saadut käytännön kokemukset .....	32
4	SUOMETSIIEN HARVENNUSHAKKUIDEN KORJUUKALUSTO.....	33
4.1	Maaperän kantavuus suometsien puunkorjuussa .....	33
4.2	Suometsien harvennushakkuiden korjuukalustovaihtoehdot .....	34
4.3	Suometsien harvennuksiin soveltuva kevyt korjuukalusto ja sillä urakointi.....	36
4.3.1	Tutkimuksen taustaa.....	36
4.3.2	Erilaisen korjuukaluston soveltuvuus suometsien harvennushakkuihin .....	36
4.3.3	Kevyttä korjuukalustoa omistavan yrityksen tunnuspiirteet .....	38
4.3.4	Käyttökokemukset kevyestä korjuukalustosta .....	41
4.3.5	Kevyen korjuukaluston käyttöön liittyvät ennakkokäsitykset .....	44
4.3.6	Koneyrittäjien muut näkemykset suometsien puunkorjuusta.....	46
4.3.7	Johtopäätökset .....	47
4.4	Kaivinkone-harvesteriyhdistelmän tuottavuus- ja kustannustarkastelu .....	48
4.4.1	Tutkimuksen taustaa.....	48
4.4.2	Aineisto ja menetelmät .....	49
4.4.3	Tuottavuus.....	51
4.4.4	Kustannukset .....	54
4.4.5	Johtopäätökset .....	57
5	SUOMETSIIEN HOIDON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....	57
5.1	Johdanto .....	57
5.1.1	Ympäristövaikutusten huomioiminen suometsätaloudessa.....	57
5.1.2	Kunnostusojitusten vesistövaikutukset ja niiden torjunta .....	58
5.1.3	Hakkuiden ravinnetasevaikutukset.....	59
5.1.4	Lannoitukset ja niiden vesistövaikutusten ehkäisy .....	60
5.2	Ympäristövaikutusten tarkastelu Tyrjän esimerkkialueella .....	61
5.2.1	Alueiden kuvaus ja mittaukset .....	61
5.2.2	Ravinnevarastot puustossa ja turpeessa.....	62

5.2.3 Ravinnelisäys laskeuman kautta ja lannoitettaessa .....	65
5.2.4 Hakkuiden aiheuttama ravinnepoistuma .....	65
5.2.5 Ravinteiden huuhtoutuminen .....	67
5.2.6 Johtopäätökset .....	69
KIRJALLISUUS.....	70

# 1 JOHDANTO

Sauli Niemi

## 1.1 Suometsien merkitys puuntuotannossa

Soilla ja turvemaidella tarkoitetaan kasvupaikkoja, joilla on turvetta tai joiden pintakasvillisuudesta yli 75 % on suokasvillisuutta (Kuusela ja Salminen 1983). Suomen nykyisestä metsätalousmaasta suota on vähän yli kolmannes eli lähes 9 milj. ha. Kyseisestä pinta-alasta yli puolet on ojitettu puuntuotantoa varten. Suurin osa ojituksista on tehty ns. Mera-kaudella 1960- ja 70-luvuilla (Nuutinen 2000). Ojituksen ja muun metsänparannustoiminnan seurauksena puuston vuotuinen kasvu suometsissä ja soista kankaiksi muuttuneilla mailla on noussut 1950-luvun alun noin 10 milj. kuutiometriä nykyiseen noin 20 milj. kuutiometriin ja sen on arvioitu kohoavan edelleen aina 2020-luvulle saakka. Suometsien puuston tilavuus vastaakin nykyään jo noin 20 % metsiemme kokonaistilavuudesta ja puuston vuotuinen kasvu noin 20 % puustomme kokonaiskasvusta (Tomppo ja Henttonen 1996). Suometsillä on suhteellisesti suurin merkitys metsätaloudessa Pohjanmaalla, jossa turvemaiden osuus metsätalousmaasta on noin puolet, muutamissa kunnissa jopa yli 70 % (Niemistö 1998).

Suometsien merkitys teollisuuden puuhollossa on voimakkaasti kasvamassa turvemaidelle tehtyjen investointien alkaessa tuottaa tulosta. Nykyisin suometsistämme hakataan vuosittain alle 10 milj. kuutiometriä raakapuuta. Valtakunnan metsien inventointien tuloksiin perustuvien skenaarioiden mukaan vuotuiset hakkuumäärät voivat kuitenkin nousta 15-20 milj. kuutiometriin seuraavien 20 vuoden aikana. Tämä vastaisi noin 30 % metsiemme kokonaishakkuumääristä. Lisäystä hakkuumääriin odotetaan kertyvän erityisesti mäntyvaltaisten kasvatusmetsien harvennuksista (Penttilä ym. 2000). Turvemaihin kohdistettujen tuotto-odotusten täysimittainen toteutuminen edellyttää kuitenkin ensiharvennusten ja metsänparannustöiden tekemistä ajallaan, jottei hakkuumahdollisuuksien suotuisa kehitys vaarannu. Valtakunnan metsien 8. inventoinnin jälkeisenä kymmenvuotiskautena on suometsissä arvioitu metsänhoidollisen tilan kannalta tarpeelliseksi suorittaa harvennushakkuuta 1,3 milj. ha alueella sekä täydennys- ja kunnostusojituksia lähes 1,5 milj. ha alueella (Tomppo ja Henttonen 1996).

Suometsien harvennushakkuut, kunnostusojitukset ja muut metsänhoitotyöt ovat viimeaikoina jääneet vähäisemmiksi kuin mitä metsänhoidollinen tarve edellyttäisi. Hoitamattomuuden seurauksena puuston arvokasvu heikkenee, puunkorjuu vaikeutuu ja korjuun yksikkökustannukset kasvavat (Hakkila 1992). Toteutettavilla hoitotoimenpiteillä onkin ratkaiseva merkitys ojitusalueilta tulevaisuudessa saatavien kokonaishyötyjen kannalta. Varsinkin ensiharvennusrästien purkamiseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota, sillä viivästyneillä harvennushakkuilla on vaikutusta hakattavissa olevan tukkipuun määrään ja järeyteen jo 20-40 vuoden kuluessa (Lauhanen ym. 1998). Harvennusrästien seurauksena pieniläpimittaisten puiden osuus kasvaa ja sahapuun osuus vähenee. Lisäksi puuston laatu kärsii, sillä huonolaatuiset, voimakaskasvuiset ”susipuut” saavat helposti yliotteen. Mikäli harvennusta ei suoriteta ajallaan, parempilaatuisen puuston elinvoimaisuus ja kasvu alkaa heiketä. Tällöin mahdollisuudet puuston laadun parantamiseen liian myöhään ajoittuvan laatuharvennuksen yhteydessä heikkenevät. Esimerkkinä harvennus- ja kunnostusojitusrästien vaikutuksista voidaan mainita, että puolukkaturvekankaan harventamaton ja kunnostusojittamaton mäntyvaltainen metsikkö tuottaa Etelä-Suomessa noin 50 m<sup>3</sup>/ha vähemmän käyttöpuuta kiertoaikaa kohden kuin vastaava hoidettu metsikkö. Viljavimmissa kuusi- hieskoivu sekametsissä vastaava ero on noin 60-70 m<sup>3</sup>/ha. Noin kolmannes menetyksistä kohdistuu hakattavissa olevan tukkipuun määrään (Niemistö 1998). Menettävät metsätulot kerrannaisvaikutuksineen ovat täten poissa kansantaloudesta ja etenkin runsassoisten alueiden elinvoimaisuudesta (Lauhanen ym. 1998).

Ojitettujen turvemaiden elinvoiman säilyttäminen ei ole ristiriidassa metsien monimuotoisuuden vaalimisen kanssa. Kasvatuskelpoisten suometsien hoito- ja hakkuutoimenpiteet tulee suorittaa siten, ettei metsä- ja vesiluonnolle aiheudu tarpeetonta taakkaa. Maanmuokkauksen, kunnostusojitusten ja lannoitusten aiheuttamat kiintoaines- ja ravinnekuormitukset vesistöihin tulee pyrkiä aina minimoimaan. Vastaavasti nykyisin vielä uudisojittamattomat suoalueet tulee jättää intensiivisen metsätalouskäytön ulkopuolelle. Epäonnistuneille uudisojitusalueille ja arvokkaiden elinympäristöjen välittömään läheisyyteen voidaan myös suunnitella ennallistamistoimenpiteitä alkuperäisen suoluonnon palauttamiseksi.

## 1.2 Suometsien puunkorjuun haasteet

Puunkorjuun kannalta olosuhteet luonnontilaisilla ja ojitetuilla soilla ovat useimmiten haasteelliset. Turvemaiden puunkorjuuta vaikeuttavat mm. maaston huono kantavuus, pitkät lähikuljetusmatkat, vähäinen hakkuukertymä, puuston pieni rungonkoko ja epätasainen jakautuminen leimikolla, puiden pinnallinen juuristo sekä ojaverkoston ja ajourien yhteensovittaminen. Myös ojittajien, puunkorjaajien ja metsänomistajien välisen yhteistyön on todettu olevan ajoittain puutteellista. (Eeronheimo 1991, Högnäs 1986a, Päivänen 1990, Ojitusalueiden puunkorjuu 2000). Suometsille ominaisista vaikeista olosuhteista johtuen puunkorjuukustannukset muodostuvatkin useimmiten kivennäismaiden korjuukustannuksia korkeammiksi.

Ojitusalueiden metsät ovat tyypillisesti nuoria sekametsiä. Puusto on rungonkooltaan pientä ja hehtaarikohtaiset hakkuukertymät yleensä varsin alhaisia. Eeronheimon (1991) metsätalouden aluesuunnitelmiin perustuvan selvityksen mukaan kertymä turvemaiden harvennushakkuissa yksityismailla oli keskimäärin vain 29 m<sup>3</sup>/ha, kun korjuukelpoisuuden alarajana voidaan pitää noin 35 m<sup>3</sup> kertymää hehtaaria kohti (Ylimartimo 2000). Tukkipuukertymän osuus kokonaiskertymästä oli 18 %, kun vastaava osuus kivennäismailla oli 47 %. Vähäisestä hakkuukertymästä aiheutuvaa korjuun alhaista tuottavuutta korostaa edelleen se, että kertymä koostuu tavallisesti useista eri puutavaralajeista. Pieni rungonkoko ja alhainen kertymä ovatkin merkittävimmät turvemaiden puunkorjuukustannuksia kasvattavat tekijät, eikä niinkään maaston huono kantavuus (Siren 2000).

Ojitusalueiden puusto on sekä kooltaan että sijainniltaan epätasaisesti jakautunutta, sillä se keskittyy tyypillisesti ojien varsille. Viiden metrin vyöhykkeellä ojan molemmin puolin kertymä pinta-alayksikköä kohden saattaa olla kaksinkertainen saran keskiosiin verrattuna (Pohjola 1983). Tiheät kohdat saattavat metsänhoidollisesta näkökulmasta katsottuna edellyttää harvennusta, mutta kuvion yhteenlaskettu harvennuskertymä jää kuitenkin alhaiseksi. Käytännössä puuston epätasaisuuden vuoksi metsänhoidollisen hakkuun tarve onkin usein suurempi kuin keskimääräiseen pohjapinta-alaan ja korjuuteknisiin näkökohtiin perustuva tarkastelu. Suometsissä puuston määrä on tarkoituksenmukaista jättää harvennusmallien jäävää puustoa kuvaavan vyöhykkeen yläosaan, sillä voimakkaat harvennukset vähentävät puuston haihdutusta ja suopuusto voi reagoida lisääntyneeseen kasvutilaan heikosti. Pahimmassa tapauksessa pohjaveden pinta vain nousee ja alue soistuu uudelleen. Harvennuksia suunnitellessa onkin aina syytä tarkastaa ojien kuivatusteho ja tarvittaessa kunnostaa ja täydentää olemassa olevaa ojaverkostoa. (Hyvän metsänhoidon...2001)

Suometsien ojaverkostot ovat usein epäsuunnollisia ja sarkaleveydet puunkorjuun kannalta epäedullisia, mikä vaikeuttaa korjuun suunnittelua ja toteutusta. Edellä mainituista tekijöistä johtuen suositusten mukaisia ajouravälejä saattaa olla mahdotonta toteuttaa. Myös haitallisia ojien ylityksiä saattaa tulla kohtuuttomasti, sillä vanhoilla ojitusalueilla puunkorjuun tarpeita ei ole aina otettu ojaverkoston suunnittelussa huomioon (Eeronheimo 1991). Ojaverkostoa suunnitellessa tulisikin aina huomioida, etteivät ojat merkittävästi vaikeuta puunkorjuuta esim. pidentämällä lähikuljetusmatkaa ja ettei puunkorjuussa vaadittava ajouratiheys nouse liian suureksi. Ojituksen yhteydessä voidaan



kulkuyhteyksien parantamiseksi rakentaa piennartasanteita tärkeimpien kokoojaurien paikalle ja ojien ylityksiä helpottavia rumpuja esimerkiksi valtaojien ylityksiin sekä talviteiden poikki kaivettaviin ojiin. Koneiden kulkemista voidaan helpottaa myös ojienylityspaikkojen luiskauksilla ja jättämällä ojitusvaiheessa 10-20 metrin levyisiä kannaksia vedenjakajapaikoille sekä sarka- ja niskaojien väliin. (Ojitusalueiden puunkorjuun...1989)

Suometsien harvennuksissa jäljelle jäävä puusto on kivennäismaiden puustoa herkempiä korjuuvaurioille erityisesti sulanmaan aikaisissa hakkuissa. Syinä tähän ovat maaperän heikko kantavuus sekä suopuuston pinnallinen juuristo. Kun vielä juuristoa suojaava hakkuutähdäkertymä jää suometsissä yleensä vähäiseksi, on riski urapainumien ja juuristovaurioiden syntyyn suuri (Eeronheimo 1991). Ojitusalueilla saattaa myös paikoin esiintyä runsaasti lehtipuuvesakkoa, mikä lisää puustoon kohdistuvaa runkovaurioriskiä ja alentaa koneellisen hakkuun tuottavuutta (Hökkä ja Laine 1988). Kyseisten kohteiden ennakkoraivauksella voidaan merkittävästi parantaa edellytyksiä hyvälle korjuujäljelle ja korjuun kannattavuudelle.

Suometsät eivät ole metsäteollisuuden näkökulmasta katsottuna täysin ongelmaton raaka-ainelähde. Suometsistä saatavalle mäntykuitupuuvaltaiselle harvennuspuulle ei ole aina riittävästi kysyntää. Suopohjien heikon kantavuuden vuoksi pääosa korjuusta joudutaan lisäksi keskittämään talvikuukausille, vaikka teollisuuden logistiset toimintamallit pyrkivät nykyisin tasaiseen ympärivuotiseen puuraaka-ainevirtaan ja mahdollisimman pieniin puuvarastoihin. Kausiluonteisuuden seurauksena tuoreen asiakaslähtöisen puuraaka-aineen toimitus teollisuuden tarpeisiin vaikeutuu ja korjuukapasiteetin tarve muodostuu epätasaiseksi. Metsäteollisuuden kiinnostusta suometsien ja kivennäismaiden harvennushakkuisiin heikentää myös omalta osaltaan pieniläpimittaisen harvennuspuun suuri hävikki tehtaiden rumpukuorinnassa sekä harvennuspuun kuitujen epäedulliset tekniset ominaisuudet paperinvalmistuksessa.

Suometsien harvennusten heikosta kannattavuudesta johtuen hakkuut ovat viimeaikoina kohdistuneet pääasiassa kivennäismaille ja päätehakkuisiin. Syynä suometsien harvennushakkuiden vähäisyyteen ja syntyneisiin harvennusrästeihin voidaan korjuuteknisten ongelmien ja korkeiden korjuukustannusten ohella pitää myös nykyistä puumarkkinatilannetta, joka suosii järeäpuustoisia leimikoita. Harvennusten heikkoa kysyntää on omalta osaltaan edesauttanut meneillään oleva metsäverouudistuksen siirtymäkausi, mikä on lisännyt pätehakkuuleimikoiden tarjontaa puumarkkinoilla (Ylimartimo 2000). Tekniset edellytykset turvemaiden puunkorjuuseen ovat kuitenkin olemassa. Harvennushakkuiden peruskysymyksiksi muodostuukin siten mm. korjuukustannuksiltaan kalliimman suometsien puuraaka-aineen haluttavuus metsäteollisuuden silmissä (Siren 2000).

### 1.3 Hankkeen sisältö ja tavoitteet

”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” – kehittämishanke toteutettiin Pohjois-Karjalan maakunnassa vuosien 1999-2001 aikana. Hankkeen koordinoijana toimi Pohjois-Karjalan metsäkeskus ja se toteutettiin yhdessä Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimuskeskuksen sekä Joensuun yliopiston Metsätieteellisen tiedekunnan kanssa. Hankkeeseen saatiin rahoitusta maa- ja metsätalousministeriön Kemeran kokeilu- ja selvitystoimintaan tarkoitetuista varoista. Pohjois-Karjalassa suometsien ja ojitusalueiden hyödyntämiseen liittyvät ongelmat ovat samat kuin muuallakin maassamme. 1960-70 –luvulla kasvuun herätetyt suotaimikot ovat nyt ensiharvennusmetsiä, joiden harvennushakkuut ovat ajankohtaisia. Näiden mäntyvaltaisten kuitupuumetsien ensiharvennukset ajoittuvat samaan aikaan kunnostusojitustarpeen ja odotettavissa olevan mäntykuitupuun käytön lisäämisen kanssa. Ojitettujen turvemaiden elinvoiman ylläpitäminen onkin Pohjois-Karjalan metsätalouden tulojen ja metsäteollisuuden puuhuollon kannalta ratkaisevassa asemassa. Ajallaan suoritettujen kunnostusojitusten, hakkuiden ja metsänhoitotoimenpiteiden seurauksena suometsät

voivat tulevaisuudessa tarjota yhä enemmän kantorahatuloja metsänomistajille, työtuloja metsäalan työntekijöille sekä puuraaka-ainetta metsäteollisuuden tarpeisiin.

”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” hankkeen tavoitteena oli edesauttaa suometsien hoito- ja kunnostustoimenpiteiden toteutumista sekä suometsien tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntämistä Pohjois-Karjalassa. Hankkeen pyrkimyksenä oli koota yhteen mukana olleiden osapuolten tietämys suometsien käyttöön liittyvistä asioista sekä suorittaa lisäselvityksiä suometsien puuntuotannolliseen hyödyntämiseen liittyvistä avoimista kysymyksistä. Tavoitteena oli ketjuttaa hankkeen eri osa-alueista saatu tietämys kokonaisuuksiksi, joiden hallinnalla voidaan parantaa suometsien käyttöastetta ja käytön kannattavuutta sekä minimoida ympäristökuormitusta. Edelleen tavoitteena oli luoda yhteistyöverkko eri metsäorganisaatioiden välille. Näin suometsien kunnostus voidaan hoitaa kerralla kuntoon mahdollisimman vähällä byrokraatialla ja edullisin kustannuksin. Metsänomistajien välisen suometsäyhteistyön uudelleenherättelyllä pyrittiin puolestaan mahdollistamaan töiden ketjuttaminen taloudellisesti edullisella tavalla. Koska suometsiin liittyvät ongelmat ovat samat kaikkialla maassamme, ovat aikaansaadut tulokset yleistettävissä myös muualle maamme suometsiin.

Hankkeen toteutus jakautui neljään osahankkeeseen seuraavasti:

#### 1. Talous- ja työllisyysvaikutukset

- Vastuuorganisaatio Pohjois-Karjalan metsäkeskus
- Osahankkeessa selvittiin suometsien hyvän hoidon vaikutukset tulevaisuuden kantorahatuloihin ja metsäteollisuuden puuhooltoon. Lisäksi tehtiin laskelmat suometsien hoidon ja käytön vaikutuksista kuntien työllisyydelle ja aluetaloudelle.

#### 2. Tietämys suometsistä, vaikutuskeinot ja yhteistyö

- Vastuuorganisaatio Pohjois-Karjalan metsäkeskus
- Osahankkeessa selvitettiin metsäammattilaisten ja metsänomistajien tietämyksen taso suometsistä ja luotiin vaikutuskeinot suometsien käyttöasteen parantamiselle. Lisäksi tavoitteena oli kehittää toimintamallit metsänomistajien yhteistyölle ja metsäorganisaatioiden väliselle toiminnalle.

#### 3. Suometsien harvennushakkuiden puunkorjuukalusto

- Vastuuorganisaatio Joensuun yliopisto
- Osahankkeessa selvitettiin olemassa olevan korjuukaluston soveltuvuus suometsien harvennushakkuihin. Tarkastelun kohteena oli erityisesti kevyt korjuukalusto sekä siihen liittyvät koneyrityksien käyttökokemukset ja ennakoasenteet. Lisäksi suoritettiin tuottavuus- ja kustannustarkastelu kaivinkone-harvesteriyhdistelmän käytöstä suometsien harvennushakkuissa.

#### 4. Ympäristövaikutukset

- Vastuuorganisaatio Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimuskeskus
- Osahankkeen tavoitteena oli parantaa eri metsäalan toimijoiden tietämystä turvemaiden ravinnetalous- ja ympäristökysymyksissä tiedotuksen ja koulutuksen avulla. Koulutuksen tueksi perustettiin mallialue, jolla toteutettiin hakkuita ja kunnostusojitus ympäristökysymykset huomioiden.

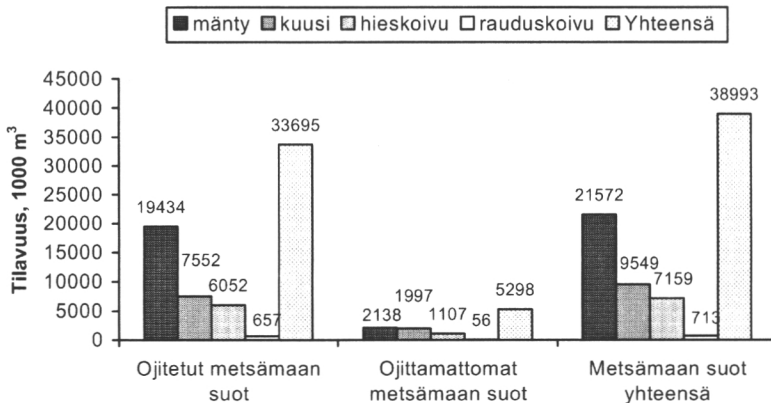
## 2 POHJOIS-KARJALAN SUOMETSÄT

Hannu Laukkanen, Mika Nousiainen, Juha Tuononen, Pasi Jormanainen, Sauli Niemi

### 2.1 Suometsien nykytila ja tulevaisuus

Pohjois-Karjalan soiden pinta-ala on VMI9:n mukaan noin 542 000 ha eli 34 % metsätalousmaan kokonaispinta-alasta. Soiden osuus maa-alasta on suurin maakunnan itä- ja koillisosissa. Puuntuotantokyvyn mukaan jaoteltuna soista on metsämaata 450 000 ha, kitumaata 44 000 ha ja joutomaata 49 000 ha. Maakunnan soiden kokonaispinta-alasta on ojitettu 76 % eli 411 500 ha. Tästä puuntuotantoon liian karuja soita on VMI9:n mukaan ollut 22 000 ha, mikä vastaa noin 5 % ojitettujen soiden kokonaispinta-alasta. Nykyisin ojitusten painopiste on siirtynyt kunnostusojituksiin, joita maakunnassa toteutettiin vuonna 1999 7131 ha:n alueella (Metsätalastollinen vuosikirja 2000). Vuodesta 1980 alkaen kunnostusojituksia on Pohjois-Karjalassa suoritettu kaikkiaan noin 100 000 ha:n alueella. Koska suometsien puuston kokonaistilavuudesta 98 % ja kasvusta 99 % on peräisin metsämaaksi luokitelluilta soilta, jätetään kitumaat tässä yhteydessä suometsien tarkastelujen ulkopuolelle.

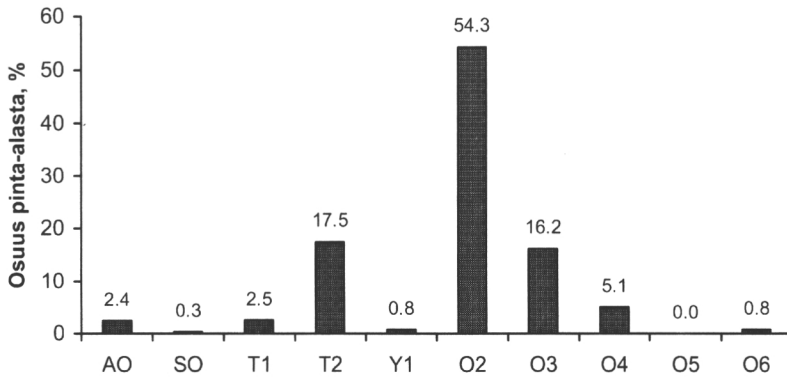
Metsämaan suot kattavat noin 30 % Pohjois-Karjalan metsämaan kokonaispinta-alasta. Metsämaaksi luokiteltavista soista on rämeitä 256 200 ha ja korpia 193 300 ha. Kyseisestä pinta-alasta on VMI9:n mukaan ojitettu yhteensä 386 100 ha eli 86 %. Puustoa Pohjois-Karjalan metsämaan soilla on noin 39,6 milj. m<sup>3</sup> eli runsas neljännes metsämaan puuston kokonaistilavuudesta (kuva 1).



Kuva 1. Metsämaaksi luokiteltavien soiden puuston tilavuus puulajeittain.

Pohjois-Karjalan metsäkeskuksessa tehdyn selvityksen mukaan (Laukkanen ja Nousiainen 2001) valtaosa ojitetuista metsämaan soista on nuoria kasvatusmetsiä (54 % kokonaispinta-alasta). Varttuneiden taimikoiden osuus metsämaan soiden pinta-alasta on 18 % ja varttuneiden kasvatusmetsien osuus 16 % (kuva 2). Selvityksessä käytetty aineisto sisälsi kaikkiaan 321 315 ha ojitettuja metsämaaksi luokiteltavia soita, mikä kattaa 83 % VMI9:n mukaisesta ojitettujen metsämaan soiden pinta-alasta (386 100 ha). Aineisto kerättiin yksityismetsänomistajien osalta Pohjois-

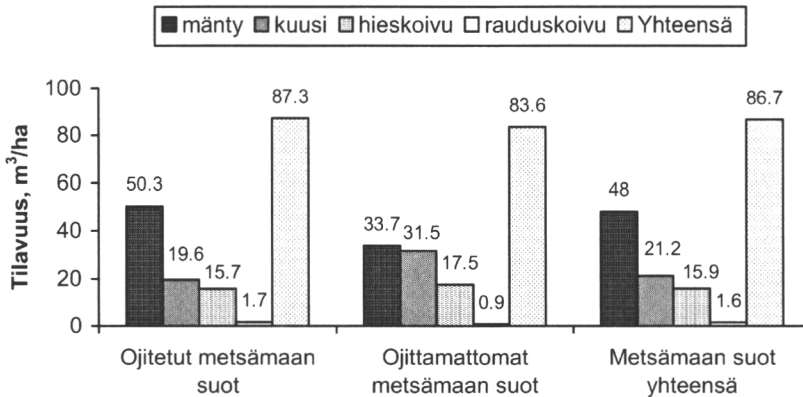
Karjalan metsäkeskuksen Taso-suunnitteluohjelman alueellisten suunnitelmien yhdistelmistä sekä Stora Enson, UPM-Kymmenen ja Metsähallituksen osalta niiden omista tietojärjestelmistä.



**A0=** aukea, **S0=** siemenpuumetsikkö, **T1=** taimikko<1,3 m, **T2=** taimikko>1,3 m, **Y1=** ylispuustoinen taimikko, **O2=** nuori kasvatusmetsikkö, **O3=** varttunut kasvatusmetsikkö, **O4=** uudistuskypsä metsikkö, **O5=** suojuuspuumetsikkö, **O6=** kehityskelvoton metsikkö

**Kuva 2.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden pinta-alan jakautuminen kehitys-luokittain.

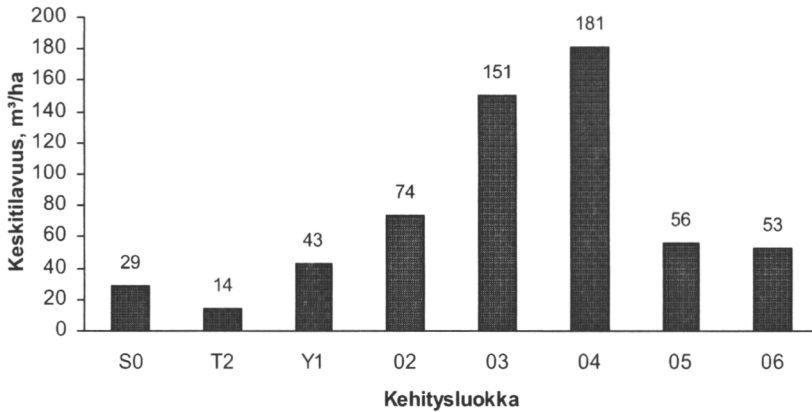
Puuston keskimääräinen tilavuus Pohjois-Karjalan metsämaaksi luokiteltavilla ojitetuilla ja ojittamattomilla soilla on 88,1 m<sup>3</sup>/ha (VMI9). Puustosta on mäntyä keskimäärin 48,0 m<sup>3</sup>/ha, kuusta 21,2 m<sup>3</sup>/ha, hieskoivua 15,9 m<sup>3</sup>/ha ja rauduskoivua 1,6 m<sup>3</sup>/ha (kuva 3).



**Kuva 3.** Metsämaaksi luokiteltavien soiden puuston keskitilavuus (m<sup>3</sup>/ha) puulajeittain.

Kuvassa 4 on esitetty puuston kehitysluokittaiset keskitilavuudet ojitetuilla metsämaaksi luokiteltavilla soilla (Laukkanen ja Nousiainen 2001). Puuston hehtaarikohtainen tilavuus nuorissa kasvatusmetsissä on keskimäärin 74 m<sup>3</sup>/ha, varttuneissa kasvatusmetsissä 151 m<sup>3</sup>/ha ja uudistuskypsissä metsissä 181 m<sup>3</sup>/ha.

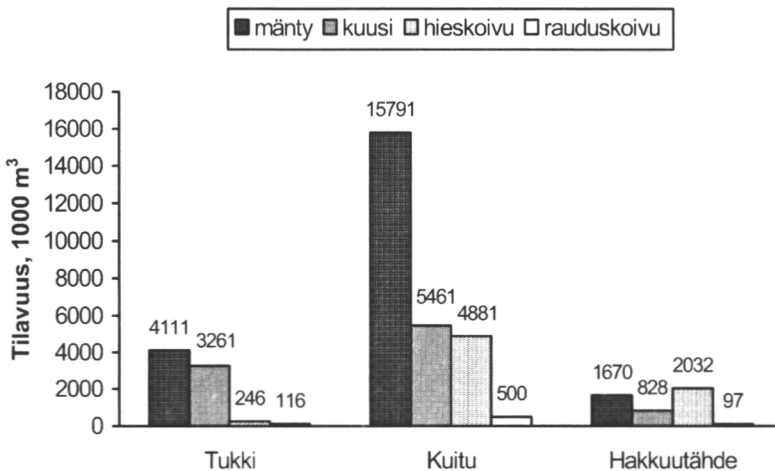




**A0**= aukea, **S0**= siemenpuumetsikkö, **T1**= taimikko<1,3 m, **T2**= taimikko>1,3 m, **Y1**= ylispuustoinen taimikko, **O2**= nuori kasvatusmetsikkö, **O3**= vartunut kasvatusmetsikkö, **O4**= uudistuskypsä metsikkö, **O5**= suojuuspuumetsikkö, **O6**= kehityskelvoton metsikkö

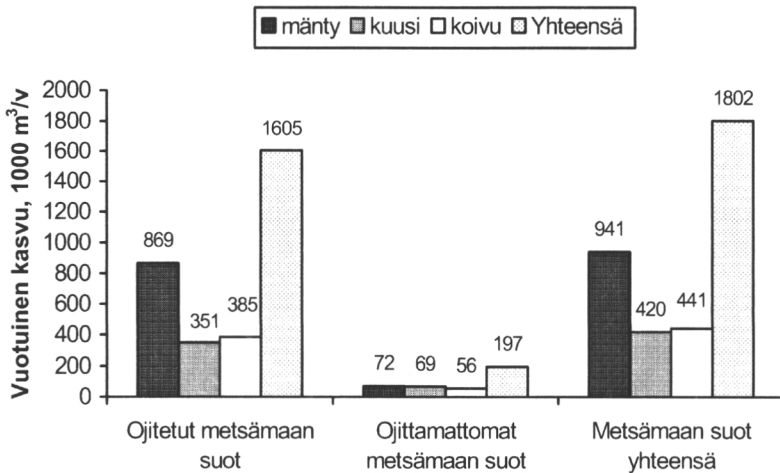
**Kuva 4.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden puuston keskitilavuus kehitysluokittain.

Metsämaan soiden puuston jakautuminen puutavaralajeihin selviää kuvasta 5 (VMI9). Pohjois-Karjalan suometsät ovat tyypillisesti mäntyvaltaisia pääosin kuitupuuta sisältäviä kasvatusmetsiä. Tulevaisuudessa metsien ikääntyessä arvokkaan tukkipuun osuus puuston kokonaistilavuudesta tulee kuitenkin kasvamaan merkittävästi.



**Kuva 5.** Metsämaaksi luokiteltavien soiden puutavaralajirakenne.

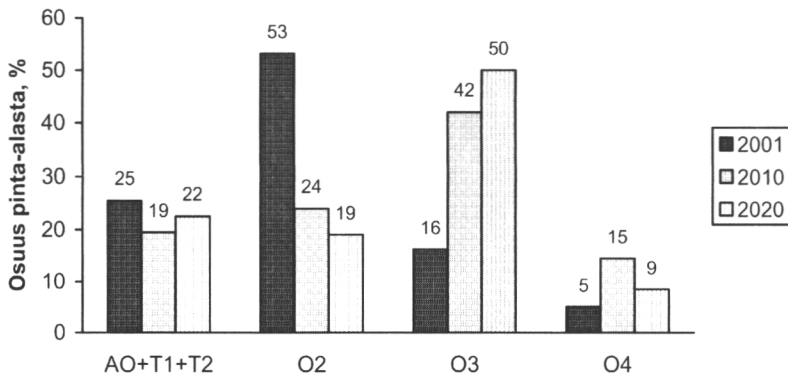
Pohjois-Karjalan metsämaaksi luokiteltavien soiden puuston vuotuinen kokonaiskasvu on VMI9:n mukaan noin 1,85 milj. m<sup>3</sup> (kuva 6), joka muodostaa neljäsosan metsämaan kokonaiskasvusta (7,21 milj. m<sup>3</sup>). Vuotuinen keskikasvu metsämaaksi luokitelluilla ojittamattomilla soilla on 3,3 m<sup>3</sup>/ha ja ojitetuilla metsämaaksi luokitelluilla soilla 4,2 m<sup>3</sup>/ha. Metsämaan kankailla vastaava keskikasvu on 5,1 m<sup>3</sup>/ha.



**Kuva 6.** Metsämaaksi luokiteltavien soiden vuotuinen kokonaiskasvu puulajeittain.

Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen hankkeessa ”Esiselvitys suometsien käytöstä ja käyttöön liittyvistä esteistä” (Laukkanen ja Nousiainen 2001) tarkasteltiin myös ojitetujen metsämaan soiden tulevaisuutta. Suometsien puuston kehitystä seuraavan 20 vuoden aikana hahmotettiin metsäsuunnittelun Solmu-laskentajärjestelmällä simulointiaineiston avulla. Simulointiaineisto muodostettiin maakunnan suometsien kehitysluokkajakauman ja suometsien hoito- ja hakkuutöiden toteutumisasteen perusteella (VMI8+). Simuloinnissa tehtiin kuvioille hoito- ja hakkuuehdotukset ensimmäiselle 10-vuotiskaudelle metsänhoitosuosituksen mukaan. Toisen 10-vuotiskauden hoito- ja hakkuuehdotukset ohjelma simuloi itse. Tästä eteenpäin seuraaville vuosikymmenille hakkuukertymien ennustaminen tehtiin MetsäTV -ohjelmalla.

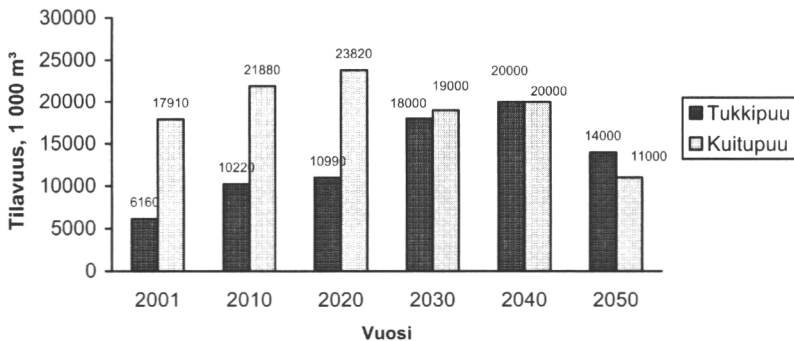
Pohjois-Karjalan ojitetujen metsämaan soiden kehitysluokkajakauman ennuste seuraavalle 20 vuodelle on esitetty kuvassa 7. Selvimpiä muutoksia tulevaisuudessa ovat nuorten kasvatusmetsien pinta-alaosuuden pieneneminen alle puoleen ja varttuneiden kasvatusmetsien osuuden kolminkertaistuminen nykyhetkestä.



**A0**= aukea, **T1**= taimikko<1,3 m, **T2**= taimikko>1,3 m, **O2**= nuori kasvatusmetsikkö, **O3**= varttunut kasvatusmetsikkö, **O4**= uudistuskypsä metsikkö

**Kuva 7.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden kehitysluokkajakaumien ennuste vuosille 2001, 2010 ja 2020.

Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden puutavaralajijakauman kehitysennuste seuraavalle 50 vuoden ajalle on esitetty kuvassa 8 (Laukkanen ja Nousiainen 2001). Kokonaispuuvaranto kasvaa ennusteen lähtöarvona käytetystä vajaasta 25 milj. kuutiometrillä 34,8 milj. kuutiometriin vuoteen 2020 mennessä. Tukkipuun määrä kohoaa ennusteen lähtöarvosta (6,2 milj.m<sup>3</sup>) suurimmillaan vuonna 2040 saavutettavaan 20 milj. kuutiometriin ja kuitupuun määrä (17,9 milj.m<sup>3</sup>) suurimmillaan vuonna 2020 saavutettavaan 23,8 milj. kuutiometriin.



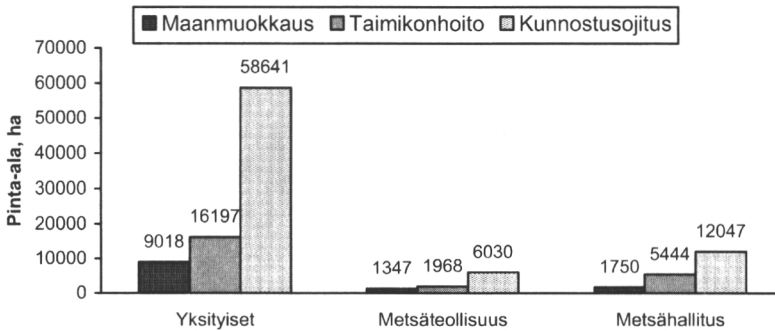
**Kuva 8.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden puutavaralajijakauman ennuste vuosille 2001-2050.

Hakkuumahdollisuudet metsämaan ojitetuilla soilla kasvavat ennusteen mukaan 0,5 milj. kuutiometrillä 1,0 milj. kuutiometriin vuoteen 2020 mennessä. Suurin hakkuumahdollisuus noin 2 milj. kuutiometriä saavutetaan 40-50 vuoden kuluttua. Hakkuumahdollisuuksien lisääntyminen ja kasvava puuvaranto voidaan kuitenkin saavuttaa vain siten, että suometsien hakkuu- ja metsänparannustoimenpiteet suoritetaan ajallaan ja riittävässä laajuudessa.

## 2.2 Ojitettujen metsämaan soiden hoito- ja hakkuutarpeet vuosina 2001-2010

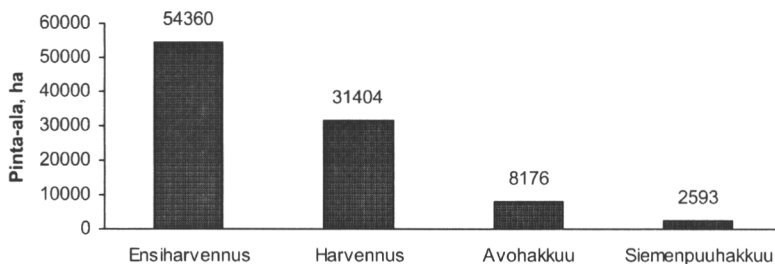
Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen hankkeessa ”Esiselvitys suometsien käytöstä ja käyttöön liittyvistä esteistä Pohjois-Karjalassa” (Laukkanen ja Nousiainen 2001) kartoitettiin maakunnan ojitettujen metsämaan soiden hoito- ja hakkuutarpeita seuraavalla 10-vuotiskaudella. Tutkimusaineisto (321 315 ha) kattoi 83 % VM19:n mukaisesta ojitettujen metsämaan soiden pinta-alasta, joten hoito- ja hakkuutarpeet ovat todellisuudessa vielä hieman tässä yhteydessä esitetyjä arvioita suurempia.

Selvityksen mukaan Pohjois-Karjalan ojitetuilla metsämaan soilla tulisi tehdä seuraavan 10-vuotiskauden aikana maanmuokkausta 12 115 hehtaarilla ja taimikonhoitoa 23 609 hehtaarilla (kuva 9). Kunnostusojitusta selvityksen aineistossa oli ehdotettu 77 078 hehtaarille. Eri metsänhoitotyömuotojen yhteenlaskettu pinta-ala kymmenvuotiskaudella on noin 113 000 hehtaaria (11 300 ha/v). Metsänhoitotöiden vuotuiset toteuttamiskustannukset ovat yhteensä 10,9 milj. markkaa, mikä vastaa noin 16 % arvioidusta kantorahatulosta. Yksityismetsänomistajilla on lisäksi mahdollisuus saada metsänhoitotöihinsä Kestävän metsätalouden rahoituslain (Kamera) mukaista tukea.



**Kuva 9.** Maanmuokkauksen, taimikonhoidon ja kunnostusojituksen tarve ojitetuilla metsämaan soilla omistajaryhmittäin seuraavalla 10-vuotiskaudella.

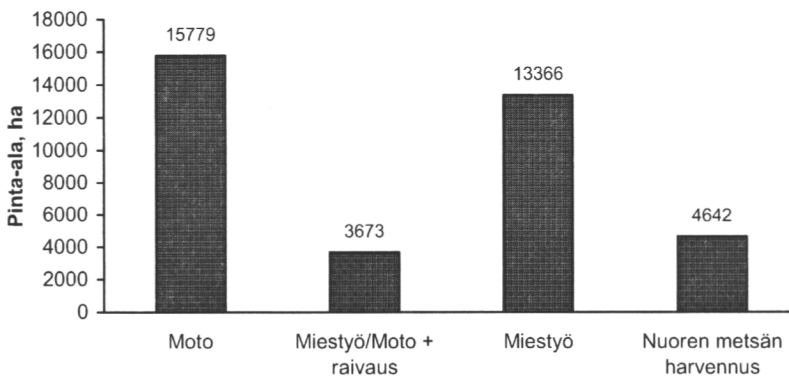
Ensiharvennushakkuita Pohjois-Karjalan ojitetuilla metsämaan soilla tulisi tehdä seuraavalla 10-vuotiskaudella 54 360 hehtaarilla, myöhempiä harvennushakkuita 31 404 hehtaarilla ja uudistushakkuita 10 769 hehtaarilla (Laukkanen ja Nousiainen 2001) (kuva 10). Hakkuutarve 10-vuotiskaudella kohdistuu pääosin harvennushakkuisiin ja erityisesti ensiharvennuksiin.



**Kuva 10.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden hakkuutarve hakkuutavoittain seuraavan 10-vuotiskauden aikana.

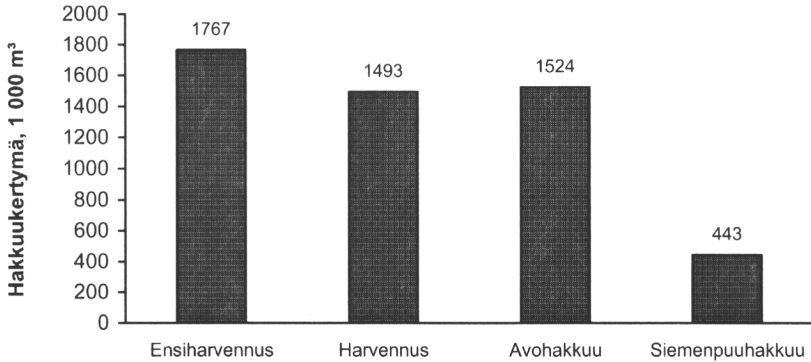


Yksityismetsien ensiharvennushakkuiden jakautumista eri hakkuutapoihin selvitetiin Metsäkeskuksen metsänparannusneuvojen tekemän kenttätutkimuksen avulla. Siinä yhteisen koulutuspäivän jälkeen kukin metsäneuvoja valitsi 10 metsikkökuviota jo olemassa olevista kunnostusojitus suunnitelmista ja määrittä niille käytettävän hakkuutavan. Vaihtoehtoina olivat konehakkuu, miestyöhakkuu, ennakkoraivaus yhdistettynä kone- tai miestyöhakkuuseen, sekä nuoren metsän harvennus. Miestyönä hakattaviksi kohteiksi tulkittiin ryhmittäiset, pienikertymäiset, pienirunkoiset ja runsaasti riukuuntunutta aliskasvosta sisältävät ensiharvennusmetsiköt. Kartoituksessa oli mukana kaikkiaan yli 400 hehtaaria ojitettuja metsämaan soita. Yleistettäessä selvityksen tulokset koko Pohjois-Karjalaa koskeviksi, seuraavan 10-vuotiskauden ensiharvennuksista on konehakkuukelpoisia kohteita 52 % (19 450 ha) ja miestyökohteita 48 % (18 010 ha) (kuva 11). Konehakkuukohteissa 3670 hehtaarella tulisi ennen hakkuuta suorittaa lisäksi ennakkoraivaus.

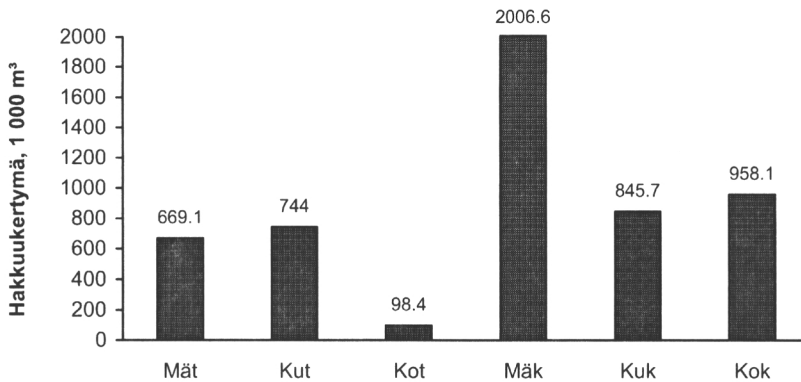


**Kuva 11.** Ojitettujen metsämaan soiden ensiharvennushakkuiden jakautuminen eri hakkuutapoihin yksityismetsissä seuraavan 10-vuotiskauden aikana. (Moto = konehakkuu).

Ojitettujen metsämaan soiden kokonaishakkuukertymä Pohjois-Karjalassa seuraavalla kymmenvuotiskaudella on noin 5,3 milj. m<sup>3</sup> (Laukkanen ja Nousiainen 2001). Hakkuukertymästä 1,77 milj. m<sup>3</sup> on peräisin ensiharvennuksista, 1,49 milj. m<sup>3</sup> myöhemmistä harvennuksista ja 1,97 milj. m<sup>3</sup> uudistushakkuista (kuva 12). Ensiharvennusten keskimääräinen hakkuukertymä ojitetuilla metsämaan soilla on 33 m<sup>3</sup>/ha, myöhempien harvennusten 48 m<sup>3</sup>/ha, siemenpuuhakkuiden 171 m<sup>3</sup>/ha ja avohakkuiden 186 m<sup>3</sup>/ha. Hakkuukertymän jakautuminen puutavaralajeihin selviää kuvasta 13. Kertymästä on eniten mäntykuitua, n. 2 milj. m<sup>3</sup>.



**Kuva 12.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden hakkuukertymä hakkuutavoittain seuraavalla 10-vuotiskaudella.



**Kuva 13.** Ojitettujen metsämaan soiden hakkuukertymän jakautuminen eri puutaveralajeihin seuraavalla 10-vuotiskaudella.

### 2.3 Ojitettujen metsämaan soiden hoito- ja hakkuutöiden työllisyysvaikutukset vuosina 2001-2010

Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen hankkeessa ”Esiselvitys suometsien käytöstä ja käyttöön liittyvistä esteistä Pohjois-Karjalassa” (Laukkanen ja Nousiainen 2001) kartoitettiin myös ojitettujen metsämaan soiden tarjoamia hoito- ja hakkuutöiden työllisyysvaikutuksia. Arvioinnin lähtökohtana pidettiin sitä, että hoito- ja hakkuutyöt tehdään hyvän metsänhoidon suositusten mukaisesti. Työllisyysvaikutusten arvioinnissa käytettiin taulukossa 1 esitettyjä työntuottavuuslukuja. Koska tutkimusaineisto (321 315 ha) kattoi 83 % VMI9:n mukaisesta ojitettujen metsämaan soiden pinta-alasta, lienevät todelliset työllisyysvaikutukset vielä hieman tässä yhteydessä esitettyjä arvioita suurempia.

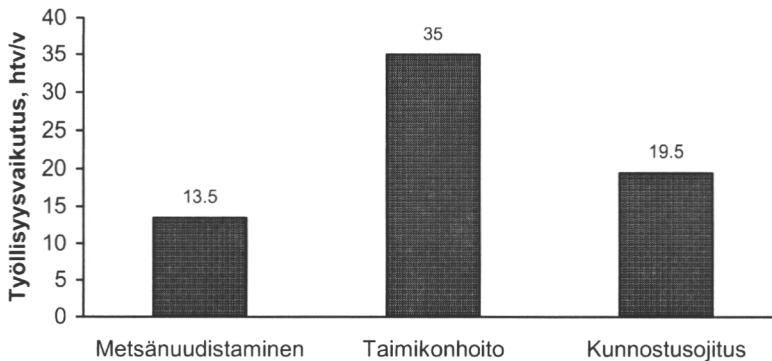
**Taulukko 1.** Työllisyysvaikutusten arvioinnissa käytetyt työtuottavuudet.

	Miestyöhakkuu	Konehakkuu	Lähikuljetus
Ensiharvennus	1200 m <sup>3</sup> /v	12 000 m <sup>3</sup> /v	20 000 m <sup>3</sup> /v
Harvennus	2000 m <sup>3</sup> /v	20 000 m <sup>3</sup> /v	20 000 m <sup>3</sup> /v
Uudistushakkuu	-	40 000 m <sup>3</sup> /v	40 000 m <sup>3</sup> /v

**Muiden työläjien tuottavuudet:**

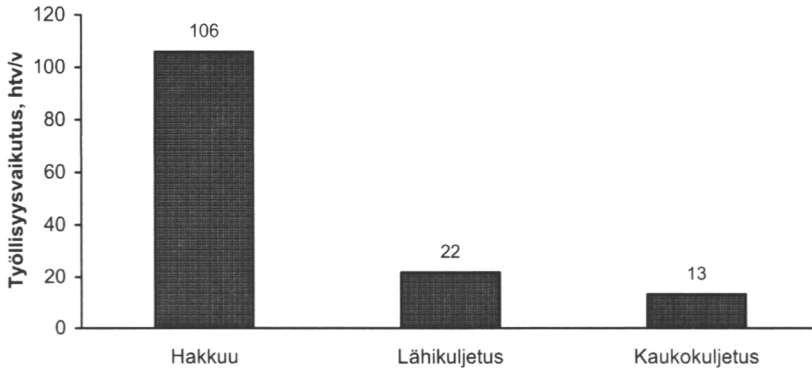
Puutavaran kaukukuljetus	40 000 m <sup>3</sup> /v
Maanmuokkaus	1,5 ha/pvä (300 ha/v)
Metsänviljely	0,3 ha/pvä (60 ha/v)
Taimikonhoito	0,33 ha/pvä (66 ha/v)
Kunnostusojitus	1,9 ha/pvä (380 ha/v)

Selvityksen mukaan Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaaksi luokiteltavien soiden vuotuinen työllistämismahdollisuus on noin 214 henkilötyövuotta. Metsänhoitotyöt muodostavat 1/3 ja hakkuutyöt 2/3 henkilötyöpanoksesta. Metsänhoitotöiden vuotuinen työllisyysvaikutus ojitetuilla metsämaan soilla on seuraavan 10-vuotiskauden ajan 68 henkilötyövuotta. Tästä taimikonhoidon osuus on 35 htv, kunnostusojitusten 19,5 htv ja metsänuudistamisen 13,5 htv (kuva 14). Kunnostusojituksista aiheutuvat työllisyysvaikutukset voivat todellisuudessa olla metsäkeskuksen arvioita merkittävästi suurempia, sillä VMI9:n yhteydessä kunnostusojitusta ehdotettiin kaikkiaan 166 000 hehtaarin alueelle. Kyseinen ala pitää sisällään sekä metsämaan, kitumaan että joutomaan suot. Tässä yhteydessä esitetyissä laskelmissa ojitusten määränä käytettiin ainoastaan aineistossa esiintynyttä ojitettujen metsämaan soiden ojitustarpeen arvoa 77 100 hehtaaria, joka lieenee vastaavaa VMI9:n arvoa alhaisempi.

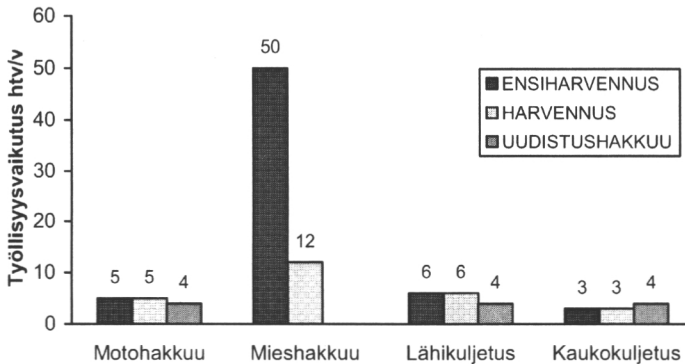
**Kuva 14.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden metsänhoitotöiden vuotuiset työllisyysvaikutukset (htv/v) seuraavan 10-vuotiskauden aikana.

Puunkorjuun vuotuinen työllisyysvaikutus ojitetuilla metsämaan soilla on 141 htv seuraavan 10-vuotiskauden ajan. Eniten työllistävä työmuoto on hakkuu 106 htv/v, josta miestyövaltaisten ensiharvennusten osuus on 55 htv/v. Puutavaran lähikuljetusten työllistämispotentiaali on 22 htv/v ja kaukukuljetusten 13 htv/v (kuva 15). Hakkuutavoittain tarkasteltuna ensiharvennushakkuut työllistivät vuosittain 65 htv, myöhemmät harvennushakkuut 27 htv ja uudistushakkuut 12 htv (kuva 16).

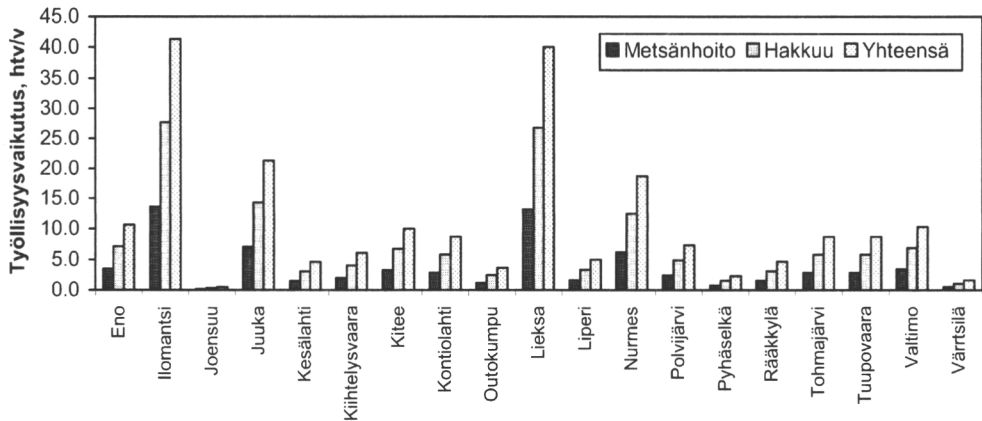
Kuvasta 17 nähdään ojitettujen metsämaan soiden metsänhoitotöiden ja hakkuiden työllisyysvaikutusten (214 htv/v) jakautuminen kuntatasolle. Alueellisista tarkasteluista voidaan havaita, että työmahdollisuudet painottuvat Pielisen-Karjalan ja Ilomantsin seutukunnille, joissa myös työttömyysluvut ovat maakunnan korkeimmat. Metsänuudistaminen, taimikonhoito ja miestyönä tehtävät ensiharvennukset mahdollistaisivat kaikkiaan noin 100 htv työmahdollisuudet. Metsänhoitotöiden ja miestyönä tehtävien ensiharvennusten toteutukseen tarvittaisiin siten nykyistä enemmän sekä palkkatyösuhteisia työntekijöitä että metsäpalveluyrittäjiä. Tällä olisi ratkaisevaa merkitystä harvaan asuttujen seutujen elinvoimaisuudelle.



**Kuva 15.** Ojitettujen metsämaan soiden hakkuiden mahdollistamat työllisyysvaikutukset seuraavalla 10-vuotiskaudella työlajeittain.



**Kuva 16.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden hakkuiden työllisyysvaikutukset hakkuutavoittain seuraavalla 10-vuotiskaudella.



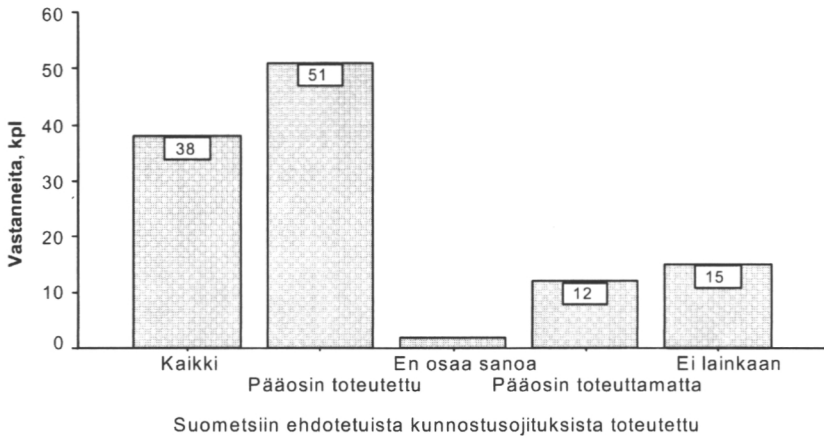
**Kuva 17.** Pohjois-Karjalan ojitettujen metsämaan soiden työllisyysvaikutusten jakautuminen kuntatasolle.

## 2.4 Suometsiin ehdotettujen kunnostusojitusten, taimikonhoitotöiden ja harvennusten toteutumisaste sekä syyt syntyneisiin rästeihin

Juha Tuononen teki ”Harvennetaan suometstät – tulevaisuuden tukkipuustot” hankkeen yhteydessä Rovaniemen ammattikorkeakoulun metsätalousinsinööri-opintoihinsa kuuluvan opinnäytetyön (Tuononen 2001), jonka tavoitteena oli selvittää suometsiin ehdotettujen metsänhoitotöiden toteutumista sekä syitä syntyneisiin hoitorästeihin. Tutkimus toteutettiin lähettämällä suometsiä käsittelevä kyselylomake 467 yksityismetsänomistajalle satunnaisesti valituilla metsätalousalueilla Pohjois-Karjalassa. Tämä tapahtui siten, että aluksi kultakin metsätalousalueelta poimittiin vuosina 1989 – 1991 metsätaloussuunnitelman saaneet yksityismetsänomistajat. Tällaisten henkilöiden katsottiin jo sisäistäneen metsätaloussuunnitelman ehdottamat hoitoehdotukset. Tämän jälkeen kyselyn kohteeksi valittiin sellaiset metsänomistajat, joiden metsätaloussuunnitelmissa oli ehdotettu suoritettavaksi kunnostusojituksia. Suometsiin hoidon oma-aloitteisuuden selvittämiseksi kyselyyn valittiin mukaan jokaiselta metsätalousalueelta metsätaloussuunnitelman tilanneiden henkilöiden lisäksi myös 30 % yksityismetsänomistajia, jotka eivät olleet tilanneet metsätaloussuunnitelmaa.

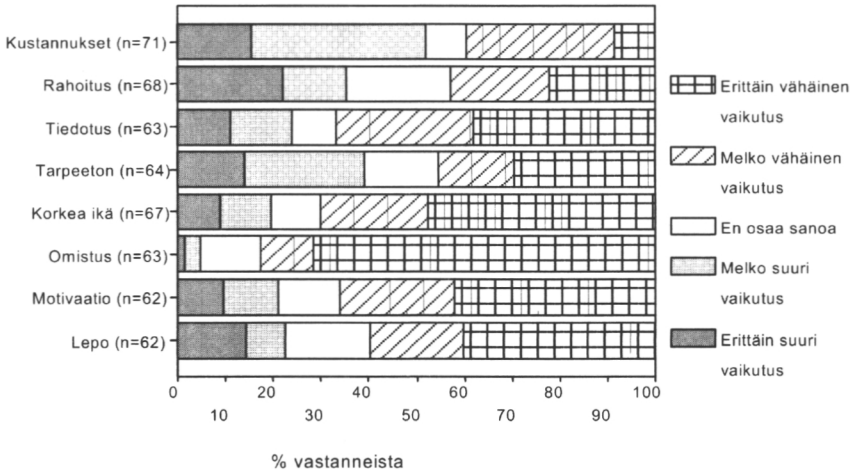
Kyselylomakkeen palautti 34 % (159 kpl) kyselyn saanneista metsänomistajasta. Vastanneista 90 % oli miehiä ja 71 % viisikymmentävuotiaita tai sitä vanhempia. Lomakkeen palauttaneista henkilöistä noin puolet toimi maa- ja metsäalalla sekä vajaa viidesosa teollisella alalla. Tilan metsäpinta-alan mukaan aineisto jakautui melko tasaisesti eri pinta-alueisiin. Alle 25 hehtaarin tiloja oli 23 ja yli 100 hehtaarin tiloja 36. Tilan sijaintikunnassa vastanneista asui kaksi kolmasosaa (68 %) ja tilojen yleisin käyttötarkoitus oli metsätalouden sekä maa- ja metsätalouden harjoitus (yhteensä 69 % vastaajista).

Tutkimukseen vastanneista valtaosalla (87 %) oli voimassa oleva metsätaloussuunnitelma. Näistä 75 % esiintyi suometsiin hoitoehdotuksia. Metsätaloussuunnitelman ehdottamista suometsiin kunnostusojituksista oli toteuttanut täysin tai pääosin kolme neljäsosaa metsänomistajista (kuva 18). Kunnostusojitusaktiivisuuden taustatekijöitä tarkasteltaessa havaittiin, että työelämässä olevat metsänomistajat olivat toteuttaneet suometsiin kunnostusojituksia ahkerammin kuin eläkkeellä olevat metsänomistajat.



**Kuva 18.** Metsätalous suunnitelmissa suometsiin ehdotettujen kunnostusojitusten toteutumisjakauma.

Vastaajista joilla suometsien kunnostusojitukset olivat pääosin tai täysin toteuttamatta, joka toinen mainitsi kunnostusojittamattomuuden johtuvan ojitusten liian korkeista kustannuksista (kuva 19). Reilu kolmasosa (39 %) vastanneista ei puolestaan uskonut kunnostusojituksen parantavan suometsänsä kasvua. Melko usein rästien syyksi mainittiin myös tietämättömyys ojitukseen saatavasta valtion rahoituksesta.

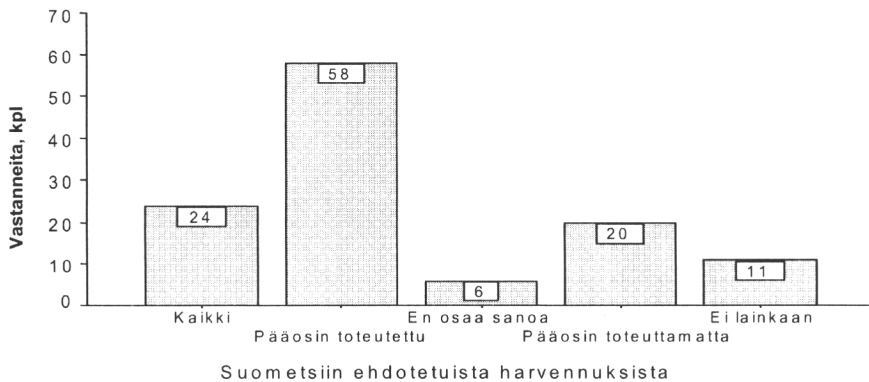


Kustannukset = Kunnostusojitusten kustannukset ovat liian suuret  
 Rahoitus = En tiedä valtion tarjoavan rahoitusta kunnostusojitukseen  
 Tiedotus = En tiedä tilani suometsien kunnostusojitustarpeesta  
 Tarpeeton = En usko kunnostusojituksen parantavan suometsän kasvua  
 Korkea ikä = En katso hyötyväni suometsien kunnostusojituksesta korkean ikäni takia  
 Omistus = Tilan omistusoikeuden muuttuminen on aiheuttanut epäselvyyttä  
 Motivaatio = En ole kiinnostunut suometsien kunnostusojitustoimenpiteistä  
 Lepo = Mielestäni ojitetut suometsät tulisi jättää kunnostusojittamatta

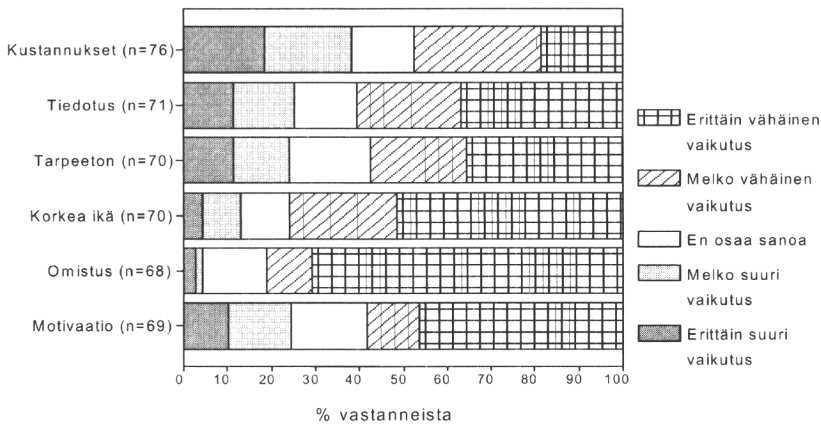
**Kuva 19.** Suometsien kunnostusojittamattomuuden vaikuttaneet syyt.

Metsätaloussuunnitelman ehdottamista suometsien harvennushakkuista oli toteuttanut täysin tai pääosin runsas kaksi kolmasosaa (69%) metsänomistajista (kuva 20). Metsäalan koulutusta saaneet olivat toteuttaneet hakkuita useammin kuin ne, joilla ei ollut metsäalan koulutusta lainkaan. Metsäalan koulutukseksi tutkimuksessa katsottiin kaikki lyhyetkin alan kurssit.

Vastanneista joilla ehdotetut harvennushakkuut olivat pääosin tai täysin toteuttamatta runsaan kolmasosan (38 %) mielestä suometsien harventamattomuus johtui harvennushakkuiden liian korkeista kustannuksista (kuva 21). Muiksi tärkeiksi syiksi mainittiin tietämättömyys tilan hakkuutarpeista sekä se, että harvennushakkuiden ei katsottu lisäävän suometsien kasvua. Moni vastaaja ilmoitti suometsien harvennusrästien syyksi myös sen, etteivät suometsien harvennushakkuut yksinkertaisesti kiinnostaneet metsänomistajaa.



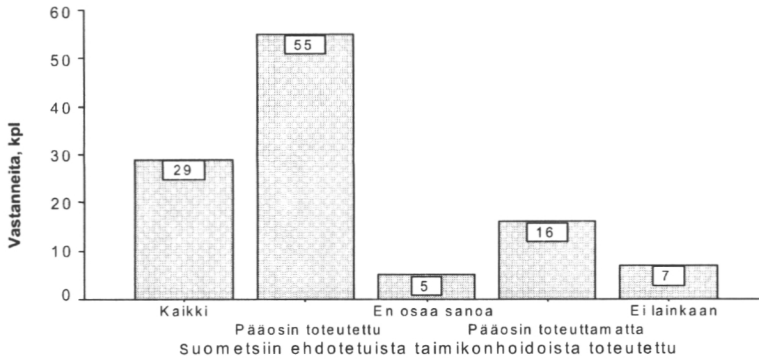
**Kuva 20.** Metsätaloussuunnitelmissa suometsiin ehdotettujen harvennusten toteutumisaste.



Kustannukset = Harvennushakkuiden kustannukset ovat liian suuret  
Tiedotus = En tiedä tilani suometsien harvennushakkuutarpeesta  
Tarpeeton = En usko harvennushakkuiden parantavan suometsän kasvua  
Korkea ikä = En katso hyötyväni suometsien harvennushakkuista korkean ikäni takia  
Omistus = Tilan omistusoikeuden muuttuminen on aiheuttanut epäselvyyttä  
Motivaatio = En ole kiinnostunut suometsien harvennushakkuutoimenpiteistä

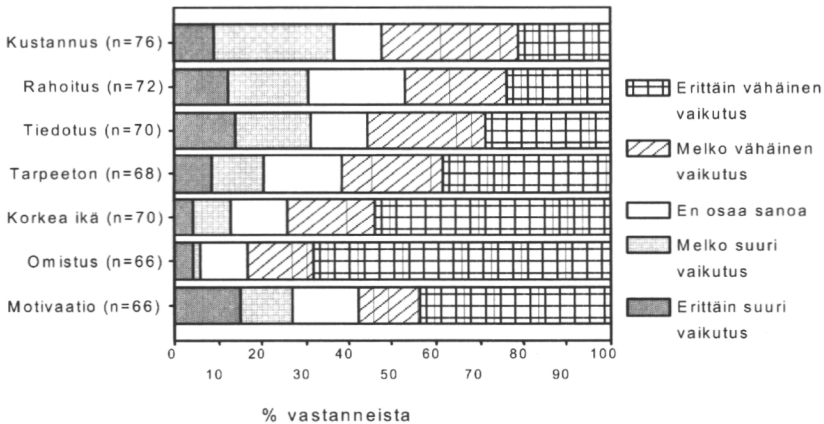
**Kuva 21.** Suometsien harventamattomuuteen vaikuttaneet syyt.

Metsätaloussuunnitelman ehdottamat suometsien taimikonhoitotyöt oli toteuttanut täysin tai pääosin kolme neljäosaa vastanneista (kuva 22). Metsäalan koulutusta saaneiden metsänomistajien taimikot olivat keskimäärin paremmin hoidettuja verrattuna muihin metsänomistajiin.



**Kuva 22.** Metsätaloussuunnitelmissa ehdotettujen suometsien taimikonhoitotöiden toteutumisaste.

Taimikonhoitorästejä omaavien vastaajien mukaan suurin syy suometsien taimikonhoitorästeihin on työn korkeat kustannukset (kuva 23). Myös tietämättömyys tilan suometsien taimikonhoitotarpeista ja työhön saatavasta valtion tarjoamasta rahoituksesta mainittiin usein hoitorästien syiksi. Huono motivaatio suometsien taimikonhoitotöitä kohtaan näyttää olevan osasyynä rästeihin lähes 30 prosentilla vastaajista.

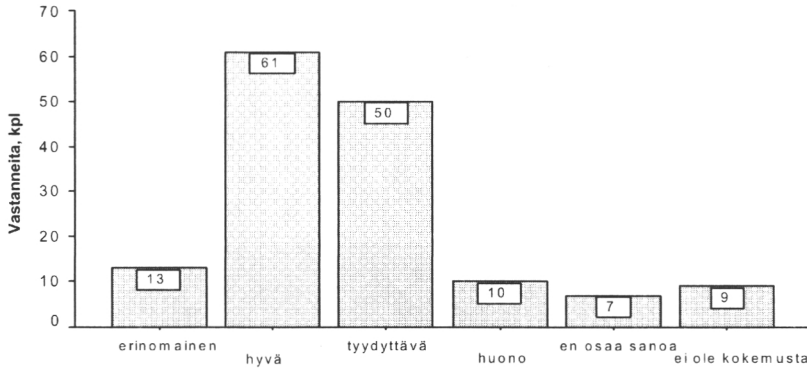


Kustannukset = Taimikonhoidon kustannukset ovat liian suuret  
 Rahoitus = En tiedä valtion tarjoavan rahoitusta taimikonhoitoon  
 Tiedotus = En tiedä tilani suometsien taimikonhoitotarpeista  
 Tarpeeton = En usko taimikonhoidon parantavan suometsän kasvua  
 Korkea ikä = En katso hyötyväni suometsien taimikonhoidoista korkean ikäni takia  
 Omistus = Tilan omistusoikeuden muuttuminen on aiheuttanut epäselvyyttä  
 Motivaatio = En ole kiinnostunut suometsien taimikonhoitotoimenpiteistä

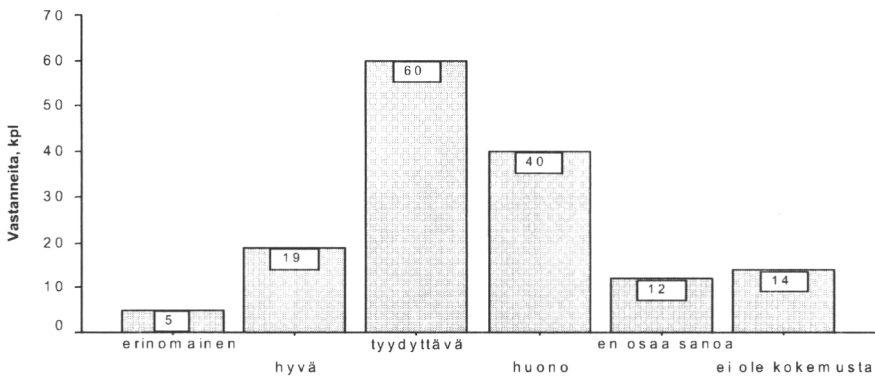
**Kuva 23.** Suometsien taimikonhoitorästien syyt.



Metsänomistajia pyydettiin myös arvioimaan metsäammattilaisten suhtautumista suometsien hakkuu- ja hoitotöihin. Vastaajien mukaan metsäkeskus ja metsänhoitoyhdistykset tiedottavat suometsien hoitotarpeista vähintäänkin hyvin tai tyydyttävästi (kuva 24). Sen sijaan metsäteollisuuden edustajia moitittiin heidän haluttomuudestaan ostaa puuta suometsistä (kuva 25).



**Kuva 24.** Metsänomistajien arviot metsänhoitoyhdistysten ja metsäkeskuksen suorittamasta suometsien hoitotarpeiden tiedottamisesta.



**Kuva 25.** Metsänomistajien arviot puunostajien halukkuudesta ostaa puuta suometsistä.

Tuononen päätyi tutkimustulostensa perusteella seuraaviin johtopäätöksiin:

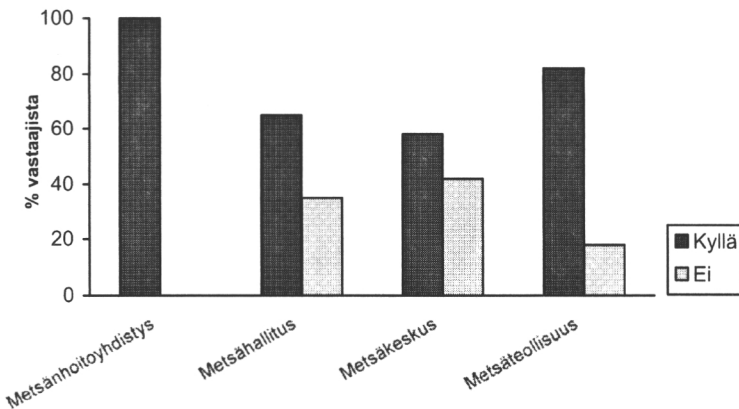
- Metsäalan pienimuotoistakin koulutusta kannattaa antaa. Metsäalan koulutus lisää yksityismetsänomistajan metsätaloussuunnitelman suometsiin kohdistettujen hoitoehdotusten toteuttamisien määrää ja kiinnostusta metsällisiin asioihin.
- Lähes joka toisen eläkeläisen suometsissä ei ollut toteutettu kunnostusojituksia. Metsäammattilaisten tulee olla aktiivisia ja kyettävä viestimään suoraan ja selkeästi toimiessaan eläkeläisten kanssa metsänhoidollisissa asioissa. Koulutustilaisuudet tulee osata suunnitella eläkeläisten tarpeet huomioiden yhteistyökykyisessä ja joustavassa hengessä.

- Suometsistä saatavan harvennuspuun kysyntää tulisi lisätä ja edesauttaa harvennuskuidun hinnannousua, jotta yksityismetsänomistajat innostuisivat myymään harvennuskohteitaan. Harvennuskuidun parempi hinta edesauttaisi myös kunnostusojitusten toteutumista kun harvennuskudulta saatava tuotto kattaisi entistä paremmin kunnostusojituskustannukset.
- Tiedottamista, markkinointia ja henkilökohtaista neuvontaa lisäämällä voidaan suometsiin ehdotettujen toimenpiteiden toteutumista tehostaa entisestään.

## 2.5 Metsäammattilaisten näkemykset suometsien hyödyntämisestä

”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” -hankkeen yhteydessä kartoitettiin Pohjois-Karjalan metsäammattilaisten suometsien hyödyntämiseen liittyviä näkemyksiä ja asenteita. Tätä varten haastateltiin 29 metsäammattilaista, jotka jakautuivat tasaisesti Kiteen, Ilomantsin ja Lieksan alueelle. Haastateltavien organisaatioita olivat metsäkeskus, metsänhoitoyhdistykset, metsäteollisuusyritykset sekä metsähallitus. Haastattelut toteutti metsänhoitaja Mika Nousiainen Pohjois-Karjalan metsäkeskuksesta ja tulokset raportoi Pasi Jormanainen Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun metsätalousinsinööriopintoihin liittyvässä opinnäytetyössään (Jormanainen 1999) ”Metsäammattilaisten ja metsänomistajien tietämys suometsistä Pohjois-Karjalassa”.

Lähes kaikki haastatellut metsäammattilaiset ilmaisivat huolensa suometsien hoitamattomuudesta ja suurin osa metsäammattilaisista oli edelleen sitä mieltä, että tähänastiset investoinnit suometsiin ovat olleet kannattavia (kuva 26). Kaikki haastatellut vastasivat myös myöntävästi kysymykseen, jossa tiedusteltiin heidän uskoaan suometsien puuntuotannolliseen hyödyntämiseen. Suometsien tulevaisuuden hakkuumahdollisuuksia aliarvioitiin kuitenkin huomattavasti. Metsäammattilaisten arviot hoidettujen suometsien hakkuumahdollisuuksien kasvusta vuoteen 2030 mennessä olivat keskimäärin vain alle kolmasosan kasvun todellisesta laskennallisesta arvosta.



**Kuva 26.** Metsäammattilaisten vastaukset kysymykseen: ”Ovatko aikaisemmat investoinnit suometsiin olleet kannattavia?”

Metsäammattilaisia pyydettiin haastattelussa laittamaan tärkeysjärjestykseen tekijät, jotka ovat heidän mielestään syynä suometsien vajaakäyttöön. Vastaukset pisteytettiin siten, että tärkeimmäksi

syyski asetetulle väitteelle annettiin 5 pistettä, toiseksi tärkeimmälle 3 pistettä, kolmanneksi tärkeimmälle 2 pistettä ja neljänneksi tärkeimmälle 1 piste. Arviot vajaakäytön syistä on esitetty taulukossa 2. Haastatteluaineistossa ylivoimaisesti suurimmiksi syiksi suometsien vajaakäyttöön mainittiin puunkorjuun vaikeus sekä kuitupuun heikko markkinatilanne.

**Taulukko 2.** Metsäammattilaisten arviot suometsien vajaakäytön syiksi.

Väite:	Metsänhoi- toyhdistys	Metsä- hallitus	Metsä- keskus	Metsä- teollisuus	Yht.
Puunkorjuun vaikeus (kantavuus, kertymä).....	10	15	17	40	82
Kuitupuun heikko markkinatilanne....	19	1	30	25	75
Metsänomistajien liian korkeat hintaodotukset.....	3	3	4	24	34
Sopivan korjuukaluston puute.....	3	6	4	20	33
Puunostajat eivät ole kiinnostuneet suometsien puusta.....	19	0	13	0	32
Asenteelliset syyt.....	3	1	5	2	11
Suometsien hoito ja hakkuut ovat kannattamattomia.....	2	2	2	3	9
Leimikoiden hankala suunnittelu.....	1	5	0	3	9

Metsäammattilaisilta tiedusteltiin myös heidän mielestään merkittävimpiä suometsien puunkorjuumenetelmiin liittyvät puutteita (taulukko 3). Suurimmaksi haittatekijäksi suometsien puunkorjuussa nähtiin sopivan korjuukaluston puuttuminen. Korjuukalustoa pidettiin yleisesti suometsien puunkorjuuseen liian raskaana. Vastauksissa korostettiin myös puunkorjuun oikean toteutusajankohdan merkitystä, sekä korjuun kytkemistä muiden suometsien hoitotöiden yhteyteen.

**Taulukko 3.** Metsäammattilaisten arviot suometsien puunkorjuumenetelmien puutteista.

Väite:	Metsänhoi- tyhdistys	Metsä- hallitus	Metsä- keskus	Metsä- teollisuus	Yht.
Suometsiin sopivaa puunkorjuukalustoa ei ole....	5	10	25	41	81
Korjuukalusto on liian raskasta.....	18	3	25	26	72
Suometsiin mennään väärään vuodenaikaan.....	12	2	11	12	37
Puunkorjuuta ei kytketä muihin hoitotöihin.....	10	2	7	18	37
Suometsien puunkorjuun ammattitaito ei ole riittävää...	1	5	4	4	14
Korjuukalusto on liian kevyttä ja tehotonta.....	5	0	0	6	11

Suurin osa metsäammattilaisista totesi haastattelussa, ettei suometsien ravinnetalouden hoitoon ja kunnostusajatuksiin ole viimeaikoina panostettu tarpeita vastaavasti. Yleinen näkemys oli lisäksi se, ettei suometsän hoito- ja hakkuutöiden työjärjestys ole nykyisin aina kaikilta osin hallinnassa. Ainoastaan metsähallituksen toimihenkilöt olivat pääsääntöisesti sitä mieltä, että lannoituksia ja varsinkin kunnostusajatuksia on viimeaikoina toteutettu riittävästi ja että töiden toteuttamisjärjestys

on hallinnassa. Soiden kunnostusojittamiseen on liitetty osaltaan myös ympäristöriskit, joten haastatteluissa selvitettiin metsäammattilaisten näkemyksiä suometsien kunnostusojitusten haittavaikutuksista. Ylivoimaisesti yleisimmien suurimpien riskien katsottiin liittyvän vesistöhaittoihin (taulukko 4). Myös monimuotoisuuden vähenemiseen ja ravinnehäiriöihin kiinnitettiin huomiota.

**Taulukko 4.** Metsäammattilaisten arviot kunnostusojitusten ympäristöriskeistä.

Haitat:	Metsänhoito- yhdistys	Metsä- hallitus	Metsä- keskus	Metsä- teollisuus	Yht.
Vesistöhaitat.....	20	15	35	41	111
Monimuotoisuuden väheneminen...	2	0	14	19	35
Ravinnehäiriöt.....	3	6	11	11	31
Maisemavauriot.....	6	0	0	20	26
Ei merkittäviä haittavaikutuksia.....	6	0	0	14	20
Ilmaston lämpeneminen.....	0	0	0	0	0

Haastateltujen metsäammattilaisten mukaan suurimmat puutteet metsänomistajien suometsätietoudessa liittyvät hoito- ja hakkuutarpeiden määrittämiseen (taulukko 5). Lähes yhtä haitalliseksi tekijäksi koettiin se, että metsänomistajat aliarvioivat suometsien tuottomahdollisuuksia.

**Taulukko 5.** Metsäammattilaisten arviot metsänomistajien puutteista suometsätietämyksessä.

Metsänomistajien tietämyksen puutteet:	Metsänhoito- yhdistys	Metsä- hallitus	Metsä- keskus	Metsä- teollisuus	Yht.
Ei tietoa hoito- ja hakkuutarpeista	17	5	28	38	88
Suometsien tuottomahdollisuudet arvioidaan erittäin vähäisiksi	13	13	25	31	82
Käsitys ettei suometsien puulla ole ostajia eikä hintaa	15	2	14	26	57
Suometsien hoito- ja hakkuutyöt koetaan monimutkaisiksi	6	3	7	19	35
Metsänomistajilla ei ole tietoa kenenkä puoleen kääntyä suometsiin liittyvissä asioissa	1	5	3	2	11

## 3 YHTEISTYÖ SUOMETSIIEN HAKKUU- JA HOITOTÖISSÄ

Hannu Laukkanen, Mika Nousiainen, Pasi Jormanainen, Sauli Niemi

### 3.1 Yhteishankkeiden hyödyt

Suometsien uudisojitukset ja peruslannoitukset hoidettiin 1960-70 –luvulla taloudellisesti tarkoituksenmukaisilla yhteishankkeilla. Nykyisin metsänomistajien välinen yhteistoiminta on vähäistä, vaikka suometsissä ojituksen ja puunkorjuun kannalta järkevän hankkeen aikaansaaminen edellyttää tavallisesti usean tilan yhteistoimintaa. ”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” kehityshankkeen keskeisenä tavoitteena olikin herätellä henkiin metsänomistajien välistä suomensäyhteistyötä. Yhteistyön avulla suometsien taimikonhoidot, nuorten metsien harvennukset, harvennushakkuut, lannoitukset, kunnostusojitukset ja kulkuyhteyksien parantamiset voidaan toteuttaa samanaikaisesti yhdessä naapuritilojen tai saman tiesuunnan tilojen kanssa. Näin suometsät saadaan hoidettua kerralla kuntoon mahdollisimman järkevästi ja vähäisin kustannuksin, sillä yhteistoiminta mahdollistaa töiden ketjuttamisen taloudellisesti edullisella tavalla. Yhteishankkeiden tavoitteena voidaan pitää sitä, että kunnostetuille alueille tarvitsee mennä suorittamaan metsänhoitotöitä tai hakkuuta seuraavan kerran vasta 15-20 vuoden kuluttua.

Yhteishankkeiden tuloksista hyötyvät kaikki hankkeiden osapuolet. Metsänomistajien kannalta tämä merkitsee sitä, että suometsät tulevat hoidettua kerralla hyvään kasvukuntoon mahdollisimman vähin vaivoin. Yhteismyynnein myytävät suometsäleimikot menevät myös paremmin kaupaksi suuremman leimikkokoon ansiosta. Vasta laajemmat yhteishankkeet kannustavat puunkorjuuorganisaatioita panostamaan suometsien puunkorjuuseen. Keskitetyt kunnostustoimenpiteet puolestaan laskevat toteutettavista hoitotöistä kuten lannoituksista ja kunnostusojituksista metsänomistajalle aiheutuvia kustannuksia.

Metsäkeskukselle, metsänhoitoyhdistyksille ja metsäpalveluyrittäjille suometsäyhteistyö tarjoaa työtilaisuuksia. Yhteishankkeita toteutettaessa myös ympäristönäkökulmat, kuten vesiensuojelu tulee hoidettua tehokkaammin. Lisäksi yhteismyyntien ja samanaikaisten hakkuiden seurauksena kunnostusojitusten toteutukset voidaan suorittaa yhdellä kertaa, eikä ”tipoitain” pahimmillaan vain yksi tila kerrallaan. Metsäteollisuuden näkökulmasta katsottuna hankkeiden positiivinen vaikutus on se, suurempien korjuumäärien seurauksena puunkorjuu pystytään hoitamaan keskitetympin. Tämä alentaa suometsistä korjattavan puuraaka-aineen korjuukustannuksia ja lisää siten puunhankintayhtiöiden kiinnostusta suometsiin. Samalla suometsien puunkorjuu voidaan suorittaa tarkoitukseen parhaiten soveltuvalla kalustolla, jolloin korjuusta aiheutuvat maaperä- ja puustovauriot jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Hankkeet parantavat tätä kautta myös kevyellä korjuukalustolla toimivien koneyritysten toimintaedellytyksiä.

### 3.2 Yhteishankkeiden toteutumisen riskit

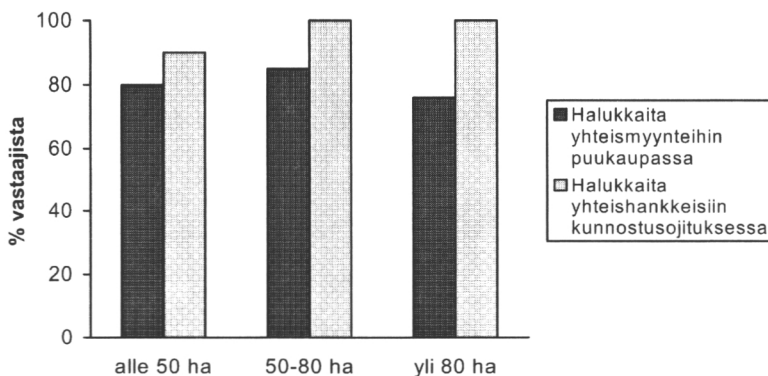
Yhteishankkeiden toteutumisen perusedellytyksenä on, että alueen metsänomistajien keskuudessa vallitsee kiinnostus hankkeita kohtaan. Onnistuakseen hankkeet vaativat myös, että alueen metsänomistajat sekä metsäkeskus, metsänhoitoyhdistykset, metsäpalveluyrittäjät ja metsäteollisuuden edustajat toimivat keskenään saumattomasti yhteistyössä. Kolmas hankkeiden toteutumisen perusedellytys on puunhankintayritysten halukkuus ostaa suometsistä saatavaa harvennuspuuta. Puumarkkinatilanne voi ajoittain olla mäntykuitupuuvältaisten suoharvennusten kannalta niin epäedullinen, ettei leimikoille ole riittävästi kysyntää. Metsäteollisuus saattaa myös pitää suometsien

harvennuksia liian kalliina raaka-ainelähteenä. Toisaalta vaikeista korjuuolosuhteista johtuen metsänomistajienkaan ei tulisi asettaa suometsistä saatavalle puulle liian korkeita hintaodotuksia. Puunmyyjien tulee hyväksyä se tosiasia, että teollisuuden puustamaksukyky turvemilla on noin 20-30 mk/m<sup>3</sup> alhaisempi kuin vastaavilla kivennäismaiden korjuukohteilla. Hankkeiden yhteydessä toteutettavat yhteismyynnit voivat kariutua myös metsänomistajien keskinäisiin näkemuseroihin. Yhteismyynntien käytännön toteuttamista saattavat vaikeuttaa osakastilojen erilaiset tavoitteet esimerkiksi puukaupan ajankohdan ja puunkorjuumenetelmien osalta.

Suometsien ensiharvennukset ovat vankkaa ammattitaitoa vaativia työkohteita. Useissa koh-teissa työ tulisi suorittaa miestyönä, sillä varsin usein taimihoidon laiminlyöntien seurauksena poistettava puusto sisältää runsaasti kuitupuuksi kelpaamatonta riukupuuta. Kunnostettavissa suometsissä tarvitaan runsaasti myös pelkkää taimikonhoitoa. Tällöin ammattitaitoisten metsätyöntekijöiden puute saattaa pahimmillaan rajoittaa yhteishankkeiden toteuttamista.

### 3.3 Metsänomistajien ja metsäammattilaisten näkemykset yhteishankkeista

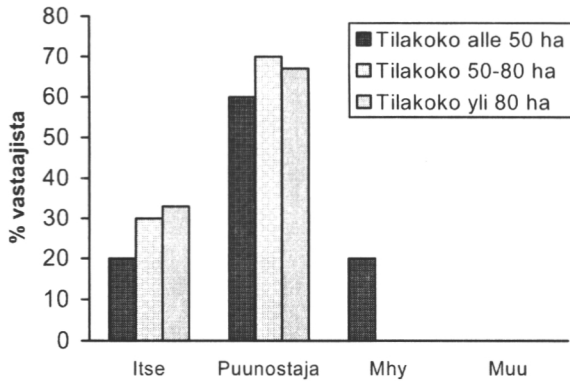
Pasi Jormanaisen opinnäytetyöstä (Jormanainen 1999) ”Metsäammattilaisten ja metsänomistajien tietämys suometsistä Pohjois-Karjalassa” ilmeni, että metsänomistajat ovat halukkaita yhteishankkeiden toteutuksiin. Jormanainen haastatteli tutkimuksessaan 30 metsänomistajaa, joiden omistaman tilan koko oli vähintään 20 ha ja joiden tilalla esiintyi suometsiä. Haastatellut yksityismetsänomistajat jakautuivat tasaisesti Ilomantsin ja Lieksan alueelle. Alle 50 ha:n tiloja aineistossa oli yhdeksän, 50-80 ha:n tiloja kahdeksan ja yli 80 ha:n tiloja kolmetoista kappaletta. Haastatelluista noin 80 % oli valmiita lähtemään mukaan yhteismyynnteihin ja lähes kaikki olivat halukkaita yhteisiin kunnostusojitushankkeisiin (kuva 27). Yhteistyöhalukkuus ei ollut riippuvainen metsänomistajan tilakoosta.



Kuva 27. Metsänomistajien halukkuus yhteishankkeisiin.

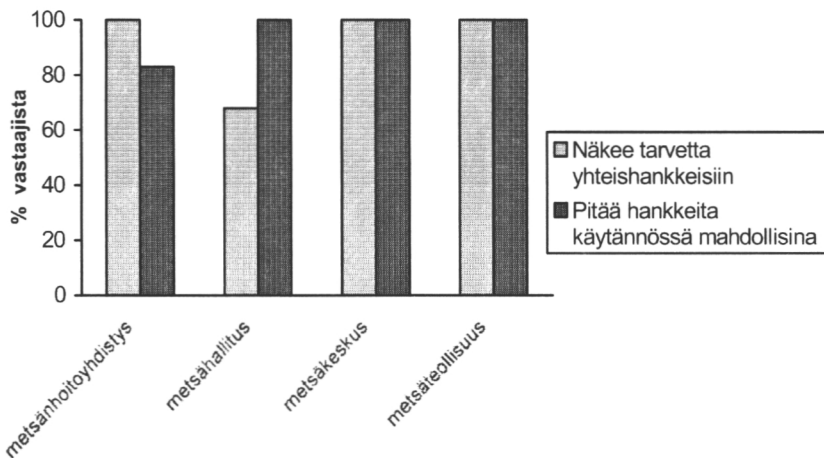
Yhteismyynnteihin halukkaista kaikki alle 80 hehtaarin metsätilan omistajat olivat valmiita myymään puunsa parhaan tarjouksen tehneelle ostajalle, riippumatta siitä kuka tarjouksen tekee. Sen sijaan yli 80 hehtaarin tilan omistajista joka neljäs ilmoitti, ettei ollut valmis osallistumaan yhteismyynnteihin minkä tahansa puunostajan kanssa. Kielteistä suhtautumista perusteltiin ostajan luotettavuudella ja joistain puunostajista saaduilla huonoilla kokemuksilla. Haastateltavilta tiedusteltiin myös kenenkä

he haluaisivat suorittavan suometsiensä puunkorjuun. Vastaajista lähes 70 % nimesi mieluisimmaksi puunkorjuun toteuttajaksi puunostajan (kuva 28). Puunkorjuun halusi suorittaa itse runsas 20 % metsänomistajista.



**Kuva 28.** Metsänomistajien vastaukset mieluisimmasta suometsien puunkorjuun suorittajasta.

Myös metsäammattilaisten keskuudessa yhteishankkeisiin suhtauduttiin varsin myönteisesti (kuva 29). Ainoastaan 17 % metsänhoitoyhdistysten toimihenkilöistä näki yhteishankkeiden toteutukset käytännössä mahdottomiksi ja metsähallituksen toimihenkilöistä kolmasosa ei nähnyt mitään tarvetta yhteishankkeiden toteutuksiin.



**Kuva 29.** Metsäammattilaisten näkemykset yhteishankkeiden toteutustarpeista ja toteutusmahdollisuuksista työnantajaryhmittäin.

### 3.4 Yhteishankkeista saadut käytännön kokemukset

Yhteishankkeiden toteutuksista on Pohjois-Karjalassa saatu arvokkaita käytännön kokemuksia, sillä yhteishankkeita on perustettu tähän mennessä jo toistakymmentä kappaletta. Ensimmäisen hanke käynnistettiin syksyllä 1999 Ilomantsin Tyrjässä ja se toteutettiin noin 150 hehtaarin suuruisen kunnostusojitushankkeen yhteydessä. Aloite kunnostusojitukseen saatiin yhdeltä alueen metsänomistajista, jonka jälkeen Pohjois-Karjalan metsäkeskus kokosi kyläkunnalta muita osallistujia kaikkiaan 12 kappaletta. Hankkeen alkukokouksessa metsänomistajat ilmoittivat halukkuutensa kunnostusojitukseen ja sitoutuivat sen toteuttamiseen. Kokouksessa esiteltiin myös mahdollisuus yhteistyöhön puukaupan ja metsänhoitotöiden osalta. Ajatus sai kannatusta, ja sen seurauksena metsänhoitoyhdistys valtuutettiin yhteismyynnin toteuttajaksi. Puuta harvennushakkuista arvioitiin ennakkoon kertyvän yli 2000 m<sup>3</sup>. Puukauppa suometsistä korjattavasta puusta syntyi loppukesällä 2000 ja koneellinen puunkorjuu päästiin aloittamaan kevättalvella 2001. Koneellisen puunkorjuun lisäksi metsänhoitoyhdistys toteutti syksyllä 2000 energiapuun korjuun metsurityönä 5,5 ha:n hoitamattomalla suokuviolla. Energiakäyttöön korjattu puu toimitettiin Ilomantsin kunnan lämpölaitokselle.

Metsänomistajilta yhteishankkeissa saadun palautteen mukaan suometsäyhteistyö on ollut hyvä tapa toimia. Heidän suhtautumisensa suometsäyhteistyöhön on ollut myönteistä, usein jopa innostunutta. Negatiivista palautetta ei ole juuri tullut. Yhteishankkeiden hyvinä puolina on pidetty puunmyynnin ja kunnostustoimenpiteiden toteutusten helppoutta. Esille on tuotu myös se, että joillakin tiloilla suometsien kunnostamiseen ei olisi ryhdytty ilman yhteishankkeiden liikkeelle sysäävää vaikutusta. Metsänomistajat hyväksyvät sen, että aloite yhteistyöhön tulee ulkopuoliselta taholta, esim. metsäkeskukselta. Yhteydenotot ovat usein tuloksellisia, sillä metsänomistajien keskuudessa vallitsee jonkin verran epätietoisuutta suometsien puumarkkinoista. Erilaiset viestit suometsien kuitupuun oikeasta hinnasta ovat saaneet heidät epävarmoiksi, minkä seurauksena puukaupan tekoa on lykätty. Tämä taas on viivästyttänyt suometsien kunnostamista ja aiheuttanut siten kasvu- ja laatu tappioita puustolle.

Metsäorganisaatioiden näkökulmasta kokemukset yhteishankkeista ovat tuoneet esille useita kehittämistarpeita. Metsäorganisaatioilla ei ole ollut tähän asti selkeätä ja perinteistä toimintakulttuuria suometsien kunnostamiseksi. Yhteistyömallin toteuttaminen on hämmäntänyt monia toimijoita. Osa metsäammattilaisista on suhtautunut asiaan vältellen ja empien tai jopa vastustaan ja pienempi osa on ollut aidosti kiinnostuneita hankkeiden mukanaan tuomista uusista mahdollisuuksista. Näkyvin tuki yhteishankkeille on tullut metsä- ja kaivinkoneyrittäjien taholta, jotka luultavasti hyötyisivät eniten suometsien parantuneista työolosuhteista. Metsäkeskus hyötyy yhteishankkeista siten, että yhteismyynneistä ja samanaikaisista hakkuista johtuen kunnostusojitus voidaan suorittaa kerralla eikä paloittain pieni ala kerrallaan. Tyrjän esimerkkihankkeesta oli toteutuksen kannalta kuitenkin ehkä jopa liian suuri. Sen jakaminen kahdeksi eri hankkeeksi olisi todennäköisesti parantanut töiden suunnittelun ja toteutuksen hallittavuutta.

Metsänhoitoyhdistyksen rooli puukaupassa korostuu yhteismyynnin kautta. Tyrjän esimerkkihankkeessa puukaupan toteuttaminen otti aikaa yli vuoden, mikä on liian kauan. Suometsien puu ei kuulu kiinnostavimpiin myyntiartikkeleihin. Puunostajien ja puunkorjaajien osalta suhtautuminen yhteishankkeisiin on ollut varovaista. Onneksi joukossa on ollut kuitenkin rohkeita toimijoita, jotka ovat ottaneet vastaan haasteen suometsien tulevaisuudesta. Puunkorjaajien puolelta on tullut myös selvä ehdotus korjuuolosuhteiden parantamiseksi. Heidän mukaansa suometsien leimikoiden rajauksissa tulisi olla erityisen tarkkana, ettei korjuukelvottomia alueita tule mukaan heikentämään korjuun kannattavuutta. Konekorjuukelpoiset alueet on eroteltava raivaussaharvennuksista ja korjuukertymältään korjuukelvottomista kohteista. Puunostajien näkökulmasta katsottuna yhteishankkeiden optimikoko on hakkuukertymällä mitattuna 500-2000 m<sup>3</sup>. Harvennuskohdeiden ennako-



raivaus ja riittävän suuret hehtaarikohtaiset hakkuukertymät (35-40 m<sup>3</sup>/ha) mahdollistavat kustannus-  
tehokkaan puunkorjuun suometsien hankalissa korjuuolosuhteissa.

Hakkuujälki turvemaiilla on ollut kirjavaa. Ajoittain kohteiden harvennusjälki on ollut ihastel-  
tavaa, mutta toisinaan on voitu huomata, ettei harventaja ole onnistunut työnsä toteutuksessa. Puiden  
valinnassa, ajourien sijoittelussa, harvennusvoimakkuudessa ja lähikuljetuksen toteutuksessa olisi  
ajottain parantamisen varaa. Työjälki olisi todennäköisesti parempaa, jos suometsiin saataisiin  
ohjattua olosuhteisiin parhaiten soveltuva konekalusto ja taitavat kuljettajat. Yhteishankkeissa  
mahdollisuudet kyseisiin seikkoihin panostamiseen ja hyvään työjälkeen ovat suuremmat.

Tähänastisten kokemusten perusteella voidaan todeta, että yhteistyö suometsissä on todellinen  
mahdollisuus. Yhteishankkeet ovat osoittautuneet kaikin puolin varsin tehokkaiksi ja järkeviksi  
ratkaisuiksi suometsien hoitotöitä ja hakkuuta toteutettaessa. Täten niiden toteuttamista tulisi edistää.  
Selkeänä tavoitteena voidaan pitää metsäammattilaisten yksimielistä viestiä toiminnan järjestyksestä.  
Näin metsänomistajien usko asiaan saadaan säilymään.

## 4 SUOMETSIIEN HARVENNUSHAKKUIDEN KORJUUKALUSTO

Sauli Niemi, Teemu Pulkkanen, Kari Väätäinen, Lauri Sikanen

### 4.1 Maaperän kantavuus suometsien puunkorjuussa

Suometsissä maaperän kantavuusominaisuudet määrittävät puunkorjuun toteutuksen ajankohdan ja  
korjuussa käytettävän kaluston. Maanpinnan huono kantavuus sulan maan aikaan vaikeuttaa  
puunkorjuuta yleiskalustolla tai estää sen kokonaan. Myös talvella kantavuudesta saattaa aiheutua  
ongelmia, joten sen arviointi kuuluu korjuun suunnittelun keskeisiin tehtäviin. Ongelmaksi  
turvemaiilla muodostuu kuitenkin kantavuuden suuri vaihtelu leimikon sisällä. Muutamat huonosti  
kantavat kohdat saattavat estää lähikuljetuksen muuten korjuukelpoiseksi arvioidulla työmaalla.  
Maaston kulkukelpoisuuden arviointi tapahtuu käytännön tilanteissa lähes aina silmämääräisesti,  
vaikka siihen soveltuvia laitteita ja menetelmiä onkin kehitetty. Sekä mekaanisilla, että sähköisillä  
menetelmillä ongelmaksi muodostuu riittävän tiheän havaintoverkon mittaamisen kalleus. (Siren  
2000)

Suon kulkukelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat turpeen laatu ja maatunaisuus, suon syvyys  
ja kerroksellisuus sekä puiden juuriston ja pintakasvillisuuden muodostaman vahvistusverkon lujuus.  
Nämä ominaisuudet ovat yleensä riippuvuussuhteessa turpeen kosteussuhteeseen (Rummukainen  
1984). Eri soiden välisissä kantavuusominaisuuksissa onkin merkittäviä eroja. Saarilahden (1997)  
mukaan korvet ja turvekankaat eivät ole yhtä raiteistumisalttiita kuin rämeet ja nevat. Nevat ovat  
puolestaan hieman rämeitä heikompia. Suon talviaikaisen kulkukelpoisuuden keskeinen selittäjä on  
roudan syvyys. Roudan muodostumisen kannalta ratkaisevia tekijöitä ovat alueen pakkasumma sekä  
lumipeitteen paksuus. Mikäli lumipeite on paksu, se toimii maan routaantumista vähentävänä  
eristeenä. Toisaalta lumi myös lisää kantavuutta, vaikka routaa ei olisikaan. Sen sijaan ojituksen  
vaikutuksesta routaantumiseen on tehty keskenään ristiriitaisia havaintoja (Laiho 1989).

Eeronheimon (1991) mukaan keskiraskaalla metsätraktorilla tapahtuva metsäkuljetus suolla  
vaatii hyvin onnistuakseen joko 20 cm:n paksuisen roudan lumettomassa maassa tai yli 40 cm:n  
lumipeitteen, mikäli routaa ei ole. Kuvassa 30 on esitettyä Eeronheimon määrittämät keskiraskaan  
metsätraktorin käyttökauden pituudet eri osissa maata. Hyvinä pakkastalvina koneiden kulku  
kantavaksi jäätyneellä tasaisella ja kivettömällä suolla voi olla hyvinkin vaivatonta ja korjuu

teknisesti ongelmattomaa. Talvi tuo mukanaan tosin myös omat vaikeutensa, sillä liian paksu lumipeite ja talven heikot valaistusolosuhteet hankaloittavat koneiden liikkumista ja työskentelyä harvennuksilla (Siren 2000).

Korjuun onnistuminen edellyttää seuraavien ehtojen yhtäaikaista täyttymistä.

Ehto 1:  $R + L/2 > 20$  cm

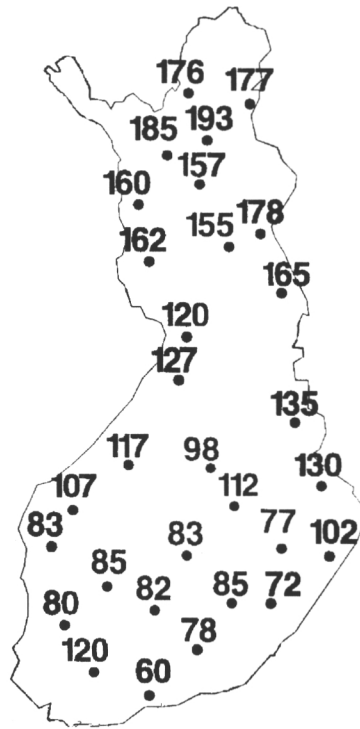
Ehto 2:  $P < 5$  cm

joissa:

R = roudan syvyys, cm

L = lumipeitteen paksuus, cm

P = sulaneen pintamaan paksuus, cm



**Kuva 30.** Eeronheimon (1991) määrittämät keskiraskaan metsätraktorin käyttökauden pituudet (vrk/v) suometsissä eri puolella Suomea.

## 4.2 Suometsien harvennushakkuiden korjuukalustovaihtoehdot

Lähikuljetus muodostuu useimmiten turvemaiden puunkorjuuta rajoittavaksi tekijäksi. Kantavuus ei yleensä ole ongelma hakkuukoneille, sillä niiden tarvitsee kulkea hakkuu-urilla vain kerran. Urapainumia ja juuristovaurioita ehkäisee myös hakkuun seurauksena ajouralle syntyvä havumatto, joka tosin suolla jää usein vaatimattomaksi. Turvemaiden harvennuksiin soveltuvat siten useimmiten samat hakkuukoneet kuin kivennäismaillekin, ellei maaperän kantavuus ole erittäin huono. Myös pienten hakkuukoneiden käyttö on taloudellisesti perusteltua, sillä pienten ja suurten hakkuukoneiden välisten tuottavuuserojen on todettu jäävän turvemaiden korjuuololoissa verraten pieniksi (Siren 2000). Esim. Mäkelän (1990) järjestämässä turvemaiden korjuukokeessa pienten hakkuukoneiden tuottavuus oli jonkin verran suurempia koneita alhaisempi, mutta pienet hakkuukoneet olivat kilpailukykyisiä niiden alhaisempien käyttötuntikustannusten vuoksi. Kyseisten koneiden pääomakustannukset ovat jo merkittävästi pienemmät kuin suurikokoisilla 1,5-2,0 milj. mk koneilla. Myös hankintahinnaltaan edullisemmat maataloustraktoreihin perustuvat hakkuukoneet saattavat olla varteenotettava vaihtoehto alhaisiin korjuukustannuksiin pyrittäessä (Siren 2000).

Erääksi vaihtoehtoiseksi kalustoratkaisuksi turvemaiden harvennushakkuihin saattavat tulevaisuudessa muodostua sekä hakkuun että metsäkuljetuksen hoitavat yhdistelmäkoneet (Siren 2000). Yhdistelmäkoneiden luontevinta käyttöaluetta ovat pienirunkoiset, pienehköt korjuukohteet lyhyellä

metsäkuljetusmatkalla, jolloin yhdistelmäkoneiden alhaisempien siirto- ja pääomakustannusten vaikutus korjuukustannuksissa korostuu. Heikosti kantavilla turvemaidella yhdistelmäkoneiden käytön etuihin kuuluu myös vähäisempi liikkumistarve leimikolla (Leskinen 1999, Rieppo 2001). Kaluston käyttökelpoisuutta heikentää tosin se, että lähikuljetusmatkat ovat suometsissä tyypillisesti pitkiä. Myös tällä hetkellä markkinoilla olevat konemallit ovat suhteellisen raskaita, mikä rajoittanee niiden työskentelyä vaikeimmilla sulanmaanaikaisilla korjuukohteilla. Yhdistelmäkone on kuitenkin parhaillaan voimakkaassa kehitysvaiheessa ja saattaa olla, että konetyypin sisältäkin löytyy erilaisia perusratkaisuja. Turvemaille saattaa kustannussyistä soveltua tavanomaiseen metsätraktoriin asennettu yhdistelmäkoura, kun taas erikoisalustalle rakennettu kalliimpi malli keskittyy kivennäismaiden harvennusten ja pienten aukkojen korjuuseen. Edellisten lisäksi myös vanhalle hakkuukoneen alustalle rakennettu harvennuskone saattaa olla toimiva ja kustannustehokas vaihtoehto. Turvemaiden harvennushakkuiden ongelmiin onkin tarjolla useita erilaisia hakkuukalustoratkaisuja, mutta niille kaikille on yhteistä kohtuullisen alhaiset pääomakustannukset. (Siren 2000)

Lähikuljetus on turvemaiden puunkorjuun keskeinen ongelma sekä korjuukustannusten että korjuujäljen osalta. Lähikuljetuksen alhainen tuottavuus ja siitä seuraavat korkeat kuljetuskustannukset turvemaidella aiheutuvat puutavaran alhaisesta uranvarsitiheydestä, kivennäismaita pidemmistä kuljetusmatkoista ja ojien ylityksistä aiheutuvista ongelmista (Siren 2000). Maaperän huonosta kantavuudesta, puuston pinnallisesta juuristosta ja vähäisestä hakkuutähdäkertymästä johtuen leimikot ovat myös kivennäismaiden leimikoita herkempiä korjuuvaurioille erityisesti sulanmaanaikaisissa hakkuissa. Korjuuteknisiin ongelmiin on haettu ratkaisua mm. telamaasturialustaisesta korjuukalustosta. Telamaasturikalustolla lähikuljetuksen onkin havaittu olevan alhaisten pintapaineiden ansiosta teknisesti mahdollista läpi vuoden (Lauhanen 1994). Mm. Eeronheimo ja Heikka (1987) sekä Mäkelä (1990) ovat todenneet telamaasturikalustolla syntyvien urapainumien ja vauriomäärien olleen alhaisempia ja vaurioiden lievempiä kuin metsä- tai maataloustraktorilla tapahtuvassa puunkorjuussa. Mäkelän (1990) suorittamassa turvemaiden korjuukokeessa telamaastureiden tuottavuus osoittautui kuitenkin 20-25 % alhaisemmaksi kuin tavanomaisten keskikokoisten kuormatraktoreiden. Pienemmistä pääomakustannuksista huolimatta telamaastureiden puunkuljetuskustannukset muodostuivat 5-20 % keskikokoisia kuormatraktoreita korkeammiksi. Tämän ovat todenneet myös Högnäs (1984,1986b) sekä Hänninen ja Kumpare (1986). Tuottavuudeltaan alhaisen kevyen lähikuljetuskaluston ei ole siten havaittu olevan kustannuskilpailukykyinen raskaamman kaluston kanssa toisin, kuin pienten hakkuukoneiden. Suometsissä kuormakoon merkitys korjuukustannusten muodostumisessa korostuu, sillä kuljetusmatkat ovat harvan tieverkoston vuoksi yleensä pitkiä.

Kevyt keskikokoinen kuormatraktori on useimmiten ojitusalueiden taloudellisesti edullisin puunkuljetusvaihtoehto. Täten luontevin ratkaisu turvemaiden lähikuljetusongelmaan on parantaa kantavuudeltaan 9-12 tonnin yleiskoneiden ominaisuuksia turvemaidella telojen ja leveän rengasvarustuksen avulla (Högnäs 1986a, Siren 2000). Kyseisen kaluston käyttö heikosti kantavilla korjuukohteilla on sulanmaanaikaan kuitenkin varsin rajoittunutta. Kevyehkön yleiskaluston käyttöä suometsien lähikuljetuksessa puoltaa pieniä koneita paremman tuottavuuden ohella se, että kalustoa voidaan työllistää myös muillakin kuin turvema- ja harvennuskohdeilla. On varsin yleistä, että osa leimikosta sijaitsee kivennäismaalla, tai sisältää harvennuksen ohella myös päätehakkuuta. Turvemaaoosuhteisiin ja harvennushakkuihin erikoistuneen kaluston ongelmaksi saattaa muodostua niiden vajaa työllistyminen (Högnäs 1986a).

### 4.3 Suometsien harvennuksiin soveltuva kevyt korjuukalusto ja sillä urakointi

#### 4.3.1 Tutkimuksen taustaa

”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” hankkeen yhteydessä Sauli Niemi teki Joensuun yliopistossa pro gradu -tutkielmansa aiheesta ”Suometsien harvennuksiin soveltuva kevyt korjuukalusto ja sillä urakointi” (Niemi 2001). Tutkimuksen tavoitteena oli:

1. Muodostaa yleiskuva eri kokoluokan koneiden soveltuvuudesta suometsien harvennusolosuhteisiin.
2. Selvittää kuinka paljon suometsiin soveltuvaa kevyttä korjuukalustoa yrittäjillä on käytössä ja minkälaisessa toimintaympäristössä ne työskentelevät.
3. Tarkastella kevyestä korjuukalustosta saatuja käyttökokemuksia ja kaluston käyttöön liittyviä ennakkokäsityksiä sekä näiden pohjalta selvittää tekijät, jotka muodostuvat kynnyskysymyksiksi kevyeen korjuukalustoon investoitaessa.

Tutkimuksen kohteena olivat Etelä-Pohjanmaan ja Pohjois-Karjalan alueella toimivat metsäkone- ja metsäpalveluyrittäjät, joilla tiedettiin olevan käytössä omaa puunkorjuukalustoa. Tutkimusaineiston keruu toteutettiin postikyselyinä, jonka vastausprosentiksi muodostui 40 % (126 vastaajaa).

#### 4.3.2 Erilaisen korjuukaluston soveltuvuus suometsien harvennushakkuihin

Erilaisen hakkuu- ja lähikuljetuskaluston soveltuvuutta suometsien harvennushakkuihin arvioitiin koneyrittäjien omasta korjuukalustosta saatujen käyttökokemusten pohjalta. Yrittäjien tuli arvioida kunkin koneensa soveltuvuutta suometsien harvennuksiin erikseen sekä sulanmaan aikaisissa hakkuissa, että talvihakkuissa. Soveltuvuusarvioista laskettiin kussakin kalustoryhmässä keskiarvot, jotka on esitetty taulukoissa 6 ja 7. Taulukosta nähdään myös kuinka paljon keskimäärin kullakin kalustotyypillä työskenneltiin suometsien harvennushakkuilla. Tuloksia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon kertyneiden havaintojen vähäinen määrä muutamissa kalustoryhmissä. Soveltuvuusarvioissa silmiinpistävä seikka on se, että esim. telamaasturialustaisen lähikuljetuskaluston soveltuvuutta suometsien harvennuksiin pidettiin erinomaisena, vaikka toisaalta kaluston taloudellisuutta kritisoi tiinkin voimakkaasti. Kevyttä kalustoa omistavien yrittäjien arvioissa saattavat täten painottua enemmän korjuutekniset kuin taloudelliset näkökulmat.

Vastaajat, joilla oli käytössä kevyttä telamaasturialustaista hakkuukalustoa, pitivät kyseisen kaluston soveltuvuutta suometsien harvennuksiin erinomaisena läpi vuoden (taulukko 6). Myös maataloustraktoriperustaisten hakkuukoneiden käyttökelpoisuutta talviaikaisissa hakkuissa pidettiin kokemusten perusteella erinomaisena, mutta kesällä niiden soveltuvuus telamaastureihin verrattuna oli hieman heikompa, joskaan ei huonoa. Samaa voidaan sanoa myös muiden kevyiden hakkuukoneiden osalta. Talviaikaisiin harvennuksiin soveltuvaksi korjuukalustoksi voidaan katsoa kuuluvan myös keskiraskaat hakkuukoneet, mutta sulanmaan aikaan niiden käyttö on kalustoa omistavien yrittäjien mukaan jo melko rajoittunutta. Yhdistelmäkoneista ei ollut kokemuksia kuin yhdellä yrittäjällä, joka katsoi koneensa soveltuvan suometsien harvennuksiin hyvin läpi vuoden. Raskaiden hakkuukoneiden ei katsottu soveltuvan kovin hyvin edes talviaikaisiin harvennuksiin.

**Taulukko 6.** Erilaisten hakkuukoneiden soveltuvuus suometsien harvennushakkuihin sekä suoharvennusten keskimääräinen osuus koneiden käyttötunneista. Soveltuvuuden arvioinnissa käytetty asteikko: 1=ei sovellu lainkaan ... 5=soveltuu erinomaisesti.

Konetyyppi:	Soveltuvuus talvella	Soveltuvuus sulanmaan aikaan	Suoharvennusten osuus koneiden käyttötunneista
<b>Telamaasturialustaiset hakkuukoneet</b> (n=11)	4,9	4,3	36 %
<b>Maataloustraktoripohjaiset hakkuukoneet</b> (n=4)	4,5	3	38 %
<b>Muut kevyet hakkuukoneet,</b> massa alle 7 tonnia (n=2)	5	3,5	33 %
<b>Keskiraskaat hakkuukoneet,</b> massa 7–14 tonnia (n=35)	3,7	2,2	18 %
<b>Raskaat hakkuukoneet,</b> Massa yli 14 tonnia (n=16)	2,4	1,3	4 %
<b>Yhdistelmäkonet</b> (n=1)	5	3	70 %

Vastaajat, joilla oli käytössä kevyttä telamaasturialustaista lähikuljetuskalustoa, pitivät kyseisen kaluston soveltuvuutta suometsien harvennuksiin erinomaisena läpi vuoden (taulukko 7). Telamaasturikaluston käyttökelpoisuutta arvioidessa on kuitenkin syytä muistaa, että kaluston puunkuljetuskustannukset muodostuvat suometsien korjuuolosuhteissa 5-20 % yleiskaluston kuljetuskustannuksia korkeammiksi. Myös muiden kevyiden ajokoneiden käyttökelpoisuus suometsien harvennuksissa arvioitiin erityisesti talviaikaisissa hakkuissa varsin korkealle. Sen sijaan maataloustraktorikaluston käyttö suometsien korjuuolosuhteissa näyttäisi tulevan kysymykseen ainoastaan talvisin. Keskiraskaiden ajokoneiden käyttömahdollisuudet suometsien harvennuksilla vaikuttavat keskiarvoilla mitattuna jo selkeästi telamaasturikalustoa ja muuta kevyttä lähikuljetuskalustoa heikommilta. Talviaikaisista harvennuksista ei näytä muodostuvan kyseiselle kalustolle kuitenkaan mitään ylitytsevämmä ongelmia. Keskiraskasta lähikuljetuskalustoa tulisi pyrkiä käyttämään sen kustannustehokkuuden vuoksi aina, kun se vain maaperän kantavuuden puolesta on mahdollista. Korjuuseen soveltuvat parhaiten 8-pyöräiset koneet, joiden kulkuominaisuuksia on parannettu leveiden renkaiden ja telojen avulla. Raskasta lähikuljetuskalustoa omistavien yrittäjien käyttökokeusten perusteella raskasta lähikuljetuskalustoa ei tulisi käyttää edes talviaikaisissa harvennuksissa.

**Taulukko 7.** Erilaisen lähikuljetuskaluston soveltuvuus suometsien harvennushakkuihin sekä suoharvennusten keskimääräinen osuus koneiden käyttötunneista. Soveltuvuuden arvioinnissa käytetty asteikko: 1=ei sovellu lainkaan ... 5=soveltuu erinomaisesti.

Konetyyppi:	Soveltuvuus talvella	Soveltuvuus sulanmaan aikaan	Suoharvennusten osuus koneiden käyttötunneista
<b>Telamaasturialustaiset ajokoneet</b> (n=4)	5	4	61%
<b>Lähikuljetuksessa käytettävät maataloustraktorit</b> (n=29)	2,9	1,4	10%
<b>Muut kevyet ajokoneet,</b> Kuormankantokyky alle 8 tonnia (n=2)	4,5	3,5	40%
<b>Keskiraskaat ajokoneet,</b> Kuormankantokyky 8-12 tonnia (n=63)	3,6	2	15%
<b>Raskaat ajokoneet,</b> kuormankantokyky yli12 tonnia (n=12)	2,3	1,3	8%

### 4.3.3 Kevyttä korjuukalustoa omistavan yrityksen tunnuspiirteet

Tutkimuksessa tarkasteltiin lähemmin kevyestä puunkorjuukalustosta saatuja käytännön kokemuksia sekä kaluston käyttöön liittyviä ennakkokäsityksiä. Suometsiin soveltuvaan kevyeen korjuukalustoon katsottiin tutkimuksessa kuuluvaksi:

- telamaasturialustaiset hakkuukoneet
- maataloustraktoripohjaiset hakkuukoneet
- muut massaltaan alle 7 tonnin hakkuukoneet
- telamaasturialustaiset ajokoneet
- muut kuormankantokyvyltään alle 8 tonnin ajokoneet pois lukien metsäkuljetuksessa käytettävät maataloustraktorit

Kyselyyn vastanneista yrittäjistä 33 % (40 kpl) oli käytännön kokemuksia kyseisestä korjuukalustosta (taulukko 8). Pohjois-Karjalan yrittäjistä kokemuksia kevyestä kalustosta oli 29 % ja Etelä-Pohjanmaan yrittäjistä 40 %. Suurin osa käyttökokemuksista oli peräisin telamaasturikalustosta. Tutkimushetkellä kevyttä kalustoa omisti 17 % (21 kpl) aineiston yrittäjistä. Koneista 17 oli kevyitä hakkuukoneita ja 6 kevyitä ajokoneita. Valtaosa konekannasta oli telamaasturikalustoa (hakkuukoneista 11 kpl, ajokoneista 4 kpl). Tutkimukseen vastanneista joka neljäs yrittäjä ilmoitti olevansa kiinnostunut kevyen korjuukaluston hankinnasta.

**Taulukko 8.** Vastaajien käyttökokemukset kevyestä suometsien puunkorjuukalustosta tutkimusalueittain ja konetyypeittäin.

Kalustotyyppi:	Pohjois-Karjala		Etelä-Pohjanmaa		Koko aineisto	
	Vastaajien lukumäärä kpl	Prosenttia alueen vastaajista	Vastaajien lukumäärä kpl	Prosenttia alueen vastaajista	Vastaajien lukumäärä kpl	Prosenttia kaikista vastaajista
Telamaasturialustainen hakkuukone	4	6	11	19	15	12
Muu kevyt hakkuukone	5	7	2	4	7	6
Telamaasturialustainen ajokone	11	16	9	16	20	16
Muu kevyt ajokone	1	1	1	2	2	2
<b>Yhteensä</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>33</b>

Kyselyyn vastanneet kevyttä korjuukalustoa omistavat yrittäjät olivat raskaampaa metsätraktorikalustoa omistavia yrittäjiä nuorempia (taulukko 9). Metsäalan koulutuksenaan he olivat suorittaneet muita useammin metsurinkoulutuksen. Lähes puolella kevyttä kalustoa omistavista yrittäjistä oli taustalla kyseinen koulutus. Keskiraskasta tai raskasta korjuukalustoa omistaviin yrityksiin verrattuna kevyellä kalustolla toimivilla yrityksillä oli useammin päätoimialanaan joku muu kuin metsäala. Yrittäjillä oli myös keskimäärin puolet vähemmän kokemusta koneellisesta puunkorjuusta kuin keskiraskaalla tai raskaalla kalustolla toimivilla yrittäjillä. Lisäksi yritysten keskimääräinen liikevaihto oli puolta pienempi. Kevyellä kalustolla toimivat yritykset työllistivät keskimäärin vain noin yhden ulkopuolisen työntekijän.

**Taulukko 9.** Korjuukaluston mukaan luokiteltuja yrittäjiä kuvaavat tunnuksset sekä niiden eroavuus ryhmästä, jolla on käytössä kevyttä suometsien korjuukalustoa. Tilastollisena testinä käytetty Mann-Whitneyn U-testiä ( $p < 0,05$ ).

	Ryhmä 1:	Ryhmä 2:	Ryhmä 3:	Ryhmästä 1 eroavat ryhmät
	Kevyt suometsiin soveltuva kalusto (n=23)	Keskiraskas ja raskas kalusto (n=61)	Maatalous-traktori kalusto (n=28)	
<b>Yrittäjän ikä</b>	<b>39 vuotta</b>	46 vuotta	42 vuotta	<b>2</b>
<b>Peruskoulutus:</b>				
- Kansakoulu	35 %	54 %	57 %	
- Keskikoulu	17 %	5 %	0 %	
- Peruskoulu	48 %	38 %	43 %	
- Lukio	0 %	3 %	0 %	
<b>Metsäalan koulutus:</b>				
- Itseoppinut	30 %	54 %	50 %	
- Työnopastusta / alan kursseja	35 %	31 %	39 %	
- Metsuri	43 %	13 %	14 %	
- Metsäkoneenkuljettaja	22 %	23 %	7 %	
- Metsätalousteknikko	9 %	5 %	4 %	
- Metsätalousinsinööri	4 %	2 %	4 %	
- Muu ammatillinen koulutus	43 %	21 %	25 %	
<b>Yrityksen toimiala:</b>				
- Ainoastaan metsäala	48 %	69 %	14 %	
- Myös muita toimialoja, mutta metsäala yrityksen päätoimialana	22 %	28 %	36 %	
- Päätoimialana joku muu kuin metsäala	30 %	3 %	50 %	
<b>Kokemusta koneellisesta puunkorjuusta</b>	<b>8 vuotta</b>	19 vuotta	11 vuotta	<b>2</b>
<b>Liikevaihto metsäalalla</b>	<b>753 000 mk</b>	1 699 000 mk	132000 mk	<b>2 ja 3</b>
<b>Ulkopuolisten työntekijöiden lukumäärä metsäalalla</b>	<b>1,1 kpl</b>	2,6 kpl	0,25 kpl	<b>2 ja 3</b>
<b>Koneiden lukumäärä</b>	<b>1,6 kpl</b>	2,1 kpl	1,0 kpl	<b>3</b>
<b>Toiminta-alueen säde</b>	<b>73 km</b>	76 km	34 km	<b>3</b>
<b>Urakanantajien lukumäärä</b>	<b>2,9 kpl</b>	2,0 kpl	2,3 kpl	<b>2</b>
<b>Urakanantajat:</b>				
- Metsäliitto	35 %	33 %	29 %	
- Stora-Enso	22 %	23 %	14 %	
- UPM-Kymmene	39 %	41 %	11 %	
- Muut puunhankintayhtiöt	26 %	18 %	14 %	
- Metsähallitus	17 %	10 %	4 %	
- Metsänhoitoyhdistys	61 %	26 %	57 %	
- Yksityiset metsänomistajat	83 %	36 %	89 %	
- Muut	13 %	10 %	14 %	
<b>Urakointisopimuksen kesto:</b>				
- Lyhyempi kuin yksi vuosi	43 %	25 %	87 %	
- Yksi vuosi	22 %	25 %	4 %	
- Useampi vuosi	35 %	50 %	9 %	

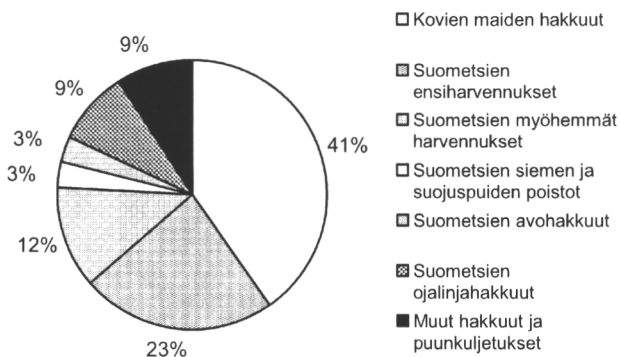
Kevyen korjuukaluston toiminta-alueen säde ei näyttänyt muodostuvan yleiskalustoa suuremmaksi. Sen sijaan kevyellä korjuukalustolla oli tyypillisesti raskaampaa kalustoa enemmän urakanantajia. Yksityisten metsänomistajien ja metsänhoitoyhdistysten merkitys kevyen kaluston urakanantajina oli huomattavasti suurempi, kuin raskaamman kaluston osalta. Minkään puunhankintayhtiön ei voida katsoa suosivan muita enemmän kevyen korjuukaluston käyttöä, sillä kukin niistä työllisti aineistosta suhteellisesti yhtä paljon sekä kevyttä, että raskasta kalustoa. Kevyen kaluston urakointisopimukset olivat aineistossa tyypillisesti alle vuoden kestoisia.

Tärkeimmiksi syiksi suometsiin soveltuvan korjuukaluston hankintaan mainittiin metsänomistajien halukkuus kevyen kaluston hyödyntämiseen myös muillakin kuin suometsien harvennuksilla sekä se, että koneet oli hankittu nimenomaan ensiharvennusten erikoiskalustoksi (taulukko 10). Lisäksi suometsiin soveltuvasta korjuukalustosta koettiin yleisesti olevan puutetta. Vastausten keskiarvoilla mitattuna urakanantajien aloitteet eivät olleet merkittäviä kaluston hankintaan johtaneita tekijöitä.

**Taulukko 10.** Kevyen korjuukaluston hankintapäätökseen vaikuttaneet tekijät.

Missä määrin seuraavat tekijät ovat vaikuttaneet kaluston hankintapäätökseen: (1 = Ei lainkaan ... 5 = Merkittävästi)	Vastaajien lukumäärä					Keski-arvo
	1	2	3	4	5	
1.) Metsänomistajien halukkuus kevyen kaluston hyödyntämiseen myös muillakin kuin suometsien harvennuksilla.....	0	0	3	5	10	<b>4,4</b>
2.) Keskittyminen etupäässä ensiharvennuksiin.....	0	0	2	8	8	<b>4,3</b>
3.) Suometsiin soveltuvasta kalustosta on puutetta.....	1	1	1	12	3	<b>3,8</b>
4.) Kelirikon vaikutukset kevyeen kalustoon ovat vähäisemmät mistä seuraa vähäisempää kausiluonteisuutta.....	2	3	1	7	5	<b>3,6</b>
5.) Mahdollisesti pienempi pääomantarve konehankinnoissa...	1	2	4	9	2	<b>3,5</b>
6.) Urakanantajan aloite.....	4	3	5	6	0	<b>2,7</b>
7.) Muiden käyttäjien positiiviset kokemukset.....	5	5	3	5	0	<b>2,4</b>

Keskimäärin puolet kevyellä suometsiin soveltuvalla korjuukalustolla suoritettavasta työskentelystä tapahtui suometsissä (kuva 31). Suometsien ensiharvennusten keskimääräinen osuus koneiden käyttötunneista oli 23 %, suometsien myöhempien harvennusten osuus 12 % ja suometsien ojalinjahakkuiden osuus 9 %. Kovien maiden hakkuiden osuus koneiden käyttötunneista oli vastaavasti 41 %. Hakkumuotojen osuuksien vaihtelu aineistossa oli erittäin suurta. Enimmillään suometsien ensiharvennukset työllistivät koneita 90 % ja vähimmillään ainoastaan 5 %. Kevyttä korjuukalustoa olisi tulosten mukaan mahdollista kohdistaa yhä enemmän suometsien korjuukohteille.



**Kuva 31.** Erialaisten korjuukohteiden keskimääräiset osuudet kevyen suometsiin soveltuvan korjuukaluston käyttötunneista.



#### 4.3.4 Käyttökokemukset kevyestä korjuukalustosta

Kevyestä suometsien puunkorjuukalustosta saatuja käyttökokemuksia käsiteltäessä tarkasteluihin otettiin mukaan myös niiden yrittäjien vastaukset, joilla ei tutkimushetkellä ollut käytössä kyseistä kalustoa, mutta joilla sitä joskus oli ollut. Tuloksia tarkasteltaessa tulee siten ottaa huomioon, että joidenkin vastaajien kokemukset saattoivat olla peräisin jo useita vuosia sitten markkinoilla olleesta kalustosta, eivätkä ne siten vastaa nykykaluston käyttöominaisuuksia. Lisäksi urakanantajien suhtautumisessa kevyeen korjuukalustoon ja toiminnan taloudellisissa edellytyksissä on vuosien mittaan saattanut tapahtua muutoksia. Taulukossa 11 ja 12 on esitetty osa kyselylomakkeessa esiintyneistä kevyttä hakkuu- ja lähikuljetuskalustoa käsitelleistä väittämistä, niiden vastauksien jakaumat sekä vastauksista lasketut keskiarvot.

Kevyestä korjuukalustosta kokemusta omaavien yrittäjien mukaan urakanantajat eivät kannusta juuri lainkaan kevyen suometsiin soveltuvan korjuukaluston hankintaan. Myös toiminnan taloudellisia edellytyksiä pidettiin yleiskaluston käyttöön ja kovien maiden hakkuisiin verrattuna heikompina. Tämän katsottiin johtuvan mm. kaluston puutteellisesta työllistymisestä ja suuresta kausivaihtelusta, kalustolle ohjautuvien leimikoiden huonoudesta, pitkistä leimikoiden välisistä etäisyyksistä sekä laajasta toiminta-alueesta yleiskalustolla toimimiseen verrattuna. Lähikuljetuksen osalta toiminnan taloudellisuutta heikentää merkittävästi nykyinen taksapolitiikka, joka ei suosi kevyen kuljetuskaluston käyttöä. Kevyestä korjuukalustosta kokemuksia omaavat yrittäjät olivat ainoastaan lievästi sitä mieltä, että markkinoilla on tarjolla suometsiin hyvin soveltuvaa korjuukalustoa. Yrittäjien oman korjuukaluston soveltuvuusarvioissa kevyen kaluston soveltuvuutta pidettiin kuitenkin hyvänä tai jopa erinomaisena. Myös kevyen kaluston korjuujälki arvioitiin varsin yksimielisesti yleiskaluston korjuujälkeä paremmaksi.

**Taulukko 11.** Kevyttä suometsien hakkuukalustoa koskevia väittämiä.

Kevyttä suometsien hakkuukalustoa koskeva väite: (1 = Täysin samaa mieltä ... 6 = Täysin eri mieltä)	Vastausten lkm.						keski- arvo
	1	2	3	4	5	6	
1.) Urakanantajat kannustavat suometsiin soveltuvan erikoiskaluston hankintaan.....	2	3	1	4	5	3	<b>3,9</b>
2.) Kaluston taloudellisuus on yleiskalustoa heikompaa.....	7	4	5	0	2	0	<b>2,2</b>
3.) Erikoiskaluston työllistyminen ei ole riittävää.....	5	4	4	3	2	0	<b>2,6</b>
4.) Kausiluonteisuus on suurempaa kuin yleiskoneilla.....	7	2	2	1	3	3	<b>3,0</b>
5.) Suometsissä edellytykset kannattavaan toimintaan nykyisillä taksoilla ovat kivennäismaita heikkommat.....	12	2	1	1	0	2	<b>1,9</b>
6.) Konevalmistajilla ei ole markkinoilla suometsiin hyvin soveltuvaa kalustoa.....	2	2	6	1	2	5	<b>3,8</b>
7.) Erikoiskaluston toiminta-alue muodostuu suuremmaksi.....	4	6	2	4	0	2	<b>2,8</b>
8.) Leimikot ovat keskimääräistä pienempiä.....	4	3	5	2	4	0	<b>2,9</b>
9.) Siirtomatkat ovat yleiskalustoon verrattuna pidempiä.....	5	6	4	1	0	2	<b>2,5</b>
10.) Kuljettajaystävällisyys on raskaampia koneita heikompi.....	5	4	1	3	2	3	<b>3,1</b>
11.) Suometsien erikoiskalustolla korjuujälki hakkuutyön osalta on raskaampaa kalustoa parempi.....	8	5	0	1	3	1	<b>2,4</b>

**Taulukko 12.** Kevyttä suometsien lähikuljetuskalustoa koskevia väittämiä.

Kevyttä suometsien lähikuljetuskalustoa koskeva väite: (1 = Täysin samaa mieltä ... 6 = Täysin eri mieltä)	Vastausten lkm.						Keski- Arvo
	1	2	3	4	5	6	
1.) Urakanantajat kannustavat suometsiin soveltuvan erikoiskaluston hankintaan.....	1	2	1	2	5	7	<b>4,6</b>
2.) Kaluston taloudellisuus on yleiskalustoa heikompaa.....	7	4	3	1	1	2	<b>2,5</b>
3.) Erikoiskaluston työllistyminen ei ole riittävä.....	8	2	3	3	0	2	<b>2,5</b>
4.) Kausiluonteisuus on suurempaa kuin yleiskoneilla.....	7	4	4	1	2	0	<b>2,3</b>
5.) Suometsissä edellytykset kannattavaan toimintaan nykyisillä taksoilla ovat kivennäismaita heikommät.....	9	5	1	1	0	2	<b>2,1</b>
6.) Konevalmistajilla ei ole markkinoilla suometsiin hyvin soveltuvaa kalustoa.....	1	5	3	2	3	4	<b>3,7</b>
7.) Erikoiskaluston toiminta-alue muodostuu suuremmaksi.....	6	6	4	1	1	0	<b>2,2</b>
8.) Leimikot ovat keskimääräistä pienempiä.....	0	6	9	3	0	0	<b>2,8</b>
9.) Siirtomatkat ovat yleiskalustoon verrattuna pidempiä.....	5	3	6	1	1	1	<b>2,6</b>
10.) Kuljettajaystävällisyys on raskaampia koneita heikempi.....	6	2	4	1	3	2	<b>2,9</b>
11.) Suometsien erikoiskalustolla korjuujälki lähikuljetuksen osalta on raskaampaa kalustoa parempi.....	12	3	1	0	2	0	<b>1,7</b>

Taulukoissa 13 ja 14 on esitetty kysymyksiä ja väitteitä, joilla kartoitettiin kevyen hakkuukaluston käytössä ilmeneviä ongelmia. Käyttökokemusten mukaan kevyen hakkuukaluston työskentelyä vaikeuttavat eniten maaston jyrkkyys ja kaltevuus. Suometsien maasto on kuitenkin oijen ylityksiä lukuun ottamatta tasaista, joten kyseiset ongelmat korostuvat ainoastaan kivennäismaiden korjuukohteilla. Myös suurehkojen puiden käsittely kevyillä hakkuukoneilla nähtiin ongelmalliseksi, mutta tämäkään ei juuri rajoita kaluston käyttöä suometsien harvennushakkuissa, sillä poistettava puusto on pääsääntöisesti pienikokoista. Seuraavaksi eniten ongelmia katsottiin aiheutuvan kivistä ja kannoista. Kivet ja kannot haittaavat pienten koneiden kulkemista ja lyhentävät useissa telamaasturimalleissa käytettyjen kumisten telojen käyttöikä. Myös pienten hakkuukoneiden vakautta pidettiin melko suurena ongelmana. Sen sijaan koneiden pienestä ulottuvuudesta, kulkukelpoisuudesta lumessa ja oijenylityskyvystä ei katsottu aiheutuvan kuin kohtuullisia vaikeuksia. Suometsien puunkorjuun kannalta oleellista tekijää kulkukelpoisuutta pehmeiköillä ei pidetty juuri minkäänlaisena ongelmana. Kevyen hakkuukaluston tekninen kestävyys kokonaisuutena arvioitiin kohtuullisen hyväksi. Huoltokustannusten katsottiin kuitenkin muodostuvan jonkin verran suuremmiksi kuin yleiskalustolla.

Taulukossa 15 ja 16 on esitetty tekijät, jotka muodostuvat suometsiin soveltuvalla kevyellä lähikuljetuskalustolle ongelmallisiksi. Kevyen lähikuljetuskaluston käytössä ilmenevät ongelmat näyttävät olevan pääsääntöisesti suurempia verrattuna hakkuukaluston ongelmiin. Kevyen lähikuljetuskaluston työskentelyä vaikeuttaa vastaajien mukaan eniten suurehkojen puiden käsittely. Kyseiset ongelmat arvioitiin yllättävän suuriksi. Seuraavaksi haitallisimmaksi tekijäksi koettiin kivet ja kannot, jotka rasittavat erityisesti telamaastureissa käytettyjä kumisia telarakenteita. Kivien ja kantojen aiheuttamat ongelmat ovat lähikuljetuskalustolla loogisesti suurempia kuin hakkuukalustolla. Sen sijaan maaston jyrkkyuden ja kaltevuuden todettiin aiheuttavan lähikuljetuskalustolle vähemmän ongelmia kuin hakkuukalustolle, vaikka ne arvioitiinkin suhteellisen suuriksi. Kaluston oijenylityskyvyyssä, ulottuvuudessa ja vakaudessa nähtiin myös hieman parantamisen varaa. Lähikuljetuskaluston lumessakulkuominaisuuksissa esiintyi vain kohtuullisia puutteita ja kulkukelpoisuus pehmeiköillä arvioitiin hyväksi. Kevyen lähikuljetuskaluston tekninen kestävyys arvioitiin kuitenkin suhteellisen heikoksi ja huoltokustannusten katsottiin muodostuvan melko suuriksi verrattuna yleiskaluston huoltokustannuksiin. Koneiden kestävyys vaikuttaakin olevan suurempi ongelma keveillä ajokoneilla kuin hakkuukoneilla.

**Taulukko 13.** Kevyen suometsien hakkuukaluston käytössä ilmenevät ongelmat.

Missä määrin seuraavat tekijät muodostuvat kevyelle Suometsien hakkuukalustolle ongelmallisiksi: (1 = Ei ole ongelma ... 5 = On merkittävä ongelma)	Vastausten lukumäärä					Keski- Arvo
	1	2	3	4	5	
1.) Maaston jyrkkyys ja kaltevuus.....	1	0	4	9	4	3,8
2.) Suurehkojen puiden käsittely.....	1	4	1	6	6	3,7
3.) Kannot ja kivet.....	1	4	3	5	5	3,5
4.) Koneiden vakaus.....	4	0	6	7	1	3,1
5.) Kulkukelpoisuus lumessa.....	5	3	5	2	3	2,7
6.) Koneiden ulottuvuus.....	5	3	5	2	3	2,7
7.) Ojienylityskyky.....	4	5	4	3	2	2,7
8.) Kulkukelpoisuus pehmeiköllä.....	9	4	4	1	0	1,8
9.) Hallintalaitteet.....	12	3	2	0	0	1,4
10.) Lämmitys ja ilmastointi.....	13	3	1	0	0	1,3
11.) Näkyvyys.....	14	2	1	0	0	1,2
12.) Työvalot.....	14	3	0	0	0	1,2

**Taulukko 14.** Kevyen hakkuukaluston tekninen kestävyys ja huoltoihin liittyvät ongelmat.

Arvioi teknisten ongelmien esiintymistä seuraavilla osa-alueilla: (1 = Ei esiinny juuri lainkaan ... 5 = Esiintyy runsaasti)	Vastausten lukumäärä					Keski- Arvo
	1	2	3	4	5	
1.) Kaatopää.....	5	3	5	4	1	2,6
2.) Peruskone.....	5	5	5	2	1	2,4
3.) Hydrauliiikka.....	6	7	5	0	0	1,9
4.) Nosturi.....	7	7	3	1	0	1,9
5.) Tekninen kestävyys kokonaisuutena.....	3	2	9	2	2	2,9

Arvioi kevyen suometsien hakkuukaluston huoltoihin liittyviä tekijöitä: (1 = Ei ole ongelma ... 5 = On merkittävä ongelma)	Vastausten lukumäärä					Keski- Arvo
	1	2	3	4	5	
1.) Huoltokustannukset yleiskalustoon verrattuna.....	4	5	4	3	2	2,7
2.) Huoltokohteiden saavutettavuus.....	4	4	6	3	1	2,6
3.) Huoltopalvelut.....	5	6	2	3	2	2,5
4.) Varaosatoimitukset.....	7	6	2	3	0	2,1

**Taulukko 15.** Kevyen suometsien lähikuljetuskaluston käytössä ilmenevät ongelmat.

Missä määrin seuraavat tekijät muodostuvat kevyelle suometsien lähikuljetuskalustolle ongelmallisiksi: (1 = Ei ole ongelma ... 5 = On merkittävä ongelma)	Vastausten lukumäärä					Keski- Arvo
	1	2	3	4	5	
1.) Suurehkojen puiden käsittely.....	0	0	2	6	9	4,4
2.) Kannot ja kivet.....	2	1	1	7	6	3,8
3.) Maaston jyrkkyys ja kaltevuus.....	1	1	7	5	3	3,5
4.) Ojienylityskyky.....	1	5	4	4	3	3,2
5.) Koneiden ulottuvuus.....	3	2	4	7	1	3,1
6.) Koneiden vakaus.....	3	4	1	8	1	3,0
7.) Kulkukelpoisuus lumessa.....	3	4	4	5	1	2,8
8.) Näkyvyys.....	6	7	1	3	0	2,1
9.) Kulkukelpoisuus pehmeiköllä.....	6	6	5	0	0	1,9
10.) Lämmitys ja ilmastointi.....	8	4	4	1	0	1,9
11.) Hallintalaitteet.....	7	7	3	0	0	1,8
12.) Työvalot.....	9	6	2	0	0	1,6

**Taulukko 16.** Kevyen lähikuljetuskaluston tekninen kestävyys ja kaluston huoltoihin liittyvät ongelmat.

Arvioikaa teknisten ongelmien esiintymistä seuraavilla osa-alueilla: (1 = Ei esiinny juuri lainkaan ... 5 = Esiintyy runsaasti)	Vastausten lukumäärä					Keski- Arvo
	1	2	3	4	5	
1.) Peruskone.....	3	3	3	5	1	2,9
2.) Nosturi.....	3	5	3	3	1	2,6
3.) Hydraulikka.....	1	9	4	0	1	2,4
4.) Tekninen kestävyys kokonaisuutena.....	0	4	2	7	2	3,5

Arvioikaa kevyen suometsien lähikuljetuskaluston huoltoihin liittyviä tekijöitä: (1 = Ei esiinny juuri lainkaan ... 5 = Esiintyy runsaasti)	Vastausten lukumäärä					Keski- Arvo
	1	2	3	4	5	
1.) Huoltokustannukset yleiskalustoon verrattuna.....	2	3	5	4	3	3,2
2.) Huoltopalvelut.....	2	4	6	5	0	2,8
3.) Varaosatoimitukset.....	2	6	6	3	0	2,6
4.) Huoltokohteiden saavutettavuus.....	4	2	9	2	0	2,5

#### 4.3.5 Kevyen korjuukaluston käyttöön liittyvät ennakkokäsitykset

Kevyeen suometsien puunkorjuukalustoon liittyvien ennakkokäsitysten ja asenteiden tarkastelua varten yrittäjät, joilla ei ollut kokemuksia kevyestä korjuukalustosta jaettiin ryhmiin sen mukaan, millaista korjuukalustoa heillä oli tutkimushetkellä käytössä. Ryhmien ennakkokäsityksiä on kuvattu jäljempänä kunkin kysymyksen tai väitteen kohdalla ryhmän vastauksista laskettujen keskiarvojen avulla. Lisäksi selvitettiin Mann-Whitneyn U-testillä pareittaisten vertailujen avulla, mitkä ennakkokäsityksiin perustuvat vastausjakaumat poikkesivat käytännön kokemusta omaavien yrittäjien vastausjakaumista. Kevyen korjuukaluston käyttökokemuksiin sisältyvät tässä yhteydessä sekä hakkuu- että ajokoneista peräisin olevat kokemukset. Tarkastelussa käytetty yrittäjien jaottelu oli seuraava:

- Ryhmä 1: Yrittäjillä kokemusta kevyestä suometsien korjuukalustosta, tutkimushetken korjuukalustolla ei merkitystä.
- Ryhmä 2: Yrittäjien korjuukalustona keskiraskasta tai raskasta kalustoa, ei kokemuksia kevyestä korjuukalustosta.
- Ryhmä 3: Yrittäjien lähikuljetuskalustona maataloustraktorikalustoa, ei kokemuksia kevyestä korjuukalustosta.

Taulukosta 17 voidaan havaita, että yrittäjät joilla oli käytössä joko keskiraskasta tai raskasta korjuukalustoa suhtautuivat kevyeen kalustoon negatiivisemmin verrattuna niihin, joilla oli kalustosta käytännön kokemuksia. Vastaajat kokivat kevyen korjuukaluston taloudellisuuden, työllistymisen ja kausiluonteisuuden todellisuutta suuremmaksi ongelmaksi. Myös kevyelle kalustolle ohjautuvia leimikoita pidettiin todellisuutta pienempinä. Lisäksi yrittäjien arviot markkinoilla tarjolla olevan kaluston soveltuvuudesta suometsien harvennuksiin olivat merkittävästi negatiivisemmat kuin niiden, joilla kyseistä kalustoa oli käytössä. Maataloustraktorikalustolla lähikuljetusta harjoittavien yrittäjien ennakkokäsitykset kevyestä korjuukalustosta erosivat käytännön kokemuksista ainoastaan väitteiden 3 ja 8 kohdalla. Maataloustraktorikalustoa omistavat yrittäjät kokivat suometsiin soveltuvan kaluston työllistymisen heikommaksi ja leimikoiden koon pienemmäksi kuin mitä ne todellisuudessa näyttäisivät olevan.

Taulukossa 18 on esitetty ennakkokäsitykset kevyen kaluston käytössä ilmenevistä ongelmista sekä niitä vastaavat käytännön kokemukset. Keskiraskasta tai raskasta korjuukalustoa omistavat yrittäjät näkivät suurehkojen puiden käsittelyn kevyellä korjuukalustolla suuremmaksi ongelmaksi kuin kevyellä kalustolla työskennelleet vastaajat. Myös käsitykset koneiden vakaudesta ja lumessakulkuominaisuuksista olivat liian negatiivisia. Raskaammalla kalustolla työskentelevät yrittäjät kokivat lisäksi kevyen kaluston pienestä ulottuvuudesta aiheutuvan reilusti enemmän ongelmia kuin kalustosta käyttökokemuksia omaavat yrittäjät. Ergonomisista tekijöistä työvaloja ja näkyvyyttä ohjaamosta pidettiin todellisiin käyttökokemuksiin verrattaessa huonompina. Maataloustraktorikalustolla lähikuljetusta harjoittavien yrittäjien vastausjakaumat erosivat käyttökokemuksista tilastollisesti ainoastaan väitteen 2. kohdalla, jossa vastaajat aliarvioivat maaston jyrkkyydestä ja kaltevuudesta kevyelle korjuukalustolle aiheutuvia ongelmia.

**Taulukko 17.** Ennakkokäsitykset suomeksiin soveltuvasta kevyestä korjuukalustosta sekä ennakkokäsitysten eroavuudet käytännön kokemuksista. Tilastollisena testinä käytetty Mann-Whitneyn U-testiä ( $p < 0,05$ ).

<b>Kevyttä suomensien korjuukalustoa koskeva väite:</b> (1 = Täysin samaa mieltä ... 6 = Täysin eri mieltä)	<b>Ryhmä 1: Kokemusta kevyestä kalustosta</b>	<b>Ryhmä 2: Keskiraskasta tai raskasta kalustoa</b>	<b>Ryhmä 3: Maatalous- traktori kalustoa</b>	<b>Ryhmästä 1 eroavat ryhmät</b>
1.) Urakanantajat kannustavat suomeksiin soveltuvan erikoiskaluston hankintaan.....	4,1	4,3	3,6	-
2.) Kaluston taloudellisuus on yleiskalustoa heikompaa	2,4	1,8	1,9	2
3.) Erikoiskaluston työllistyminen ei ole riittävää.....	2,8	2,1	1,9	2 ja 3
4.) Kausiluonteisuus on suurempaa kuin yleiskoneilla...	2,9	2,0	2,2	2
5.) Suomeksissa edellytykset kannattavaan toimintaan nykyisillä taksoilla ovat kivennäismaita heikommät..	1,9	1,7	1,7	-
6.) Konevalmistajilla ei ole markkinoilla suomeksiin hyvin soveltuvaa kalustoa.....	3,8	2,8	4,1	2
7.) Erikoiskaluston toiminta-alue muodostuu suuremmaksi.....	2,6	2,4	2,2	-
8.) Leimikot ovat keskimääräistä pienempiä.....	2,8	2,3	2,2	2 ja 3
9.) Siirtomatkat ovat yleiskalustoon verrattuna pidempiä.....	2,6	2,6	2,1	-
10.) Kuljettajajäystävällisyys on raskaampia koneita heikompä.....	3,0	2,4	2,8	-
11.) Suomensien erikoiskalustolla korjuujälki hakkuutyön osalta on raskaampaa kalustoa parempi.....	2,2	2,7	1,8	-
12.) Suomensien erikoiskalustolla korjuujälki lähikuljetuksen osalta on raskaampaa kalustoa parempi....	2,0	2,1	1,5	-

**Taulukko 18.** Ennakkokäsitykset kevyen korjuukaluston käytössä ilmenevistä ongelmista ja niiden eroavuudet käytännön kokemuksista. Tilastollisena testinä käytetty Mann-Whitneyn U-testiä ( $p < 0,05$ ).

<b>Missä määrin seuraavat tekijät muodostuvat kevyelle suomensien kalustolle ongelmallisiksi:</b> (1 = Ei ole ongelma ... 5= On merkittävä ongelma)	<b>Ryhmä 1: Kokemusta Kevyestä kalustosta</b>	<b>Ryhmä 2: Keskiraskasta Tai raskasta Kalustoa</b>	<b>Ryhmä 3: Maatalous- Traktori kalustoa</b>	<b>Ryhmästä 1 eroavat ryhmät</b>
1.) Suurehkojen puiden käsittely.....	3,9	4,4	3,3	2
2.) Maaston jyrkkyys ja kaltevuus.....	3,6	3,6	2,8	3
3.) Kannot ja kivet.....	3,5	3,9	3,3	-
4.) Koneiden vakaus.....	3,1	4,0	3,0	2
5.) Ojienylityskyky.....	2,9	3,3	2,6	-
6.) Kulkukelpoisuus lumessa.....	2,9	3,6	2,7	2
7.) Koneiden ulottuvuus.....	2,8	4,0	3,1	2
8.) Kulkukelpoisuus pehmeiköllä.....	1,9	2,4	2,4	-
9.) Lämmitys ja ilmastointi.....	1,6	1,9	1,5	-
10.) Näkyvyys.....	1,6	2,2	1,8	2
11.) Hallintalaitteet.....	1,6	2,0	1,6	-
12.) Työvalot.....	1,4	1,9	1,6	2

Tekniseen kestävyYTEEN ja huoltoihin liittyviä ennakkokäsityksiä on tarkasteltu taulukossa 19. Kyseisissä kohdissa ainoastaan keskiraskaalla tai raskaalla kalustolla työskentelevien mielipiteet erosivat kevyellä kalustolla työskennelleiden kokemuksista. Kyseinen yrittäjryhmä arvioi hydraulii-kan ja nostureiden kestävyYden huonommaksi, kuin mitä kalustosta saadut kokemukset osoittavat. Myös ennakkokäsitykset teknisestä kestävyYdestä kokonaisuutena ja kaluston huoltokustannuksista olivat liian negatiivisia.

**Taulukko 19.** Ennakkokäsitykset kevyen korjuukaluston teknisestä kestävyYdestä ja huoltoihin liittyvistä ongelmista sekä niiden eroavuudet käytännön kokemuksista. Tilastollisena testinä käytetty Mann-Whitney U-testiä ( $p < 0,05$ ).

Arvioikaa teknisten ongelmien esiintymistä seuraavilla osa-alueilla: (1 = Ei esiinny juuri lainkaan ... 5 = Esiintyy runsaasti)	Ryhmä 1: Kokemusta kevyestä kalustosta	Ryhmä 2: Keskiraskasta Tai raskasta kalustoa	Ryhmä 3: Maatalous-Traktori kalustoa	Ryhmästä 1 eroavat ryhmät
1.) Kaatopää.....	2,9	3,2	2,5	-
2.) Peruskone.....	2,6	3,0	2,5	-
3.) Hydrauliiikka.....	2,3	2,9	2,1	2
4.) Nosturi.....	2,2	2,9	2,5	2
5.) Tekninen kestävyys kokonaisuutena.....	3,2	3,8	2,9	2
Arvioikaa kevyen suometsien erikoiskaluston huoltoihin liittyviä tekijöitä: (1 = Ei ole ongelma ... 5 = On merkittävä ongelma)	Kokemusta kevyestä kalustosta	Keskiraskasta tai raskasta kalustoa	Maatalous-traktori kalustoa	Ryhmästä 1 eroavat ryhmät
1.) Huoltokustannukset yleiskalustoon verrattuna.....	2,9	3,5	3,2	2
2.) Huoltopalvelut.....	2,7	2,9	2,8	-
3.) Huoltokohteiden saavutettavuus.....	2,6	2,7	2,8	-
4.) Varaosatoimitukset.....	2,4	2,7	2,7	-

#### 4.3.6 Koneyrittäjien muut näkemykset suometsien puunkorjuusta

Puunkorjuuyrittäjiä pyydettiin arvioimaan turvemaiden harvennusten kannattavuutta suhteessa kivennäismaiden harvennuksiin. Vastauksista laskettujen mediaanien mukaan suometsien korjuutaksojen tulisi olla talvella 20 % ja kesällä 30 % korkeampia, jotta toiminnan kannattavuus olisi samaa kuin kivennäismaiden harvennuskohdeilla. Vastaajat saivat esittää vapaasti myös muita näkemyksiään suometsien puunkorjuusta ja siinä käytettävästä korjuukalustosta. Yrittäjien vastaukset on esitetty ohessa aihepiireittäin ryhmiteltyinä:

Tekijät joihin suometsien puunkorjuussa tulisi kiinnittää erityistä huomiota:

- Riittävä hakkuukertymä
- Oikea korjuuajankohta
- Huolellinen ajourien suunnittelu
- Työnjohdon panos ratkaiseva

Mahdollisuudet tehostaa suometsien puunkorjuuta:

- Leimikkokeskitykset
- Harvennusten ja ojitusten yhtäaikainen toteutus, yhteishankkeet
- Kovina pakkastalvina korjuun kohdistaminen normaalia enemmän suometsiin
- Kuljetusmatkojen lyhentäminen talviteiden avulla

- Puunkorjuun tarpeet huomioon ottava ojaverkoston suunnittelu esim. ojien luiskaukset, piennartiet jne.
- Leimikoiden ennakkoraivaus
- Useiden kokoojaurien ja varastopaikkojen käyttö
- Vähän puutavaralajeja, ei erikoispuita
- Kuormanhaku tarkoituksenmukaisina lenkkeinä
- Uran ajaminen tyhjäksi yhtäjaksoisesti vettymisen välttämiseksi
- Ajaminen eri raiteita aina kun se on mahdollista
- Sekakuormien ajo ajokertojen minimoimiseksi
- Kuorman koko maaperän kantavuuden mukaan
- Kantavuuden parantaminen talvisin ajouria etukäteen polkemalla

Näkemyksiä suometsien korjuukalustosta:

- Kantavuus ei yleensä ongelma hakkuukoneille, suuremmasta ulottuvuudesta sitä vastoin etua hakkuutyössä
- Korjuukaluston kantavuuden mukaan määritetyt lähikuljetustaksat lisäävät kevyen kaluston käyttöä lähikuljetuksessa
- Erikoiskaluston työllistäminen usean urakanantajan yhteistyönä takaisi koneille riittävän työllisyyden
- Rahoitusta kalustokehittelyyn, yrittäjillä ei aina resursseja toteuttaa omia korjuukaluston kehittämiseen liittyviä ideoita

Ehdotuksia suometsien korjuukalustoksi:

- Kevyehkö yhdistelmäkone (mahdollisesti tela-alustainen)
- Keskiraskas korjuuketju; koneissa 8 pyörää, leveä rengasvarustus ja telat
- Kuljetus kantavalle maalle asti telamaasturilla ja siitä eteenpäin raskaammalla kalustolla
- Hakkuu miestyönä, lähikuljetus kevyellä ajokoneella

Kevyeen korjuukalustoon kohdistunut kritiikki:

- Puunhankintayhtiöt eivät suosi kevyttä korjuukalustoa
- Nykyinen taksataso liian alhainen suhteessa koneiden tuottavuuteen
- Kalustotarjonta niukkaa ja koneet kalliita
- Kevyen korjuukaluston yleinen kestävyys huono (mm. telamaastureiden kumiset telat heikkoja ja kalliita uusia)

#### 4.3.7 Johtopäätökset

Suometsien harvennushakkuuta on korjuuteknisesti mahdollista toteuttaa markkinoilla olevalla kevyellä korjuukalustolla ympäri vuoden. Kevyen kaluston ongelmaksi muodostuu kuitenkin korkeat korjuukustannukset ja koneyrittäjän kannalta toiminnan huono taloudellinen kannattavuus. Tämän vuoksi yleiskalustoa tulisikin sen kustannustehokkuuden vuoksi pyrkiä käyttämään aina, kun se vain korjuuolosuhteiden kannalta on mahdollista. Mikäli vaikeimpia leimikoita on tarve korjata sulamaan aikaan, edellyttää se yleensä kevyen korjuukaluston, kuten telamaasturikaluston käyttöä.

Kevyellä korjuukalustolla toimivien yrittäjien ongelmaksi näyttää muodostuvan puutteellinen työllistyminen, kalustolle ohjautuvat huonot leimikot ja kaluston todellisiin käyttökustannuksiin huonosti perustuvat korjuutaksat. Korkeammat hakkuutaksat ja korjuukaluston kantavuuden mukaan määritetyt lähikuljetustaksat lisäävät varmasti kevyen korjuukaluston käyttöä, sillä joka neljäs

yrittäjä ilmoitti olevansa kiinnostunut hankkimaan suomeksiin soveltuvaa kevyttä hakkuu- tai lähikuljetuskalustoa. Koneiden hankintahintoja pidettiin kuitenkin liian korkeina ja tuottavuutta liian alhaisena suhteessa nykyiseen taksatasoon. Kevyen hakkuukaluston osalta toiminnan taloudelliset edellytykset vaikuttivat kevyeen lähikuljetuskalustoon nähden hieman paremmilta. Vaikka kevyen kaluston käyttökokemusten mukaan koneiden kestävyudessa ja käyttöominaisuuksissa on jonkin verran parantamisen varaa, näyttää toiminnan huono kannattavuus ja puunhankintayhtiöiden haluttomuus kevyen kaluston hyödyntämiseen olevan päälimmäiset syyt kaluston vähäiseen suosioon. Toisaalta myös koneyrittäjien ennakoasenteet kevyellä kalustolla työskentelemisestä ja kaluston käyttöominaisuuksista ovat joiltakin osin liian negatiivisia verrattuna kalustosta saatuihin käyttökokemuksiin.

Mikäli suometsien harvennushakkuissa päädytään käyttämään kevyttä erikoiskalustoa tai yhdistelmäkoneita, tulee urakanantajien taata kalustolle riittävä työllistyminen. Tehokkaimmin erikoiskaluston työllistäminen järjestyisi usean urakanantajan yhteistyönä tai yhteishankkeita toteutettaessa. Tällöin kaluston kapasiteetti tulisi mahdollisimman tehokkaasti hyödynnetyksi, eikä kaluston toiminta-alue muodostuisi liian laajaksi. Myös työmaakeskityksillä saavutettavat kustannussäästöt saataisiin mahdollisimman tehokkaasti hyödynnettyä. Kevyen kaluston ympärivuotinen työllistäminen olisi suhteellisen helppoa mikäli vain harvennuskohteita olisi riittävästi tarjolla, sillä esim. kelirikkokaan ei näytä merkittävästi haittaavan keveiden koneiden työskentelyä kantavimmilla korjuukohteilla. Yhteishankkeiden toteutusten tai urakanantajien yhteistyön seurauksena erikoiskalusto voitaisiin kohdentaa mahdollisimman tehokkaasti juuri sellaisille kohteille, joissa se on kaikkein kustannuskilpailukykyisintä, eli juuri suomeksiin.

## **4.4 Kaivinkone-harvesteriyhdistelmän tuottavuus- ja kustannustarkastelu**

### **4.4.1 Tutkimuksen taustaa**

Pohjoismaissa puutavaran hakkuu ja lähikuljetus suoritetaan pääsääntöisesti tarkoitukseen varta vasten suunnitellulla korjuukalustolla, jonka vaihtoehtoiset käyttömuodot ovat varsin rajalliset. Tämä on johtanut metsäkoneiden korkeisiin hankintahintoihin, koska niiden tuotantoerät ovat suhteellisen pieniä sekä tutkimus- ja kehittämiskustannukset vastaavasti korkeita. Toinen korjuukalustoon liittyvä ongelma on korjuun kausiluonteisuus. Ilmastollisista syistä ja puunhankinnan häiriötilanteista johtuen voi esiintyä aikoja, jolloin metsäkoneille ei ole tarpeeksi käyttöä. Koneiden seisonta-aikoja voitaisiin vähentää, jos niitä olisi mahdollista käyttää muihinkin tarkoituksiin, kuin pelkästään puunkorjuuseen. Kyseisten koneiden avulla voitaisiin myös helpottaa yleensä talveen ajoittuvia puunhankinnan ruuhkahuippuja (Mulari ym. 1996).

Kaivinkoneen käyttöaluetta voidaan laajentaa asentamalla siihen lisävarusteena kouraharvesteri. Tällöin konetta voidaan käyttää sulan maan aikaan metsänparannustöihin ja muuna aikana, jolloin kone normaalisti seisoi hakkuutöihin (Hirvikoski 2000). Kaivinkone-harvesteriyhdistelmällä voidaan myös tarvittaessa suorittaa kunnostusojitusalueiden hakkuu- ja ojitustyöt samalla kalustolla. Kaivinkoneiden investointikustannukset ovat suhteellisen alhaiset verrattuna metsäkoneiden hankintakustannuksiin, mikä alentaa kaluston käyttötuntikustannuksia. Myös koneiden tuottavuus on osoittautunut hyväksi. Esim. Johansson (1995) on tutkimuksissaan todennut kaivinkonealustaisten harvestereiden olevan tuottavuudeltaan yhtä tehokkaita kuin pyöräalustaisten tavaralajimenetelmää varten rakennettujen harvestereiden. Lisäksi hänen mukaansa kaivinkonepohjaisten harvestereiden tekninen käyttöaste on korkea ja ergonomia samalla tasolla kuin tavanomaisissa harvestereissa.



Kaivinkonepohjaisten metsäkoneiden käyttöä puunkorjuussa rajoittaa niiden liikkuvuus rinneissä (Spencer 1992). Myös isoja kiviä ja kivikkoja on syytä välttää (Johansson 1995). Epätasaisilla alustoilla kone alkaa helposti keinumaan painopisteen muutosten seurauksena ja kaivinkoneille tyypillisestä pienestä maavarasta saattaa aiheutua ongelmia (Mulari ym. 1996). Sen sijaan tasaisilla mailla koneen liikkuvuus on hyvä sekä kovilla, että huonosti kantavalla maapohjilla työskenneltäessä (Johansson 1995). Turvemaat ovat hyvä kohdealue kaivinkone-harvestereille muun muassa maaston tasaisuuden vuoksi. Lisäksi telojen kosketuspinta-ala maaperään on suuri, mistä syystä koneiden pintapaineet ovat pieniä. Näin ollen koneiden korjuujälki ja liikkuvuus turvemaidella on suhteellisen hyvä kesäkuukausinakin. Kaivinkoneharvestereiden aiheuttamat maaperävauriot syntyvät yleensä käännösten yhteydessä, sillä tela-alustaisen koneen kääntyessä esiintyy luistoa. Käännöksiä hankaloittavat myös maastoesteet kuten kivet ja kannot. Kaivinkoneiden liikkumisnopeus varsinaiseen hakkuutyöhön on todettu riittäväksi, mutta pidemmille välimatkoille, kuten leimikolle siirtymisiin nopeus on suhteellisen alhainen (Mulari ym. 1996).

Mikäli kaivinkoneella aiotaan työskennellä hakkuutyössä, kannattaa sen metsäominaisuuksiin kiinnittää huomiota kalustoa hankittaessa. Kaivinkonevalmistajilla on markkinoilla ns. metsämalleja, joissa mm. maavara on tavanomaisia konemalleja korkeampi. Runkovaurioiden ehkäisemisen kannalta konemallin tulisi olla sellainen, ettei siinä ole paljon telaston leveyttä suurempaa peräylytystä, mikä koneen kääntyessä kolhisi ajouran reunapuita. Mikäli kone työllistyy läpi vuoden hakkuutyössä kannattaa koneen painojakaumaan tehdä muutoksia, sillä koneen takaosassa sijaitseva vastapaino on mitoitettu kaivutyötä silmälläpitäen. Maaperä ja juuristovaurioiden ehkäisemiseksi myös telavarustukseen tulisi kiinnittää huomiota. Sulanmaan aikaan telamallin tulisi olla pinnaltaan tasainen ja reunoiltaan pyöreä, kun taas talviolosuhteet vaativat teloilta riittävää pitokykyä lumessa (Mulari ym. 1996). Kaivinkoneiden pienestä ulottuvuudesta johtuen harvennushakkuut edellyttävät koneeseen asennettavan jatkopuomin käyttöä. Jatkopuomin toiseen päähän voidaan suunnitella myös ns. ”kynkkä”, jolla voidaan ottaa maasta tukea ojia ylitettäessä ja käännöksiä tehdessä.

”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” -hankkeen yhteydessä Teemu Pulkkanen teki Joensuun yliopistossa selvityksen aiheesta ”Kaivinkone-harvesteriyhdistelmän tuottavuus- ja kustannustarkastelu – tapaustutkimus”. Tutkimuksen tavoitteena oli löytää taloudellinen käyttöalue peruskoneelle, jota käytetään kaivurina ojien kunnostukseen ja harvesterina suometsien puunkorjuussa. Tarkasteluissa pyrittiin selvittämään, onko hakkuuvarustuksen hankinta kaivinkoneeseen taloudellisesti järkevää, ja löytämään raja-arvot niille olosuhteille ja käyttömäärille, joilla yhdistelmä tulee kilpailukykyiseksi verrattuna muihin hakkuukalustovaihtoehtoihin. Ilman hakkuukaluston hankintaa kone voisi monessa tapauksessa olla käyttämättömänä osan vuodesta, joten lisävarustuksen hankinnalla voidaan vähentää koneen seisonta-aikaa.

#### 4.4.2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa käytetty aineisto on koneen kuljettajana toimineen koneyrittäjän itsensä keräämä ja se kohdistui ajanjaksolle 9.1.2001 – 7.4.2001. Tutkimuksen kohteena oleva kone oli Kobelco SK 135 SR L varustettuna Patu 505 hakkuupäällä ja Epec 50 mittalaitteella (kuva 32). Yrittäjä oli tallentanut hakkaamistaan korjuukohteista pinta-alan, hakkuutyypin, työajan, keskijäreiden sekä poistuman. Lisäksi aineistoon oli merkitty suuremmat keskeytykset, jotka poikkesivat rutiinikeskeytyksistä, niiden syyt ja kestot. Yhteensä aineistossa oli 65 työpäivää ja kelvollisia tuotoshavaintoja 60 työrupeamalta. Aineisto koostui erilaisista kohteista ensiharvennuksista päätehakkuihin (taulukko 20). Pääasiassa korjuukohteet olivat kuitenkin harvennuspoustoja ja ojitettuja turvemaita. Poistuma aineistossa oli keskimäärin 62,3 m<sup>3</sup>/ha ja keskijäreys 102,4 litraa. Hakkuukohteiden puusto oli pääasiassa mäntyä, mutta myös muutama kuusivaltainen kuvio oli mukana.



**Kuva 32.** Kobelco SK 135 SR L ja Patu 505 –hakuulaite (Kone-Kesko).

**Taulukko 20.** Havaintojen jakautuminen aineistossa.

Keskijäreys-luokka (l)	Työrupeamien lkm.
-100	35
101-200	17
201-300	5
301 -	3

Kaivinkone-harvesterin tuottavuutta laskettaessa aineistossa esiintyneet kunkin työrupeaman/työpäivän hakkuutuotokset jaettiin aluksi hakkuuseen kuluneella ajalla. Tämän jälkeen kyseinen tuottavuus muutettiin edelleen käyttötyöaikaa vastaavaksi käyttötuntituottavuudeksi. Käyttötyöaikaa katsottiin kahdeksan tunnin työpäivään sisältyväksi seitsemän tuntia kaksikymmentä minuuttia, joten tuottavuudet kerrottiin kertoimella 0,917 käyttötuntituottavuuden selvittämiseksi. Alle kolmen tunnin työrupeamien kohdalla kyseistä toimenpidettä ei suoritettu, sillä lyhyisiin työrupeamiin ei katsottu sisältyvän pidempään työpäivään kuuluvia normaaleja yli 15 minuutin mittaisia taukoja.

Konekustannusten laskennassa käytettiin apuna Salon ja Uusitalon (2001) kirjaa "Ensiharvennumännyn tehdashinnan kustannusrakenne" sekä Suomen Maanrakentajien Keskusliiton esimerkkejä kaivinkoneiden kustannuslaskennasta. Kustannusten katsottiin muodostuvan pääomakustannuksista, käyttö- ja ylläpitokustannuksista, kuljettajan työkuukustannuksista sekä hallintokustannuksista. Laskentataulukossa harvesteri- ja kaivinkonepuoli eroteltiin toisistaan, sillä hakkuutyöhön sisältyy kustannuksia, joita ei esiinny kaivutyössä. Pääomapoisto- ja korkokustannukset jaettiin hakkuu- ja kaivupuolelle käyttöajan suhteessa, kuten myös vakuutus-, hallinto- ja ylläpitokustannuksetkin. Työkustannukset jaettiin kaivuun ja hakkuuseen kuluneen työajan mukaan. Kummallekin työmenetelmälle voidaan määrittää tarvittaessa erikseen urakka- ja tuntityöpalikat, iltavuorolisät ja välilliset

työvoimakustannukset. Laskelmissa käytettiin kuitenkin selkeyden vuoksi kummallakin puolella samoja arvoja. Teknisestä vanhentumisesta johtuen hakkuukouralle ja mittalaitteelle määritettiin kymmenen vuoden kokonaiskäyttöaika, vaikka käyttö olisikin vuosittain vähäistä. Laitteen jäännösarvoksi on oletettu 10 %. Itse koneen arvon on katsottu alenevan 25 % vuodessa (Mäkelä 1986).

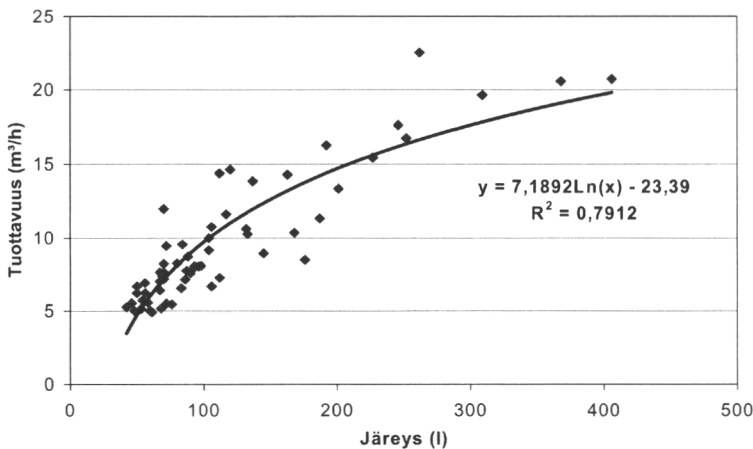
#### 4.4.3 Tuottavuus

Kaivinkone-harvesterin tuottavuuden määrittämiseksi aineiston tuottavuushavainnoista laadittiin logaritminen regressiomalli, jonka selitysasteeksi muodostui 79 % (kaava 1).

$$y = 7,1892 \cdot \ln(x) - 23,39 \quad (1)$$

missä  $y$  = käyttötuntikohtainen tuottavuus ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) ja  $x$  = puuston keskijäreys (l).

Vaikka havainnot keskittyivät pääosin ensiharvennuskohteisiin ja tuottavuutta selitettiin ainoastaan puuston keskijäreydellä, niin laadittu malli seuraa havaintoaineistoa kohtuullisen hyvin koko havaintoskaalassa (kuva 33). Koneellisen hakkuun tuottavuuteen vaikuttavat rungon koon ohella mm. hakkuutapa, poistuman tiheys (runkoa/ha) ja puulajivaltaisuus. Puulajin vaikutus hakkuutyön tuottavuuteen harvennuskohteilla on verraten pieni (Kuitto ym. 1994).



**Kuva 33.** Käyttötuntikohtaisten tuotoshavaintojen jakautuminen tutkimusaineistossa, sekä aineistosta määritetty tuottavuusfunktio.

Mäkelä (1990) on tarkastellut erilaisen hakkuukaluston tuottavuuksia turvemaiden kesäaikaisissa ensiharvennuksissa. Tutkimusten kohteena olivat keskikokoinen, kaivinkonealustainen, pienetraktorialustainen ja maataloustraktorialustainen yksioteharvesteri. Mäkelän määrittämät hakkuutyön tuottavuudet erilaiselle hakkuukalustolle on esitetty taulukossa 21.

**Taulukko 21.** Hakkuukoneiden tuottavuus turvemaiden kesäaikaisissa ensiharvennuksissa rungon keskikoon ollessa 0,093 m<sup>3</sup> ja lehtipuuosuuden 54%. Arvot ovat tehotuntituottavuuksia. (Mäkelä 1990).

Hakkuukone	Tuottavuus (m <sup>3</sup> /h)
Keskikokoinen yksioteharvesteri	12 - 14
Kaivinkonealustainen yksioteharvesteri	9,5
Pientraktorialustainen yksioteharvesteri	9 - 11
Maataloustraktorialustainen yksioteharvesteri	10

Havaintoaineistosta muodostetulla regressiomallilla Kobelco -kaivinkone-harvesterin käyttötuntituottavuudeksi saadaan Mäkelän koetta vastaavalla rungonkoolla 9,2 m<sup>3</sup>/ha. Tämä muutetaan tehotuntituottavuudeksi kertoimella 1,197 (Kuitto ym. 1994), jolloin tuottavuudeksi saadaan 11,0 m<sup>3</sup>/h. Tämän mukaan Kobelco -kaivinkone-harvesterin tuottavuus on selvästi suurempi kuin Mäkelän (1990) ilmoittaman kaivinkonealustaisen yksioteharvesterin tuottavuus ja se ylittää miltei keskikokoisen yksioteharvesterin tasolle. Tuottavuudet eivät kuitenkaan ole keskenään täysin vertailukelpoisia, sillä Mäkelän kokeet suoritettiin kesäaikaan ja Kobelcon tuottavuusaineisto on kerätty talviaikaan. On myös syytä muistaa, että merkittävin tuottavuuteen vaikuttava tekijä on kuljettaja (Sirén ja Tantu 2001), ja että myös monet muut hakkuutyön tuottavuuteen vaikuttavat tekijät on suljettu tässä yhteydessä tarkastelun ulkopuolelle.

Taulukossa 22 Kobelco -kaivinkone-harvesterin tuottavuutta on vertailtu Ryytäsen ym. (2000) tutkimustuloksiin, jossa selvitettiin harvennusharvestereiden tuottavuuksia talviaikaisissa ensiharvennuksissa, toisissa harvennuksissa ja väljennysshakkuissa. Kaivinkone-harvesterin tuottavuus vastaavilla hakkuutyypeillä laskettiin kunkin hakkuutyypin keskimääräisen rungonkoon arvolla. Regressiomallin pohjalta lasketut Kobelco SK 135 LC:n tuottavuudet näyttävät olevan samaa suuruusluokkaa kuin Ryytäsen ym. tutkimuksissa saadut harvennusharvestereiden käyttötuntikohtaiset tuottavuudet. Toisessa harvennuksessa kaivinkone-harvesterin tuottavuus on mallin mukaan laskettuna jopa niin paljon suurempi, että se ei mahdu Ryytäsen ym. (2000) tutkimuksessa esiintyneisiin koneesta, kuljettajasta ja maastosta aiheutuneisiin tuottavuuden vaihteluväleihin. Taulukossa vaihteluväli on ilmoitettu keskimääräisen tuottavuusluvun jälkeen suluissa.

**Taulukko 22.** Harvennusharvestereiden keskimääräiset käyttötuntituottavuudet erilaisilla hakkuukohteilla (Ryytäsen ym. 2000), sekä vastaavat hakkuukohteiden keskimääräisen rungonkoon arvoilla lasketut Kobelco- kaivinkone-harvesterin käyttötuntituottavuudet. Suluissa oleva arvo ilmaisee koelasta, kuljettajasta ja koneesta aiheutuneen tuottavuuden vaihteluvälin.

		Nokka Profi ja Timberjack 770	Kobelco SK 135 SR LC
	dm <sup>3</sup> /runko	m <sup>3</sup> /käyttötunti	m <sup>3</sup> /käyttötunti
Ensiharvennus	67 (46 - 82)	6,9 (5,8 - 8,3)	6,8
Toinen harvennus	138 (106 - 183)	9,8 (8,8 - 11,1)	12,0
Väljennysshakkuu	286 (257 - 319)	17,0	17,3
		Sampo 1046X ja Valtra Forest 120	Kobelco SK 135 SR LC
	dm <sup>3</sup> /runko	m <sup>3</sup> /käyttötunti	m <sup>3</sup> /käyttötunti
Ensiharvennus	78 (56-106)	7,8 (6,8 - 9,0)	7,9
Toinen harvennus	128 (100-160)	10,2 (9,0 - 11,1)	11,5
Väljennysshakkuu	290 (204-411)	17,1 (16,9 - 17,2)	17,4

Kobelco –kaivinkone-harvesterin tuottavuusfunktiota voidaan vertailla myös Kuiton ym. (1994) määrittämään hakkuutyön tuottavuuden kaavaan (kaava 2). Laskennassa käytettävät parametrit ovat rungon koko, runkokohtainen siirtymisaika (kaava 3), maastoluokkakerroin ja runkokohtainen käsittelyaika (kaava 4). Hakkuutyön tuottavuus lasketaan vertailutapauksessa eteläsuomalaiselle harvennuskohteelle, jonka maastoluokka on 1 ja jossa puustona on mäntyä.

$$t = \frac{x * 60}{\left(\frac{z}{m} + k\right) * 1,197 * 1,276} \quad (2)$$

missä  $t$  = tuottavuus ( $m^3$ /käyttötunti),  $x$  = rungon koko ( $m^3$ ),  $z$  = siirtymisaika (min/runko),  $m$  = maastoluokkakerroin (maastoluokka 1=1, maastoluokka 2= 0,76 ja maastoluokka 3=0,643) ja  $k$  = käsittelyaika (min/runko)

$$z = -0,07255(\ln(0,000414y - 0,03039)) \quad (3)$$

missä  $z$  = harvennushakkuun siirtymisaika (min/runko) ja  $y$  = poistuman tiheys (runkoa/ha) joka saadaan kaavasta:

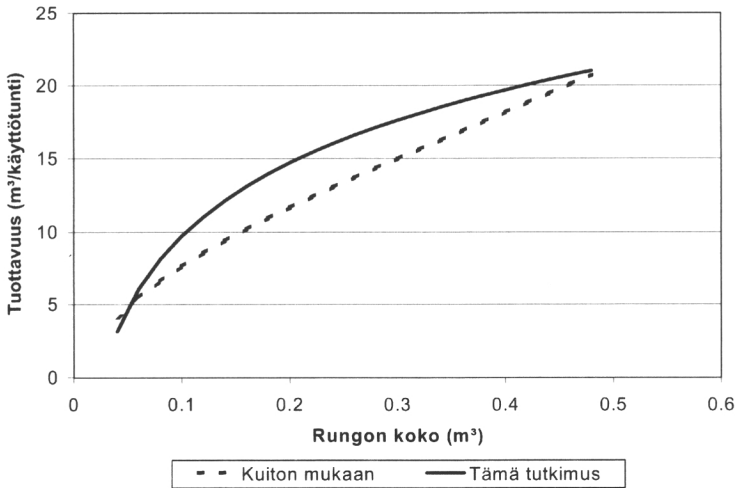
$$y = b_1 + 1000b_2x + \frac{b_3}{1000x - b_4}$$

missä  $x$  = rungon koko ( $m^3$ ) ja  $b_1$ - $b_4$  ovat hakkuutavan mukaiset laskentaparametrit, jotka eteläsuomalaisella harvennuskohteella ovat  $b_1 = -846,03$ ,  $b_2 = 1,1802$ ,  $b_3 = 342707$  ja  $b_4 = -141,6$

$$k = b_1 + 1000b_2x + \frac{b_3}{1000x - b_4} \quad (4)$$

missä  $k$  = käsittelyaika (min/runko),  $x$  = rungon koko ( $m^3$ ) ja  $b_1$ - $b_4$  = hakkuutavan mukaiset laskentaparametrit, jotka eteläsuomalaisella mäntyvaltaisella harvennuskohteella ovat  $b_1 = 0,65739$ ,  $b_2 = 0,00041$ ,  $b_3 = -85,413$  ja  $b_4 = -201,34$

Kuvassa 34 on esitetty Kuiton ym. kaavan mukainen hakkuutyön tuottavuusfunktio, sekä tutkimuksen kohteena olleelle Kobelco kaivinkone-harvesterille aiemmin määritelty tuottavuusfunktio. Kaivinkoneharvesterin tuottavuus harvennuskohteilla näyttää tämän tarkastelun perusteella tavannaomaista harvesteria suuremmalta. Paremmuutta vertailtaessa on kuitenkin taas syytä muistaa, että regressiomalli on laskettu pienestä aineistosta ja se on ainoastaan yhden muuttujan malli.



**Kuva 34.** Hakkuutyön tuottavuus eteläsuomalaisella harvennuskohteella Kuiton ym. (1994) mukaan sekä aineistosta laskettu tuottavuusfunktio Kobelco SR 135 LC:lle.

#### 4.4.4 Kustannukset

Tutkimuksen kohteena olleen Kobelco SK 135 SR LC -mallin hankintahinta on 625 000 mk. Koneesta on saatavilla myös ns. metsämalli, jossa on mm. korkeampi maavara kuin perusmallissa. Metsämallille lisähintaa kertyy 60 000 mk. Tutkimuskoneeseen oli asennettu PATU 555 RH -kouraharvesteri, hydraulinen jatkopuomi/siirtotuki sekä Epec 50 mittalaitte. Hintaa näille lisälaitteille tulee asennettuna 335 000 mk. Yhteensä koneen hankintahinta on täten 980 000 mk.

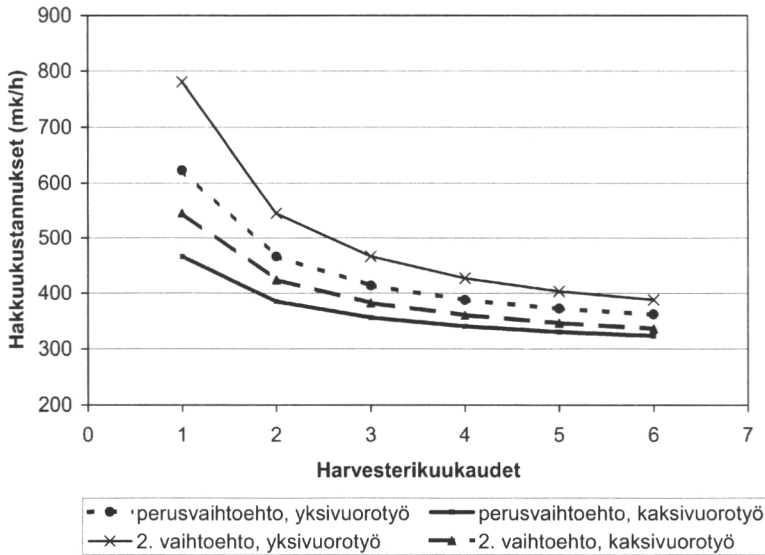
Laskelmissa käyttöajan arvona käytetään 90 % kokonaistyöajasta. Siirtoajan osuus on 3 % ja tuntityöajan osuus 7 %. Arvot ovat keskimääräisiä arvoja hakkuussa (Kuitto ym. 1994). Kussakin laskelmassa kaivukuukausina työskentely tapahtuu ainoastaan yhdessä vuorossa.

Tarkasteltaessa vuotuisen hakkuuajan pituuden vaikutusta hakkuukustannuksiin laskettiin tuntikustannukset kahdelle eri varusteluvaihtoehdolle (kuva 35). Perusvaihtohtona oli edellä esitelty tutkimuskoneen kaltainen ratkaisu ja toisena vaihtohtona sama peruskone, mutta kalliimmalla hakkuuvarustuksella, jossa on eri valmistajan samaa kokoluokkaa oleva hakkuupää. Hintaa hakkuuvarustukselle tulee tällöin 200 000 mk enemmän. Molemmille vaihtoehdoille laskettiin tuntikohtaiset kustannukset, kun hakkuuta tehdään sekä yhdessä että kahdessa vuorossa. Kun kone ei ole hakkuukäytössä, sitä käytetään muissa töissä yhdessä vuorossa.

Kuvasta 35 nähdään, että käyttötuntikohtaiset kustannukset ovat kaksivuorotyössä kummallakin vaihtoehdolla merkittävästi pienemmät kuin yksivuorotyössä. Kustannukset laskevat aluksi jyrkästi hakkuukuukausien määrän lisääntyessä, mutta myöhemmin kustannusten lasku tasaantuu. Mikäli hakkuukustannuksissa pyritään alle 400 mk/h, niin perushakkuuvarustuksella tarvitsee tehdä hakkuita kahdessa vuorossa vähintään kaksi kuukautta vuodessa ja kalliimmalla vaihtoehdolla vähintään kolme kuukautta vuodessa. Mikäli hakkuuta suoritetaan ainoastaan yhdessä vuorossa, niin perusvaihtoehdolla hakkuita tarvitsee tehdä vastaavasti vähintään neljä kuukautta vuodessa.

Tarkasteltaessa hakkuukustannusten riippuvuutta puuston keskijäreystä kustannukset laskettiin neljälle eri työllistämisvaihtoehdolle (kuva 36). Nämä olivat kahden ja neljän kuukauden vuotuiset hakkuut yhdessä vuorossa sekä kahden ja neljän kuukauden hakkuut kahdessa vuorossa. Kussakin tapauksessa kone työllistetään hakkuuajan ulkopuolella yhdessä vuorossa muussa työssä.

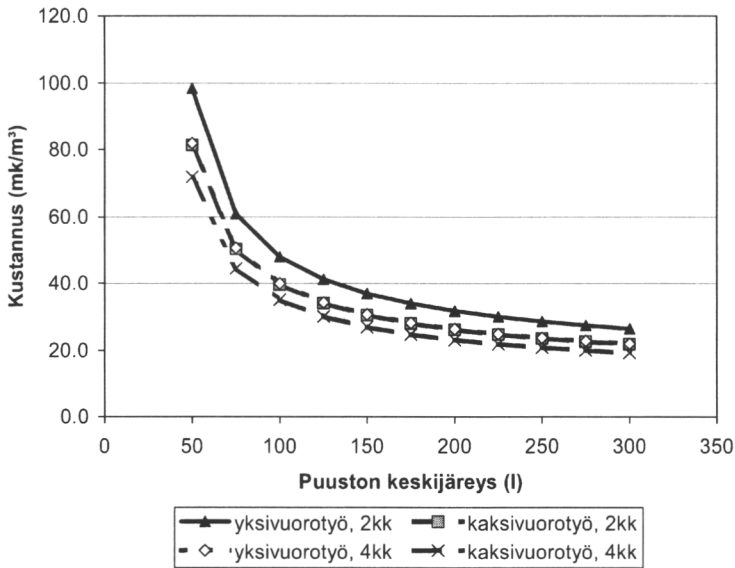
Yksikkökustannukset on laskettu halvemman hakkuuvarustuksen mukaan ja laskelmissa hakkuutyön tuottavuus perustuu tutkimusaineistosta laadittuun tuottavuusmalliin.



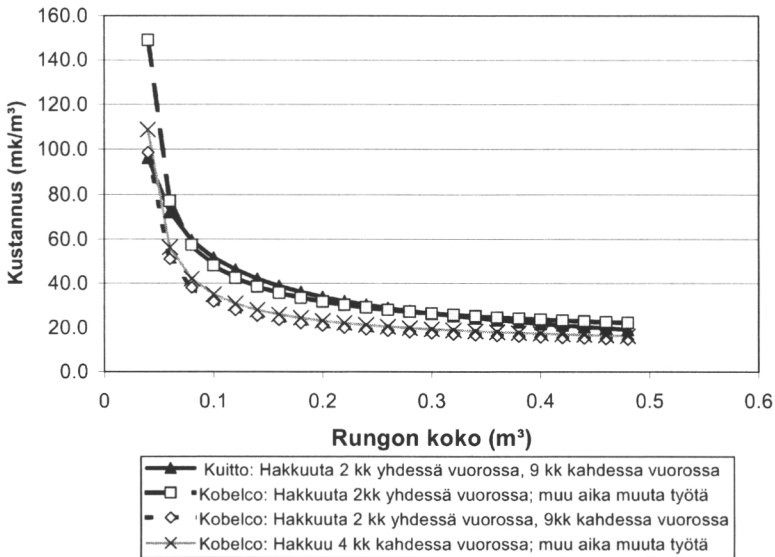
**Kuva 35.** Hakuukustannukset (mk/h) eri työskentelymäärillä ja hakkuuvarustusvaihtoehdoilla.

Hakkuun yksikkökustannukset laskevat aluksi jyrkästi puuston järeytyessä, mutta suuremmissa rungonkokuoluokissa kustannusten lasku hidastuu. Vuotuisen hakkuuajan pidentyessä hakkuun yksikkökustannukset luonnollisesti laskevat. Tutkimusaineistossa puuston keskijäreys oli 102,4 litraa. Tällä arvolla yksikkökustannuksiksi muodostuu yhdessä vuorossa tehtävässä 2 kuukauden vuotuisessa hakkuussa 47,1  $\text{mk}/\text{m}^3$  ja kahdessa vuorossa tehtävässä neljän kuukauden vuotuisessa hakkuussa 34,4  $\text{mk}/\text{m}^3$ . Vaihtoehtojen väliseksi eroksi muodostuu 12,7  $\text{mk}/\text{m}^3$ .

Kaivinkone-harvesterin hakkuutyön yksikkökustannuksia ( $\text{mk}/\text{m}^3$ ) tarkasteltaessa yhdeksi vaihtoehdoksi otettiin koneen työllistäminen pelkästään harvesterina. Laskelmissa oletettiin, että konetta käytetään hakkuutyössä kaksi kuukautta yhdessä vuorossa ja yhdeksän kuukautta kahdessa vuorossa. Tällöin hakkuun kustannuksiksi muodostuu 331  $\text{mk}/\text{h}$ . Vertailuarvoksi laskettiin Kuiton ym. kaavojen avulla keskimääräiset yksikkökustannukset ( $\text{mk}/\text{m}^3$ ) harvesterille, jonka hankintahinta on 1 967 000  $\text{mk}$ . Muut laskennan perusteet kuten työllisyys, polttoaineiden hinnat ym. olivat samat kuin tutkimuksen kohteena olleella kaivinkone-harvesterilla. Tavanomaisen harvesterin käyttötuntikustannuksiksi muodostui tällöin 395  $\text{mk}$ . Tämän lisäksi kaivinkoneharvesterin yksikkökustannukset ( $\text{mk}/\text{m}^3$ ) laskettiin myös tilanteissa, joissa toisessa sitä käytettiin hakkuussa kaksi kuukautta vuodessa yhdessä vuorossa ja toisessa neljä kuukautta kahdessa vuorossa. Kummassakin vaihtoehdossa kone työllistettiin lopun vuotta muissa töissä yhdessä vuorossa (kuva 37).



Kuva 36. Hakkuun yksikkökustannukset erilaisilla työllistämisvaihtoehdoilla.



Kuva 37. Kaivinkone-harvesterin yksikkökustannusten vertailu tavanomaisen harvesterin kustannuksiin.

Kaivinkone-harvesteri osoittautui kustannuskilpailukyiseksi tavanomaiseen harvesteriin verrattaessa kaikilla eri vertailuvaihtoehdoilla ja rungonjäreyksillä, kun harvesterin hakkuukustannusten laskenta perustui Kuiton ym. tuottavuusfunktioon (kaava 2). Hakkuun yksikkökustannukset olivat lähes samat harvesterilla ja vaihtoehdolla, jossa kaivinkone-harvesterilla hakattiin kaksi kuukautta



yhdessä vuorossa ja muu aika tehtiin muita töitä yhdessä vuorossa. Kaksi muuta tutkittua kaivinkone-harvesterin työllistämisvaihtoehtoa olivat kustannuksiltaan vielä selvästi edellä mainittuja edullisempia. Tilanne jossa koneella tehdään hakkuuta läpi vuoden, ei yksikkökustannuksiltaan eroa paljoo tilanteesta, jossa koneella hakataan neljä kuukautta kahdessa vuorossa ja muun ajan kone työllistetään yhdessä vuorossa muissa töissä.

Tutkimusaineiston keränneen yrittäjän kone työllistyi vuodessa noin 3 kuukautta hakkuutyössä ja 9 kuukautta kaivutyössä. Työskentely tapahtui läpi vuoden yhdessä vuorossa. Tällä työajan suhteella hakkuun tuntikustannukseksi muodostuu 414 mk/h ja kaivutyön 298 mk/h. Kustannusten ero hakkuun ja muiden työmuotojen välillä johtuu suhteellisen pienestä hakkuukaluston käytöstä vuodessa, harvesteripään hinnasta sekä hakkuussa kuluvista aineista ja osista. Yksikkökustannukseksi näillä arvoilla keskimääräisen rungon koon ollessa 93 litraa saadaan 45 mk/m<sup>3</sup>.

#### 4.4.5 Johtopäätökset

Käytettäessä kaivinkone-harvesteria hakkuutyössä läpi vuoden, hakkuun yksikkökustannukset ovat jonkin verran alhaisemmat kuin tavanomaisilla pelkästään hakkuukäyttöön suunnitelluilla harvestereilla. Kustannusten ero johtuu harvestereiden korkeammasta hankintahinnasta. Tuottavuudet molemmilla konetyypeillä ovat samaa suuruusluokkaa. Kausiluonteisen puunkorjuun kannattavuus kaivinkone-harvesteriyhdistelmällä riippuu paljon vuosittaisesta hakkuutyön määrästä, sillä hakkuuvarustuksen hankintahinta asennettuna oli esimerkkitapauksessa 325 000 mk. Yhdistelmä osoittautui kuitenkin kustannuskilpailukyiseksi jo tilanteessa, jossa koneella suoritetaan hakkuuta 2 kuukautta vuodessa yhdessä vuorossa ja muuna aikana kone työllistyy muissa töissä yhdessä vuorossa. Vertailukohtana käytettiin tällöin tilannetta, jossa tavanomaisella noin 2 milj. mk maksavalla hakkuukoneella työskennellään vuosittain 2 kuukautta yhdessä vuorossa ja 9 kuukautta kahdessa vuorossa. Hakkuukuukausien määrää kasvattamalla tai siirtymällä kahden työvuoron käyttöön kaivinkone-harvesterin hakkuutyön yksikkökustannuksia saadaan laskettua edelleen. Hakkuutyön tuntikustannukset nousevat tutkimuksen kohteena olleen koneyrittäjän tapauksessa kolmen kuukauden vuotuisilla hakkuumäärillä 414 mk:aan. Se on jonkin verran korkeampi kuin tavanomaisen n. 2 milj. mk maksavan harvesterin tuntikustannus 395 mk/h.

## 5 SUOMETSIIEN HOIDON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Leena Finér, Marjo Palviainen, Sauli Niemi

### 5.1 Johdanto

#### 5.1.1 Ympäristövaikutusten huomioiminen suometsätaloudessa

Ympäristökysymysten huomioiminen on olennainen osa turvemaiden metsien hyödyntämistä. Lähes kaikki metsätalouden toimenpiteet, kuten hakkuut, hakkuisiin liittyvä puutavaran korjuu, maanmuokkaukset, uudis- ja kunnostusojitukset sekä lannoitukset voivat kuormittaa vesistöjä ja pohjavesiä. Vaikutukset näkyvät valumavesien kohonneina ainepitoisuuksia ja joissakin tapauksissa myös valunnan määrän lisääntymisenä. Kuormittavista aineista ravinteet, erityisesti fosfori ja typpi aiheuttavat vesistöjen rehevöitymistä. Vesistöjä kuormittavat metsätalouden toimenpiteet aiheuttavat

lannoitusta lukuun ottamatta samalla myös joko metsämaan tai koko metsäekosysteemin köyhtymistä. Metsämaata köyhdyttää myös kokopuukorjuu.

Metsätalouden vesistöjä kuormittavien toimenpiteiden laatua ja laajuutta on tarkasteltava valuma-aluekohtaisesti. Käytännön toimissa vuotuiset työmäärät mitoitetaan ja vesiensuojelusta huolehditaan siten, etteivät metsätalouden toimenpiteet aiheuta haittaa pohjavesille, eikä vesistöille aiheudu vesilain pilaamis- ja muuttamiskiellon mukaisia vaikutuksia. Hyvällä metsätalouden töiden suunnittelulla ja huolellisella toteuttamisella, sekä tehokkaasti hoidetuilla kuhunkin tilanteeseen sopivilla vesienselkiytystoimenpiteillä voidaan vähentää merkittävästi metsätalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta.

### 5.1.2 Kunnostusojitusten vesistövaikutukset ja niiden torjunta

Kunnostusojituskohteet ovat yleensä runsaspuustoisia kertaalleen ojitettuja soita, joilla ojaston kunnostaminen ei aiheuta suuria muutoksia valunnan ja haihdunnan suhteeseen (Nieminen ja Ahti 2000). Kevät- ja kesäytilivalumat saattavat kasvaa jonkin verran välittömästi perkauksen jälkeen ojien paremman vedenjohtokyvyn vuoksi, mutta ne palaavat pian kunnostusta edeltäneelle tasolle. Kiintoainekuormitusta voidaan pitää kunnostusojituksen haitallisimpana vesistövaikutuksena joskin se on pienempi kuin uudisojituksen (Nieminen ja Ahti 2000). Turpeen painumisen vuoksi perattavan ojan pohja ulottuu uudisojitusvaihetta useammin kivennäismaahan ja ojien syöpyemisestä aiheutuva kiintoainekuormitus voi olla täten jopa suurempi kuin aikanaan saman kohteen uudisojituksessa. Eroosioherkkyys on kuitenkin suuresti riippuvainen kivennäismaahan lajitekoostumuksesta. Paksuturpeisilla soilla kiintoaine-erosio on voimakkainta kaivutyön aikana ja välittömästi sen jälkeen. Pitkälle maatonut pintaosiltaan kuiva turve voi olla jonkin verran herkempää eroosiolle, kuin vastaava turve ojittamattomilla soilla. Vain turpeeseen ulottuvien ojanpohjien syöpyminen on kuitenkin erittäin harvinaista (Nieminen ja Ahti 2000).

Vanhoilla ojitusalueilla ravinnehuuhtoumat eivät usein poikkea luonnontilaisilta soilta huuhtoutuvista ravinnemääristä (Joensuu ym. 2001a). Kunnostusojitus lisää huuhtoutumista kuitenkin varsin selvästi (Joensuu ym. 2001b). Kuormitus voi olla suurempi kunnostusojituksessa jos ojat ulottuvat kivennäismaahan asti kuin vain turpeeseen asti ulottuneessa uudisojituksessa. Kiintoainehuuhtouman kasvuun liittyvän fosforin huuhtouman on todettu tilapäisesti kasvaneen (Joensuu ym. 2001b). Merkittävää lisäystä on havaittu myös ammoniumtypen, raudan ja emäskationien pitoisuuksissa. Vesistöön liuenneet ravinteet ja rauta sekä kiintoaine aiheuttavat haitallisia muutoksia kalojen ja muiden vesieliöiden elinoloissa ja vaikeuttavat niiden lisääntymistä. Ravinnepitoisuuden lisääntyminen merkitsee myös vesistön perustuotannon lisääntymistä eli rehevöitymistä.

Ojituksella on havaittu olevan kahdensuuntaisia vaikutuksia valumavesien happamuuteen. Karujen ja paksuturpeisten soiden ojittaminen johtaa ainakin tilapäiseen valumavesien pH-arvojen alenemiseen. Yleensä kunnostusojitus kuitenkin vähentää valumavesien happamuutta (Joensuu ym. 2001b). Erityisesti niissä tapauksissa, joissa kaivu ulottuu kivennäismaahan, valumavesien pH-arvot ovat kohonneet.

Vesiensuojelun huomioonottaminen alkaa jo kunnostusojituksen huolellisesta ennakkosuunnittelusta, jossa käytetään hyväksi uudisojitusvaiheen kokemukset. Maastossa on tarkkaillaan erityisesti ojien aikaisempaa syöpymistä. Voimakkaasti syöpyneet ojat jätetään perkaamalla. Tulvahuippujen suuruuteen ja virtaavan veden aiheuttamaan eroosioon vaikutetaan välttämällä suuria ojakaltevuuksia. Ojaerosio on yleensä suurinta lasku- ja kokoojaojissa suurten virtaamien aiheuttaman syöpymän takia. Laskuojien perkaamista jättämistä harkitaan siksi aina kunnostusojitusten suunnittelun yhteydessä. Ojien syvyyteen on yleensä kiinnitetty vähän huomiota vesistöhaittojen torjunnassa. Turpeeseen kaivetuissa ojissa syöpyminen on merkittävästi vähäisempää kuin kivennäismaahan

ullottuvissa, joten ojien kaivua turpeen alaiseen kivennäismaahan asti kannattaa välttää (Nieminen ja Ahti 2000).

Ammattitaitoisella ja huolellisella ojien kaivulla, töiden oikealla ajoituksella ja jaksotuksella sekä kaivun vaiheistuksella pienennetään merkittävästi kunnostusojituksen vesistökuormitusta. Ojien perkaus aloitetaan valuma-alueen yläpuolisista osista. Uudet laskeutusaltaat kaivetaan ja vanhat tyhjennetään ennen niihin laskevien sarkaojien kunnostusta. Laskuojat ja muut vesistöön laskevat ojat kunnostetaan viimeisenä ja mikäli mahdollista, vasta muun alueen kunnostusta seuraavana vuonna. Laskuojat jätetään jopa kokonaan perkaamatta, jos niiden vedenjohtokyky on säilynyt riittävän hyvänä. Ohutturpeisilla ja hienojakoisilla mailla kunnostustyöt tehdään mahdollisimman kuivana kautena. Paksuturpeisilla heikosti maatumineilla soilla voidaan oja perata myös talvella ohuen roudan aikana. Kevättulvan ja roudan sulamisen aikana kaikki kaivutyöt on kuitenkin ympäristön kannalta edullista keskeyttää. Eroosioherkillä alueilla on voimakkaiden syyssateidenkin aikana järkevää välttää kaivamista. Yhdellä vesistön valuma-alueella sijaitsevat laajat kunnostusojitukset myös jaksotetaan usealle vuodelle (Metsätalouden ympäristöopas 1997).

Kaivutyön aikana irtoava kiintoaine pysäytetään mahdollisimman lähelle eroosiokohtaa kaivamalla riittävästi lietekuoppia, lietetaskuja ja laskeutusaltaita. Mikäli maaston kaltevuussuhteet tai vanhan ojan kunto sallivat, jätetään eroosioherkille kohdille perkauskatkoja. Lietekuoppien ja ojajakkojen tehosta kiintoainekuormituksen vähentämisessä ei ole varsinaisia tutkimustuloksia. Laskeutusaltaiden on osoitettu pidättävän tehokkaasti karkeaa kiintoainesta. Sen sijaan hienojakoisen kivennäismaa-aineen (esim. savi) ja veteen liuenneiden aineiden (humus ja ravinteet) pidättäjinä laskeutusaltaat ovat osoittautuneet tehottomiksi (Nieminen ja Ahti 2000). Laskeutusaltaiden kaivamista eroosioherkkään maa-ainekseen vältetään, koska altaiden seinämistä irtoava maa-aines voi merkittävästi lisätä alapuolisten vesistöjen kiintoainekuormitusta (Nieminen ja Ahti 2000).

Kunnostusojitusalueen vesien johtaminen nk. suotautumisalueen tai suojavyöhykkeen kautta alapuoliseen vesistöön vähentää kiintoainekuormitusta usein hyvinkin tehokkaasti (Nieminen ja Ahti 2000). Vesien puhdistautumisen edellytyksenä on, että suotautumisalueelle ei synny veden oikovirtausta. Vesien tasaista jakautumista suotautumisalueelle voidaan edesauttaa johtamalla vedet erityisen 0-kaltevuusojan tai haarukkoajan kautta. Mikäli ojitusalueelta on odotettavissa huomattavaa kiintoainekuormitusta, ojitusvedet johdetaan suotautumisalueelle myös laskeutusaltaan kautta. Oikovirtauksien estämiseksi suotautumiskentän pinta-alan on oltava riittävä koko valuma-alueeseen nähden. Turvetuotannon vesiensuojelututkimusten yhteydessä on esitetty, että suotautumiskentän tulisi olla vähintään 3,8 % valuma-alueen pinta-alasta (Nieminen ja Ahti 2000). Toisin kuin laskeutusaltaat suotautumiskentät pidättävät myös hienojakoista kiintoainetta. Lisäksi ravinteita voi pidettyä suotautumisalueen kasvillisuuteen ja maaperään. Suotautumisaltaat ovatkin laskeutusaltaita suositeltavampia vesiensuojeluratkaisuja (Nieminen ja Ahti 2000).

### 5.1.3 Hakkuiden ravinnetasevaikutukset

Puuston häiriötön kasvu edellyttää, että kaikkia tarpeellisia ravinteita on jatkuvasti saatavilla sopivina pitoisuuksina ja määrinä. Kasvien ottamista ravinteista osa sitoutuu pitkäksi aikaa puuston biomassaan osa palautuu vuosittain karikkeen mukana takaisin maahan, ja osa ravinteista on jatkuvassa kierrossa kasvillisuuden ja maaperän välillä. Ravinteiden biologisella kierrolla orgaanisen aineen mukana on ratkaiseva merkitys metsämaan puuntuotoskyvylle. Biologiseen kiertoon sisältyvät kasveille käyttökelpoinen ravinnevarasto maassa, kasvien ravinteiden otto ja niiden sitoutuminen biomassatuotokseen sekä palautuminen uudelleen kasvien saataville kuolleen orgaanisen aineen hajotuksessa. Lisäravinteita turvemaille tulee ravinnelaskeumana ilmakehästä. Ohutturpeisilla soilla ravinnelisää voi tulla alla olevasta kivennäismaasta, mutta paksuturpeisilla soilla ravinteet ovat

syvällä juurten tavoittamattomissa. Luontainen typpihuuhtouma metsäisiltä valuma-alueilta on selvästi laskeumaa pienempi. Fosforin ja kaliumin laskeumat ovat lähes huuhtoutuman suuruiset (Mälkönen ym. 2001).

Turvemailla puuston kasvua rajoittaa yleensä fosforin, kaliumin ja boorin niukkuus. Karuilla soilla on niukasti myös kasveille käyttökelpoista typpeä. Typpeä ja fosforia on yleensä juuristokerroksessa runsaasti, mutta orgaanisen aineen hitaan hajoamisen vuoksi niitä vapautuu niukasti kasvien käyttöön. Muilla ravinteilla käyttökelpoinen osuus turpeen sisältämästä kokonaismäärästä on huomattavasti suurempi kuin typellä ja fosforilla. Kasvuisassa metsässä ravinteiden menetys kasvupaikalta, huuhtoutuminen vesistöihin tai haihtuminen ilmaan on vähäistä. Karikkeen mukana maahan palautuvat ravinteet ovat olennaisen tärkeitä ravinteisuuden säilymisen kannalta. Häiriötilanteissa kuten puunkorjuun yhteydessä kasvupaikalta kuitenkin menetetään ravinteita. Tällä saattaa olla merkitystä metsikön tulevaisuuden puuntuotoskykyyn (Mälkönen ym. 2001).

Perinteisessä ainespuunkorjuussa hakkuutähteen sisältämät ravinteet jäävät kasvupaikalle. Biomassan tarkempi talteenotto kokopuunkorjuuna tai hakkuutähteen korjuuna kuitenkin herättää kysymyksiä metsien puuntuotoskyvyn kestävydestä. Biomassan korjuuasteen vaikutuksista suopuustojen kasvuun ei ole kokeellista tutkimustietoa. Sen sijaan ravinnetasetarkastelujen avulla on arvioitu puunkorjuun vaikutuksia turvemaiden puuntuotoskykyyn pitkällä aikavälillä. Suometsien päätehakkuut ovat vielä suhteellisen vähäisiä, mutta nuorten metsien kunnostus- ja harvennustarve on suuri. Harvennuksissa ainespuunkorjuussa poistuvat typpi- ja fosforimäärät ovat suhteellisen pieniä pintaturvekerroksen sisältämiin ravinnevarastoihin verrattuna, joten ainespuun korjuu ei vaaranna näiden ravinteiden saatavuutta (taulukko 23). Kaliumin ja boorin osalta tilanne on toinen. Kokopuunkorjuussa kasvupaikalta poistuu merkittävä osa näiden ravinteiden kokonaismäärästä. Sen vuoksi kaliumin ja boorin menetys saattaa jo lyhyellä aikavälillä heikentää puuntuotoskykyä mikäli menetystä ei korvata lannoittamalla. Metsikön ravinnetilan heikentäminen puuston parhaan kasvuvaiheen aikana ei ole mielekäästä. Päätehakkuumetsiköissä jo ainespuunkorjuussa poistuvat kalium- ja boorimäärät ovat huomattavan suuria pintaturvekerroksen ravinnevaroihin verrattuna. Hakkuutähteen korjuu päätehakkualoilta voi täten heikentää merkittävästi turvemaiden puuntuotoskykyä. Hakkuutähteen korjuu turvemailta ei ole siten ravinne-ekologisista syistä johtuen lainkaan perusteltua (Mälkönen ym. 2001).

**Taulukko 23.** Suomännikön harvennushakkuussa (40 m<sup>3</sup>/ha) kasvupaikalta poistuvat ravinnemäärät (kg/ha) eri korjuumenetelmiä käytettäessä, sekä juuristokerroksen sisältämät ravinnemäärät (Kaunisto ja Paavilainen 1988).

	N	P	K	B
Ainespuun korjuu	17	0,9	7,8	0,10
Kokopuun korjuu	58	5,5	20,8	0,16
Turve (0-20 cm)	1000-7000	80-110	30-110	0,20-0,60

#### 5.1.4 Lannoitukset ja niiden vesistövaikutusten ehkäisy

Suometsien metsänparannustoimenpiteisiin voidaan liittää lannoitus. Lannoitusten tavoitteena on lisätä puuntuotantoa tai korjata ravinteiden epätasapainosta johtuvia häiriöitä. Turvemaiden lannoitukset ovat usein terveyslannoituksia. Metsänkasvatuskelpoisilla turvemilla on yleensä riittävästi typpeä, mutta fosforin, kaliumin ja boorin niukkuus voi rajoittaa kasvua. Erityisesti vanhoilla,

kertaalleen lannoitetuilla nevamaisilla ojitusalueilla saattaa kaliumin puute heikentää puuston kehitystä. Myös boorin niukkuus on turvemaiilla melko yleistä. Lannoitusten kohteiksi soveltuvat parhaiten metsät, joiden puusto on havupuuvaltaista nuorta tai varttunutta kasvatusmetsää, kuivatus on kunnossa ja tarpeelliset hakkuut tehty. Lannoituskohteina tulevat kyseeseen kunnostusojitukseen ja metsänkasvatukseen soveltuvat suot lukuun ottamatta viljavampia suotyyppisiä, kuten ruoho- ja lehtokorpia. Suurimmat kasvulisäykset saadaan alkuperäiseltä suotyyppiltään saraisilla rämeillä (Aarnio ym. 1997). Metsänkasvatukseen soveltumattomilla karuilla soilla fosfori huuhtoutuu herkästi, joten niiden lannoittaminen on taloudellisesti kannattamatonta ja vesiensuojelullisesti vahingollista. Ravinteisuudeltaan keskinkertaisilla ja sitä paremmilla soilla riittää useimmiten fosfori-kalium-boorilannoitus. Myös puuntuha soveltuu hyvin lannoitteeksi turvemaille, sillä se sisältää kaliumin ja fosforin ohella myös hivenravinteita.

Turvemaiden metsälannoitus voi lisätä joissakin tapauksissa vesistöjen ravinnekuormitusta. Lannoitteet suositellaankin tämän vuoksi levitettäväksi sulan maan aikana, jotta ravinteiden huuhtoutuminen sulamisvesien mukana estyy. Lannoitteita ei myöskään levitetä suoraan vesistöihin tai ojiin. Vesistöjen varsille tulee jättää ravinnekuormitusta sitova lannoittamaton suojavyöhyke, jonka riittävä leveys on maaston ja levitysmenetelmän mukaan 10-30 metriä (Hyvän metsänhoidon...2001).

Turvemaiden lannoitus voi lisätä fosforin huuhtoutumista erityisesti silloin, kun lannoitetaan karuja soita, joiden turpeessa on vähän fosforia sitovaa rautaa ja alumiinia (Nieminen ja Ahti 1993). Huuhtoutuminen on erityisen suurta vesiliukoista fosforia sisältävistä lannoitteista heti lannoituksen jälkeen. Tämän vuoksi tulisikin pyrkiä käyttämään mahdollisimman hidasliukoisia lannoitteita. Typpilannoitus ei yleensä lisää typen huuhtoutumista, mikäli levitys tehdään sulan maan aikaan ja lannoitteena käytetään ureaa. Ammoniumnitraattia sisältävistä lannoitteista (Oulunsalpietari) voi huuhtoutua typpeä kesälevityksenkin jälkeen (Nieminen ja Ahti 2000).

## 5.2 Ympäristövaikutusten tarkastelu Tyrjän esimerkkialueella

### 5.2.1 Alueiden kuvaus ja mittaukset

”Harvennetaan suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot” –hankkeessa Metsäntutkimuslaitos tarkasteli turvemaiilla toteutettujen tai suunniteltujen metsätaloustoimenpiteiden kuten hakkuiden, lannoitusten ja kunnostusojituksen vaikutuksia ravinnevarastoihin ja virtoihin Ilomantsin Tyrjän kylässä (62° 52'N 30° 33' E) toteutetun yhteishankkeen alueella. Tarkastelun kohteeksi otettiin turpeeseen, juuristokerrokseen ja puustoon sitoutuneet typen, fosforin, kaliumin ja kalsiumin määrät ja niiden muutokset laskeuman, lannoituksen, hakkuiden ja huuhtouman seurauksena.

Tyrjän alueelle rajattiin kaksi pientä valuma-aluetta, Tyrjä 2 ja Tyrjä 3 (kuvat 38 ja 39). Tyrjä 2:n kokonaispinta-ala on 30,4 ha, josta turvemaiden osuus on 9,3 ha (21 %) ja Tyrjä 3:n 36,4 ha, josta turvemaiden osuus on 11,5 ha (32 %). Alueilla olevat turvemaiden metsikkökuviot vaihtelevat kasvupaikkatyypeiltään varputurvekankaista ruohoturvekankaisiin. Turvemaat luokiteltiin Laineen ja Vasanderin (1990) esittämän luokittelun mukaisesti. Tyrjä 2:n valuma-alueelle suunniteltiin tutkimusten yhteydessä kunnostusojituksia kuvioille 4, 4A, 59, 62, 66, 69 ja 71. Kunnostusojitusalueet tulevat olemaan yhteispinta-alaltaan 7,7 ha eli 25 % valuma-alueen pinta-alasta. Tyrjä 3:n alueella toteutettiin kunnostusojitus elokuussa vuonna 2001 ja sen lisäksi sinne suunniteltiin myös hakkuita, mutta niitä ei toteutettu tutkimuksen aikana. Kuviolle 25 (1,9 ha) on suunniteltu harvennus, jossa puustoa poistuisi noin 65 m<sup>3</sup>/ha ja kuviolle 53 (0,4 ha) ensiharvennus, jossa poistuvan puuston määräksi on arvioitu 20 m<sup>3</sup>/ha. Kuviolla 54 (0,4 ha) toteutetaan avohakkuu, jonka arvioitu hakkuukertymä on noin 178 m<sup>3</sup>/ha. Lisäksi kuviolla 27 (1,3 ha) suoritetaan ylispuiden poisto, jossa puustoa

poistuu 4 m<sup>3</sup>/ha. Hakkuualueista vain kuvio 53 on turvemaata ja loput kangasmaita. Hakkuualueiden pinta-ala tulee olemaan yhteensä 4 ha eli 11 % valuma-alueen pinta-alasta. Tyrjä 3:n kunnostusojitusalueet (kuviot 4, 7, 15.1, 17.1, 18, 22, 24, 30, 52, 53) ovat yhteispinta-alaltaan 8,6 ha eli 24 % valuma-alueen pinta-alasta. Tyrjä 3:n alueella sijaitsee myös pienialainen metsälain tärkeäksi elinympäristöksi luokiteltava ojittamattoman avosuo (kuvio 23), joka huomioitiin toimenpiteiden suunnittelussa ja se jätettiin kunnostusojitustoimenpiteiden ulkopuolelle. Molemmilla valuma-alueilla kunnostusojituksen yhteydessä tapahtuvaa vesistökuormitusta pyritään minimoimaan ojakatkojen avulla.

Ravinnevarastojen ja niiden muutosten selvittämiseksi mallialueilla tehtiin puuston, turpeen ja valumaveden laadun mittauksia. Kesällä vuonna 2000 arvioitiin puustotunnukset niille kuvioille, joille ei ollut saatavissa metsäsuunnitelmätietoja sekä tarkennettiin kasvupaikkatietoja turvekankaiden ja muuttumien osalta. Puustotunnusten avulla laskettiin kaikille turvemaakuvioille puulajeittain puuston maanpäällisiin osiin sitoutuneet ravinnemäärät erikseen runkokuulle ja latvukselle. Laskennassa käytettiin apuna aikaisempia tutkimustuloksia puuston sisältämistä ravinnemääristä (Palviainen 2000).

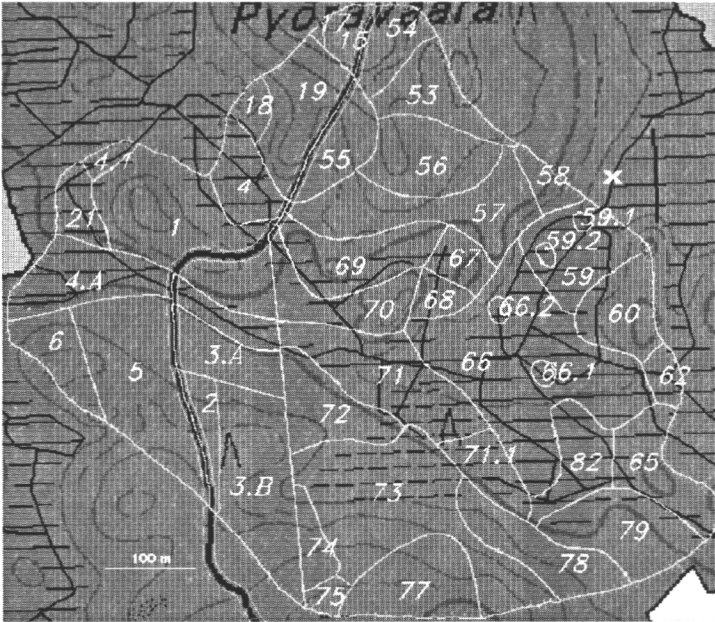
Juuristokerroksen ravinnevarojen selvittämistä varten elokuussa 2000 mallialueilta otettiin kukin kasvupaikkatyyppiä edustavat turvenäytteet. Turvenäytteet otettiin määrätilavuusisina kairalla (4 cm x 6 cm) 0-20 cm turvekerroksesta siten, että elävää sammalkerrosta ei otettu mukaan näytteeseen. Näytteitä pyrittiin ottamaan alueelta mahdollisimman edustavasti kuitenkin välttämättä ottamasta näytettä liian läheltä ojia. Ojien läheisyydessä on kaivumaita ja maa yleensä huomattavasti painuneempaa ja eri tavoin maatunutta kuin kokonaisuudessaan saralla. Kultakin kasvupaikkatyyppiltä otettiin vähintään 6-10 näytettä, jotka yhdistettiin kokoomanäytteiksi kuivamassan määrittämisen jälkeen. Kokoomanäytteistä analysoitiin ravinteet Metsäntutkimuslaitoksessa standardimenetelmien mukaisesti.

Laskeuman mukana tulevien ravinnemäärien arvioinnissa käytettiin apuna ympäristöhallinnon pitkäaikaista havaintosarjaa Naarvasta (63° 02'N 31° 03'E) (Järvinen 1986). Vuotuiset sademäärät ja lämpötilatiedot saatiin Ilmatieteenlaitoksen julkaisemista Suomen meteorologisista vuosikirjoista. Valuma-alueita lähimmät sääasemat olivat Enon Luhtapohjassa ja Enon Kaltimolla.

Valumaveden laatua seurattiin valuma-alueiden laskupuroista otettujen vesinäytteiden avulla. Keväällä ja alkukesällä suurimman valuman aikaan vesinäytteitä otettiin laskupuroista viikoittain ja keski- ja loppukesällä kerran kuukaudessa. Tyrjä 3:n alueella elokuussa 2001 tehdyn kunnostusojituksen jälkeen näytteenottoa tihennettiin. Näytteistä analysoitiin mm. ammoniumin, nitraatin ja kokonaistypen, fosfaatti- ja kokonaisfosforin ja kaliumin ja kalsiumin pitoisuudet Metsäntutkimuslaitoksessa standardimenetelmien mukaan. Ravinnehuuhtoumat laskettiin laskupuroista mitattujen vuotuisten keskipitoisuuksien ja aikaisempien tutkimusten tulosten perusteella arvioitun valuman määrän tulona.

## 5.2.2 Ravinnevarastot puustossa ja turpeessa

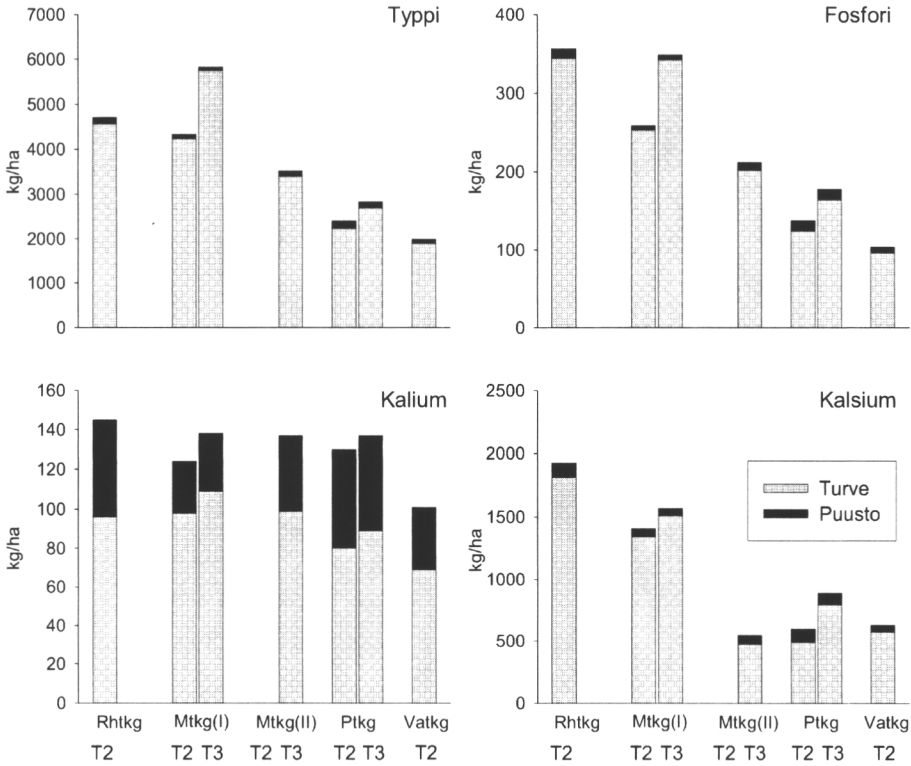
Puustot mallialueiden soilla olivat pääasiassa nuoria kasvatusmetsiä tai riukuvaiheen metsiä. Puuston tilavuus kasvupaikkatyyppittäin vaihteli Tyrjä 2:n alueella 34-85 m<sup>3</sup>/ha ja Tyrjä 3:n alueella 1-133 m<sup>3</sup>/ha (taulukko 24). Puustoon sitoutuneet typen, fosforin, kaliumin ja kalsiumin määrät vaihtelivat vastaavasti (kuva 40). Pintaturpeen typen ja kaliumin varastot olivat Tyrjä 2: alueella samaan suuruiseen ja fosforin runsaammat kuin keskimäärin vanhoilla ojitusalueilla (ks. taulukko 23). Tyrjä 3:n alueella typen ja kaliumin varastot turpeessa olivat keskimääräiset ja fosforin jopa suhteellisen runsaat. Puustoon sitoutuneet ravinnemäärät olivat suuret vain kaliumin osalta verrattuna turpeeseen sitoutuneisiin ravinnemääriin.



**Kuva 38.** Tyrjä 2 - valuma-alue ja metsikkökuviot. Puroveden näytteenottoaika merkitty karttaan rastilla.



**Kuva 39.** Tyrjä 3 - valuma-alue ja metsikkökuviot. Puroveden näytteenottoaika merkitty kartan alareunaan rastilla.



**Kuva 40 .** Typen, fosforin, kaliumin ja kalsiumin määrät puuston maanpäällisissä osissa ja turpeessa juuristo kerroksessa (0-20 cm) kasvupaikattyypeittäin Tyrjän valuma-alueilla (T2=Tyrjä 2, T3 = Tyrjä 3) (kasvupaikattyypeittäiset arvot ovat metsikkökuvioiden pinta-alalla painotettuja keskiarvoja).

**Taulukko 24.** Kasvupaikattyyppien pinta-alat (ha) ja puuston tilavuus (m<sup>3</sup>/ha) puulajeittain Tyrjän valuma-alueilla.

	Pinta-ala	Mänty	Kuusi	Koivu	Yhteensä
<b>Tyrjä 2</b>					
Rhtkg	3,0	31	11	23	65
Mtkg(I)	5,3	11	12	11	34
Ptkg	0,4	68	9	9	86
Vatkg	0,6	57	0	0	57
<b>Tyrjä 3</b>					
Mtkg(I)	6,9	10	12	9	31
Mtkg(II)	0,7	60	0	7	67
Ptkg	3,1	80	6	3	92
Vatkg	0,8	1	0	0	1



### 5.2.3 Ravinnelisäys laskeuman kautta ja lannoitettaessa

Paksuturpeiset suot saavat ravinnelisäystä ainoastaan laskeuman muodossa ja mahdollisten lannoitusten seurauksena, sillä kivennäismailta valuvan ravinteita sisältävän veden kulku pysähtyy yleensä niskaojiin. Ohutturpeiset suot saavat puolestaan ravinnetäydennystä myös turvekerroksen alla rapautuvasta kivennäismaasta. Naarvan pitkäaikaisseurannoissa (1971-1982) laskeuman mukana on tullut typpeä keskimäärin 6,24 kg, fosforia 0,17 kg, kaliumia 1,80 kg ja kalsiumia 3,72 kg hehtaaria kohti vuodessa (Järvinen 1986). Sadanta ollut keskimäärin 715 mm vuodessa (1991-1993) Ilmatieteen laitoksen lähimmillä havaintoasemilla Luhtapohjassa ja Kaltimolla.

Laskeuman ohella suot voivat saada lisäravinteita lannoitusten seurauksena. Ojitettujen turve maiden kertalannoituksissa suositellaan mustikka- ja puolukkaturvekankaiksi kehittyvillä soilla käytettäväksi Metsän PK-lannosta 400-600 kg/ha (Hyvän metsänhoidon ...). Varputurvekankaiksi kehittyville soille suositellaan Suometsien Y-lannosta 600-700 kg/ha tai Metsän PK-lannosta 400 kg/ha ja ureaa 200 kg/ha (Hyvän metsänhoidon..). Taulukossa 24 on esitetty kyseisten lannoitemäärien sisältämät typpi-, fosfori-, kalium- ja kalsiummäärät sekä niiden suhde Tyrjän tutkimusalueiden turpeen luontaisiin ravinnevaroihin kasvupaikkatyypeittäin. Ravinnelisäykset olisivat merkittäviä typpeä lukuun ottamatta suhteessa turpeessa jo oleviin ravinnemääriin. Kasvualustan ravinnemäärät lisääntyisivät lannoituksen jälkeen sitä enemmän mitä karummasta kasvupaikasta on kysymys ja etenkin kaliumin määrät saattaisivat kasvaa jopa yli kaksinkertaisiksi. Edellä mainittujen lannoitteiden sijasta turvemaidilla voidaan käyttää puuntuuhkaa, jonka on todettu olevan hyvä lannoite runsastypisillä soilla.

**Taulukko 25.** Lannoitussuosituksen mukaiset ravinnelisät (kg/ha) typelle, fosforille, kaliumille ja kalsiumille ja niiden suhde valuma-alueiden turpeen sisältämiin ravinnevarastoihin (kg/ha) kasvupaikkatyypeittäin.

	Mtkg(I)		Mtkg(II)		Ptkg		Vatkg	
	Lannoitus- suositus	% turpeen ravinne- varastosta	Lannoitus- suositus	% turpeen ravinne- varastosta	Lannoitus- suositus	% turpeen ravinne- varastosta	Lannoitus- suositus	% turpeen ravinne- varastosta
Typpi							60-93	3-12
Fosfori	36-54	11-21	36-54	18-27	36-54	22-44	24-36	25-114
Kalium	64-96	50-98	64-96	65-97	64-96	72-120	60-70	87-175
Kalsium	88-132	6-9	88-132	19-27	88-132	11-27	48-88	8-26

### 5.2.4 Hakkuiden aiheuttama ravinnepoistuma

Suometsien harvennushakkuiden aiheuttamaa ravinnepoistumaa tarkasteltiin Tyrjä 3:n alueella sijaitsevan harvennettavaksi suunnitellun kuvio 53:n avulla. Kuvio on kasvupaikkatyyppiltään Mtkg (I) ja sen puuston tilavuus ennen hakkuuta on 88 m<sup>3</sup>/ha. Puustosta on kuusta 62 m<sup>3</sup>/ha ja koivua 26 m<sup>3</sup>/ha. Kuvion puuston ja turpeen sisältämät hehtaariohaiset ravinnemäärät on esitetty taulukossa 25.

**Taulukko 26.** Esimerkkikuvion puustoon ja turpeeseen sitoutuneet ravinnemäärät (kg/ha).

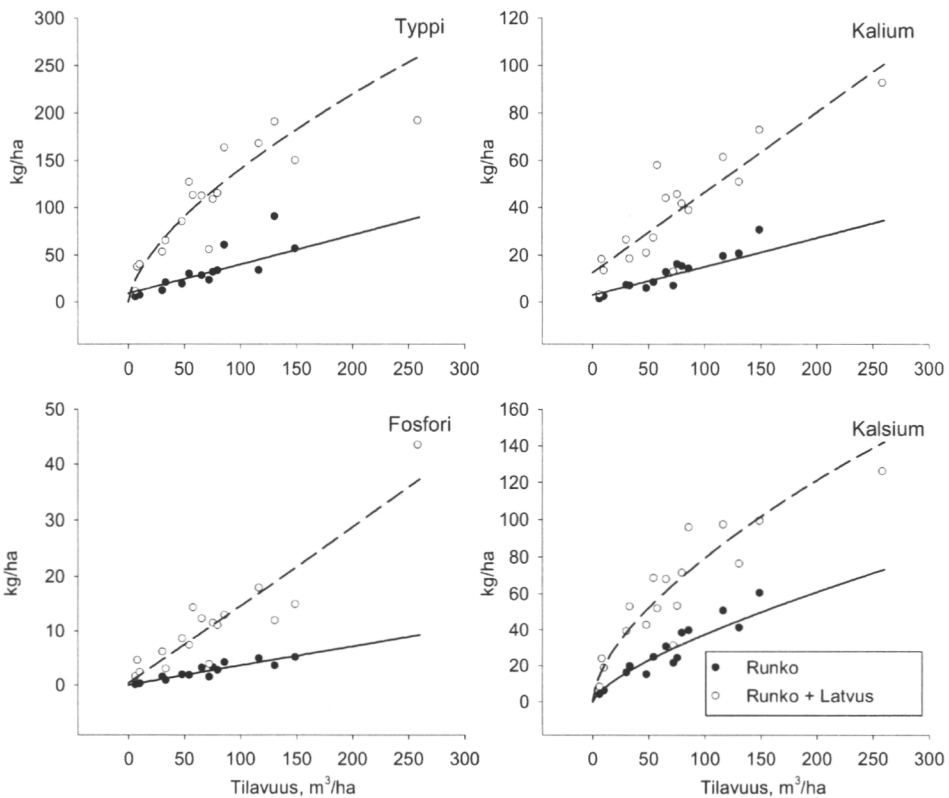
	Kuusi Runko- puu	Latvus	Koivu Runko- puu	Latvus	Puusto yht.	Turpe	Puusto+ turpe
Typpi	38,0	72,0	27,4	39,1	176,5	4618,3	4795
Fosfori	1,9	7,7	2,2	3,1	14,9	105,2	120
Kalium	18,3	24,8	8,9	10,3	62,3	90,8	153
Kalsium	78,3	75,3	20,5	19,9	194,0	1081,4	1275

Kuviolle on suunniteltu toteutettavaksi ensiharvennus, jonka poistuma olisi 20 m<sup>3</sup>/ha (15 m<sup>3</sup>/ha kuusikuitua ja 5 m<sup>3</sup>/ha koivukuitua). Ravinnepoistumaa tarkasteltiin tilanteessa, jossa hakkuussa poistetaan vain ainespuu (20 m<sup>3</sup>/ha), tai vaihtoehtoisesti tilanteessa, jossa korjuu suoritetaan kokopuunkorjuuna. Tällöin korjuussa arvioitiin poistuvan runkopuun lisäksi myös poistumaprosenttia vastaava osuus puuston latvusmassasta sekä siihen sitoutuneista ravinteista. Taulukossa 26 esitetään poistuvat ravinnemäärät hakkuutavoittain sekä ravinnepoistumien osuudet puuston ja turpeen sisältämistä kokonaisravinnemääristä. Ainespuunkorjuuna suoritettavassa hakkuussa poistuu merkittävä määrä kaliumia. Kokopuunkorjuussa kaikki ravinnepoistumat vähintään kaksinkertaistuvat. Hakkuissa poistuvat ravinnemäärät eivät ole suhteellisesti kovin suuria, sillä ravinnevarat tarkasteltavalla kuviolla ovat keskimääräistä runsaammat. Toisaalta tuloksia tarkasteltaessa on myös syytä huomioda, että esimerkkikuvio on kuusivaltainen, ja kuusikoissa neulasten ja oksien mukana poistuu jonkin verran enemmän ravinteita kuin mäntyvaltaisissa metsiköissä. Turvemaiden harvennusemetsiköt ovat yleensä mäntyvaltaisia. Kokopuunkorjuun ravinnehävikkiä voidaan selvästi pienentää jos lehdet ja neulaset jätetään kasvupaikalle.

**Taulukko 27.** Ravinnepoistumat (kg/ha) esimerkkikuvion harvennushakkuussa (poistuma 20 m<sup>3</sup>/ha) ja poistuvien ravinteiden osuus turpeen sisältämistä kokonaisravinnemääristä.

	Ainespuunkorjuu		Kokopuunkorjuu	
	Ravinnepoistuma	% puuston ja turpeen kokonaisravinnemäärästä	Ravinnepoistuma	% puuston ja turpeen kokonaisravinnemäärästä
Typpi	15,0	0,3	40,6	0,8
Fosfori	0,9	0,8	3,4	2,9
Kalium	6,3	4,1	14,3	9,4
Kalsium	22,7	1,8	44,6	3,5

Ainespuunkorjuussa ja kokopuunkorjuussa poistuvien ravinneravinnemäärien keskinäisiä suhteita voidaan yleisemmin vertailla tarkastelemalla runkopuuhun ja latvusmassaan sitoutuneiden ravinteiden määriä tilavuudeltaan erilaisissa männiköissä (kuva 41). Kuvan avulla voidaan arvioida kuinka paljon enemmän ravinteita menetettäisiin, jos puuta korjattaisiin ainespuunkorjuun sijasta kokopuunkorjuuna.

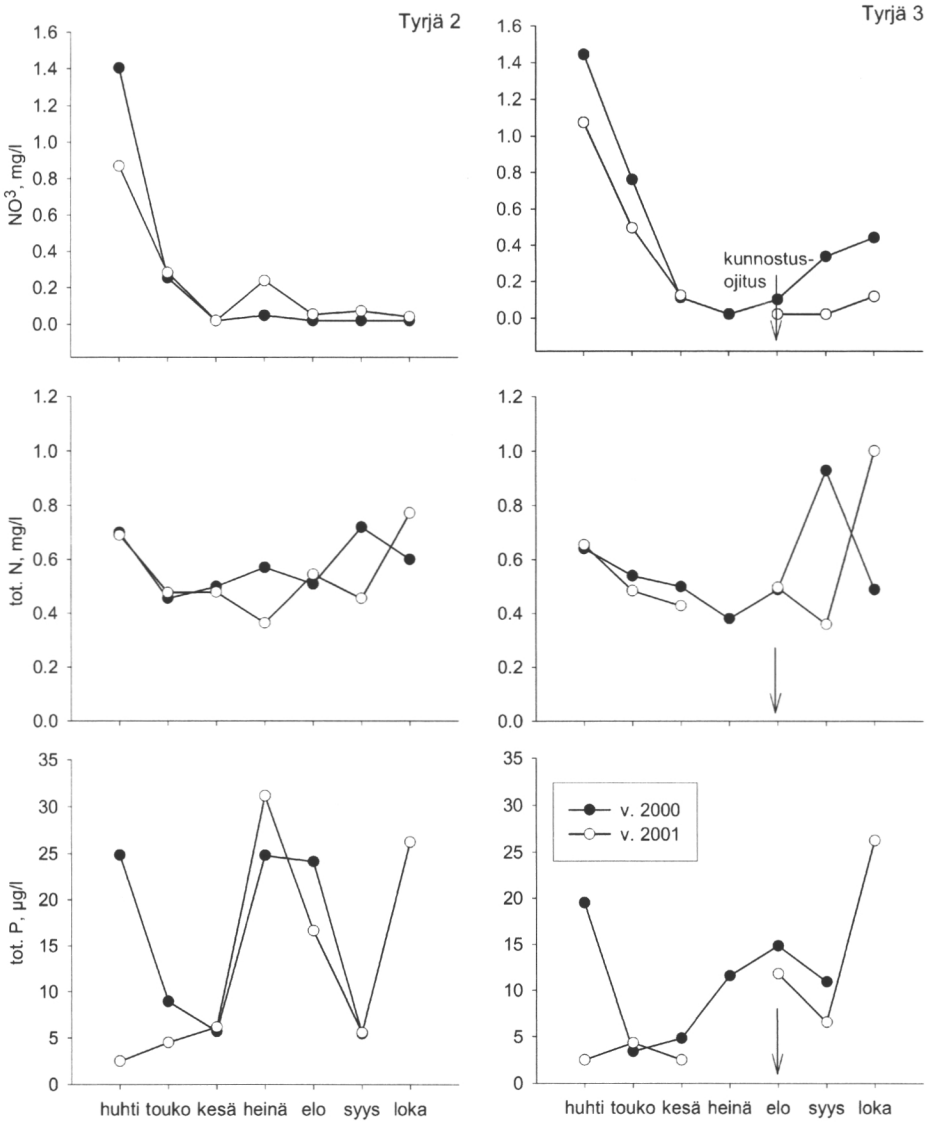


**Kuva 41.** Koko puuhun (runko+latvus oksineen ja neulasineen) ja latvukseen sitoutuneet ravinteet tilavuudeltaan erilaisissa männiköissä. Aineisto kerätty pohjoismaisista ravinnetutkimuksista ja tasoitettu regressioyhtälöllä.

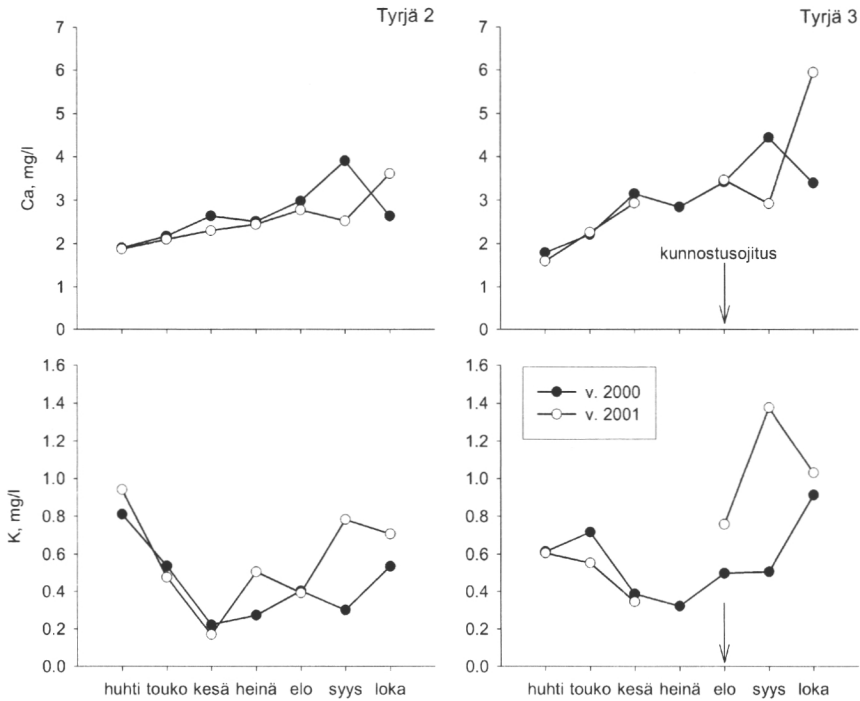
### 5.2.5 Ravinteiden huuhtoutuminen

Puroveden laatu vaihteli molemmilla valuma-alueilla ja molempina vuosina hyvin samoissa rajoissa tarkasteltavina olevien tunnusten osalta (Kuvat 42 ja 43). Ammoniumin ja fosfaattifosforin pitoisuudet olivat alle menetelmien määrittäysrajojen ( $50 \mu\text{g/l}$  ja  $5 \mu\text{g/l}$ ) koko havaintojakson ajan. Elokuussa 2001 Tyrjä 3:n alueella tehdyn kunnostusojituksen vaikutuksia ei havaittu purovesien laadussa vielä syksyn 2001 aikana. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat keskimääräistä alhaisemmat ja kokonaistypen kaliumin ja kalsiumin pitoisuudet keskimäärin samansuuruiset kuin vanhoilla ojitusalueilla yleensä (Joensuu ym. 2001a).

Valuman määrää ei mitattu tutkimusalueilla, mutta valuman arvioitiin vaihtelevan 30-70 % sadannasta. Sadantana (714 mm) käytettiin Ilmatieteen laitoksen Kaltimon ja Luhtapohjan sadantahavaintojen keskiarvoa vuosina 1991-1993. Arvioidun valuman ja valumaveden pitoisuuksien keskiarvon perusteella laskettiin huuhtoutuvien ravinteiden määrät kummallekin valuma-alueelle (taulukko 28). Tulosten perusteella voitiin todeta, että huuhtoutuma on pienempi kuin laskeuma ja Tyrjän valuma-alueille tulee typen, fosforin, kaliumin ja kalsiumin nettolisäystä laskeuman mukana. Näillä ravinnesillä on merkitystä pitkällä aikavälillä alueiden soiden ravinteisuuteen.



**Kuva 42.** Tyrjän alueiden valumaveden nitraatin, kokonaisfosforin ja kokonaistypen kuukausikeskiarvot kesällä 2000 ja 2001.



**Kuva 43.** Tyrjän alueiden valumaveden kaliumin ja kalsiumin kuukausikeskiarvot kesällä 2000 ja 2001.

**Taulukko 28.** Kokonaistypen, -fosforin, kaliumin ja kalsiumin arvioitu huuhtouma (kg/ha) tutkituilta valuma-alueilta olettaen, että sadannasta (714 mm) valuu puroon 30 % (214 mm) tai 70 % (500 mm).

	Tyrjä 2		Tyrjä 3	
	214 mm	500 mm	214 mm	500 mm
Typpi	0,12	0,28	0,12	0,27
Fosfori	0,003	0,007	0,002	0,005
Kalium	0,11	0,26	0,14	0,33
Kalsium	0,57	1,33	0,65	1,53

## 5.2.6 Johtopäätökset

Tyrjän esimerkkialueiden puustot ovat vielä pieniä ja niihin on sitoutunut suhteellisen vähän ravinteita. Ravinteisuudeltaan suot eivät poikkea keskimäärin ojitetuista soista. Ensimmäisillä hakkuilla ei ole kovin suurta vaikutusta kasvupaikan ravinnetalouteen, mutta kokopuukorjuuta tulisi toteuttaa harkiten ja ainakin siten, että lehdet jätetään kasvupaikalle. Lannoituksella ravinnetilannetta voidaan merkittävästi parantaa, mutta lannoituksessa on huomioitava mahdolliset vesistövaikutukset. Niitä voidaan minimoida työn huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella. Lannoituskohteilla tulee ojituksen olla kunnossa eikä karuja soita kannata lannoittaa koska siellä ravinteiden huuhtoutumisriski on erityisen suuri.

## KIRJALLISUUS

- Aarnio, J., Kaunisto, S., Moilanen, M. ja Veijalainen, H. 1997. Suometsien lannoitus. Teoksessa: Mielikäinen, K. ja Riikilä, M. (toim.) Kannattava puuntuotanto. Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Metsälehti kustannus. ss. 116-126.
- Eeronheimo, O. 1991. Suometsien puunkorjuu. *Folia Forestalia* 779. 29 s.
- Eeronheimo, O. ja Heikka, T. 1987. Kokemuksia telamaastureiden käytöstä metsäkuljetuksessa. Teoksessa: Metsäntutkimuspäivä Kokkolassa 13.3.1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250:18-35.
- Hakkila, P. 1992. Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422.
- Hirvikoski, T. 2000. Kobelcon tela-alustainen metsässä. *Koneyrittäjä* 3: 22-23.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 95 s.
- Hänninen, T. ja Kumpare, T. 1986. Farmi Track –telamaasturi harvennuspuun kuljetuksessa. Metsähallituksen kehittämisjaosto, Koeselostus 232.
- Högnäs, T. 1984. Jermu- telamaasturin käyttö 1984. Metsähallituksen kehittämisjaosto, PM 13/84.
- Högnäs, T. 1986a. Ojitusalueiden puunkorjuu. Työtehoseuran metsätiedotus 9/1986. 5 s.
- Högnäs, T. 1986b. Harvennuspuun kuljetus Jermu- telamaasturilla. Metsähallituksen kehittämisjaosto, Koeselostus 230.
- Hökkä, H. ja Laine, J. 1988. Suopuustojen rakenteen kehitys ojituksen jälkeen. *Silva Fennica* 22(1): 45-65.
- Joensuu, S., Ahti, E. ja Vuollekoski, M. 2001a. Discharge quality from old ditch networks in Finnish peatland forests (Tiivistelmä: Vanhoilta metsäojitusalueilta valuvan veden ominaisuudet). *Suo* 52(1):1-16.
- Joensuu, S., Ahti, E. ja Vuollekoski, M. 2001b. Long-term effects of maintaining ditch networks on runoff water quality. (Tiivistelmä: Kunnostusojituksen pitkän ajan vaikutus valumaveden ominaisuuksiin). *Suo* 52(1):17-28.
- Johansson, J. 1995. Excavators as base machines in logging operations. *Journal of Forest Engineering* 1: 7-17.
- Jormanainen, P. 1999. Metsäammattilaisten ja metsänomistajien tietämys suometsistä Pohjois-Karjalassa. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, metsätalouden koulutusohjelman opinnäytetyö. 13 s.
- Järvinen, O. 1986. Laskeuman laatu Suomessa 1971-1982. *Vesihallituksen monistesarja* 408. 142 s.

- Kaunisto, S. ja Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 145. 39 s.
- Korhonen, K. T., Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. ja Tuomainen T. Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1966-2000. *Metsätieteen aikakauskirja* 3b/2001: 495-576.
- Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T., Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. *Metsäteho*, Helsinki. 38 s.
- Kuusela, K. ja Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979-1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977-1982. *Folia Forestalia* 568. 79 s.
- Laiho, R. 1989. Metsäojituksen vaikutus soiden routaantumiseen. *Metsänhoitotieteen tutkielma maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin tutkintoa varten*. Helsingin yliopisto. 32 s.
- Laine, J. Vasander, H. 1990. Suotyypit. *Kirjayhtymä*. 80 s.
- Lauhanen, R., Piironen, M-L. ja Ahti, E. 1998. Kunnostusojitusalueiden tila ja kunnostustarve Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla. Teoksessa: Meriläinen A., Piironen M-L., Niemistö P. ja Murtovaara I. (toim.) *Metsätalouden kestävyys ojitusalueilla ja puuvarojen hyödyntäminen Pohjanmaalla*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 699: 9-17.
- Laukkanen, H. ja Nousiainen, M. 2001. Esiselvitys suometsien käytöstä ja käyttöön liittyvistä esteistä Pohjois-Karjalassa –hankkeen loppuraportti. *Pohjois-Karjalan Metsäkeskus*. 37 s.
- Leskinen, A. 1999. Metsäkuljetusyrityksen työkausi jatkui yhdistelmäkoneella. *Metsähallituksen kehittämisyksikkö*. *Tiedote* 2. 4 s.
- Metsätalouden ympäristöopas*. 1993. *Metsähallitus*. 112 s.
- Metsätalastollinen vuosikirja 2000*. *Metsäntutkimuslaitos*.
- Mulari, J., Haarlaa, R., Sun, X., Wang, J. 1996. Mobility and feasibility of tracked excavators in forestry operations. University of Helsinki, Department of Forest Resource Management. *Publications* 11. 109 s.
- Mäkelä, M. 1986. Metsäkoneiden kustannuslaskenta. *Metsäteho*, Helsinki. 21 s.
- Mäkelä M. 1990. Turvemaiden koneellinen puunkorjuu kesäaikaisissa harvennuksissa. *Metsätehon katsaus* 4. 6 s.
- Mälkönen E., Kukkola, M. Ja Finér L. 2001. Energiapuunkorjuu ja metsämaan ravinnetase. Teoksessa: *Biomassan tehostetun talteenoton seurannaisvaikutukset metsässä*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 816: 31-52

- Niemi, S. 2001. Suometsien harvennushakkuihin soveltuva kevyt korjuukalusto ja sillä urakointi. Metsä- ja puuteknologian pro gradu. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. 75 s.
- Nieminen, M. ja Ahti, E. 2000. Soiden metsätalouksen vesistövaikutukset. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000:321-325.
- Niemistö, P. 1998. Suometsien Hoitamattomuuden ongelmat. Teoksessa: Hänninen, H. (toim.) Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos, Metsälehti kustannus. Jyväskylä. 1998: 85-87
- Nuutinen, T. 2000. Suometsät osana metsätalouden kestävyyttä. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 282-285.
- Ojitusalueiden puunkorjuun ja metsänparannustöiden yhteensovittaminen. 1989. Metsäteho. Helsinki. 40 s.
- Ojitusalueiden puunkorjuu. 2000. Metsätehon opas. Tuokioprint Oy, Helsinki. 24 s.
- Palviainen, M. 2000. Biologian syventävien opintojen hankeraportti. Joensuun yliopisto. Biologian laitos. 17 s.
- Penttilä, T., Hökkä, H. ja Laiho, R. 2000. Harvennusten ekologiset perusteet ja tuotosvaikutukset ojitetuilla rämeillä. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 292-296.
- Pohjola, T. 1983. Puuston vaihtelu ojitusalueiden nuorissa kasvatusempeissä. Metsähallitus, kehittämisjaosto, tutkimusselostus 137. 10 s.
- Pulkkänen, T. 2001. Kaivinkone-harvesteriyhdistelmän tuottavuus- ja kustannustarkastelu - tapaustutkimus. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 23 s.
- Päivänen, J. 1990. Suometsät ja niiden hoito. Kirjayhtymä. Helsinki. 231 s.
- Rieppo, K. 2001. Yhdistelmäkoneiden kilpailukyky. Teoksessa: Hämäläinen, J., Gustafsson, M., Kariniemi, A. ja Leustu, R. (toim). Kehittyvä puuhuolto 2001, seminaarijulkaisu. Kauhavan kirjapaino, Kauhava: 65-70.
- Rummukainen, A. 1984. Peatland properties and their evaluation for wood harvesting. Final report for "Harvesting on peatlands", a research project of the Nordic Research Council on Forest Operations (NSR), 1977-1983, Helsingin yliopiston metsäteknologian laitoksen tiedonantoja n:o 45. 119 s.
- Ryynänen, S., Rönkkö, E., Sirén, M. 2000. Harvennusharvestereiden tuottavuus ja korjuujälki. Työtehoseuran metsätiedote 15/2000. 6 s.
- Saari-lahti, M. 1997. Suotyyppien raiteistumisherkyys. Suo 48(2): 51-54.



- Salo, T. Uusitalo, J. 2001. Ensiharvennuskorjauksen tehdashinnan kustannusrakenne. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 127. 53 s.
- Siren, M. 2000. Turvemaiden puunkorjuun kehittäminen. Metsätieteen aikakauskirja 2/2000: 301-307.
- Sirén, M. Tantt, V. 2001. Suosavotta odottaa tekijäänsä. Koneyrittäjä 4: 14-15.
- Spencer, J.B. 1992. Slope limits for excavator based clearfell and thinning harvesters. Forestry Commission. Technical development branch. Technical note 4.
- Tomppo, E. ja Henttonen, H. 1996. Suomen metsävarat 1989-1994 ja niiden muutokset vuodesta 1951 lähtien. Metsätilastotiedote 354.
- Tuononen, J. 2001. Pohjois-Karjalan yksityismetsänomistajien kuvaus suometsien hoidosta ja tasosta. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, metsätalouden koulutusohjelman opinnäytetyö. 49 s.
- Ylimartimo, M. 2000. Ensiharvennuskohteiden korjuukelpoisuus ojitetuilla turvemaidella. Metsäteknologian ja puutalouden pro gradu. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. 63 s.





METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 830, 2002

ISBN 951-40-1810-9, ISSN 0358-4283