

---

# Kevyet koneet metsänhoidossa



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma

Evo, syksy 2014

*Jukka Salovaara*

Jukka Salovaara



EVO

Metsätalouden koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Jukka Salovaara	<b>Vuosi</b> 2014
<b>Työn nimi</b>	Kevyet koneet metsänhoidossa	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia metsänhoitoon soveltuvia kevyitä työkoneita Työtehosuralle. Tutkimustyö toimi samalla Jyväskylän ammattikorkeakoulun Kevyet koneet metsänhoidossa –tutkimus- ja kehityshankkeen esiselvityksenä. Työn keskeisiä tutkittavia asioita olivat koneiden kartoittamisen lisäksi koneiden kustannustehokkuuden ja käytettävyyden tutkiminen olemassa olevan tiedon pohjalta. Työssä kartoitettiin myös eri metsänhoidon työläjit, joissa koneita voi hyödyntää.

Työn teoriaosuudessa käsitellään metsänhoidon suosituksia sekä metsäalan koneellistumisen historiaa Suomessa. Teoriaosuuden tavoitteena oli selvittää koneellistumisen kehitystä Suomessa ja sitä miten kevyet koneet suhteutuvat kehityskaareen. Opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkastellaan myös metsänhoidon periaatteita teoriassa sekä käytännössä. Tutkimustyössä hyödynnettiin monipuolisesti eri tiedonhankintamenetelmiä. Keskeisimpiä tietolähteitä olivat internet ja yksittäiset lehtiartikkelit. Kustannustehokkuuden tutkimisessa keskeisimpiä lähteitä olivat aiemmat tutkimukset. Tiedonhankintaa täydennettiin seuraamalla koneiden toimintaa käytännön työssä ja haastattelemalla koneen käyttäjiä.

Tutkimuksen tuloksena saatiin selville, että kevyitä koneita voidaan hyödyntää metsänhoidossa monipuolisesti, vaikka tietoa niistä on olemassa suhteellisen vähän. Tutkimuksen pohjalta voidaan myös esittää, että kevyet koneet voidaan luokitella kahteen eri kategoriaan. Jaottelu voidaan tehdä monikäyttöisiin koneisiin ja pienmetsäkoneisiin. Kevyet koneet sopivat omatoimiseen harrastemetsänhoitoon sekä toimivat osana metsäpalveluyrittäjyyttä. Vaikka tutkimuksessa saatiin selville monia asioita, nousi esiin uusia kysymyksiä, joihin ei ilman jatkotutkimuksia saada vastauksia. Jatkotutkimukset palvelevat epäilemättä kevyiden koneiden kone- ja työtekniikan kehitystä kohti entistä kustannustehokkaampaa metsänhoitoa.

**Avainsanat** Metsäkoneet, metsänhoito, metsätalous, metsänkasvatus, metsäteknologia

**Sivut** 55 s.

Degree Programme in Forestry  
Evo

---

<b>Author</b>	Jukka Salovaara	<b>Year</b> 2014
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Small-scale Machinery in Silviculture	

---

**ABSTRACT**

The objective of this thesis was to find out the small-scale machinery which is suitable in silviculture. The commissioner of the thesis was TTS research, development and training institute. The research at the same time worked as a report for a forestry research and information project for Jyväskylä University of Applied Sciences. The key factors of the research were charting the small scale machinery, their cost efficiency and usability. Suitable working methods for small scale machinery in silviculture were also charted in research. The purpose was to gather all related information about small scale machinery that could be found.

Recommendations for forest management and the history of the mechanization in Finnish forestry history are dealt with in the theoretical part. The aim in the theoretical part was to find out the development of mechanization in Finnish forestry and how the small-scale machinery fits in the progression. The theory section covers also the principles of forest management in theory and practice. The research work utilized a variety of different data collection methods. The main sources of information were the internet and individual journal articles. The most important sources in studying of cost efficiency were the previous studies. The data acquisition was supplemented by monitoring the operation of machinery in practical work and interviews with operators.

The result of the research showed that the small-scale machinery can be used in a versatile way in forest management, even though the information is relatively little. On the basis of the study small-scale machines can be classified into two categories. The distinction can be done between multi-purpose machines and purpose-built machines. Small scale machines are suitable for self-directed forest management and for work as part of the forest entrepreneurship. Although lots of things were found out in the study, questions arouse, which do not get answers without further research. Further studies will undoubtedly serve the small-scale machinery and the technology to work towards the development of more cost-efficient forest management.

**Keywords** Forest machinery, silviculture, forestry, forest technology, forest mechanization  
**Pages** 55 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	SUOMEN METSÄALAN KONEELLISTUMISEN HISTORIAA .....	2
2.1	Varhaiset vaiheet .....	2
2.2	Kirveestä sahaan.....	3
2.3	Varhaiset konekokeilut.....	4
2.4	Polttomoottorin aika .....	5
2.5	Kehitys jatkuu .....	6
2.6	Traktorien aikaan.....	7
2.7	Harvesterit .....	9
2.8	Metsänhoidon koneellistuminen .....	11
2.9	Nykypäivän metsäteknologia ja tulevaisuuden näkymiä .....	12
3	METSÄNHOITO .....	14
3.1	Metsänhoidon määritelmä .....	14
3.2	Metsänhoidon työlajit käytännössä .....	15
3.3	Metsänhoidon periaatteet yleisesti .....	15
3.4	Taloudellinen kestävyys metsähoidossa.....	18
3.5	Ekologinen kestävyys metsähoidossa .....	19
3.6	Sosiaalinen kestävyys metsähoidossa .....	20
4	TUTKIMUSMENETELMÄT JA TOTEUTUS.....	22
5	METSÄNHOITOOON SOVELTUVAT KEVYET KONEET .....	23
5.1	Monikäyttöiset koneet .....	23
5.1.1	Mönkijät .....	25
5.1.2	Moottorikelkat .....	30
5.1.3	Pienoistraktorit .....	32
5.1.4	Avant .....	34
5.1.5	Sarvitraktori .....	36
5.2	Pienmetsäkoneet.....	37
5.2.1	Alstor .....	38
5.2.2	Rautahepo .....	39
5.2.3	Pyörähepo .....	40
5.2.4	Tehojätkä .....	41
5.2.5	Vimek Minimaster .....	43
6	POHDINTA.....	44
6.1	Kevyiden koneiden työlajit metsähoidossa .....	44
6.2	Käytettävyys ja kustannustehokkuus .....	45
6.2.1	Käytettävyys .....	45
6.2.2	Kustannustehokkuus metsäalalla.....	46
6.2.3	Kevyiden koneiden tuottavuus ja kustannustehokkuus.....	47
6.2.4	Havaintoja tutkimuksista .....	49
6.3	Jatkotutkimustarpeet.....	50
6.4	Metsänhoidon erot kevyillä koneilla toteutettuna .....	50

---

7 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	53
LÄHTEET .....	56

## 1 JOHDANTO

Metsänhoidossa on tukeuduttu pitkään perinteisiin työmenetelmiin. Puunkorjuun teknillinen kehitys viime vuosikymmeninä on johtanut siihen, että hakkuiden koneellistuminen lähentelee sataa prosenttia. Metsänhoitotöistä suoritetaan nykyään täysin koneellisesti maan muokkaukset ja valtaosa myös kylvöstä. Taimikonhoitoon on myös olemassa koneita, mutta niiden yleistymistä ovat haitanneet useat eri tekijät. Negatiivinen suhtautuminen metsänomistajien, metsäammattilaisten sekä yrittäjien keskuudessa on haitannut osittain kehityskulkua. Lisäksi vielä saatavilla oleva miestyövoima ja koneiden heikko kustannustehokkuus ovat olleet esteenä kehitykselle. Metsänhoidon työlajeista taimikonhoitoa on pidetty vaikeana koneellistaa johtuen työlle ominaisista tarkkuusvaatimuksista. Näin ollen uusien metsänhoidollisten toimintatapojen ja -mallien tulo alalle olisi enemmän kuin tervetullutta.

Metsänhoito on tärkeä osa tuottavaa metsänkasvatusta. Puun tuotoksen kannalta on erityisen tärkeää oikea-aikaiset hoitotoimenpiteet. Niillä voidaan vaikuttaa kasvatettavan puun laatuun, määrään ja kasvunopeuteen. Metsänhoidolla voidaan myös alentaa metsätuhojen riskiä. Varhaisen taimikonhoidon merkitys on erityisen suuri, koska metsikön varhaisessa kehitysvaiheessa luodaan perusta laadullisesti ja määrällisesti tuottavalle metsänkasvatukselle metsikön koko kiertoajaksi. Hoidon viivästyminen näkyy pysyvinä laatutappioina ja lisääntyvinä hoitokustannuksina alentaen metsätalouden kannattavuutta metsälön tasolla. Vaikka metsänomistajien tavoitteet metsiensä suhteen ovat viime vuosina muuttuneet, on metsä monelle vähintään merkittävä sivutulon lähde.

Metsänhoidon taso on laskenut viime vuosina valtakunnallisesti tarkasteltuna. Laadultaan hyvien taimikoiden osuus on vähentynyt ja vastaavasti tyydyttävien taimikoiden osuus on kasvanut. Tämä kehitys on selkeästi havaittavissa kymmenennessä valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI10). Hoitamattomuus ei ole nuorissa metsissä ainoa laatua alentava syy, mutta syy johon ihminen toiminnallaan pystyy vaikuttamaan. Myös nuoren metsän kunnostuksissa jäädään jatkuvasti alle kansallisessa metsäohjelmassa asetuista tavoitteista. Jatkuvasti lisääntyvien metsänhoitorästien vähentämistä voidaan perustellusti pitää tavoiteltavan arvoisena asiana.

Metsänhoidon koneellistumista ei tule nähdä itsetarkoituksena, vaan osana kustannustehokasta metsätalouden harjoittamista. Metsänhoidon nouseva kustannusrakenne syö metsätalouden kannattavuutta ja vähentää mielenkiintoa tuottavaa metsänkasvatusta kohtaan. Metsänhoidon kustannuskehitys vaikuttaa myös kotimaisen puuraaka-aineen markkinoille tuloon. Koneellistuminen ei poista työvoiman saatavuusongelmia metsänhoidossa, koska koneet eivät toimi ilman ihmistyövoimaa, mutta alan kiinnostavuutta koneellistuminen voi lisätä.

Tässä tutkimuksessa selvitetään markkinoilla oleva kevyt työkonekanta lisälaitteineen ja niiden soveltuvuus metsänhoitoon. Tutkimus toimii osana Kevyet koneet metsänhoidossa –tutkimus- ja kehityshanketta, jossa tutki-

mus toimii hankkeen esiselvityksenä. Hankkeen vetovastuu on Jyväskylän ammattikorkeakoululla (JAMK), ja työteho-seura toimii siinä alihankkijana. Tutkimuksen tekijä työskentelee hankkeessa Työteho-seuran (TTS) alaisuudessa. Hankkeen tärkeimmät kohderyhmät ovat aktiiviset metsänomistajat ja metsäpalveluyrittäjät.

Kevyet koneet metsänhoidossa –tutkimus- ja kehityshanke on monin tavoin ajankohtainen. Metsätalouden murros, metsänomistajakunnan rakenteen muutokset, muutokset metsälaissa, monitavoitteinen metsänhoito ja tulevan metsänhoitoyhdistyslain muutokset tukevat uudenlaisen metsänhoitoajattelun kehittämistä. Tarkoituksena ei ole korvata perinteisiä menetelmiä, vaan löytää uusi toimintamalli metsänhoitoon, jossa uudet menetelmät olisivat elinkelpoisia.

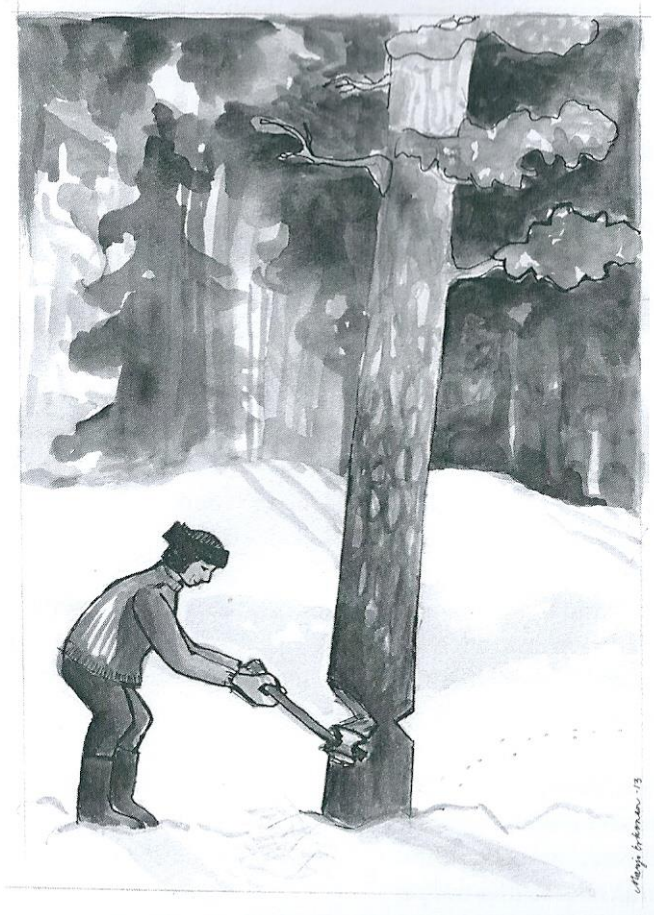
## 2 SUOMEN METSÄALAN KONEELLISTUMISEN HISTORIAA

Tässä luvussa esitetään läpileikkaus metsäteknologian historiaan ja kehitykseen suomalaisesta näkökulmasta. Tuntemalla metsäalan koneellistumisen historiaa ja kehitysvaiheita voidaan tarkemmin arvioida kevyiden työkonien asemaa metsäalalla.

Metsäteknologian kehityskaari on ollut Suomessa suhteellisen lyhyt. Merkittävimmät kehitysaskleet mahtuvat viimeisen 50 vuoden sisään. Kehitystä on ohjailnut aina jokin selkeä tarve. Myös yhteiskunnalliset muutokset ja yleinen teknologinen kehitys on näyttänyt suuntaviivoja eri kehitysuunnille metsäalalla.

### 2.1 Varhaiset vaiheet

Muinaislöytöjen perusteella on voitu päätellä, että ensimmäinen metsätyöväline on ollut kivikirves. Kivikaudella kirveen valmistusmateriaalina toimi kivi. Pronssikauden ja rautakauden myötä terän valmistusaineiksi tulivat erilaiset metallit, joka oli ensimmäinen kehitysaskel työn tehostumisessa. Lihasvoimaa vaativa kirves oli ihmisen tärkein työväline 10 000 vuoden ajan. Suomessa kirveshakkuun kausi päättyi 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa (kuva 1). (Turtiainen 2013, 12.)



Kuva 1. Puunkorjuuta kirveen aikakaudella. Kaato-, karsinta- ja katkonta tehtiin kirveellä (Turtiainen 2013).

### 2.2 Kirveestä sahaan

Ruotsissa tehtiin ensimmäisiä työaikatutkimuksia 1850-luvulla kirveen vaihtamisesta sahaan (Konttinen & Drushka 1997, 22). Suomessa tämän suuntainen kehitys näkyi 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa siten, että suuret yhtiöt kielsivät kirveen käytön puun kaadossa ja katkonnassa (Turtiainen 2013, 13.). Sahan myötä katkontajälki parani ja arvokasta puuainesta ei mennyt enää hukkaan sekä ennen kaikkea työ nopeutui (Turtiainen 2011, 9). Ensimmäisenä tuli käyttöön kahden miehen justeerisaha (kuva 2) eli tukkisaha, joten puun kaato ja katkonta voitiin suorittaa sahaamalla (Turtiainen 2011, 9). 1920-luvulla tuli käyttöön pokasaha, joka oli yhdenmiehen saha ja soveltui hyvin kuitupuun tekoon (Turtiainen 2013, 13). Käsisahojen kehitys meni vielä eteenpäin, kun 1940-luvulla kehitettiin yhdenmiehen tukkisaha. Työ tehostui jälleen, kun yhden sahan varteen ei tarvittu enää kahta miestä (Turtiainen 2013, 13).





Kuva 2. Kahden miehen justeerisaha syrjäytti kirveen 1800-lopussa puunkorjuussa (Metsätyön kehitys 2007).

### 2.3 Varhaiset konekokeilut

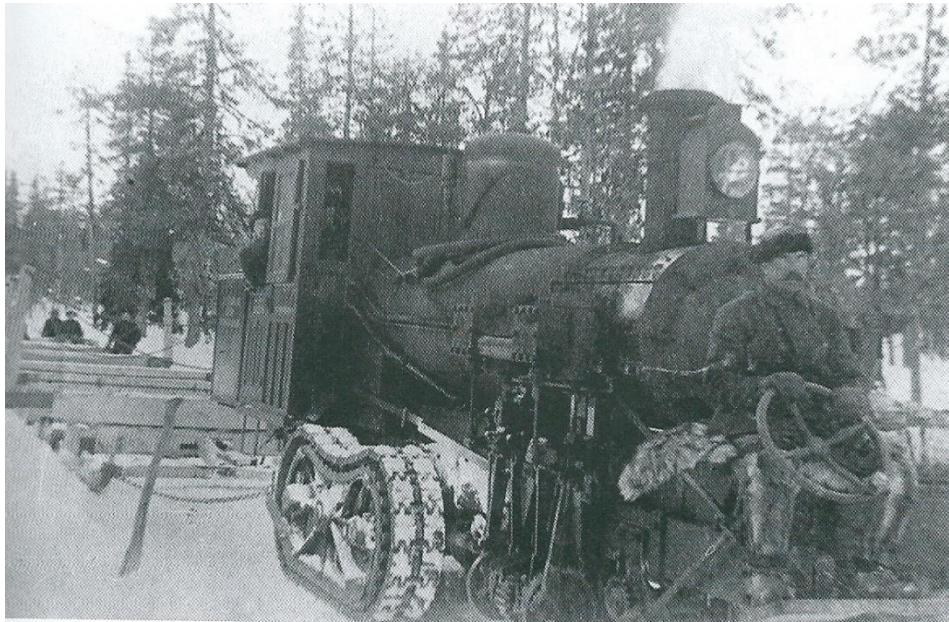
Höyryvoima syrjäytti vesivoiman lopullisesti pohjoismaissa 1900-luvun alussa ja sen merkitys oli suuri varsinkin teollisuudessa (Konttinen & Drushka 1997, 22). Tiettävästi ensimmäinen puutavaraa kuljettanut kone Suomessa oli 8-tonninen höyrykäyttöinen maantieveturi, joka oli käytössä 1870-luvulla. Veturin käyttöaika jäi lyhyeksi sille sattuneen onnettomuuden vuoksi. Kokeilun päättyessä ikävästi seuraavia koneita jouduttiin odottamaan lähes 40 vuotta. Varsinainen ensimmäinen konesavotta Suomessa toteutettiin 1913-1916 välisenä aikana (kuva 4). Sen tavoite oli kustannussäästöjen saavuttaminen. Erilaisia vaijerirekiä kokeiltiin myös puun kuljetuksessa 1910-luvulla. Ensimmäisissä konesavotoissa käytetyt koneet olivat höyrykäyttöisiä maantievetureita, jolla suoritettiin jatkettua lähikuljetusta. Ensimmäinen maailmansota katkaisi kuitenkin kokeilut vuosiksi. Ensimmäiset konekokeilut olivat taloudellisesti kannattamattomia ja ajoivat toimijat yleensä talousvaikeuksiin. Tekniikka oli myös heikosti toimivaa ja varaosien saatavuus heikkoa. Hevoskuljetus oli vielä ylivoimaisesti luotettavin kuljetusmuoto (kuva 3). (Vesterinen 2011, 23-25.)



Kuva 3. Hevoskuljetusta suomalaisessa metsässä (Turtiainen 2013).

### 2.4 Polttomoottorin aika

Polttomoottori oli jo 1910-luvulla niin kehittynyt, että ensimmäisiä kokeiluja polttomoottorin valjastamiseksi sahan voimalähteeksi voitiin tehdä (Konttinen & Drushka 1997, 24). Suomessa ensimmäinen moottorisaha, joka painoi sata kiloa, tuli markkinoille 1916 (Vesterinen 2011, 72). Saha oli aikaansa edellä eikä käynyt kaupaksi (Konttinen & Drushka 1997, 25). Jonkin verran puun kaatoa helpottava moottorisaha oli kallis hankittava. Miestyövoimaa oli runsaasti tarjolla ja se oli halpaa, joten sahat eivät yleistyneet (Vesterinen 2011, 72). Polttomoottorit tulivat myös isompien koneiden muodossa metsäkuljetukseen. Telatraktorit ja kuorma-autot valjastettiin mukaan puun kuljetukseen ja osa kokeiluista osoittautui jopa taloudellisesti kannattaviksi, mutta hevosta pidettiin vielä yleisesti edullisempänä ja luotettavana (Vesterinen 2011, 28). Kuorma-autojen käyttö lisääntyi puun kuljetuksessa 1930-luvulla hieman ja rautapyöräisten traktorien ilmestyminen maatalouden käyttöön johti siihen, että niitä hyödynnettiin myös puutavaran kuljetuksessa (Vesterinen 2011, 40). Tämän aikakauden koneille oli tyypillistä, että suuri osa niiden käyttöajasta meni korjauksiin, huoltoon ja säätämiseen (Vesterinen 2011, 40).



Kuva 4. Ensimmäisiä konekokeiluja Suomessa olivat telaketjuvetoiset höyryveturit, joita käytettiin puun kuljettamiseen (Vesterinen 2011).

### 2.5 Kehitys jatkuu

Toinen maailmansota kiihdytti koneiden kehitystä maailman laajuisella tasolla, kun työvoimapulaa yritettiin paikata koneilla (Konttinen & Drushka 1997, 26). Varsinkin moottorisahat kehittyivät ja saavuttivat nykymuotonsa (kuva 5) ja siten alkoivat yleistyä 1950-luvulla (Vesterinen 2011, 73). Aluksi sahaa käytettiin vain puun kaatoon ja karsinta suoritettiin kirveellä. Suomessa moottorisahojen merkitys puunkorjuussa alkoi näkyä todenteolla 1960-luvulla (Vesterinen 2011, 73). Kehityssuuntana oli myös, että autoilla päästään mahdollisimman lähelle kantoa, jotta hevoskuljetus jäisi mahdollisimman lyhyeksi (Vesterinen 2011, 49). Sen mahdollisti metsätieverkon kehittyminen (Vesterinen 2011, 50). Puun lähikuljetuksen osalta 1950-luku jäi viimeiseksi hevosten vuosikymmeneksi (Vesterinen 2011, 57). Moottorisahan myötä tulivat markkinoille myös ensimmäiset raivaussahat. Aluksi raivaussaha muodostui moottorisahaan kiinnitettävästä lisälaitteesta. Nykymuotoinen raivaussaha kehitettiin 1960-luvulla (Vesterinen 2011, 61) ja se löi itsensä läpi 1970-luvulla (Vesterinen 2011, 47) syrjäyttäen metsänhoitotöissä vesurin ja parantaen siten työn tuottavuutta.



Kuva 5. Ensimmäiset moottorisahat olivat raskaita käyttää ja niiden ergonomia oli heikkoa (Turtiainen 2011).

### 2.6 Traktorien aikaan

Kumipyöriäisten maataloustraktorien yleistyessä 1950-luvulla alettiin niitä hyödyntää myös eri metsätöiden tarpeisiin (kuva 6) (Vesterinen 2011, 59). Ensisijaisesti maatalouskäyttöön tarkoitettut traktorit varustettiin lisälaitteilla puun kuljetukseen sopiviksi. Puunajo oli usein sivutuloa maanviljelyn ohessa (Vesterinen 2011, 79). Pienet konepajat kehittivät runsaasti lisälaitteita. Konepajatoiminnan myötä voidaan katsoa syntyneen kehitystoiminta myös varsinaiselle metsätraktorille (Turtiainen 2010, 23). Maataloustraktorien määrä oli Suomessa suurimmillaan 1970-luvulla (Turtiainen 2010, 14). Samalla vuosikymmenellä voidaan katsoa konelinjojen eriytyneen isäntälinjan ja ammattilaisten koneisiin (Vesterinen 2011, 97).



Kuva 6. Maataloustraktorit tulivat metsätöihin todenteolla 1950-luvulla (Vesterinen 2011).

Kaupungistuminen Suomessa ja sitä kautta pientilojen vähentyminen kuihdutti lopulta isännänlinjan konetuotannon lähes kokonaan (Vesterinen 2011, 80). Metsätraktoria ryhdyttiin kehittämään 1960-luvun alkupuolella. Ensin alettiin kehittää juontotraktoria (kuva 7) ja sitä ennen Suomeen oli tuotu jo ulkomaisia juontokoneita (Vesterinen 2011, 85). Juontokoneet ja kokorunkomenetelmä eivät osoittautuneet taloudelliseksi vaihtoehdoksi Suomessa (Turtiainen 2010, 26). Kuormatraktorit kehitettiin puun ajoon, koska maataloustraktorit eivät kestäneet urakointia (Turtiainen 2011, 80). Uuden ammattimaisempaan puun ajoon tarkoitetun kuormatraktorin kehittäminen synnytti myös uuden ammattikunnan. Metsäurakoitsijakunta on siitä lähtien hoitanut pääasiassa maamme puunkorjuun (Mäkinen 1996, 57).



Kuva 7. Juontokoneet eivät osoittautuneet kustannustehokkaaksi menetelmäksi puunkorjuussa Suomessa (Turtiainen 2013).

### 2.7 Harvesterit

Puunjalostusteollisuus alkoi tarvita 1960-luvulla puuta ympärivuotisesti. Syntyi tarve koneelle, joka pystyisi kuljettamaan puutavaraa metsästä itsenäisesti autotien varteen. Samaan aikaan kuormatraktoreita kehitettäessä suunniteltiin ja rakenneltiin laitteistoja, jotka tekisivät koneesta monitoimikoneen (kuva 8). Ensimmäisiä korjuukoneita kutsuttiin prosessoreiksi, jotka suorittivat katkonnan ja karsinnan. Päämääränä oli kuitenkin kehittää kokonaan metsurin korvaava harvesteri, kuten kuormatraktori kehitettiin hevosen korvaajaksi. Nykymuotoinen korjuukoura, joka suoritti puun kaadon, karsinnan ja katkonnan, kehitettiin 1970-1980-luvuilla. Siihen sopiva alusta oli jo metsätraktorin muodossa kehitetty. 1980-luvulla kehitetty harvesteri oli oloihimme ja korjuuseen parhaiten sopiva. (Turtiainen 2011, 12-14.)



Kuva 8. Pika 75 oli ensimmäinen pohjoismainen harvesteri (Vesterinen 2011).

Isojen metsäkoneiden aikaa oli 1970-luku. Painavat koneet aiheuttivat maastovaurioita ja korjuutyötä tehtiin ympäristöä säälimättä. Koneet olivat mullistaneet puunkorjuun. Puutavarayhtiöillä oli nyt mahdollisuus korjata puuta ympäri vuoden. Metsäkeskusteluja 1980-luvulla leimasivat ympäristöasiat (Vesterinen 2011, 132). Metsäkoneet ja niiden aiheuttamat vauriot maastoon joutuivat luonnonsuojelijoiden huomion keskipisteeksi. Tästä johtuen markkinoilla olevat peruslinjan koneet keventyivät ja saataville tuli varta vasten pehmeään maastoon soveltuvia kevyempiä telakoneita (kuva 9). (Vesterinen 2011, 119, 134.)



Kuva 9. 1980-luku toi kevyempiä koneita metsään (Vesterinen 2011).

### 2.8 Metsänhoidon koneellistuminen

Koneellistumisen kehitys on kulkenut hyvin paljon puunkorjuun tarpeiden mukaan. Koneellistuminen metsänhoidossa kehittyi lisälaitteiden muodossa olemassa olevaan kalustoon ensisijaisesti puunkorjuuseen ja maatalouskäyttöön tarkoitettuihin traktoreihin. Maan muokkauksia alettiin suorittaa 50–60-lukujen vaihteesta lähtien, kun laikutusta ja äestystä (kuva 10) alettiin suorittaa voimaperäisen uudistamisen yleistyessä (Turtiainen 2013, 49). Aiemmin kaikki työt oli suoritettu käsivoimin kuokalla tai hevosäkeellä. Ensimmäisiä kokeiluja koneellisesta istuttamisesta tehtiin 1960-luvulla lopulla (Turtiainen 2013, 51). Traktoreita hyödynnettiin myös metsänparannuksessa ja etenkin lannoitteen levittämiseen. Hydrauliiikan kehityksen myötä kaivinkoneet tulivat myös ojien kaivamiseen 1960-luvulla (Turtiainen 2013, 37).





Kuva 10. Metsä-äes oli yksi koneteknisen kehitystyön tuloksia voimaperäisen uudistamisen yleistyessä. Kuvassa on Työtehoseurassa kehitetty TTS-metsä-äes (Turtiainen 2010).

### 2.9 Nykypäivän metsäteknologia ja tulevaisuuden näkymiä

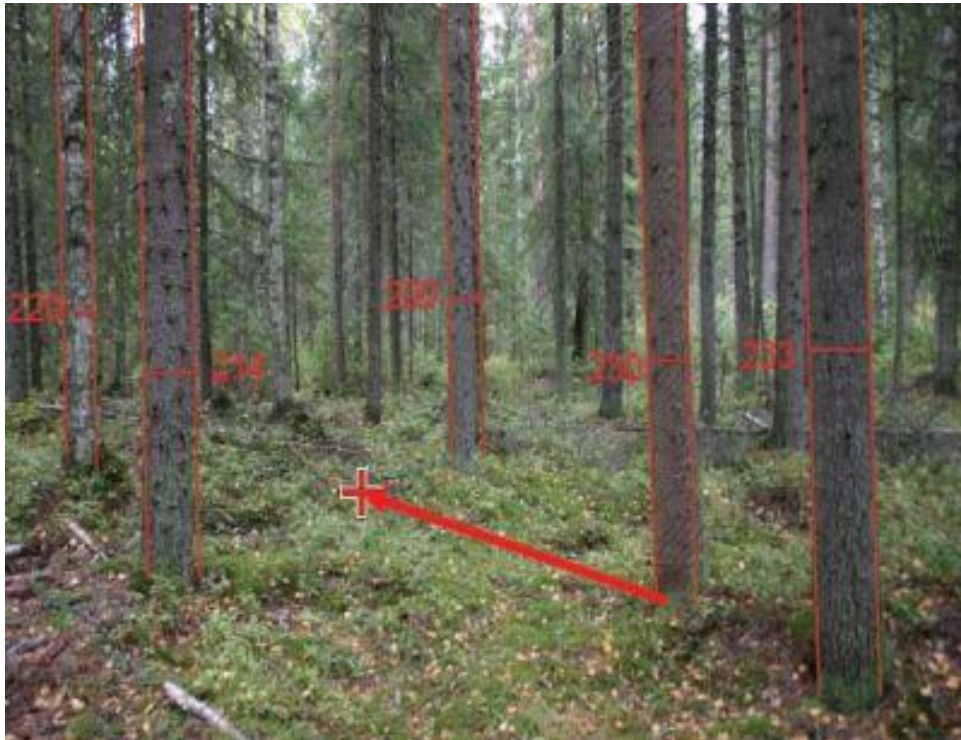
Perinteisen miestyön menetelmissä metsänhoidossa on saavutettu eräänlainen lakipiste. Puunkorjuussa kustannukset on saatu puolitettua koneellistumisen myötä, kun samaan aikaan taimikonhoitokustannukset ovat kaksinkertaistuneet. Koneellisista metsänhoitomenetelmistä on löytymässä kilpailukykyisiä ratkaisuja. Koneellistumisesta puhuttaessa on kuitenkin muistettava, että konetyönkin suorittaa ihminen. Teknologian mahdollistaa nykyaikaisen tuottavamman ja mielekkäämmän työn tekijälleen. Koneen ohjaamossa työturvallisuus, ergonomia ja vaihtelevien sääolojen haitat ovat paremmin hallinnassa. Teknologinen kehitys mahdollistaa myös paikkatieto- ja koneaistiteknologian hyödyntämisen (kuva 12), jolla voidaan tehostaa ja automatisoida työtä sekä useamman työn yhtäaikainen suorittaminen mahdollistuu. (Kukkonen & Kukkonen 2013)



Kuva 11. Nykyaikaiset harvesterit mahdollistavat ympärivuotisen ja kustannustehokkaan puunkorjuun (John Deere 2014).

Teknologiaharppaukset vaativat aina ennakkoluulottomuutta. Uutta teknologiaa käyttöönotettaessa on huomioitava myös haitat ja riskit. Uusi teknologia on aina potentiaalinen vikalähde. Tästä johtuen uuden teknologian on tuotettava aidosti parempaa tuottavuutta ja kokonaistehokkuutta. Metsäkoneen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat luotettavuus ja toimintavarmuus, koska koneiden kalliit pääomakustannukset eivät salli pitkiä työnkeskeytyksiä. (Asikainen, Leskinen, Pasanen, Väätäinen, Anttila & Tahvanainen 2009)

Tämän päivän hakkuukoneet ovat tehokkaita (kuva 11), mutta myös kalliita. Korkea hinta asettaa suuret vaatimukset tuottavuudelle. Työssään hakkuukoneen kuljettaja joutuu tekemään useita päätöksiä lyhyessä ajassa. Sen helpottamiseksi on pyritty kehittämään teknisiä apulaitteita ja järjestelmiä. Erilaisilla aistinjärjestelmillä, jotka koostuvat antureita, radio- ja satelliittipaikantimista sekä ääni- ja valoskannereista, pyritään automatisoimaan koneiden toimintoja ja osa onkin jo kyetty automatisoimaan. Kehitystyö on kuitenkin vielä kesken, mutta toteutuessaan nämä keksinnöt edustaisivat suurta kehitysaskelta. Anturitekniikan kehitys on ollut nopeaa ja nyt vaikeilta näyttävät ongelmat saattavat olla lähitulevaisuudessa helposti ratkaistavissa. (Ala-Ilomäki, Heikkilä, Pykäläinen, Jutila & Ylisirniö, 2008)



Kuva 12. Visio tulevaisuuden harvesterin käyttöliittymästä, jossa kuljettajan näkymässä on puiden ääriviivat korostettuna ja läpimitat merkittyinä. Puun kaatosuunta valitaan kursorilla vetämällä (Metla 2008).

### 3 METSÄNHOITO

Metsän elinkaaren mahtuu monta eri kehitysvaihetta. Metsän eri kehitysvaiheissa metsänhoito on erityisen tärkeää, jos halutaan hyödyntää metsiä taloudellisesti. Metsänkasvatuksellisesta näkökulmasta tarkasteltuna jokainen kehitysvaihe vaatii aina tarkoituksenmukaisimman hoitotoimenpiteen. Metsänhoitoa ohjaavat periaatteet ja arvot, jotka on syytä tuntea, jotta voi arvioida kevyiden koneiden soveltuvuutta eri metsänhoidon työlajeihin. Metsänhoitoa ohjaaviin taustoihin ja työlajeihin tutustutaan tarkemmin tässä luvussa.

#### 3.1 Metsänhoidon määritelmä

Metsänhoidon määritelmänä käytetään tämän tutkimuksen yhteydessä metsäsanaston mukaista määrittelyä. Sen mukaan metsänhoidolla tarkoitetaan kaikkia menetelmiä, joiden avulla uudistetaan, kasvatetaan ja suojellaan metsiä ihmisten tarkoituksiperiä varten (Lehtoviita 1995, 29). Tässä tutkimuksessa metsänhoidon määritelmää tulkitaan laajasti. Metsänhoidoksi katsotaan myös harvennushakkuut, jotka voidaan tulkita osittain puunkorjuuksi. Myös metsien lannoitukset ja metsätiehen liittyvät maanrakennustoimenpiteet tulkitaan metsähoitoa palveleviksi.

### 3.2 Metsänhoidon työajit käytännössä

Suurin osa talousmetsistämme kohtaa kiertoaikanaan jonkinlaisia metsänhoidollisia käytännön toimenpiteitä. Metsikkötaloudessa voidaan metsänkasvatuksen katsoa alkavan päätehakkuun jälkeisestä metsänviljelystä, jos luontainen uudistaminen ei tule kyseeseen. Metsänviljely on silloin ensimmäisiä metsänhoidollisista toimenpiteistä, joita kierron alussa on mahdollista suorittaa. Viljely voidaan suorittaa istuttaen tai kylväen. Metsämaan muokkauksella voidaan parantaa viljelyn onnistumisen todennäköisyyttä.

Taimien varttumista taimikoksi pystytään varmistamaan kemiallisella tai mekaanisella heinän sekä vesakon torjunnalla. Taimikon myöhemmissä vaiheissa luodaan pohja tulevaisuuden metsänkasvatukselle puuston tiheyden ja laadun suhteen. Taimikonhoidossa ohjataan kasvumahdollisuudet halutuille puuyksilöille. Tähän lopputulokseen päästään oikeinajoitellulla taimikon perkauksella tai perkausharvennuksella. Taimikonhoidossa pyritään luomaan kasvutiheys, jota harvennetaan seuraavan kerran puuston ollessa noin 12-15 metriä.

Nuorten metsien harvennuksista ei vielä ole saatavissa suurta hakkuutuloa, mutta ensiharvennus nopeuttaa puuston varttumista tukkipuiksi. Jotta nuorten metsien hoitaminen tai harvennukset ovat mahdollisia, joudutaan usein tekemään korjuuteknisistä syistä metsänpohjan raivaus. Kasvatushakkuuta palveleva ennakkoraivaus voidaan tehdä täysraivauksena tai kevyempänä näkymäraivauksena. Metsiä voidaan hoitaa myös lannoituksin. Hyväkuntoinen metsätie on perusedellytys metsätalouden harjoittamisessa ja luo pohjan hyvälle metsänhoidon tasolle.

Tämä tutkimus pyrkii löytämään vastauksia siihen, että miten kevyet koneet soveltuvat edellä mainittuihin metsänhoidon toimenpiteisiin. Tutkimuksessa pyritään löytämään myös uusia mahdollisia hyödyntämismuotoja.

### 3.3 Metsänhoidon periaatteet yleisesti

Metsänhoitoa tarvitaan ihmisen aineellisten tai aineettomien tarpeiden taivottelussa. Luonto itsessään ei tarvitse hoitoa ja luonnontilaan jätettävät metsät harvenevat sekä uudistuvat vanhan puusukupolven väistyessä yksipuun tai suuremman luonnonkatastrofin kohdatessa. Jos ihminen ei puutuisi luontaiseen kehitykseen, muuttuisi valtaosa metsistä lahoiksi aarnimetsiksi. Täydellisessä luonnontilassa vain metsäpalot, myrskyt tai muut luonnonkatastrofit tuottaisivat aukeita aloja ja sen jälkeen nuoria metsiä luontoomme. (Hynynen, Valkonen & Rantala 2005, 10.)



Kuva 13. Taimikonhoidossa varmistetaan puuston kasvuolot ensiharvennukseen saakka.

Metsänkasvatuksessa tavoitteet ovat usein taloudelliset. Tämä tarkoittaa pyrkimystä tuottaa mahdollisimman paljon arvokasta puuta nopeasti mahdollisimman vähäisellä panostuksella. Keskenään ristiriitaisten tavoitteiden saavuttaminen vaatii erityistä ammattitaitoa. Liian vähäinen panostus eli metsän hoitamatta jättäminen saattaa johtaa tuottojen romahtamiseen ja heikkoon kannattavuuteen. (Mielikäinen 2008, 93.)

Metsänhoidon toimenpiteillä ohjataan metsän kasvua haluttuun suuntaan (kuva 13), jotta metsänomistaja pystyy hyötymään metsänsä tuotosta lyhyellä tai pitkällä aikavälillä. Metsänhoidon toimenpiteillä ohjataan puuston kehitystä määrän, laadun tai taloudellisen arvon suhteen kannattavimpaan suuntaan. Lähes jokaisella talousmetsähehtaarilla tehdään metsänhoitotoimenpiteitä uudistamisen jälkeen eri muodoissa. (Hynynen ym. 2005, 10.)



Kuva 14. Oikein ajoitettu harvennushakkuu pitää metsän elinvoimaisena.

Yhteiskunnalliset ja taloudelliset olot ovat määritelleet menneinä vuosikymmeninä metsiemme käyttöä. Tarpeen hoitaa metsiä voidaan katsoa syntyneen metsiemme käytöstä. Hoidon tasoon ovat myös vaikuttaneet ohjaavasti kansainväliset sopimukset ja sitoumukset. (Tapio, Hyvän metsänhoidon suositukset 2001, 6.)

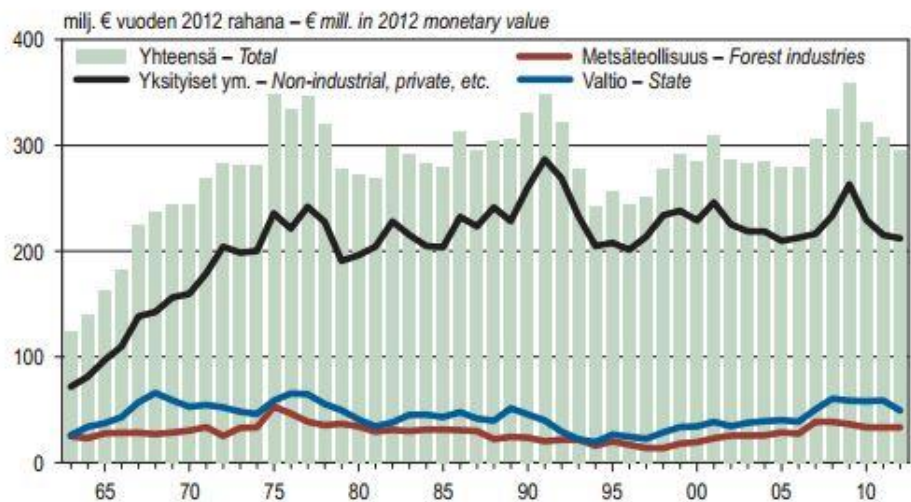
Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio on laatinut hyvän metsänhoidon suositukset, jotka perustuvat tutkimustietoon, pitkäaikaiseen kokemukseen ja tämän hetkiseen käsitykseen hyvästä metsän hoidosta. Suositusten tavoitteena on kannustaa hyvään metsänhoitoon. (Tapio, Hyvän metsänhoidon suositukset 2001, 7.)

Viimeisimmät metsänhoitosuositukset on laadittu uuden metsälain (2013) hengessä ottaen huomioon metsänomistajien erilaiset tavoitteet ja asenteet. Suositusten tavoitteena on tarjota erilaisia metsänkäsittelytapoja niin, että jokainen metsänomistaja löytää niistä itselleen sopivat metsänkasvatusmenetelmät. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen (toim.) 2014. 14.)

Arvokkaan puusadon tuottaminen metsäteollisuudelle nähtiin 1980-luvulle saakka lähes ainoana tavoitteena. Taimikonhoidoissa ja harvennuksissa (kuva 14) valittiin laadultaan ja kasvukyvyltään parhaat yksilöt. Kasvunopeutta pyrittiin lisäämään vielä lannoituksilla ja vesitaloutta parantavilla ojituksilla. 1980-luvulta alkaen alettiin tiedostaa metsien tuottavan muuta kuin puuta. (Hynynen ym. 2005, 10.)

### 3.4 Taloudellinen kestävyys metsähdossa

Metsätalous on poikkeuksellisen pitkäjänteistä toimintaa, jossa sijoituksia tehdään puunmyynnistä saatavien tulojen hankkimiseksi (kuva 15). Valtaosa tuloista realisoituu vasta vuosikymmenien kuluttua. Metsikön kasvatus taimesta tukkipuiksi on ketju, jossa jokaisella toimella on tärkeä merkitys jatkokehityksen kannalta. Tavoitteena on vähentää metsänhoitotöillä työpanosta, joka tarvitaan kasvatuksen seuraavissa vaiheissa. Hoitotöillä nopeutetaan hyvälaatuisen puuston kehitystä. Puutteellisesti tai kokonaan tekemättä jääneiden toimien seurauksena menetetään tuloja työn vaikeutessa ja kustannusten kohotessa. Metsätalouden kestävyttä voidaan mitata vuotuisella nettotuloksella hehtaarille tai suuralueelle laskettuna. Voimassa oleva metsäsuunnitelma toimii pitkäjänteisen metsätalouden tärkeänä apuvälineenä. Metsätalouden kannattavuutta voidaan parantaa myös verosuunnittelulla ja hyödyntämällä valtion tukia pitkäjänteisiin investointeihin. (Tapio, Hyvän metsänhoidon suositukset 2001, 13.)



Rahanaivot on muunnettu tukkuhintaindeksillä (1949=100). – Monetary values are deflated using wholesale price index (1949=100). Vuodesta 2008 lähtien kokonaiskustannukset sisältävät myös kasvatushakkuiden ennakkoraivauksen kustannukset. Since 2008, the total costs also include the costs for initial clearings of intermediate felling areas.

Lähde: SVT: Metsäntutkimuslaitos, metsätaloustollinen tietopalvelu – Source: OSF: Finnish Forest Research Institute

Kuva 15. Metsänhoitoon sijoitetaan Suomessa vuosittain noin 300 miljoonaa euroa. Kuvassa esitetään metsänhoito- ja metsänparannustöiden kokonaiskustannukset vuosina 1963-2012 (Metla 2013).

Metsiä tulee hoitaa ja käyttää siten, että metsien elinvoimaisuus, uusiutumiskyky, tuottavuus ja kannattavuus säilyvät pitkällä aikavälillä. Näin turvataan nykyisten ja tulevien sukupolvien mahdollisuus hyödyntää metsiään. Tehokkuus, kustannustietoisuus ja tarkoituksenmukaisuus eri metsänkasvatuksen vaiheissa ovat tärkeitä tarkasteltaessa metsätalouden kannattavuutta. Metsänkasvatuksessa jokainen toimenpide vaikuttaa seuraavaan ja metsänhoidon kustannuksiin voidaan vaikuttaa tekemällä tarpeelliset hoitotoimenpiteet huolellisesti ja oikea-aikaisesti (kuva 16). Suurentamalla käsittelyalueen kokoa, huolehtimalla korjuuoloista ja tiestön kunnosta voidaan parantaa kannattavuutta. (Äijälä ym. 2014. 15-16.)



Kuva 16. Päätehakuussa realisoituu menneinä vuosikymmeninä tehdyt metsänhoidolliset panostukset, jotka on tehty kasvatettavan metsän hyväksi. Kestävään metsätalouteen kuluu ajallaan tehtävät viljelytyöt.

### 3.5 Ekologinen kestävyys metsänhoidossa

Ekologinen kestävyys metsänhoidossa taataan säilyttämällä metsien ja soiden monimuotoisuus sekä pitämällä vesistöt puhtaina. Talousmetsissä pidetään yllä rakenteellista vaihtelua, joka mahdollistaa runsaan ja elinvoimaisen lajiston. Elinvoimaisuus ilmenee lajiston elinmahdollisuuksien runsautena sekä luontotyyppien ja niiden ominaisuuksien runsautena. (Äijälä ym. 2014. 16.)

Metsätaloudessa ekologinen kestävyys kiteytyy eliölajeihin ja niiden elinympäristöihin. Niiden suotuisa suojelutaso saavutetaan, kun riittävä määrä suojelualueita ja talousmetsiä hoidetaan biologinen monimuotoi-



suus säilyttäen. Monimuotoisuutta suojelevat sellaiset menetelmät, jotka jäljittelevät metsän luonnollisia kehityskulkuja (kuva 17). Biologisen monimuotoisuuden vaalimiseksi on keskeistä elinympäristöltään vaatelioiden lajien suojelu. Koska vaateleiden lajien havaitseminen ja tunnistaminen käytännössä on usein vaikeaa, pyritään niiden todennäköiset elinpaikat turvaamaan. Elämisen edellytyksiä vaateleille lajeille voidaan turvata myös metsänhoidon keinoilla. Metsien biologisen monimuotoisuuden säilyttäminen antaa aineettomia hyötyjä omistajilleen ja käyttäjäkunnalleen turvaten metsätalouden menestymisen kansainvälisillä markkinoilla. (Tapiro, Hyvän metsänhoidon suositukset 2001, 14.)



Kuva 17. Kulottamalla voidaan jäljitellä luontaisia kehityskulkuja ja lisätä metsien monimuotoisuutta.

### 3.6 Sosiaalinen kestävyys metsänhoidossa

Sosiaalinen kestävyys metsätaloudessa tarkoittaa metsistä saatavan hyvinvoinnin turvaamista kaikille alan toimijoille ja kansalaisille. Metsään perustuva teollisuus on osaltaan luonut perustan Suomen taloudelliselle ja sosiaaliselle kehitykselle. Metsämme eivät ole kuitenkaan pelkkä metsäteollisuuden raaka-aineen lähde (kuva 18). Metsien hoito ja käyttö on myös mahdollistanut maan kaikkien osien säilymistä asuttuna. Metsien monikäytön voidaan katsoa olevan osa sosiaalista kestävyttä. Jokamiehenoi-keudet, metsästys ja luontomatkailu tuovat arvokkaita virkistymismahdollisuuksia kaikille ihmisille. Myös kulttuurillinen kestävyys on otettava huomioon tarkoittaen metsiimme liittyvien perinteiden ja tietotaitojen vaalimista. (Äijälä ym. 2014. 17.)

Sosiaalista kestävyttä toteuttaa monikäytön periaate, joka mahdollistaa kansalaisten ja yhteisöjen vaikuttamisen muutoksiin ja metsien kulttuuristen arvojen vaalimiseen. Metsillä on paikallisyhteisössä monia merkityksiä. Metsien hoito ja käyttö näkyvät maisemassa sekä lähiluonnossa ja sitä

kautta muodostuu koko kuva metsätaloudesta. Metsistä on huolehdittava siten, että metsätalous voi edelleen vaikuttaa myönteisesti suomalaisten elämään. Metsänhoidon menetelmin voidaan lisätä maaseudun toimeentuloa ja työllisyyttä. (Tapio, Hyvän metsänhoidon suositukset 2001, 15.)

Tuote	Product	Määrä Amount	Yksikkö Unit	Arvo – Value milj. € – € mill.
<b>Metsästä saatu puu</b>	<b>Wood from forests</b>			
Teollisuuspuu	Industrial roundwood	50,7	milj. m <sup>3</sup> – mill. m <sup>3</sup>	1 608
Kotitarvepuu	Sawlogs from own forests	0,3	"	18
Pientalojen polttopuu	Fuelwood in small-scale housing	5,9	"	66
Lämpö- ja voimalaitosten metsähake, määrä ja arvo käyttöpaikalla	Forest chips, amount and value in heating and power plants	6,8	"	258
Joulukuuset, myynti ja oma käyttö	Christmas trees, trade and own use	1,4	milj. puuta – mill. trees	25
<b>Keräilytuotteet</b>	<b>Hand-picked nature products</b>			
Luonnonmarjat, kauppaan ostetut	Wild berries, purchased by companies	15,7	milj. kg – mill. kg	25
Luonnon sienet, kauppaan ostetut	Wild mushrooms, purchased by companies	0,2	"	1
Jäkälä, vienti	Lichen, exports	0,2	"	1
<b>Riistasaaliin liha</b>	<b>Game meat</b>			
Nisäkkäät	Mammals	6,9	milj. kg – mill. kg	50
Riistalinnut	Game birds	0,6	"	13
<b>Porotalouden tuotteet</b>	<b>Products of reindeer husbandry</b>			
Poron liha	Reindeer meat	2,0	milj. kg – mill. kg	15

Teollisuuspuu sisältää markkinahakkuiden tukki- ja kuitupuun, joiden bruttoarvo on laskettu pystykauppojen kantohintojen perusteella. Kotitarvepuu on yksityisten metsänomistajien sahatavaraksi sahattamaa omien metsien runkopuuta.

Pientalojen polttopuu sisältää raakapuun ja metsäjätteen, ja lämpö- ja voimalaitosten metsähake kotimaisen hakkeen arvioidun määrän. Luonnonmarjoista ja -sienistä esitetyt tiedot koskevat marja- ja sienikauppaa tekevien yritysten toimintaa.

Kotitarvepöiminnan sekä suora- ja torimyyntin määrä ja arvo on moninkertainen niiden kauppaan ostettuun osuuteen verrattuna.

*Industrial roundwood comprises logs and pulpwood from commercial roundwood removals. The gross stumpage value of these is based on the stumpage prices for standing sales.*

*Fuelwood comprises roundwood and forest residues, and forest chips include an estimate of the amount of domestic chips.*

*The data on wild berries and mushrooms relates to the activities of companies trading in these. The amount and value of berry and mushroom picking for personal use and direct and outdoor market sales are many times greater, but these are not included in the figures.*

Lähteet: Metsäntutkimuslaitos; Joulupuu-seura ry; Suomen Gallup Elintarviketieto Oy; SVT: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos; Paliskuntain yhdistys; Tilastokeskus; SVT: Tulli

Sources: Finnish Forest Research Institute; Christmas Tree Producers' Association; TNS Gallup Ltd. Food and Farm Facts; OSF: Finnish Game and Fisheries Research Institute; Reindeer Herders' Association; Statistics Finland; OSF: Board of Customs

Kuva 18. Metsätuotteiden arvoja ja määriä 2012. Metsistä saadaan paljon muutakin kuin teollisuuden raaka-aineita (Metla 2013).

## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TOTEUTUS

Tämän tutkimustyön läpi viemiseksi laadittiin tutkimussuunnitelma, jossa määritettiin tärkeimmät tutkimuskysymykset:

- Mitä metsänhoitoon soveltuvia kevyitä koneita ja niihin liittyviä lisälaitteita on olemassa?
- Mitkä ovat eri metsänhoidon menetelmät ja työlajit, joissa kevyitä koneita on mahdollista käyttää?
- Mikä on kevyiden koneiden käytettävyys ja kustannustehokkuus metsänhoidossa?
- Mitä asioita olisi jatkossa tutkittava kevyiden koneiden kehittämisen kannalta?

Tutkimustyö aloitettiin perehtymällä tutkimussuunnitelmassa määriteltyyn viitekehykseen. Metsänhoito määriteltiin suunnitelmassa näkökulmaksi, josta metsäkäyttöön sopivia koneita arvioidaan. Tärkeimpänä metsänhoidon lähdeeteoksena toimi Tapion uudet metsänhoidon suositukset. Tutkimuksen tekijän ammatillisesta työkokemuksesta metsänhoidon parissa oli myös paljon hyötyä viitekehykseen tutustuttaessa.

Ensimmäinen haasteellinen vaihe tutkimuksessa oli aiheen rajaaminen. Se osoittautui melko vaikeaksi ilman, että tutustuu laajasti metsäalan koneellistumiseen Suomessa, vaikka rajauksen reunaehdot oli määritelty alustavasti tutkimussuunnitelmassa. Mitä enemmän metsäteknologiaan tutustuttiin, sitä enemmän syntyi tarve muodostaa läpileikkaus metsäteknologian historiaan, ja miten kevyt konekanta suhteutuu siihen. Metsämuseo Luston näyttelyt ja kirjaston kokoelmat olivat suureksi avuksi metsäalan koneellistumisen historian tutkimuksessa. Laaja perehtyminen metsäteknologiaan ja sen historiaan mahdollisti lopulta selkeän rajauksen tutkimustyöhön.

Tiedonhankintamenetelmiin tutustuttiin alan kirjallisuutta ja verkkolähteitä hyödyntäen. Vei aikaa oppia käyttämään tehokkaasti ja kattavasti eri tiedonhankintamenetelmät. Tutkimustyö oli aikaa vievää työtä ja iso osa oli lopputuloksen kannalta näkymätöntä, mutta tutkimuksen kannalta merkityksellistä. Tämä johtui siitä, että tutkimuksen mukaista määritelmää ei ole aiemmin määritelty. Tiedonhankintaa täytyi siksi suorittaa erittäin laaja-alaisesti monipuolista alaan liittyvää hakutermitä käyttäen. Tiedonhankinnassa hyödynnettiin kattavasti eri tietokantoja ja hakukoneita. Tutkimustyötä täydennettiin haastatteluin puhelimitse tai maastossa. Haastattelun kohteena olivat laitevalmistajat, metsäpalveluyrittäjät tai laitteen hankkineet metsänomistajat.

Tutkimukseen suhtauduttiin pääasiassa myönteisesti laitevalmistajien ja laitteiden käyttäjien toimesta. Muutamien laitevalmistajan kohdalla nihkeä suhtautuminen tutkimukseen näkyy tutkimuksen tuloksissa tiedon niukkuutena. Laitteiden valmistajat, myyjät tai maahantuojat olivat avainasemassa etsittäessä koneiden käyttäjiä. Tiedon niukkuus muutamien laitteiden kohdalta johtunee myös laitteiden vähyydestä Suomessa.

Tutkimuksen alussa oli pyrkimyksenä tehdä tarkka tiedonhankintasuunnitelma. Se osoittautui hyvin varhaisessa vaiheessa toimimattomaksi ja tut-

kimusta rajoittavaksi tekijäksi. Käytännössä tutkimustyö oli usein hyvin rönsyilevää. Löydetty uusi tieto johti usein toiseen tarkistettavaan asiaan. Yksittäistä löydettyä lehtijutun tietoa saattoi täydentää haastatteleamalla henkilöä puhelimitse tai käymällä maastossa seuraamassa työskentelyä. Haastattelujen anti jäi usein laimeaksi, kun niiden kautta kriittisempää tarkastelua aiheeseen oli hankala saavuttaa. Harva laitteen valmistaja tai ostaja kritisoi koneitaan. Tutkimustyössä eniten tietoa löytyi aikakauslehdistä ja verkkolähteistä. Varsinaisesti kevyisiin koneisiin metsänhoidossa liittyvät tutkimukset olivat hyvin harvassa.

Tutkimustulokset jäivät lähinnä koostavaksi katsaukseksi kevyistä koneista metsänhoidossa, koska tietoa oli saatavilla niukasti. Tarkempaa kriittistä tarkastelua ja vertailua eri lähteiden välillä ei pystynyt suorittamaan. Tämän vuoksi suurempia ristiriitoja löydetyn tietojen perusteella oli vaikea havaita. Vaikka tietoa oli niukalti, oli sitä riittävästi, että tutkimussuunnitelman mukaiset tavoitteet voidaan katsoa saavutetuksi.

## 5 METSÄNHÖITÖÖN SOVELTUVAT KEVYET KONEET

Tässä luvussa esitellään laitetyyppikohtaisesti metsänhoitoon soveltuvat kevyet työkoneet. Koneet ovat kategorisoitu niiden teknisten ominaisuuksien perusteella. Tiedoissa saattaa ilmetä ristiriitaisuuksia, jotka johtuvat lähteiden eri alkuperistä. Tästä johtuen tietoon on syytä suhtautua hieman kriittisesti. Tutkimuksen aineisto on kerätty aikavälillä 1.1.2014–30.6.2014 ja tutkimuksen tulokset perustuvat kyseisen ajanjakson aikaiseen tietoon.

Tässä tutkimuksessa kevyillä koneilla tarkoitetaan omapainoltaan alle 2 500 kilogrammaa painavia koneita, jotka liikkuvat omalla voimanlähteellä ja ovat yleisesti tunnettua konekantaan pienikokoisempia. Kevyitä koneita tarkastellaan metsänhoidon näkökulmasta ja koneiden tekniset ominaisuudet esitetään siltä osin kuin on metsänhoidon kannalta oleellista. Tutkimuksessa selvitetään tällä hetkellä Suomessa markkinoilla oleva konekanta. Tutkimusraportissa esitetyt hintatiedot ovat tutkimusajankohdan aikaisia hintatietoja ja suuntaa antavia.

Metsänhoitoon soveltuvat kevyet koneet voidaan jaotella selkeästi kahteen eri kategoriaan. On olemassa koneita, jotka ovat suunniteltu varsinaisesti metsäkäyttöön. Näitä koneita voidaan kutsua pienmetsäkoneiksi. Toiseen kategoriaan voidaan laittaa koneet, jotka saadaan lisävarusteilla metsänhoitoa palveleviksi, mutta niitä voidaan käyttää myös paljon muuhunkin. Näistä koneista voidaan käyttää nimitystä monikäyttöiset koneet.

### 5.1 Monikäyttöiset koneet

Monikäyttöisille koneille on tyypillistä, että niitä pystyy hyödyntämään laaja-alaisesti useaan eri käyttötarkoitukseen mukaan lukien metsäkäyttö, kun ne varustellaan lisälaittein. Hankkimalla monikäyttöinen laite pystytään hankinnan kannattavuutta lisäämään eri käyttömuotojen mahdollistuksessa. Toisaalta lisälaitteilla varusteltaessa käyttömukavuus ja ergonomiset

ominaisuudet saattavat kärsiä. Lisäksi on otettava huomioon, että maastokelpoisuus ei ole monikäyttöisillä koneilla koskaan yhtä hyvä kuin metsäkäyttöön rakennetuilla pienmetsäkoneilla.

Taulukko 1. Monikäyttöisten koneiden käyttömahdollisuudet.

Monikäyttöiset koneet			
	Peruskoneen käyttötapa	Työlajit lisälaitteineen	Lisälaitteet
Mönkijät	Liikkuminen, kuljettaminen.	Lähikuljetus, juonto, lannoitus, taimien jakelu, metsätien hoito, energiahakkuu, maanmuokkaus	Sahatelineet, yleiskärri, tukki-kärri, tiehöylä/lanat, lannoitin levitin, juontokärri, juontopulkka, vinssi, äkeet/aurat, energiapuukoura
Moottorikelkat	liikkuminen, kuljettaminen (lumiseen aikaan)	Lähikuljetus	Vinssi, parireki
Pienoistraktorit	Liikkuminen	Lähikuljetus, lannoitus, juonto, taimien jakelu, metsätien hoito, maanmuokkaus	Metsäkärri, lannoitinvaunu, juontokoura, lanat/kauhat, tukkipihdit, äkeet/aurat
Avant	Liikkuminen,	Lähikuljetus, kuormaus, energiahakkuu, metsäteiden hoito, juonto	Puukahmari, tukkikoura, tukkikärri, energiapuukoura, lanat/kauhat
Sarvitraktori (perävaunulla)	Liikkuminen, kuljettaminen	Lähikuljetus helpoissa koh-teissa	Lisäpyörät, vetävä kärri

### 5.1.1 Mönkijät



Kuva 19. Mönkijää voi hyödyntää metsänhoidossa yksikertaisimmillaan sahojen ja muiden työkalujen kuljettamiseen varsinaiselle työkohteelle (Puuntuottaja 2011).

Pyörämaasturi eli nykyisin paremmin mönkijänä tunnettu laite (kuva 19) on monikäyttöinen maastokulkuneuvo. Mönkijöiden yleisin malli on vaikiintunut nelipyöräiseksi. Viime vuosina ovat yleistyneet myös vierekkäin istuttavat mallit sekä kuusipyöräiset versiot. Mönkijät ovat kaksi- tai nelivetoisia, joista nelivetoiset ovat varsinaisesti työkäyttöön tarkoitettuja. Mönkijät ovat painoltaan noin 200-1 000 kilogrammaa. Metsäkäyttöön soveltuvan mönkijän tulisi olla vähintään 400-kuutioinen moottoriltaan. Ulkomitoiltaan mönkijät ovat noin 1-1,5 metrin levyisiä, 2-2,5 metriä pitkiä ja reilun metrin korkeita. Markkinoilla on myös mönkijämalleja, joiden pyörät ovat vaihdettavissa telakoneistoksi, jolloin mönkijä saadaan maastokelpoiseksi talvisiin olosuhteisiin. Teloilla on mahdollista ajaa myös ympärivuotisesti. Mönkijä on yleensä avoin ohjaamoltaan, mutta vierekkäin istuttavissa malleissa on mahdollisuus hytilliseen versioon. Hinta noin on 5 000-20 000 € sisältäen arvonlisäveron.

Mönkijöiden merkkejä Suomessa:

- Access
- Arctic Cat
- Can-am BRP
- Cectek
- Cf Moto
- Glans-Power
- Honda
- John Deere
- Kawasaki
- Kioti
- Kymco
- Linhai
- Polaris

- Rally USA
- Suzuki
- TGB
- Yamaha.

Lisälaitteita:

Tukkikärryn valmistajia (ilman vetoa ja kuormainta):

- Ultratec timber pro
- Kahiforest
- Tapio (Sr-tuote)
- Pate (Sr-tuote)
- Ikh
- Glanspower.



Kuva 20. Kun mönkijä varustellaan teloilla, mönkijä soveltuu ympärivuotiseen metsäkäyttöön. Telojen asennus muuttaa ajo-ominaisuuksia.

Mönkijän tukkikärryjen valmistajia (kuormaimella ja vedolla):

- Nokka Forest Pro
- Kranman
- Vahva Jussi
- Avesta
- Multimette
- Country
- Metsä-Tapio
- Notkonen
- Glanspro
- Kellfri.

Hydraulisella kuormaimella varustetun tukkikärryn hinta on noin 10 000-25 000 € sisältäen arvonlisäveron.

### Lannoitteen levittimien valmistajia:

- Sr-Tuote
- HT-Tuote
- Atv-metsänlannoitusvaunu.

### Muita lisälaitteita:

- vaijerinostin (Kuva 21)
- hydraulinen puutavaran kuormain
- juontolaite
- juontokärky
- juontopulkka
- radio-ohjattu vinssi
- tiehöylä
- telat
- energiapuukoura.



Kuva 21. Mönkijä toimii kuormatraktorina, kun se varustellaan metsäperävaunulla. Kuvan metsäperävaunu on varusteltu vaijerinostimella.

Mönkijällä ja siihen yhdistetyllä lisälaitteella voidaan suorittaa puutavaran juontoa, lähikuljetusta ja kuormaamista. Lisäksi voidaan suorittaa taimien jakelua uudistusaloille. Muutaman vuoden ikäisissä taimikoissa mönkijää voi hyödyntää heinän torjunnassa. Lisätelinein ja laatikostoin varusteltuna mönkijää voidaan käyttää raivaus- tai moottorisahatyön liikkuvana tukikohtana (Omatoiminen metsänhoito – JAMK n.d.). Mönkijää voidaan käyttää myös lannoitusvaunun kanssa metsien kasvatus- tai terveyslannoitukseen. Metsänhoidossa voidaan hyödyntää myös peltotöihin tarkoitettuja äkeitä ja auroja maan muokkaukseen kivettömässä ja hakkuutähteistä vapaan uudistusalan muokkaamisessa. Myös metsäteiden kunnossapito ja hoito on mahdollista lanojen ja tiehöylän avulla.



Mönkijät soveltuvat hyvin tiettömässä maastossa liikkumiseen ja kuljetamiseen, mutta varsinaisesti ilman lisälaitteita ei voi suorittaa mitään metsänhoidollisia toimenpiteitä. Mönkijöihin on saatavilla metsänhoitoa palvelevia lisälaitteita runsaasti. Itse mönkijää on suositeltavaa varustella hieman vaativammassa metsäkäytössä, jotta vältetään turhilta laiterikoilta maastoajossa, tästä esimerkkinä pohjapanssarin asennus. Lisäksi maastokelpoisuutta voidaan lisätä pyörään asennettavilla ketjuilla vetopidon parantamiseksi. Myös pelkkä rengastyypin valinta vaikuttaa maastokelpoisuuteen. Jäykempi jousitus on syytä asentaa, jos mönkijällä aiotaan ajaa raskaita kuormia. Jos mönkijää käytetään pelkästään siirtymiseen työmaalle, on hyödyllistä asentaa tarkoitukseen sopivia telineitä ja tavaralaatikoita. Mönkijän on myös hyvä olla metsäkäytössä erillisjousitettu (Järvinen 2004).

Yleisimpiä mönkijän perään kytkettäviä työlaitteita ovat metsäperävaunut. Viime aikoina ovat yleistyneet myös vedolla varustetut vaunut. Toimintaperiaatteena on yleisimmin robson-veto, jossa telipyörän väliin painetaan vetorulla. Idea on toimiva, mutta talvella rullien jäätyminen aiheuttaa ongelmia. Tämän ongelman poistamiseksi on kehitetty myös napavedolla toimiva metsäkärri. (Nykänen 2013, 56-57.)

Lisälaitteita on saatavilla myös pieniltä pajoilta (kuva 22). Nämä lisälaitteet eivät ole sarjatuotannossa ja niitä valmistetaan täysin asiakkaan tarpeiden mukaan. Mönkijöiden lisälaitteita on suhteellisen helppo suunnitella ja valmistaa. Uusia laitetyppejä on mahdollista kehittää ja lähinnä mielikuvitus on rajana. (Suokas, haastattelu 28.3.2014).

Vaikka mönkijä on hyvin maastokelpoinen kulkulaite ja sillä on mahdollista ajaa lähes mistä vain, kannattaa metsätilalle muodostaa alueen kattava mönkijäurasto. Mönkijälle tehdyt ajourat palvelevat silloin koko metsätilan eri metsänhoidon työlajeja. Ajourien suunnittelussa haasteellisimmat kohdat ovat ojien ylitykset. Jos ojan ylityksiä joudutaan tekemään usein, on järkevää rakentaa väliaikainen tai jopa pysyvä silta (Järvinen 2004).

Metsäkäyttöön riittää usein mönkijän yleisperäkärri, jos tavoitteena ei ole isompimuotoinen puunajo (Suokas, haastattelu 28.3.2014). Yleiskärryn monikäyttöisyys on perusteltua, koska sitä voidaan käyttää muuhunkin kuin metsäkäyttöön, jolloin laitteella on mahdollisesti korkeampi käyttöaste. Yleiskärryllä voidaan kuljettaa polttorankaa, taimilaatikoita tai vaikka raivaussahaa.



Kuva 22. Mönkijä voidaan varustella lanalla, jota voidaan hyödyntää metsäteiden ylläpidossa. Kuvan lanaan on itse rakennettu metsän laikutukseen sopivat lisäterät. Lisäterä on maassa lanasta irrallaan oleva rauta.

Jalo Suokkaan (haastattelu 28.3.2014) mukaan mönkijöihin voisi kehittää vielä paljon enemmän lisälaitteita, mitä nyt on markkinoilla. Mahdollisuuksia olisi kehittää muun muassa istutuslaite ja laikutuskone. Kehittäminen on aikaa vievää puuhaa ja käytännössä sitä hidastaa vain rahoituksen puute. Kehitystyössä tärkeintä on huomioida helppokäyttöisyys ja toimintavarmuus.

Mönkijäperävaunu-yhdistelmällä voidaan kuljettaa raskaitakin kuormia, mutta on tärkeää muistaa vetolaitteen massan suhteellisuus kuormaan. Mönkijä painaa joitain satoja kiloja, kun perävaunu kuorman kanssa voi painaa jo yli 1 000 kiloa. Tämä saattaa aiheuttaa vakavan turvallisuusrisikin ajettaessa tai ainakin kiinni juuttumisriskin märkisessä maastossa. Tästä syystä suhteellisen halvaksi tuleva ajokoulutus takaa työturvallisuuden ja käyttömukavuuden. (Suokas, haastattelu 23.4.2014)

Mönkijä on mahdollista vähentää metsäverotuksessa vuosipoistoina, jos sillä on metsätyökäyttöä enemmän kuin 50 prosenttia. Lisäksi mallin tulee olla metsäkäyttöön soveltuva. Käyttö on pystyttävä perustelemaan esimerkiksi ajopäiväkirjalla. Omaan käyttöön tulevan polttopuun korjuuta ei lasketa metsätyökäytöksi. Vähäisessä käytössä metsäkäytön voi vähentää vuosimenoissa koneen käyttötunteihin perustuvana kustannuksena. (Saari- nen 2012, 36.)

Etämetsänomistajuus tai metsäpalstojen hajanaisuus ei ole ongelma mönkijän metsäkäytössä. Mönkijä on helposti siirrettävissä auton perävaunussa. Metsätie toimii liikkumisen perustienä, jota täydentää metsään rakennettu mönkijäurasto. Sen rakentamisessa voi hyödyntää esimerkiksi ojan-

pientareita. Mönkijätiestö palvelee metsänhoidon lisäksi myös muuta kuin metsäkäyttöä, kuten marjastusta ja metsästystä. Mönkijän käytön ajatus metsäpalstalle siirtymiseen perustuu siihen, että näin säästetään voimia itse metsätyön tekemiseen esimerkiksi raivaussahalla eikä energia kulu paikasta toiseen siirtymiseen. (Hakala 2013, 58-59.)

Mönkijän metsäperävaunujen käsin kuormaamiseen kyllästyneille on tarjolla viime vuosina yleistyneet, hydraulitoimisella kuormaajalla varustellut metsäkärret (Nykänen 2010, 66). Yleisimmin niiden toimintaan vaaditaan erillinen hydraulikoneisto. Hydrauliyksikön sijoittaminen mönkijän keulaan tuo runsaasti lisää painoa etupyörille. Tällöin olisi ohjaustehostin tarpeen (Jauhiainen 2013, 15). Kun ajetaan raskaita kuormia, on aisalle kohdistuvan painon merkitys suuri maastoajossa. Siksi on olemassa myös metsäperävaunumalleja, jossa voidaan telipyörästä siirtämällä vaikuttaa painojakaumaan.

Mönkijän metsäperävaunuun on saatavilla energiapuukoura. Samaa kouraa voidaan käyttää katkaisuterä irrottamalla kuormaukseen (Nykänen 2010, 102). Energiakouraa voidaan käyttää energiapuun korjuuseen peltonreunojen ja metsäteiden pientareiden siistimiseen, raivaukseen harvenusmetsissä ja taajamametsien hoitoon.

### 5.1.2 Moottorikelkat



Kuva 23. Moottorikelkka soveltuu paksuimman lumen aikana rankojen tai kuitupuun kuljettamiseen (Ultratec 2014).

Moottorikelkka on lumella kulkeva ajoneuvo. Moottorikelkkaa voidaan käyttää mönkijän tavoin maastossa liikkumiseen, mutta käyttöaika rajoittuu talveen ja paksuimman lumen aikaan. Ulkomitoiltaan moottorikelkka on korkeudeltaan noin hieman alle 1,5 metriä, pituudeltaan 3,0-3,5 metriä ja leveys noin 1,2 metriä. Kuivapaino 200-350 kilogrammaa. Hinta on noin 7 000-14 000 € sisältäen arvonlisäveron.

Moottorikelkojen valmistajia:

- Arctic Cat
- Bombardier
- Lynx
- Polaris
- Ski-Doo

– Yamaha.

Kelkka toimii ennen kaikkea liikkumisvälineenä lumiseen aikaan metsässä työkohteelle. Moottorikelkkaa voidaan käyttää puutavaran kuljetukseen, kun kelkka varustellaan vinssillä, ahkiolla tai parireellä (kuva 23). Useimmilla kelkkavalmistajilla on työkäyttöön soveltuvat moottorikelkkamallit erikseen. Käytännössä työkäyttöön soveltuvissa kelkoissa on erona muihin kelkkoihin isommat tavaratelineet ja tavaran säilytystilat sekä vetokoukku.

Moottorikelkka tulee olla leveä ja pitkätelainen työkäytössä. Käytännössä tämä on tarkoittanut 50-60 senttimetrin telan leveyttä (Jauhiainen 2013, Metsälehti 25.4.2013, 23.). Reilun 20 cm hanki riittää moottorikelkalle metsätöissä liikuttaessa, mutta jos kohteessa on mättäitä tai kantoja, saa lunta olla puoli metriä. Hankikanto helpottaa liikkumista huomattavasti. Pehmeän lumen aikaan työskenneltäessä on hyödynnettävä viimeistään edellisenä päivänä poljettua kelkan jälkeä. Pakkanen kovettaa uran vuorokaudessa kantavaksi. Ison kuorman hinaaminen vaatii ehdottomasti edellisenä päivänä kovetetun ajojäljen. Ajoreitin tulee olla mahdollisimman suora ja kaarteiden mahdollisimman loivia, jotta välttyään reen oikomisilta. Kuorman kanssa alamäkeen ajaminen voi olla hengenvaarallista, sillä painava kuorma puskee kelkkaa edellään. Epäonnistunut jarrutus kaataa kelkan kuormineen. (Lindholm 2012, 33-36.)

Kelkka ei jätä jälkiä metsään eikä juuristo ja maanpinta vaurioidun. Nuorissa taimikoissa ajamista tulee välttää, koska pakkasella taimikkoon syntyy helposti latvavaurioita. (Lindholm 2012, 33-36.)

Moottorikelkan ostohinta on mahdollista vähentää vuosipoistona metsävero-rotuksessa, jos metsäkäyttöä on yli 50 prosenttia. Käyttö on pystyttävä perustelemaan esimerkiksi ajopäiväkirjan perusteella. Omaan käyttöön tulevan polttopuun korjuuta ei lasketa metsätyöksi. Vähemmässä käytössä voi vähentää vuosimenoissa käyttökustannuksiin perustuvana kustannuksena. (Saarinen 2012, 36.)

Mönkijä on viime vuosina korvannut moottorikelkkaa metsänhoitotöissä. Harva lähtee varsinkaan Etelä- ja Keski-Suomessa enää kelkan kanssa metsätöihin. Lappi on eri asia paksulumisine talvineen. Mönkijöiden etuna kelkkoihin verrattuna on mahdollisuus ympärivuotiseen käyttöön. (Saarinen 2012, 32.)

### 5.1.3 Pienoistraktorit



Kuva 24. Pienoistraktoria voi hyödyntää muun muassa taimien jakelussa (Ferrariagri 2014).

Pienoistraktorit ovat nimensä mukaisesti normaaleja maatalouskäyttöön tarkoitettuja traktoreita pienikokoisempia ja niiden tekniset ominaisuudet ovat hyvin lähellä normaalikokoista maataloustraktoria. Pienoistraktorit ovat varusteltavissa eri käyttötarkoituksia varten lisälaitteilla. Traktoreita on useampaa kokoa painoluokiltaan 500-2 000 kg, mittojen vaihdella leveys 1,0-1,5 metriä, pituus 2,0-3,5 metriä ja korkeus 2,0 metriä. Hinta on noin 8 000-50 000 sisältäen arvonlisäveron. Pienoistraktorit ovat hyillisiä tai hytittömiä, ja ne ovat pääosin nelivetoisia. Pienoistraktoreista on olemassa myös malleja, jotka voidaan varustella teloin maastossa liikkumista parantaen. Osa pienoistraktorimalleista on runko-ohjattuja.

Pienoistraktorien valmistajia:

- Foton Lovol
- Linhai
- Jinma
- Kubota
- Yanmar
- Iseki
- Ferrari
- John Deere.

Lisälaitteita:

- metsäkärret (kuva 25)
- lannoitinvaunu
- juontokoura
- tukkipihdit

- varustelaatikot
- vinssi.



Kuva 25. Pienoistraktorit soveltuvat myös harvennushakkuiden lähikuljetukseen (Ferrariagri 2014).

Pienoistraktoreita voidaan käyttää puutavaran kuljettamiseen metsäkäräylä varustettuna. Vinssiä voidaan hyödyntää puiden juontamisessa. Taimilaatikoiden kuljettaminen ja jakelu on myös mahdollista (kuva 25). Lisäksi metsäteiden kunnossapitoa voidaan suorittaa varustelemalla traktori maansiirtoon sopivin lisälaittein. Maatalouden maanmuokkauslaitteita voidaan hyödyntää metsän uudistamisen yhteydessä maan muokkaukseen helpoissa kohteissa pienialaisesti. Myös lannoitus on mahdollista lannoitinvaunun kanssa.

Jos pienoistraktoria aiotaan käyttää metsässä, on se hyvä huomioida laitetta ostettaessa. Pienoistraktori kannattaa varustaa pohjapanssarilla, isommilla renkailla, lohkolämmittimellä ja lisähydrauliikalla (Kallio, sähköpostiviesti 27.3.2014).

Ferrari on viime aikoina eniten esillä ollut pienoistraktorimerkki. Maahan tuonnista vastaavan KK-Traden Kari Kallion (haastattelu 6.3.2014) mukaan 27 luovutetusta traktorista neljä on osittain jonkinlaisessa metsäkäytössä. Tämän ja muun tutkimustiedon perusteella voi todeta, että pienoistraktoreiden metsäkäyttö on vähäistä.

Pienoistraktorilla ja mönkijällä on paljon yhteistä, kun niitä tarkastellaan metsäkäytön kannalta. Molemmat ovat hyvin monikäyttöisiä, mutta pienoistraktoreiden voimaton monipuolisuus tekee siitä mönkijää paremman työkäyttöön (Kallio, haastattelu 6.3. 2014).

Pienoistraktorin maavara on noin 20 cm. Isommilla renkailla maavaraa voi kasvattaa hieman. Koneen parhaimpia ominaisuuksia metsäkäytössä ovat

olemattomat maastovauriot, tehokkuus kokoonsa nähden ja pieni polttoaineen kulutus. (Sammatti 2014, 15.)

### 5.1.4 Avant



Kuva 26. Avant on monikäyttöinen työkone, johon on asennettavissa myös metsäperävaunu (Avant 2014).

Avant voidaan luokitella myös eräänlaiseksi pienoistraktoriksi, mutta kone esitellään tässä yhteydessä erikseen, koska se eroaa teknisiltä ominaisuuksiltaan niin paljon varsinaisesta pienoistraktorista. Avantia voidaan pitää enemmän pienkuormaimena. Ohjaustapa on myös aina erilainen kuin varsinaisessa pienoistraktorissa.

Avant on monikäyttöinen runko-ohjattu tai liukuohjattu pienkuormain, jossa on etukuormain. Avantin konemallisto on profiloitunut pääasiassa viherrakentamiseen, kiinteistön huoltoon, maatalouteen, rakentamiseen tai muuhun vapaa-ajan hyötykäyttöön. Metsäkäyttö on myös mahdollista, kun kone varustellaan lisälaittein. Painoltaan kone on 500-2 000 kg mallista riippuen. Ulkomitoiltaan kone on pituudeltaan 1,7-3 m leveydeltään 0,9-1,4 m ja korkeudeltaan 1,9-2,1m. Peruskoneita on olemassa laaja mallisto ja metsäkäyttöön sopivat koneet ovat malliston isompaa kokoluokkaa.

Metsänhoidossa hyödynnettäviä lisälaitteita ovat vinssi, metsäkärryn kuormaimen asennettava radiovinssi, metsäkärri kuormaimella tai ilman (kuva 26), puukahmari, tukkikoura ja energiapuukoura-kaatopää. Lisäksi koneella voidaan vetää muita vetokuulaan sopivia laitteita. Osa lisälaitteista asennetaan etukuormaimen. Avantissa on oma hydraulikkajärjestelmä, joten omaa yksikköä ei tarvita, kuten mönkijöissä. Metsäkärri voidaan varustaa kitkarullavedolla maastokelpoisuuden parantamiseksi.

Koneilla voidaan suorittaa puutavaran lähikuljetusta ja kuormausta, kun kone varustellaan metsäperävaunulla. Kone soveltuu energiarangan ja kuitupuun kuljettamiseen. Myös yksittäisten tukkien ajo on mahdollista. Myös vinssiä voidaan hyödyntää metsänhoidollisissa toimenpiteissä. Laittevalikoimasta löytyy myös energiapuukoura energiapuuhakkuuta varten.

Avantilla ja kuormaajalla varustetulla metsäperävaunulla puutavaran ajo sujuu talvellakin. Peruskoneessa oleva kauha toimii aurana lumikerroksen kasvaessa. Avant kulkee jopa puolen metrin hangessa. Jotta tämä mahdollistuu, on peruskoneen oltava ketjuilla varusteltu ja perävaunu hydraulisella vedolla. (Avant-metsäperävaunulla 1 000 kiintokuutiota puuta metsästä! n.d)

Pienellä maavaralla varustettu Avant vaatii sille soveltuvan maaston puutavaran kuljetuksessa. Kovin isoja kiviä ja kantoja ei mahdu ajoväylälle. Kun ajoreitin katsoo ja merkitsee etukäteen, onnistuu ajo hyvin. (Avant metsätoissa n.d)

Mönkijä ja moottorikelkka tietynlaisine varusteineen hyväksytään verotuksessa metsätalouden kalustoon. Avantin hyväksymisestä metsätalouden kalustoksi ei ole varmuutta. Erään tapauksen mukaan verottaja pitää konetta soveltumattomaksi metsätalouskäyttöön maavaransa olemattomuuden ja muun käytön takia. (Santalahti 2009.)

Erään käyttötestin mukaan Avant (220) ei pärjää mönkijälle maastossa. Sen maastossa liikkumisominaisuudet ja ajomukavuus on heikko. Jäykkä runko ja ilman jakoventtiiliä oleva vetosysteemi jättää koneen ristiriipuntaan helposti. Runko-ohjauksella koneen saa kuitenkin kiemurreltua irti. Vetotehoa on kuitenkin paljon ja sen pystyy hyödyntämään tasaisella maalla. (Nykänen 2005, 84-85.)



### 5.1.5 Sarvitraktori



Kuva 27. Neko Maestral on slovenialaisvalmisteinen sarvitraktori (Neko 2014).

Sarvitraktori voidaan luokitella myös eräänlaiseksi pienoistraktoriksi. Sarvitraktori eroaa niin paljon teknisiltä ominaisuuksiltaan pienoistraktorista, että se on syytä käsitellä erillisenä laitteena tässä yhteydessä.

Sarvitraktori on ensisijaisesti rakennettu puutarhan ja kiinteistönhuollon monitoimilaitteeksi. Koneesta voidaan käyttää myös 2-pyörätraktori nimitystä. Koneita ohjataan sarvista lavan reunalla istuen, kun käytössä on perävaunu. Muita lisälaitteita käytetään koneen perässä kävellen tai istuen ja sarvista ohjaten. Hinta on noin 3 500-5 000 € sisältäen arvonlisäveron sekä riippuen varusteista. Peruslaite painaa noin 100 kg ja perävaunu 70 kg. Peruslaitteen leveys on noin 60 cm ja kärry 90 cm. Perävaunuissa on saatavissa kahta eri mallia, joiden kantavuudet ovat 350 kg ja 750 kg. Kantavuudeltaan isompi kärry on varustettu vedolla. Tällä hetkellä ainoa markkinoilla oleva merkki on Neko Maestral. Jousittamaton traktori kulkee parhaimmillaan noin 18 km/h.

Sarvitraktorin lisälaitteista metsänhoitoon sopii traktoriin liitettävä peräkärry, joka soveltuu pienimuotoiseen puutavaran kuljetukseen. Peräkärry on kippaava ja penkillinen. Koneeseen on saatavilla myös renkaanlevennyssarja, jolla voidaan lisätä pito-ominaisuuksia heikommassa maastoissa.

Sarvitraktori soveltuu pienimuotoiseen polttopuun kuljetukseen (kuva 27). Sarvitraktori vaatii melko tasaisen, kivettömän maaston kulkeakseen, joten se sopii esimerkiksi pellon reunojen ja taajamametsien hoitoon pääkäyttöalueen kuitenkin ollessa puutarha ja kiinteistön huolto.

Ajamisessa suurimman haasteen aiheuttaa suuri kääntösäde. Siihen vaikuttaa suurissa määrin kuljettajan käsien pituus. Myös pitkät sarvet ja pitkä

akseliväli vaikuttaa kääntösäteen suuruuteen. Maastossa ajettaessa on syytä muistaa vetotapa ja vetäville pyörille siirtyvän voiman vaatimattomuus. Kun peräkärryn pyörä tarttuu kantaan, jää kone paikalleen kuopimaan. (Turpeinen & Vesterinen 2014, 90-94.)

## 5.2 Pienmetsäkoneet

Pienmetsäkoneet ovat nimensä mukaisesti metsäkäyttöä varten rakennettuja pieniä metsäkoneita. Niiden hyödyntäminen muuhun kuin metsäkäyttöön on rajatumpaa. Pienmetsäkoneiden maastokelpoisuus on huomattavasti parempi kuin monikäyttöisillä koneilla.

Taulukko 2. Pienmetsäkoneiden eri käyttömahdollisuudet.

Pienmetsäkoneet			
	Peruskoneen käyttötapa	Työlajit lisälaitteineen	Lisävarusteet
Alstor	Kuljettaminen	Lähikuljetus, lannoitus, taimien jakelu, juonto	Radio-vinssi, ketjut, telat, sahateline
Rautahepo	Kuljettaminen, juonto	Juonto, lähikuljetus, taimien jakelu	Juontopankko, metsäkärri, vinssi, kuormain
Pyörähepo	Kuljettaminen	Lähikuljetus, taimien jakelu	Radio-vinssi
Tehojätkä	Raivaus, hakkuu, kuljettaminen	Taimikonhoito, raivaus, energia-puuhakkuu, harvennushakkuu	Tukkikoura, metsäkärri, vesakontorjuntajärjestelmä
Vimek Minimas-ter	Kuljettaminen	Lähikuljetus, taimien jakelu	Radiovinssi, ketjut, telat, työvalot, sahateline

### 5.2.1 Alstor



Kuva 28. Alstor soveltuu hyvin lähikuljetukseen kantavuudelta ja maastoltaan haasteellisissa kohteissa. Kuvan Alstor on kuormaamassa energiapuuta järven rannassa.

Alstor on pienoiskuormatraktori. Kone on omapainoltaan noin 1 400-1 800 kg painava riippuen varustelutasosta. Kone on runko-ohjattava, ja kaikki kahdeksan pyörää vetävät. Koneita on olemassa hytillä ja ilman. Koneessa on kuormain, jonka ulottuvuus on 3,5 metriä. Koneen leveys on 1,50 metriä ja pituus noin 4,5-5,5 metriä. Kuormatilan koko on noin 1 m<sup>3</sup>. Koneeseen voidaan asentaa teleittäin metalliset- tai kumitelat. Ketjut voidaan asentaa myös yksittäisiin pyöriin maastokelpoisuutta parantamaan. Hinta on noin 65 000 € (sisältäen arvonlisäveron) riippuen varustetasosta. Maksimi kantokyky on 2 500 kg ja korkein mahdollinen nopeus 25 km/h. Nosturin nostovoima on 3,5 metrissä 350 kg. Koneessa on myös mahdollista asentaa jatkollinen puomi ja radiovinssi. Polttoaineen kulutus on noin yksi litra tunnissa.

Alstor on tarkoitettu pääasiassa puutavaran lähikuljetukseen (kuva 28), mutta sitä voidaan käyttää myös lannoitteen levittämiseen, kun kuormatilan paikalle asennetaan levitin. Lisätelineillä varusteltuna koneen mukana kulkevat esimerkiksi moottorisaha ja kombikannu. Koneella voidaan myös kuljettaa taimilaatikoita koneen kuormatilassa ja jakaa ne tarpeen mukaan työmaalle.

Alstor on omimmillaan taajamametsien hoidossa. Lyhyehköllä lähikuljetusmatkalla on mahdollista saavuttaa 10 m<sup>3</sup> tuntituotos. Kone on erittäin hyvä kulkemaan paksussa lumihangessa ja ergonominen käyttäjälleen. Nousukyky rinteissä on parempi kuin tavallisen keskiraskaan ajokoneen. Alstorin tekniset ratkaisut ovat yksinkertaisia ja varaosien saanti on hyvä.

Kone pystytään siirtämään tavallisen henkilöauton perävaunussa tieliikennemääräykset huomioiden. (Sillanpää, haastattelu 6.3.2014.)

### 5.2.2 Rautahepo



Kuva 29. Rautahevolla liikkuminen jättää hyvin vähän jälkiä maastoon.

Rautahepo (Ironhorse, Järnhästen) on kahdella kumitelalla liikkuva pienemetsäkone. Koneetta voidaan kutsua myös telajuonturiksi. Metsätöissä koneen perusmalli toimii juontokoneena. Rautahepo liikkuu kahdella erillisellä telalla, jota ohjataan laitteen etuosassa olevasta kahvasta. Laitteen kuljettaja kävelee koneen edessä kahvasta ohjaten. Koneetta voidaan ajaa myös kyydissä seisten ja tai kuorman päällä istuen tasaisella maapohjalla. Peruskoneen paino on hieman mallista riippuen noin 400 kg. Pelkän juontokoneen pituus on 1,6 metriä, leveys noin 1,1 metriä ja korkeus 1,1 metriä. Koneen hinta on noin 11 000-19 000 € sisältäen arvonlisäveron ja riippuen koneen lisälaittevarustelusta.

Rautahepoon on saatavissa useita eri lisälaitteita, jotka palvelevat metsänhoitoa tarpeen mukaan. Lisäämällä koneeseen tukkikärry, tulee rautahevosta lähikuljetukseen soveltuva kuormatraktori. Koneeseen on saatavilla myös kuormain, joka toimii vajerivinssillä tai hydraulisesti. Ilman kuormainta joutuu kuorman tekemään käsin. Koneeseen on saatavilla myös vinssi tai juontopankko, joten koneella voidaan suorittaa puutavaran juontoa ja vinssausta. Hakkuutyötä voi helpottaa myös tukkikärryyn saatavalla työrullalla, joka toimii työpenkinä puita karsittaessa moottorisahalla ja vinsattaessa.

Käytössä on huomioitava, että suurempaa puuta vinssatessa koneen joutuu ankkuroimaan paikalleen, jotta juontaminen on mahdollista. Samaa menetelmää voi hyödyntää myös koneen juuttuessa kiinni.

Telajuonturilla voidaan siirtää puutavaraa hakkuutyön yhteydessä palstalta ajouran varteen. Uraväli voi tällöin olla jopa 50-100 metriä. Telajuontureilla on pieni pintapaine, mikä helpottaa työskentelyä pehmeiköillä. (Ryynänen & Mutikainen 1988, 2.)

Kun omistaa paljon heikosti kantavia metsänpohjia, on Rautahepo hyvä työkalu metsänhoidossa omatoimiselle metsänomistajalle. Rautahevolla on hyvä kantavuus leveiden telojensa vuoksi ja ainoastaan käännettäessä konetta ajon aikana jää maahan jälkiä (kuva 29). Hakkuutyötä tehtäessä voi kasauksen suorittaa suoraan koneen kyytiin, joten tällöin jää yksi työvaihe pois, kun käytössä on kuormaimeton metsäkärri. Koneen mukana saa kuljetettua aina kaiken tarpeellisen, joten Rautahepo toimii monipuolisena metsänhoidon yksikkönä. Henkilökuljettamista koneella ei juuri voi suorittaa. Poikkeuksen tekee lähinnä metsätiellä ajo. (Sjöblom, haastattelu 4.4.2014)

Rautahepoja on myyty Suomessa jo 1980-luvulta lähtien. Mönkijöiden tulo markkinoille vähensi myynnin lähes olemattomaksi. Mönkijöiden monikäyttöisyys oli selkeästi syynä rautahevon syrjäyttämiseen. (Korpela, haastattelu 27.1.2014.)

### 5.2.3 Pyörähepo



Kuva 30. Lähikuljetus on Pyörähevon työlaji (Koneviesti 2012).

Pyörähepo (Hjulhästen) on pienoiskuormatraktori. Kone koostuu kuormatilasta ja ajolaitteesta, joka niveltyy. Kuormausta tapahtuu hydraulisesti toimivalla kuormaimella. Koneessa on kuusi pyörää, jotka kaikki ovat vetäviä. Koneen peräosan kuormatilassa pyöriä on neljä ja ajolaitteessa kaksi. Koneita voidaan ohjata koneen ajolaitteessa kyydissä istuen tai seisten. Tarkempaa liikkumista varten konetta voidaan ajaa etuosassa olevasta

kahvasta taluttaen ja maassa kävellen. Koneen korkeus turvakaaren kanssa on 2,0 metriä, leveys 1,4 metriä ja kokonaispituus 4,7 metriä. Kuormaimen ulottuvuus on 3,3 metriä, jossa etäisyydessä nostokyky on 150 kg. Nostokyky 1,2 metrissä on 350 kg. Koneen maksiminopeus on 16 km/h. Kone painaa 1 100 kg ja kantokyky on 1 500 kg. Kuormatilan pinta-ala on 0,9 m<sup>2</sup>. Hinta arvonlisäveron kanssa on 25 000 €. Koneen lisävarusteisiin kuuluvat vinssi ja työvalot.

Pyörähepo on rakennettu ensisijaisesti puutavaran kuljettamiseen (kuva 30) harvennuskohteilta (Olenius, haastattelu 28.4.2014). Konetta voidaan hyödyntää myös kaikkeen muuhun metsänhoitoa palvelevaan kuljettamiseen.

### 5.2.4 Tehojätkä



Kuva 31. Tehojätkä on pienmetsäkone, joka muuntuu tarvittaessa eri-ikäisten taimikoiden hoitoon sekä nuorten metsien harvennushakkuuseen.

Tehojätkä on pienmetsäkone, joka ulkoiselta olemukseltaan muistuttaa pienikokoista monitoimikonetta. Kone on painoltaan 1 700-2 100 kg painava 4, 6 tai 8-pyöräinen ja runko-ohjattu. Telimäärä on jälkikäteen päivitettävissä. Kone on avo-ohjaamollinen tai hytillinen. Koneen hinta on alkaen noin 50 000 € arvonlisäverollisena ja myös riippuen koneen varustelutasosta. Koneen puomin nostokapasiteetti on 350 kg. Puumiin voidaan asentaa raivain tai erilaisia korjuukouria. Koneen leveys on 1,5 metriä, pituus 3,8 metriä, maavara 0,4 metriä ja ulottuvuus 3,8 metriä. Koneessa oleva valaistus mahdollistaa myös pimeässä työskentelyn. Korjuukourien mallista riippuen suurin katkaistavissa olevan puun läpimitta on 20-25 cm. Hakkuukourien mahdollistamat karsintaläpimitat ovat 3,5-22 cm ja karsittavien oksien maksimiläpimitan ollessa 4 cm.

Koneesta on olemassa Pro- ja Eco-malli, joista Pro on ammattimaiseen työskentelyyn ja Eco isäntälinjan työskentelyyn. Eco-malli on varustelultaan vaatimattomampi, ja siinä hytti on muun muassa kevytrakenteisempi. Eco-mallissa on mahdollista käyttää vain raivauspäitä ja veitsikatkaisulla toimivia kouria, koska osittain avonainen hytti ei suojaa mahdolliselta ketjukatkaisun ketjuluodilta. Sahakatkaisulliset korjuukourat vaativat Promallin umpiohjaamon.

Tehojätkä soveltuu nuorten metsien hoitoon. Kun kone varustellaan raivauspäällä, soveltuu se eri-ikäisten taimikon raivauksiin tai ennakkoraivaukseen. Pienoismetsäkoneeseen on saatavilla myös hakkuu-energiakouria, jotka soveltuvat nuorten metsien pieniläpimittaisen puunkorjuuseen (kuva 31). Eri kouravaihtoehdot mahdollistavat kokopuun tai karsitun puun korjuun. Tehojätkä on muutettavissa myös kuormatraktoriksi, kun puomin päähän liitetään kuormainkoura sekä perään liitetään puutavarakärri.

Tehojätkä on ensimmäinen todella kevyt kone, joka soveltuu taimikonhoitoon. Kokoluokassaan se on mönkijästä seuraava. Taimikon raivaukseen on olemassa kaksi erilaista raivauspäätä, joista kaksiteräinen malli on tarkoitettu nuorempaan risukkoon ja yksiteräinen varttuneempaan taimikkoon. Samassa raivauspäässä on kaksi eri raivausmenetelmää. Sormimaisien ulokkeiden sisällä pyörii leikkuuterä, joka vastapäivään pyöritettynä katkaisee risun kerralla. Toiseen suuntaan terää pyöritettäessä toimii se saman teränä. (Nykänen 2013, 60-61.)

Tehojätkällä työskenneltäessä ammattimaisesti on työn kannattavuus riippuvainen paljon kohdevalinnasta. Maaston pitää olla koneelle soveltuva. Käytännössä tämä tarkoittaa maasto pitää olla kivetöntä ja tasaista. Myös lumipeite ei saa olla liian paksu. Raivattaessa raivattavan puuston määrä pitää olla vähintään 15 000 runkoa hehtaarilla, jotta työ on kannattavampaa kuin miestyö. Hakkuutyötä tehtäessä ennakkoraivausta ei tarvita. Hakkuukourien koko vaikuttaa rajoittavasti hakattavan puuston järeyteen ja rajaa siten kohdevalintaa. Kokonaisuudessaan hakkuutyö voi olla kilpailukykyistä, kun lähikuljetus suoritetaan tavallisella keskiraskaalla ajokoneella. Hakattavalle kuviolle muodostetaan silloin kokoojurasto (leveys 4 m), jolle kaikki puut puidaan. Silloin päästään tavanomaisessa puunkorjuussa syntyvää ajourastoa pidempään ajouraväliin. Hakkuutyössä kahden kiintokuutiometrin tuntituotos on mahdollinen. (Palonen, haastattelu 6.3.2014.)

Tehojätkä toimii hyvin nuorten metsien hakkuussa ja raivauksessa. Laite on vielä suhteellisen nuori ja kehityksensä alkupäässä. Lyhyelläkin aikajaksolla on kehitystä tapahtunut. Negatiivinen suhtautuminen laitteeseen on johtunut osittain liian suurista odotuksista konetta kohtaan. Koneen kestävyys kannalta on oleellista sen käyttäjän toiminta. Ennakoivat huollot ja koneen tarkoituksenmukainen käyttö estävät koneen turhat seisokit. Koneen vahvuuksia on olematon urajälki metsikössä. Parhaimmillaan tehojätkä on osoittautunut jopa kolme kertaa tehokkaammaksi kuin miestyö kaasulinjan raivauksessa. (Tani, haastattelu 4.4.2014)

### 5.2.5 Vimek Minimaster



Kuva 32. Vimek Minimaster on metsäkäyttöä varten rakennettu mönkijän ja metsäpe-  
rävaunun yhdistelmä (PowerForest 2014).

Vimek Minimaster on minikokoinen kahdeksalla pyörällä vetävä kuormatraktori, jossa kaikki pyörät vetävät. Ulkoisesti Vimek näyttää mönkijän ja tukkikärryn yhdistelmästä, mutta kone on rakennettu varta vasten metsäkäyttöön. Selkeimpänä ulkoisena erona mönkijään on ohjauspyörä, joka on varustettu tehostimella. Vimekissä on mönkijään verrattuna myös korkeampi maavara. Kuormatraktorin ajonopeus vaihtelee 0-28 km/h, ja se painaa 524 kg. Kokonaispaino perävaunun ja nosturin kanssa on 1 200 kg. Kuormaimen ulottuvuus on 3,6 m ja kuormatilan poikkipinta-ala 0,8 m<sup>2</sup>. Traktorin pituus on 2,08 metriä, leveys 1,15 metriä ja korkeus 1,50 metriä. Koneen kantokyky on 2 000 kg ja maavara 0,38 metriä. Koneen hinta on 43 000 € sisältäen arvonlisäveron.

Vimek Minimaster on maastokelpoisempi versio mönkijän ja tukkikärryn yhdistelmästä. Maastokelpoisemmän siitä tekee mekaaninen veto. Myös hydraulikkajärjestelmä, jota tarvitaan tukkikärryn kuormaimessa, on sisällytetty koneeseen vaikuttaen käytettävyyteen ja maastokelpoisuuteen myönteisesti. Mönkijöiden vastaava järjestelmä tarvitsee yleensä omalla moottorilla toimivan erillisen hydraulikkayksikön. Viiden vuoden aikana Vimek Minimastereita on myyty viisi kappaletta Suomessa. Kone soveltuu harrastemuotoiseen metsätyöhön eikä kilpaile ammattimaisen metsäkoneurakoinnin kanssa. (Viitanen, haastattelu 27.3.2014.)

Kone on rakennettu ensisijaisesti työskentelyyn harvennusmetsissä. Koneen nosturivarustus sopii hyvin puutavaran ja risujen lastaamiseen (kuva 32) sekä purkamiseen. Lisälaitteilla metsätyökoneen käyttöaluetta saadaan laajennettua. (Ohjekirja Vimek 630 n.d)



Taulukko 3. Koneiden metsänhoidon kannalta oleelliset tekniset tiedot sekä suuntaava hinta.

	Paino (peruslaite), kg	Leveys, m	Pituus, m	Hinta (sis.alv.)
Mönkijät	200-1 000	1,0-1,5	2,0-2,5	5 000-20 000
Moottorikelkat	200-350	1,2	3,0-3,5	7 000-14 000
Pienoistraktorit	500-2 000	1,0-1,5	2,0-3,5	8 000-50 000
Avant	500-2 000	0,9-1,4	1,7-3,0	15 000-30 000
Sarvitraktori (perävaunulla)	170	0,9	3,0	4 000
Alstor	1 400-1 800	1,5	4,5-5,5	60 000
Rautahepo (peruslaite)	400	1,1	1,6	11 000-15 000
Pyörähepo	1 100	1,4	4,7	25 000
Tehojätkä	1 700-2 100	1,5	3,8	alk. 50 000
Vimek Minimas-ter (traktori ja perävaunu)	1 200	1,15	5,2	43 000

Hinnat ovat monikäyttöisten koneiden osalta peruslaitteen hintoja. Varsinkin monikäyttöiset koneet vaativat lähes aina lisälaittehankinnan, että konetta voidaan hyödyntää metsänhoidossa.

## 6 POHDINTA

Kevyistä koneista on useaan eri työlajiin metsänhoidossa. Koneiden hankintaa ja käyttöä suunniteltaessa joutuu huomioimaan useita eri näkökulmia. Niistä keskeisin on tarvekartoitus eli mihin työlajiin aikoo konetta käyttää. Tarvekartoituksessa on hyvä huomioida myös metsäkäytön ulkopuoliset käyttömuodot. Oman työpanoksen mahdollisuus ja laajuus on myös arvioitava realistisesti. Myös koneen yhteishankinta on mahdollista.

### 6.1 Kevyiden koneiden työlajit metsänhoidossa

Kevyitä koneita voi hyödyntää metsätöissä monipuolisesti:

- henkilökuljetus työmaalle
- työkalujen kuljettaminen työmaalle
- puutavaran lähikuljetus (metsäkuljetus)
- puutavaran juonto
- taimihuolto ja -jakelu
- heinän torjunta
- maan muokkaus
- energiapuun korjuu
- taimikonhoito

- nuorten metsien kunnostus
- ensiharvennus
- raivaus
- lannoitus
- metsäteiden kunnostus ja ylläpito.

Kaikkia edellä mainittuja työlajeja on mahdollista suorittaa kevyillä koneilla. Luettelo on tehty tutkimuksessa havaittujen, olemassa olevien laitteiden perusteella. Oletuksena on, että kun laite on tehty jotain tiettyä työlajia varten, on se soveltuva siihen. Erikseen on arvioitava työn mahdollinen mittakaava. Luettelo ei ota kantaa siihen onko laite tai sen lisälaitte soveltuva ammattimaiseen tai harrastekäyttöön. Kantaa ei myöskään oteta koneen tekniseen tai työtekniseen soveltuvuuteen käytännössä.

### 6.2 Käytettävyys ja kustannustehokkuus

Kustannukset ohjaavat monia eri toimintoja yhteiskunnassa. Ne ohjaavat myös metsänhoitoa tehokkaasti. Hyvätkin uudet ideat tai tekniset ratkaisut saattavat syrjäytyä huonon kustannustehokkuuden vuoksi. Koneen hyvää käytettävyys on myös tärkeä osa kustannustehokkuutta.

#### 6.2.1 Käytettävyys

Kevyisiin koneisiin lukeutuu useampia erilaisia kone- ja lisälaitetyyppejä. Käytettävyyttä arvioitaessa jokaista eri konetyyppiä yhdistää se, että koneen kapasiteetti on suhteutettava tehtävään työhön. Koneiden pienuus johtaa yleensä alhaiseen tuottavuuteen. Käytännön metsätoissa tämä tarkoittaa sitä, että kevyiden koneiden kapasiteetti riittää parhaiten kuitupuun ja sitä pienempikokoisten metsien käsittelyyn. Myös yksittäisten tukkirunkojen käsittely on mahdollista, mutta silloin ollaan tekniikan toimintakyvyn ääri rajoilla. Yksityiskohtaisempi laitekohtainen käytettävyyden arviointi on tämän tutkimuksen pohjalta vaikeaa, ja se vaatisi erillisen tutkimustyön.

Koneiden tarkoituksena on ollut aina tehostaa ja helpottaa ihmisen työskentelyä. Keskeistä on myös ollut jokin tietty tarve, jota varten tekninen laite on kehitetty. Ihmisen fyysistä kuormitusta kevyillä koneilla varmasti voidaan vähentää. Työtäkin niillä voidaan tehostaa, jos vertailukohtana on miestyö eri muodoissa.

Kun kone on rakennettu jotain työlajia varten, voidaan olettaa sen soveltuvan siihen vähintään välttävästi. Harrastemuotoisessa käytössä koneiden heikohko tekninen käytettävyys on hyväksyttävissä, mutta käytön ollessa ammattimaisempaa, nousee ergonomisuus koneen käyttäjälleen tärkeäksi.

Ammattimaisessa käytössä tärkeä osa käytettävyyttä on myös koneiden kestävyys ja varaosien saatavuus. Jos koneet tuodaan liian aikaisin markkinoille, käytännössä kehitystyö sysätään silloin käyttäjille. Ammattimaisessa työskentelyssä ei yrittäjällä ole varaa seisottaa teknisten vikojen vuoksi pitkiä aikoja. Keskenäisenä markkinoille tuotu tuote on omiaan

lisäämään negatiivista asenneilmapiiriä (Palonen, haastattelu 6.3.2014.) uusia laiteratkaisuja kohtaan. Käytettävyyden parantamiseksi laitevalmistajan on kuunneltava käyttäjäkunnan kokemuksia ja mielipiteitä. Parhaaseen lopputulokseen päästään avoimella vuoropuhelulla käyttäjien ja valmistajan välillä. Kevyiden koneiden kehityskaari on suhteellisen nuori, mutta siihen nähden koneiden tekniset ratkaisut vaikuttavat toimivilta. Teknisten ratkaisuiden ja käytännön toiminnallisuuden tarkastelu vaatisi oman tutkimuksen, jotta niiden arviointi olisi mahdollista. Kevyiden koneiden lyhyen kehityshistorian vuoksi osassa laitteista on varmasti myös vielä kehitettävää ja parhaimmat tekniset ratkaisut hakevat paikkaansa.

Koneiden käytettävyyttä arvioitaessa on huomioitava maastotekijät. Maaston vaikeustekijät rajoittavat aina enemmän tai vähemmän koneiden työskentelyä maastossa (kuva 33). Eniten kevyitä koneita haittaavat maaston jyrkkyys ja kivisyys. Heikosti kantavilla mailla kevyempi konekalusto on omimmillaan, mutta rajansa on myös kevyillä koneilla. Vaikeimmissa maastoissa korostuvat koneen käyttäjän ammattitaito koneen käsittelyssä ja työturvallisuusnäkökohdat. Koneen kaatuminen tai muu hallitsematon toiminta saattaa aiheuttaa käyttäjälleen vakavan loukkaantumisen tai jopa henkeä uhkaavan tilanteen.



Kuva 33. Koneen hyvä käytettävyys on merkittävä osa miellyttävää ja tehokasta työskentelyä. Käyttäjän perehtyneisyys laitteen ominaisuuksiin takaa laitteen tarkoituksen mukaisen käytön. Kuvassa kiinni juuttunut rautahepo irrotetaan vinnin avulla.

### 6.2.2 Kustannustehokkuus metsäalalla

Kevyiden koneiden kustannustehokkuus metsänhoidossa on tutkimuksen keskeisimpiä kysymyksiä. Jotta kysymykseen voi vastata, on kustannustehokkuutta tarkasteltava ensin yleisesti ja sitten metsäalan näkökulmasta.

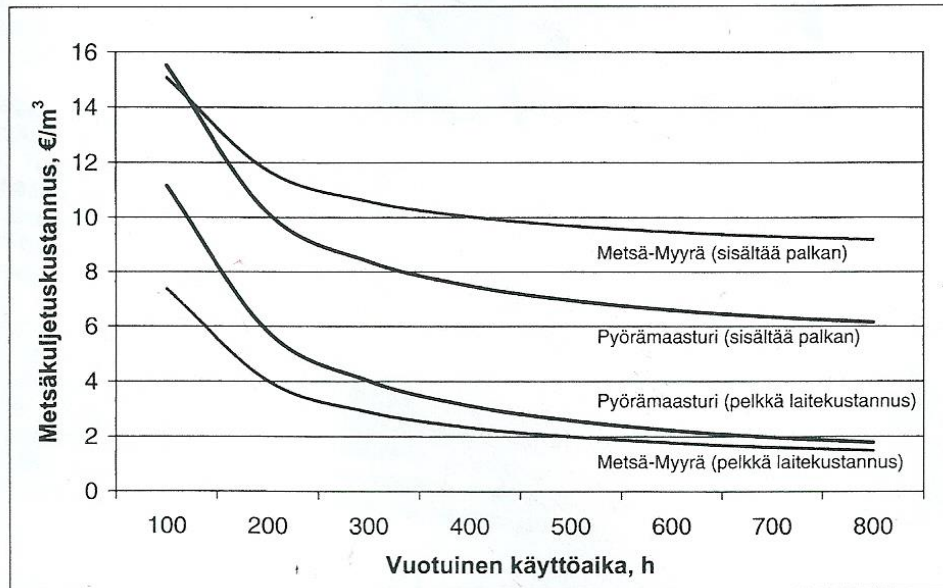
Tuottavuus toimii mittarina, sille kuinka tiettyä resurssia käytetään tietyn tuotoksen aikaansaamiseksi. Metsälalla tuottavuuden yksikkö voi olla esimerkiksi ha/tunti. Kustannustehokkuutta arvioitaessa panoksena on raha. Käytännössä kustannustehokkuuden mittareina ovat esimerkiksi suuret €/m<sup>3</sup> ja €/ha. Kustannustehokkuus ei ota kantaa toiminnan taloudelliseen kannattavuuteen. Absoluuttinen kannattavuus määritetään tulojen ja menojen erotuksena. Metsätaloudessa kustannustehokkaalla metsänhoidolla voidaan vaikuttaa molempiin osatekijöihin. Kustannustehokkuuden nostaminen laskee metsätalouden menoja, kun tulot määräytyvät pääasiassa myytävän puun määrän ja siitä saatavan hinnan tulona. Metsänhoidolla voidaan nopeuttaa puuston kasvua ja vaikuttaa myytävissä olevaan puun määrään. Myös laatu- ja leimikkotekijöillä voidaan vaikuttaa puusta saatavaan hintaan. Metsänhoitotöiden voidaan katsoa olevan investointeja, joilta odotetaan asetetun korkovaatimuksen mukaisia tuottoja. Kustannustehokkuus ei ole synonyymi sanalle halpa, koska väärässä paikassa säästetty euro on saattaa aiheuttaa myöhemmissä vaiheissa moninkertaisia kustannuksia. (Rantala 2012)

### 6.2.3 Kevyiden koneiden tuottavuus ja kustannustehokkuus

Kevyiden koneiden taloudellinen näkökulma on keskeisimpiä asioita tässä tutkimuksessa. Tätä näkökulmaa voidaan raottaa jonkin verran muutamilla työaika- ja käyttötutkimuksilla.

Omatoimisessa harrastemetsänhoidossa kevyen koneen kustannustehokkuutta arvioitaessa merkittävin tekijä on se asetetaanko omalle työlle palkkavaatimusta vai ei. Kärhän & Rönkön (2002) mukaan myös käyttöasteella on suuri merkitys yksikkökustannuksiin.

Kärhän & Rönkön (2002) työaikatutkimuksessa vertailtiin metsäkuljetuksen kustannuksia mönkijän ja metsäperävaunun yhdistelmällä sekä Metsä-Myyrällä. Metsä-Myyrä oli konetyypiltään sarvitraktorin prototyyppi. Metsä-Myyrän käyttötuntituottavuus oli 1,7 m<sup>3</sup>/tunti. Mönkijän kuormakoko oli kaksinkertainen Metsä-Myyrään verrattuna. Mönkijän käyttötuntituottavuudeksi saatiin 3,0 m<sup>3</sup>/tunti. Tutkimuksen koneilla kuljetettu puu oli kallista. Noin sadalla vuotuisilla käyttötunneilla ja täydellä palkkavaatimuksella kuljetetun puun hinnaksi tuli noin 15 €/m<sup>3</sup>. Käyttötuntimäärien tulisi olla vuotuisesti 400-500 tuntia, jotta kuljetuskustannukset pysyisivät kohtuullisina. Silloinkin kuljetuskustannukset ovat korkeahkot: mönkijällä 7 €/m<sup>3</sup> (kuva 34) ja Metsä-Myyrällä 10 €/m<sup>3</sup>. Ammattimaisessa puunkorjuussa isoilla koneilla pystytään saavuttamaan noin 4 €/m<sup>3</sup> kustannustaso. Metsäkuljetuksesta on mönkijöiden osalta muitakin vastaavia tutkimuksia. Niissä on tutkittu työn tuottavuutta ja tulokset ovat samansuuntaisia Kärhän & Rönkön tutkimukseen verrattuna. Rynäsen (1988) tutkimuksen mukaan lähikuljetustyön tuottavuus 2,0 m<sup>3</sup>/tehotunti. Grönqvistin & Otsamon (2001) tutkimuksessa pyörämaasturitutkimuksessa tehotuntituottavuus oli 1,6 m<sup>3</sup>. Kuljetuskustannuksia €/m<sup>3</sup> ei näissä tutkimuksissa ollut laskettu.



Kuva 34. Kuvaajalta voidaan tulkita Metsä-Myyrän ja mönkijämetsäperävaunuyhdistelmän (pyörämaasturin) metsäkuljetuskustannukset €/m<sup>3</sup>. Nähtävissä on myös miten työlle asetettu palkkavaatimus tai harrasteluotoisuus sekä koneen käyttöaste vaikuttavat kustannuksiin (Kärhä & Rönkkö 2002).

Energia- ja ainespuun korjuuta nuorista metsistä on tutkittu Työtehoseuran julkaisussa numero 411 (Rieppo, Mutikainen & Jouhio, 2011). Yhtenä tutkittuna koneena miestyön ja isompien koneiden rinnalla oli ollut tehojätkä. Tutkittavana koneena oli ollut Tehojätkän prototyyppi, joka oli varusteltu hakkuulaitteella. Tutkimuksessa kokeiltiin kahta eri hakkuutapaa. Metsäkuljetusta ei tutkimuksessa tutkittu. Menetelmien tuottavuudet olivat 1,04 ja 1,06 m<sup>3</sup>/käyttötunti. Hakkuukustannuksia laskettaessa Tehojätkä-pienmetsäkoneen käyttökustannus oli 46 €/tunti. Hakkuukustannuksiksi muodostuivat eri menetelmissä 43,64 ja 44,44 €/m<sup>3</sup>. Tämän perusteella voi todeta, että koneella hakattu puu oli kallista. Isommilla koneilla vastaavan kokoisen puun valmistaminen puutavaralajeiksi on noin yli puolet halvempaa. Tutkimuksien tuloksia on syytä pitää suuntaa-antavina, koska tutkimuksen aineisto oli hieman suppea.

Metsätehon raportissa 218 (Strandstöm, Saarinen, Hallongren, Hämäläinen, Poikela & Ranta, 2011) oli tutkittu muun muassa koneellisen taimikonhoidon kilpailukykyä. Yksi vertailun koneista oli Tehojätkän UW40-risuraivain, jota verrattiin metsurityöhön raivaussahalla. Taimikon harvennuksessa pienmetsäkoneeseen asennettu risuraivain oli kilpailukykyinen, kun poistuman tiheys on keskimääräistä tasoa kantoläpimitan ollessa vähintään kolme senttimetriä. Kantoläpimitan ollessa vain kaksi senttimetriä tulisi Tehojätkän tuottavuuden nousta noin 35 %, jotta saavutetaan metsurin taso. Tuntikustannus Tehojätkän raivaustyölle asettuu 44,1 €/käyttötunti, kun saavutetaan metsuria vastaava tuottavuus. Melko samanlainen laskelma on esitetty Metsätehon tuloskalvosarjassa 12/2010 UW40 risuraivain koneellisessa taimikonhoidossa (Strandström & Poikela, 2010). Tutkimuksessa risuraivainta verrattiin metsurityöhön. ”Normimetsurina” käytettiin metsäpalkkauksen koulutusaineiston ajanmenekkitasoa sellaisenaan. Työajan menekki oli tutkimuskohteissa tehojätkällä pienempi yli 5 000 kpl/hehtaari runkopoistumaltaan olevissa kohteissa, mutta

kustannusvertailussa konetyö oli miestyötä kalliimpaa. Runkopoistuman määrän kasvaessa koneen kilpailukyky parani ja 20 000 kpl/hehtaari runkopoistumalla hehtaarikustannus oli molemmilla noin 600 €/ha. Tuntikustannukset olivat tällöin miestyön osalta 30 € ja koneen osalta 50 €. Strandstöm & Poikelan tuloksia on tulkittu myös Taimikon varhishoidon koneellistamisvaihtoehdot –raportissa (Tanttu & Mutikainen 2010). Tehojätjän tuottavuus taimikonhoidossa on hyvin lähellä miestyötä ja tuottavuus nousee miestyötä korkeammaksi vasta normaalia vaikeammassa taimikonhoitokohteissa. Tehojätjän osittain parempi tuntituottavuus sulaa korkeampiin tuntikustannuksiin.

### 6.2.4 Havainnot tutkimuksista

Kevyistä koneista metsänhoidon näkökulmasta on olemassa suhteellisen vähän tutkittua tai koostettua tietoa. Tieto on hyvin hajanaista ja koostuu lähinnä yksittäisistä tapaustutkimuksista tai katsaustyyppisistä julkaisuista. Löydetyistä aineistosta vanhimmat julkaisut olivat 1980-luvulta. Julkaisuista saattoi havaita, että 2000-luvulla kasvanut mönkijöiden määrä on vilkastuttanut metsään soveltuvien laitteiden kehitystä.

Tutkittua tietoa oli myös saatavilla niukasti myös Suomen rajojen ulkopuolelta tarkoittaen lähinnä englannin- tai ruotsinkielistä aluetta. Oletettavasti Ruotsissa on tutkittu jonkin verran kevyiden koneiden metsäkäyttöä, mutta tarvittavaa puuttuvaa linkkiä tiedon hankkimiseksi ei onnistuttu löytämään. Suoraan maiden väliseen vertailuun on syytä suhtautua varauksella, koska metsätalouden harjoittamisessa on paljon eroja. Yhtäläisyytenä kaikissa aineistoissa oli se, että koneet olivat pääasiassa omatoimisten metsänomistajien käytössä.

Työn tuottavuutta ja kustannustehokkuutta tutkivissa tutkimusraporteissa mainitaan koneellisen työskentelyn aiheuttamista vaurioista jäävään puustoon. Tämä koskee niin taimikonhoitoa kuin nuorien metsien puunkorjua. Tehojätjän vaurioiden määrä oli eri hakkuumenetelmissä 3,5 % ja 4,4 % jäävästä puustosta. Metsäsertifioinnin määrittämä neljän prosentin raja ylitettiin toisessa menetelmässä. Taimikonhoidossa puustovaurioita syntyi keskimäärin 11 %:lle jäävälle puustolle. Vertailuna tutkimuksessa olevan metsurin aiheuttamia puustovaurioita oli 2 % jäävässä puustossa. Konetyön vaurioista 70 % olivat raivaimen aiheuttamia ja lopun renkaan tai yliajon aiheuttamia. Vaikka tulokset vaurioista olisivat vain suuntaa-antavia, ei yhtälöä voi pitää hyvänä. Osittain tämä saattaa kertoa yleisesti tiedossa olevista vaikeuksista metsänhoidon koneellistamisessa varsinkin taimikonhoidon osalta. Kuljettajalla on myös suuri merkitys vaurioiden synnyssä. Vaurioherkkyys yhdistettynä heikkoon kustannustehokkuuteen ei varmasti ole hyvää mainosta koneelliselle työlle. Vaurioiden syntyminen jäävään puustoon nuorissa metsissä on potentiaalinen lähde puuston laadun alenemiseen. Lahon leviäminen kolhujen vuoksi nuorissa metsissä ei ole toivottavaa metsissä, jossa paras arvokasvu on vielä edessäpäin.

Kevyiden koneiden puunkorjuun ei ole kustannustehokasta. Yksinkertais-  
tetulla laskentamallilla puutavaralajien valmistaminen ensiharvennuskoh-  
teessa tehojätkällä maksaa noin 43 €/m<sup>3</sup>. Puu on saatava vielä kuljetettua

tie varteen, joten kuluihin on lisättävä vielä noin 7 €/m<sup>3</sup>. Tällöin puu maksaa tien varteen kuljetettuna noin 50 €/m<sup>3</sup>. Kuitupuun nykypäivän hintatasolla hankinta-hinnan ollessa noin reilu 30 €/m<sup>3</sup>, joutuu metsänomistaja maksamaan vielä 20 €/m<sup>3</sup> harvennustyöstä, kun puun hinta ei kata edes korjuukuluja. Tavanomaisella korjuukalustolla suoritetulla harvennuksella metsänomistajalle voi syntyä tuloa reilut 10 €/m<sup>3</sup>. Hanketasolla voi olla vielä mahdollista, että kohde on ennakkoraivattava ennen korjuuta, josta aiheutuu vielä lisäkuluja, vaikka Tehojätkä ei vaadi välttämättä kovin perusteellista raivausta.

### 6.3 Jatkotutkimustarpeet

Tämän tutkimustyön pohjalta saatiin vastauksia haluttuihin kysymyksiin. Vastaukset synnyttivät kuitenkin uusia kysymyksiä kevyiden koneiden metsäkäytöstä, johon tällä tutkimuksella ei voida saada vastauksia. Jatkotutkimukselle on tarvetta useasta eri näkökulmasta.

Tutkimustyössä nousi toistuvasti esiin, että koneiden maastokelpoisuuden vertailua konetyyppikohtaisesti ei pysty suorittamaan olemassa olevan tiedon pohjalta. Koneita ei voida laittaa järjestykseen siten, että mikä on paras tai heikoin kone maastossa liikkumiseen. Teknisten ominaisuuksien perusteella voidaan tehdä suuntaa-antavia päätelmiä, mutta tarkempi määrittely vaatisi erilliset käyttötestit. Käyttötesteissä voisi samalla tutkia myös käyttökapasiteettia eri olosuhteissa. Myös koneiden ergonomisuutta käyttäjän näkökulmasta voisi tutkia. Näistä tiedoista hyötyisivät laitteiden kehittäjät sekä laitehankintaa harkitsevat. Erilaisten teknisten ratkaisujen vaikutusta tuottavuuteen olisi myös syytä laittaa tutkittavien asioiden listalle.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että kevyitä koneita voidaan hyödyntää ammattimaisessakin työskentelyssä. Tarkempaa selvittelyä vaatii mielestäni ammattimaisen työskentelyn kannattavuus ja mikä vaikutus sillä on mahdollisesti metsänhoidon tasoon nyt ja tulevaisuudessa. Onko kevyttä kalustoa hyödyntävällä yrittäjällä mahdollista pärjätä taloudellisesti ja onko työn hinnoittelu helppoa? Tämä tutkimus palvelisi monipuolisen metsäyrittäjyyden kehittämistä, missä kevyt konekalusto on vähintään sivuosassa.

Kevyiden koneiden metsäkäytön määrä jää myös avoimeksi tämän tutkimuksen tiimoilta ja varsinkin monikäyttöisten laitteiden osalta. Merkittävää olisi myös tieto koneiden käyttöasteesta. Myös harrastemetsänhoidon määriä voisi selvittää. Kuinka yleistä nykypäivänä harrastemuotoinen metsänhoito on vai onko sitä enää ollenkaan?

### 6.4 Metsänhoidon erot kevyillä koneilla toteutettuna

Kevyillä koneilla suoritetussa metsänhoidossa on etuja, jotka perustuvat pääosin niiden keveyteen ja kapeuteen verrattuna nykypäivänä normaalina pidettävään konekantaan. Keveyden vuoksi maastovaurioita ei juuri synny, mutta merkittävämpi tekijä maastovaurioissa on maastossa liikkuvan

laitteen synnyttämä pintapaine. Pintapaineeseen vaikuttaa renkaaseen kohdistuva paino ja renkaan halkaisija sekä leveys (Rieppo 1997).

Kevyillä koneilla toteutettavan metsänhoidon suurin ero perinteisinä pidettyihin työlajeihin on ajourattomuus varsinkin metsäkuljetuksen osalta. Koneet ovat niin kapeita, että koneilla voidaan ajaa puiden välissä ilman varsinaisten ajourien avaamista ainakin teoriassa. Metsänhoitosuosituksen mukaiset tavoitetehtävät määrittävät puuväliksi noin reilu kaksi metriä jo taimikkovaiheessa, jolloin ajaminen puiden väleissä on periaatteessa mahdollista. Käytännössä liian kapeista väleistä ajaminen aiheuttaa puustoon vaurioita tapahtui se isolla tai pienellä koneella. Koneen tai koneyhdistelmän pituus on tekijä, että jonkinlainen pysyvämpi ajourasto on hyvä muodostaa, koska pituus asettaa rajoitteita koneen kääntymisessä. Ajourattomuuden ei tule olla myös mikään itsetarkoitus. Metsänhoitosuosituksen näkökulmasta katsottuna etua ajourattomuudesta voi saavuttaa ensiharvennukseen asti. Ajourien merkityksestä metsänhoidollisesta tai metsänkasvatuksellisesta näkökulmasta ei metsäalan ammattilaisten keskuudessa vallitse täyttä yksimielisyyttä.

Koneellistumisen varjopuolena metsäalalla on yleensä ollut vaurioherkyys jäävään puustoon. Tutkimusten perusteella näin myös on kevyiden koneiden osalta. Koneen käyttäjällä on tästä näkökulmasta tarkasteltuna iso merkitys. Kysymys on lähinnä siitä, että kuinka paljon vaurioita siedetään. Perinteisillä koneilla puunkorjuussa vaurioita siedetään kenties paremmin, koska työskentely on kustannustehokasta. Kevyiden koneiden osalta vastaavaa tehokkuutta ei ole.

Tehojätkä erottuu monipuolisuudellaan kevyiden koneiden joukosta. Sillä voidaan suorittaa harvennushakkuita tai taimikonhoitoa. Kone ei vaadi ajouria, mutta työskentely tapahtuu joka tapauksessa työkaistoittain. Käytännössä kuitenkin koneen työskentelyssä syntyy ajoura, jolla on kuitenkin vaikutus, jos ei jäävään runkolukuun niin ainakin puuston tilajakaumaan. Lisäksi puomi aiheuttaa oman rajoitteensa jätettävien puiden valintaan. Tämä on siis selkeä ero, jos verrataan miehen raivaussahalla tekemää taimikonhoitoa tehojätkän vastaavaan. Tehojätkän etuna harvennushakkuissa voidaan pitää sitä, että harvennusta varten tehtävälle ennakkoraivaukselle ei ole niin suurta tarvetta puomin lyhyiden takia. Ohjaamosta näkee käytännössä aina riittävästi kouran ohjaamiseksi (kuva35).





Kuva 35. Tehojätkä ei tarvitse ennakkoraivausta, koska näkyväisyys koneen ohjaamosta riittää puomin lyhyiden vuoksi.

Uusi metsälaki tuo selkeästi esiin eri-ikäisen metsänkasvatuksen mahdollisuuden. Tässä tutkimuksessa kevyiden koneiden soveltuvuutta on arvioitu metsänhoidon osalta lähes ainoastaan perinteisenä pidetyn metsikön taivaikäiskasvatuksen näkökulmasta. Molemmissa kasvatustavoissa on samoja työlajeja, joten näiden osalta ei ole merkityksellistä, kumpi kasvatustavo on kyseessä. Haasteellisinta metsän peitteellisenä pitävässä eri-ikäiskasvatuksen puunkorjuussa on isojen puiden poistaminen alikasvosta säästämällä. Sen toteuttaminen on erittäin haastavaa korjuuteknisesti. Kevyissä koneissa on periaatteessa potentiaalia eri-ikäisistä puista koostuvan metsän hoitoon. Vain vähän maastoa vaurioittavat kevyet koneet sopivat poimintahakkuisiin hyvin ainakin metsäkuljetuksen osalta, kun korjuussa pitää varoa jäävää puustoa. Juuristovaurioissa voidaan päästä pienemmällä ja muutenkin kolhujen määrän voi kuvitella jäävän alhaiseksi koneiden ketteryyden vuoksi. Yksikkökustannusten nouseminen saattaa olla ongelma varsinkin, kun hakkuussa poistetaan tukkikokoisia puita. Tukkien kuljettaminen ei ole muutenkaan kevyiden koneiden ominta alaa. Hakkuutyötäkään ei eri-ikäiskasvatuksessa voi kevyillä koneilla suorittaa, joten silloin vaihtoehdoksi jäävät miestyö tai isot koneet. Korjuuteknisesti ei hyödytä yhdistää raskasta hakkuukonetta ja pientä ajokonetta, joten käytännössä vaihtoehdoksi jää metsurihakkuu. Eri-ikäiskasvatusta on ylipäättään metsänkasvatustavoina melko tuntematon saati sitten siihen yhdistettynä kevyitä koneita. Vaatisi kuitenkin lisäselvittelyjä, että voisi tehdä tarkempia johtopäätöksiä suuntaan tai toiseen kevyiden koneiden soveltuvuudesta eri-ikäiskasvatukseen.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen perusteella kevyiden koneiden tunnettuus metsänhoidossa on heikkoa. Kevyet koneet muodostavat tällä hetkellä hyvin kapean sektorin koko metsänhoidon kentässä. Tutkimustietoa ja tietoa yleensäkin kevyiden koneiden hyödyntämisen mahdollisuuksista metsänhoidossa on vähän. Tiedon niukkuuden vuoksi lähes kaikki uusi tutkimustieto on tervetullutta. Varsinkin tuottavuudesta ja kustannustehokkuudesta on vaikea muodostaa täysin kattavaa kuvaa. Kartoitetusta konekannasta mönkijää on mahdollista hyödyntää monipuolisimmin metsänhoidossa johtuen laajasta lisälaitte-kannasta.

Mönkijä on kevyt kone, josta on saatavilla eniten tietoa metsänhoidollisesta näkökulmasta. Niitä myydään vuosittain suhteessa paljon enemmän kuin muita koneita. Trafan arvion mukaan Suomessa on jopa 80 000 mönkijää. Tämän perusteella ei voi kuitenkaan tehdä suoria päätelmiä niiden todellista metsäkäytön määristä. Samankaltaisia johtopäätöksiä voi tehdä muidenkin monikäyttöisten laitteiden osalta, koska niitä voidaan käyttää paljon muuhun kuin metsänhoitoon. Pienmetsäkoneiden osalta voi taas olettaa, että ne on hankittu varsinaista metsäkäyttöä varten, kun niiden muu hyödyntäminen on monikäyttöisiä laitteita heikompaa. Pienmetsäkoneiden myyntimäärät ovat korkeintaan muutamissa kymmenissä kappa-leissa pitkälläkin ajanjaksolla, joten sen perusteella voi niiden käytön todeta olevan hyvin marginaalista.

Moni ihminen toteaa haluavansa metsäänsä kevyempiä koneita kuin mitä nykyään normaalisti metsissä käytetään. Näissä kommentteissa on havaittavissa nostalgiaa ja haikailua vanhaan hyvään hevosaikaan. Se aika tuskin koskaan palaa. Monilta osin kevyitä koneita voidaan verrata menneiden vuosikymmenien metsätoissa käytettyyn hevoseen, koska useimmat koneet mahdollistavat vain kuljettamisen. Myös kevyiden koneiden koko vastaa hevosta ja mahdollistaa siten metsän hoidon vaikka yksin puin. Varsinainen hoitotyö on edelleen tehtävä perinteisin raivaus- ja moottorisahoin. Tässä mielessä voi todeta, että kevyet koneet tarjoavat hyvin vähän uutta metsänhoitoon. Poikkeuksen tekee Tehojätkä, joka mahdollistaa raivaamisen ja hakkuutyön.

Koneellistuminen ja sen kehitys metsäalalla on kulkenut lyhyen historian aikana kustannustehokkaan puunkorjuun ehdoilla. Siinä sivussa on kehitetty metsänhoitoon soveltuvia lisälaitteita puunkorjuuta palveleviin koneisiin. Kustannustehokkaaseen puunkorjuuseen pyrkiminen on muokannut konekannan sellaiseksi kuin se nyt on Suomessa. Konekantaan on myös vaikuttanut todennäköisesti metsäteollisuuden määräävä asema raaka-ainehankinnassa. Kehitykseen on vaikuttanut myös se, että metsänhoito on metsänkasvatuksen ketjussa aina kulu. Puunkorjuussa on sen sijaan kyse lähes aina tuloista metsänomistajalleen. Osittain siksi koneellisen metsänhoidon kehitys on koneen koosta riippumatta ollut toissijaista ja osa metsänhoidon työlajeista on vielä vaille kustannustehokasta koneellista ratkaisua.

Tutkimuksen koneita tarkasteltaessa markkinoinnin näkökulmasta voi todeta, että vain muutama laitevalmistaja tai maahantuoja oli panostanut markkinointiin. Koneista oli yllättävän vaikeaa löytää tietoa edes internetistä. Verkossa oleva materiaali oli osin vanhentunutta ja puutteellista. Osittain oli helpompaa etsiä verkkolähteistä tietoa ulkomailta ja sitä kautta pystyi löytämään suomalaisia jälleenmyyjiä. Nykyisellä markkinoinnin tasolla ei koneiden tunnettuutta tai myyntiä lisätä, vaikka koneiden markkinat eivät olisikaan kovin suuret.

Kevyiden koneiden etuja metsänhoidossa arvioitaessa merkitsevänä tekijänä on vertailukohta. Vertailukohtana voidaan pitää pelkkää miestyötä tai raskaita koneita. Suhteessa raskaisiin koneisiin kevyiden koneiden etu metsänhoidossa perustuu niiden keveyteen ja kapeuteen. Kevyillä koneilla voidaan saavuttaa jotain, mitä ei raskaammalla kalustolla ole mahdollista. Suhteessa miestyöhön pystytään kevyillä koneilla tekemään samoja asioita, mutta koneiden avulla tulee työskentelystä jossain määrin tuottavampaa, mielekkäämpää ja ihmiskehoa säästävämpää ainakin teoriassa. Kun kevyiden koneiden ominaisuuksista on hyötyä, saadaan niistä suurin hyöty ja lisäarvo työskenneltäessä. Yhtäläillä keveys ja pieni koko voivat olla haitta. Siksi kohdevalinta on tärkeässä asemassa. Jos vertailua suoritetaan taloudellisesta näkökulmasta, voi todeta, että kevyet koneet ovat hankintahinnaltaan halpoja verrattuna isoihin koneisiin ja toisaalta kalliita verrattaessa mies-sahayhdistelmään. Kevyiden koneiden siirto on myös helpompaa ja halvempaa raskaampiin koneisiin verrattuna, koska siirto ei vaadi raskasta kalustoa.

Kevyiden koneiden kustannustehokkuus on löydettyjen tutkimusten perusteella heikkoa. Tutkimukset olivat aineistoltaan varsin suppeita ja niissä oli tekijöitä, joilla oli varmasti jonkinlainen vaikutus suuntaan jos toiseen. Esimerkiksi testimaatot olivat helppoja, joten olisiko tulokset vielä heikompiä vaikeammassa maastossa? Myös koneen kuljettajalla on testissä iso rooli työn tuottavuudessa ja laadussa. Vaikka tutkimuksia löytyi vain muutama, voi niiden avulla peilata koko kevyiden koneiden konevalikoimaa tuottavuuden osalta, jos uskaltaa ottaa vapauden yleistää. Tutkimukset kattavat varsinkin metsäkuljetuksen, joka on yleisin kevyiden koneiden työlaäi. Tehojätän hakkuu- ja raivaustyön tutkimukset täydentävät jonkin verran työläjien eri työläjien kustannustehokkuuden arviointia.

Metsäalan koneellistumisen historiasta on nähtävissä itseään toistavia kehityskulkuja. Niiden kautta voidaan nähdä tiettyjen asioiden toistuvan nykypäivän metsäteknologian kehityksessä. Esimerkiksi ensimmäiset moottorisahat tulivat markkinoille 1920-luvun loppupuolella. Sahan perusajatus oli kunnossa, mutta kaupallista menestystä se ei saavuttanut. Osittain tämä johtui heikosta teknisestä laadusta, mutta alalla vallitseva asenneilmapiirillä on ollut myös vaikutuksensa. Tekniset harha-askleet voidaan nähdä kehityskaaressa yksittäisenä epäonnistumisena, mutta koko kuvassa tarpeellisena tekniikan kehityksessä ja eteenpäin viemisessä. Kevyiden koneiden osalta Tehojätkä on ensimmäinen pienmetsäkone taimikonhoitoon. Metsäalalla sen markkinoille tulo on herättänyt paljon tunteita puolesta ja vastaan. Kone tarjoaa vaihtoehdon pitkään vallinneeseen raivaussahamiehen yksinvaltiuteen risukoiden raivauksessa. Vaikka Tehojätän työn jälki

on metsänhoidollisesti pätevää, nähtäväksi jää onko aika vielä kypsä tämän tyyppisille laitteille.

Kevyet koneet sopivat hyvin omatoimisen metsänomistajan metsänhoidon tarpeisiin. Konehankintaa tehtäessä on syytä harkita huolella hankittavan koneen tarve ja mahdolliset realistiset käyttömäärät. Myös käyttäjän omat ajankäytölliset seikat on huomioitava, koska oman koneen hankinta ja käyttö vaati myös aina oman työpanoksen. Jos leipätyö on muualla tai on etämetsänomistaja, voi miettiä onko järkeä hankkia koneita. Koneiden käyttöasteen jäädessä alhaiseksi, ovat laitekustannukset myös korkeat. Koneiden ylläpito huoltoineen ja varaosineen tuo myös vuosittaisia kustannuksia. Myös tilan koko ja metsän kehitysluokkajakauma on otettava huomioon. Kun koneiden hankintaan kuuluu halvimmillaankin helposti 10 000-20 000 euroa, toisena vaihtoehtona on hoitotöiden hankinta ostopalveluina. Samalla euromäärällä hoidattaa ulkopuolisena työnä paljon metsää. Laitteiden hankinnan kannattavuutta parantaa monikäyttöisyys, jos sen hankinta palvelee myös muutakin kuin metsäkäyttöä. Koneiden yhteishankinta useamman henkilön kesken alentaisi hankinta kustannuksia ja lisäksi käyttöastetta, mutta sen toimivuus on hieman kyseenalaista Suomessa.

Metsänhoidon näkökulmasta on tärkeintä, että työ tehdään tarkoituksenmukaisesti ja oikea-aikaisesti huomioiden metsänkasvatukselliset suositukset. Silloin ei ole merkitystä millä ja miten hoitotyö tehdään. Kun metsänhoitoon kannustetaan uuden tekniikan tai työkoneiden houkuttamana, on vaarana tärkeimmän asian eli metsänhoidollisten näkökohtien huomioiminen. Koneiden tulee ensisijaisesti palvella metsänhoitoa tehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti.

Nykyajan ihminen on tottunut käyttämään runsaasti työtä helpottavia ja tehostavia työkaluja työskennellessään. Osittain kevyet koneet tehostavat työskentelyä metsänhoidossa ja osaltaan ne luovat mahdollisuuksia työskentelyyn joita ei aiemmin ollut. Silti voi pohtia, että onko kevyillä koneilla metsänhoidossa todellista tarvetta vai ei? Mönkijä on valittu kerran vuoden turhakkeeksi. Samoja työlajeja pystytään toteuttamaan ilman edellä mainittuja koneitakin. Onko mönkijän hankinta metsässä liikkumista varten perusteltua, kun kunto ei riitä kävelyyn varsinaiselle työmaalle varusteiden ja työkalujen kanssa? Ehkä koneet kuvastavat vain tämän hetkistä aikaa, jossa ruumiillinen työ ja liikkuminen tiettömässä maastossa ovat yhä vieraampaa. Metsänomistajuus siirtyy yhä enemmän kaupunkeihin, jolloin ei ole enää maatalouden kalustoa hyödynnettävissä metsänhoidon työkaluna. Tähän kohderyhmään kevyet koneet osuvat parhaiten. Verotuksellisilla ratkaisuilla ja hankintapuun paremmalla hinnalla olisi todennäköisesti suotuisa vaikutus laiteinvestointeihin. Koneiden avulla voidaan tavoittaa aidosti uusi kohderyhmä kiinnostumaan metsän- ja metsäomaisuutensa hoidosta. Kaikki keinot millä saadaan valtakunnallisia metsänhoitorästejä alennetuksi edes välillisesti, ovat tervetulleita. Aika näyttää, että onko kevyillä koneilla sijaa suomalaisessa metsänhoidon kentässä ja mikä on niiden merkitys metsänhoidon tasoon valtakunnallisessa mitta-kaavassa.

## LÄHTEET

Painetut lähteet:

Hakala, T. 2013. Metsänhoidon yleistyökalu. Koneviesti, 38.

Hynynen, J., Valkonen, S. & Rantala, S. 2005. Tuottava metsänkasvatus. 10. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.

Jauhiainen, H. 2013. Metsään tai tielle. Metsälehti 15, 22.

Jauhiainen, H. 2013. Kapeatelaisella tulee toimeen. Metsälehti 25.4.2013, 23.

Konttinen, H. & Drushka, L. 1997. Metsäkoneiden maailmanhistoria. Keuruu: Otava.

Kukkonen, M. & Kukkonen, E. Koneellinen metsänhoito. Karelia ammatikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Kärhä, K. & Rönkkö, E. 2002. Metsä-myyrä ja pyörämaasturi puutavaran lähikuljetuksessa. Työtehoseuran metsätiedote 5/2002.

Lehtoviita, J. 1995 Metsäsanasto. Paltamo: Paltamon kirjapaino Ky.

Lindholm, K. 2012. Työkelkalla talvisavotalle. Aarre 33-36.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio: Hyvät metsänhoidon suositukset. 2001. 2. Painos. Helsinki: Libris Oy.

Mielikäinen, K. 2008. Metsänkasvatuksen lähtökohdat. Teoksessa Rantala, S (toim.) Tapion taskukirja. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 93-97.

Mäkinen P. 1996. Metsäkoneyrittämisen maailma. Teoksessa Väättäjä, M. (toim.) Puoli vuosisataa koneellista puunkorjuuta. Jyväskylä: Gummerus.

Nykänen, S. 2010. Koneviesti 2, 66.

Nykänen, S. 2010. Mönkijät, FinnMetko 2010. Koneviesti 13, 102.

Nykänen, S. 2014. Koneviesti, 56-57.

Nykänen, S. 2005. Avant taittuvarunkoinen minikuormaaja. Koneviesti, 84-85.

Nykänen, S. 2013. Kevyillä koneilla metsänhoitoon. Koneviesti 8, 60-61.

Rantala, J. 2012. Metsänhoidon kustannustehokkuuden merkitys metsätaloudessa. Metsätieteen aikakauskirja 2/2012.

Rieppo, K., Mutikainen, A. & Jouhiaho, A. 2011. Energia- ja ainespuun korjuu nuorista metsistä. TTS:n julkaisuja 411. Nurmijärvi: Fram Oy.

Ryynänen, S. & Mutikainen, A. 1988. Telajuonturit ja pyörämaasturit vuonna 1988. Työtehoseuran metsätiedote 11/1988.

Ryynänen, S. 1988. Pyörämaasturilla metsätöissä. Teho-lehti 10/1988.

Saarinen, K. 2012. Puita kotitarpeisiin. Aarre 36.

Saarinen, K. 2012. Mönkkäri on ketterämpi. Aarre 32.

Sammatti, M. 2014. Monikäyttöinen tehopaketti. Koneviesti. 15.

Turpeinen, A. & Vesterinen, T. 2014 Jokapaikan sarvipää. Koneviesti, 90-94.

Turtiainen, K. 2010. Mielenkiintoiset puunkorjuukoneemme 1900-luvun loppupuolella. Jyväskylä: omakustanne.

Turtiainen K. 2011. Tärkeät pienet puunkorjuukoneet 1900-luvun loppupuolella. Jyväskylä: omakustanne.

Turtiainen, K. 2013. Kirjoituksia metsäkoneiden kehitysvaiheen koneista ja metsäkonetöistä 1900-luvun loppupuolella. Jyväskylä: omakustanne.

Vesterinen, J. 2011. Metsäkoneita Suomessa ja Suomesta 1910-2000 missä ääntä, siellä voimaa. Tallinna: Alfamer.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio: Hyvän metsänhoidon suositukset. 2014. Metsäkustannus Oy.

Sähköiset lähteet:

Ala-Ilomäki, J., Heikkilä, J., Pykäläinen, J., Jutila, J. & Ylisirniö, K. 2008. Metlan työraportteja 102. Metsäkoneiden aistinjärjestelmä, puuston kar-toittaminen ja puoliautomaattinen ohjaus – FORESTRIX. Viitattu 29.9.2014.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp102.pdf>

Asikainen, A., Leskinen, L., Pasanen, K., Väätäinen, K., Anttila, P. & Tahvanainen, T. 2009. Metlan työraportteja 125. Metsäkonesektorin nykytila ja tulevaisuus. Viitattu 29.9.2014.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp125.htm>

Avant 2014. Avant Tecno Oy. Metsäkärri puutavarakuormaimella. Viitattu 7.10.2014.

<http://www.avanttecno.com/www/index.php?PAGE=58&LANG=1&series=1&pid=107>

Avant metsäperävaunulla 1000 kiintokuutiota puuta metsästä. Viitattu 10.9.2014.

[http://www.avantteco.com/www/index.php?PAGE=335&NODE\\_ID=337&LANG=1](http://www.avantteco.com/www/index.php?PAGE=335&NODE_ID=337&LANG=1)

Avant metsätöissä. Viitattu 10.9.2014.

<http://keskustelu.suomi24.fi/node/3923287>

Ferrariagri 2014. KK Trade Oy. Kuvagalleria. Viitattu 7.10.2014.

<http://www.ferrariagri.fi/fi/media/galleria>

John Deere. 2014. 1070E harvesteri. Viitattu 29.9.2014.

[http://www.deere.fi/wps/dcom/fi\\_FI/products/equipment/wheeled\\_harvesters/1070e/1070e.page?](http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/products/equipment/wheeled_harvesters/1070e/1070e.page?)

Kallio, K. 27.3.2014. Opinnäytetyö. Vastaanottaja Jukka Salovaara. Sähköpostiviesti. Viitattu 9.9.2014

Koneviesti 2012. Meehän sie, Hevoinen! Viitattu 7.10.2014.

[http://www.koneviesti.fi/lehti/0212/fi\\_FI/pyorahepo/](http://www.koneviesti.fi/lehti/0212/fi_FI/pyorahepo/)

Metla 2008. Metlan työraportteja 102. Metsäkoneiden aistinjärjestelmä, puuston kartoittaminen ja puoliautomaattinen ohjaus – FORESRIX. Viitattu 29.9.2014.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp102.pdf>

Metla 2013. Metsätilastollinen vuosikirja, 3 Metsien hoito. Viitattu 29.9.2014.

[http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2013/vsk13\\_03.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2013/vsk13_03.pdf)

Metla 2013. Metsätilastollinen vuosikirja, 6 Metsien monikäyttö. Viitattu 29.9.2014.

[http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2013/vsk13\\_06.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2013/vsk13_06.pdf)

Metsätyön kehitys. 2007. Tampereen suomalainen klubi. Viitattu 29.9.2014.

<http://www.tampereensuomalainenklubi.fi/Portals/klubi/arkisto/tapahtumat/08042013.html>

Neko 2014. KoneNeko Maestral 2-pyörätraktori. Oy Neko Ab. Viitattu 7.10.2014.

<https://www.facebook.com/144356955631905/photos/a.393131740754424.96143.144356955631905/500181876716076/?type=3&theater>

PowerForest 2014. Vimek minimaster. PowerForest Oy. Viitattu 7.10.2014.

<http://www.powerforest.fi/koneet.asp?id=329&picid=1&new=1&cat=5>

Omatoiminen metsänhoito – JAMK. Viitattu 29.9.2014.

<http://www.jamk.fi/fi/Tutkimus-ja-kehitys/projektit/Metsanhoito/Omatoiminen-metsanhoito/>

Puuntuottaja 2011. Puuntuottaja – raha on paras metsäneuvoja. Kevyttä kuljetuskalustoa metsätöihin. Viitattu 7.10.2014.

[www.puuntuottaja.com/kevytta-kuljetuskalustoa-metsatoihin/](http://www.puuntuottaja.com/kevytta-kuljetuskalustoa-metsatoihin/)

Rieppo, K, 1997. Metsäkoneiden telin liikedynamiikasta ja pintapaineiden määrittämisestä. Metsätehon raportti 23. Viitattu 29.9.2014.

[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_023.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_023.pdf)

Santalahti. Avantplanet.com. Viitattu 10.9.2014.

<http://keskustelu.suomi24.fi/node/3923287>

Strandstöm, M. & Poikela A. UW40-risuraivain koneellisessa taimikonhoidossa. Metsätehon tulosalvosarja 12/2010. Viitattu 29.9.2014.

[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja\\_2010\\_12\\_UW40-risuraivain\\_koneellisessa\\_taimikonhoidossa\\_ms\\_ap.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2010_12_UW40-risuraivain_koneellisessa_taimikonhoidossa_ms_ap.pdf)

Strandström, M., Saarinen, V-M., Hallongren, H., Hämäläinen, J., Poikela, A. & Rantala, J. Koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kilpailukyky. Metsätehon raportti 218. Viitattu 29.9.2014.

[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_218\\_Koneellisen\\_istutuksen\\_ms\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_218_Koneellisen_istutuksen_ms_ym.pdf)

Tantu, V. & Mutikainen, A. 2010. Taimikonhoidon varhaisoidon koneellistamisvaihtoehdot. Viitattu 29.9.2014.

[http://www.tapio.fi/files/tapio/Aineistopankki/Taimikon%20varhaisoidon\\_koneellistamisvaihtoehdot.pdf](http://www.tapio.fi/files/tapio/Aineistopankki/Taimikon%20varhaisoidon_koneellistamisvaihtoehdot.pdf)

Ultratec 2014. Tehoa metsätöihin. Ultratec Oy. Viitattu 7.10.2014.

<http://www.ultratec.fi/monkijan-perakarryt-ja-moottorikelkan-reettukkikarryt-lavakarryt-talousreki-parireki/monkijan-perakarryt-ja-moottorikelkan-reet/perakarryt-ja-reet-metsatyot/moottorikelkan-parireki/>

Vimek 630 ohjekirja. n.d. PowerForest Oy. Viitattu 29.9.2014.

<http://www.powerforest.fi/brochures/620%20Minimaster.pdf>

Haastattelut:

Kallio, K. 2014. Maahantuoja. Ferrariargi. Haastattelu 6.3.2014.

Korpela, E. 2014. Pienkonemyyjä. Haastattelu 27.1.2014.

Olenius, K. 2014. Maahantuoja. Koneliike Olenius. Haastattelu 28.4.2014.

Palonen, A. 2014. Metsäpalveluyrittäjä. Haastattelu 6.3.2014.

Sillanpää, V. 2012. Metsäpalveluyrittäjä. Tmi Ville Sillanpää. Haastattelu 6.3.2014.

Sjöblom, D. 2014. Metsänomistaja. Haastattelu 4.4.2014.



Suokas, J. 2014. Mönkijöiden ajokouluttaja, ja lisälaitteiden suunnittelija sekä rakentaja. Haastattelu 23.4.2014.

Tani, A. 2014. Metsäpalveluyrittäjä. AT Mini-Woods Ky. Haastattelu 4.4.2014.

Viitanen, A. 2014. Maahantuojaja. PowerForest Oy. Haastattelu 27.3.2014.

