



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

OPINNÄYTETYÖ

ERKKA PITKÄNEN

ENERGIAPUUKARTOITUS ITÄ- JA

POHJOIS-KUUSAMON ALUEELTA



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

**METSÄTALOUDEN
KOULUTUSOHJELMA**

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

Metsätalouden koulutusohjelma

Opinnäytetyö

ENERGIAPUUKARTOITUS ITÄ- JA POHJOIS- KUUSAMON ALUEELTA

Erkka Pitkänen

2011

Toimeksiantaja Metsänhoitoyhdistys Kuusamo

Ohjaaja Oiva Hiltunen

Hyväksytty _____ 2011 _____

Työ on kirjastossa lainattavissa. / Työ on kirjastossa lukusalikappale. (Valitse toinen vaihtoehtoista.) (R48, keskitä)



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

Luonnonvara- ja
ympäristöala

Metsätalouden
koulutusohjelma

Opinnäytetyön
tiivistelmä

Tekijä

Erkka Pitkänen

Vuosi 2011

Toimeksiantaja
Työn nimi
Sivu- ja liitemäärä

Metsänhoitoyhdistys Kuusamo
Energiapuukartoitus Itä- ja Pohjois-Kuusamon alueelta
37

Opinnäytetyön toimeksiantaja on metsänhoitoyhdistys Kuusamo. Työn avulla on pyritty saamaan tietoa koneelliseen energiapuuharvennukseen soveltuvi-
en kohteiden määrästä nuorissa metsissä ja millainen on sopiva energiapuuharvennuskohde.

Työhön valittiin taustatutkimuksen perusteella vuoden 1980 metsänviljelyai-
neistot. Aineiston tilat sijaitsivat Itä- ja Pohjois-Kuusamon alueella. Osa met-
sänviljelyaineistosta oli jo tuhoutunut, tai puutteellisuuden takia sitä ei voitu
hyödyntää tutkimuksessa. Tutkimukseen käytetty aineisto oli 313 hehtaaria.

Työ toteutettiin pääasiassa toiminnallisena tutkimuksena maastossa. Koe-
aloilta mitattiin tarkat puustotiedot. Samalla tehtiin havaintoja metsänhoidolli-
sista tilasta ja soveltuvuudesta energiapuukorjuuseen. Mittaustietojen ja ha-
vaintojen perusteella jokaiselle kuviolle tehtiin toimenpide-ehdotus.

Energiapuuharvennukseen soveltuvien kohteiden osuus jäi tutkimuksessa
seitsemään prosenttiin. Tulos antaa suuntaa nuorten metsien todellisesta
energiapuupotentiaalista Kuusamossa. Otos on kuitenkin pieni ja tulokseen
vaikuttavia tekijöitä monia, joten aihe vaatisi lisätutkimusta.

Työ osoitti, että aikaa ja resursseja vievää energiapuukohteiden kartoitustyö-
tä voidaan helpottaa. Keräämällä ominaisuustietoa tyypillistä kohteista voi-
daan etsintä suunnata oikeantyyppisille alueille.

Opinnäytetyön tuloksena voidaan todeta, että energiapuuharvennus koko-
puukorjuuna on metsänomistajalle kilpailukykyinen vaihtoehto. Metsänomis-
tajan kannalta korjuu tulisi ohjata kohteille, joissa on välitön hoitotarve ja kor-
kea energiapuusaanto. Energiapuumarkkinoiden kehittymisen edellytyksenä
on, että tavoitetaan metsänomistajat ja saadaan heille kattavasti tietoa ai-
heesta.

Avainsana(t) energiapuu, metsänhoito, puunkorjuu

SISÄLTÖ

KUVIO JA TAULUKKOLUETTELO	1
1. JOHDANTO	2
1.1 TAUSTAA.....	2
1.2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET	2
1.3. OPINNÄYTETYÖN AIHEEN RAJAUS	3
1.4 TERMIT	4
2. METSÄENERGIAN MERKITYS SUOMELLE.....	5
3. KESTÄVÄN METSÄTALouden RAHOITUSLAKI	8
4. NUOREN METSÄN HOITO	11
4.1 MIKSI NUORIA METSIÄ KANNATTAA HOITAA?.....	11
4.2 TAIMIKONHOITO	13
4.3 NUOREN KASVATUSMETSÄN HARVENNUS	14
5. ENERGIAPUU.....	15
5.1 ENERGIAPUUN KORJUU HARVENNUSMETSISTÄ.....	15
5.1.1 ENERGIAPUUN HARVENNUSKOHTeen KRITeerIT	15
5.1.2 ENERGIAPUUHARVENNUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	19
5.2 ENERGIAPUUKAUPPA JA SEN LISÄÄMISEN HAASTEET	21
6. AINEISTO JA MENETELMÄT	23
6.1 KÄYTETTY TUTKIMUSMENETELMÄ	23
6.2 TUTKIMUSALUE.....	23
6.3 KOEALOJEN VALINTA, INVENTOINTIMENETELMÄ JA MITTAUSKOHTeET	23
6.4 MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY JA ANALYSOINTI	24
7. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	25
7.1 UUDISTAMISMENETELMÄT JA TULOSTEN VERTAILU MUIHIN TUTKIMUKSIIN.....	25
7.2 TIEDOT ENERGIAPUUKUVIOILTA	28
7.3 TOTEUTUNEET HAKKUUT	29
7.4 ENERGIAPUUKORJUUN KANNATTAVUUS.....	31
8. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	32
LÄHDELUETTELO.....	35

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Metsähakkeen käytön kehittyminen lämpö- ja voimalaitoksissa 2000-luvulla

Kuvio 2. Metsähakkeen käyttöarviot eri maakunnissa vuosina 2010, 2015 ja 2020

Kuvio 3. Hoitamaton nuori metsä

Kuvio 4. Aines- ja energiapuun rajanveto leimikkotasolla

Kuvio 5. Aines- ja energiapuun integroitu korjuu

Kuvio 6. Kokopuun ja rangan korjuukustannukset

Kuvio 7. Nuoren metsän hoitokohde energiapuuharvennuksen jälkeen

Kuvio 8. Toteutusmäärät, energiapuun korjuutuki

Kuvio 9 Energiapuukuvioiden runkoluku kuviokohtaisesti

Kuvio 10. Energiapuuharvennuskohde Kuusamossa

Taulukko 1. Kertymän arviointi

1. JOHDANTO

1.1 Taustaa

Opinnäytetyön aiheeni tarjosi Kuusamon, Taivalkosken ja Pudasjärven metsänhoitoyhdistysten käynnistämä yhteishanke Energiapuu euroiksi. Energiapuun korjuu ja kauppa ovat uusia asioita näiden kolmen metsänhoitoyhdistyksen alueella. Pohjois-Pohjanmaan alueellinen metsäohjelma vuosille 2006–2010 asettaa yhdeksi tavoitteeksi energiapuun korjuun ja käytön huomattavan lisäämisen. Energiapuun monipuolinen hyödyntäminen, metsähakkeen saatavuuden ja hankinnan kehittäminen lämpölaitoskäyttöön sekä energiapuuvarannon ja kohteiden luotettava selvittäminen on asetettu myös perustavoitteeksi. (Energiapuu euroiksi -hanke 2009–2011, 2.)

Kohteiden kartoitus on edellytys sille, että energiapuun laajamittainen korjuu voisi käynnistyä. Hankkeen avulla haetaan lisäresursseja työhön, jolla selvitetään mm. miten kannattavaan korjuuseen soveltuvat kohteet saadaan seullottua suuresta massasta. Tämänäyttävyyteen selvitystyöhön ei yhdistyksillä ole muuten taloudellisia resursseja. Hankkeen tavoitteena on saada kehitettyä järkevä ja markkinataloudellinen toimintamalli energiapuun korjuuseen ja kauppaan yhdistysten alueella. (Energiapuu euroiksi -hanke 2009–2011, 4.)

Hankkeeseen kuuluvien yhdistysten alueella ei ole ennen tehty vastaavaa laista energiapuumahdollisuuksien selvitystyötä, joten opinnäytetyöstä saadut tiedot ja kokemukset ovat uutta ja ajankohtaista tietoa.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena on kartoittaa koneelliseen energiapuuharvennukseen soveltuvien kohteiden osuutta nuorista metsistä ja millainen on sopiva energiapuuharvennuskohde. Tavoitteena on käydä läpi yhden vuoden metsänviljelyaineistot Itä- ja Pohjois-Kuusamon alueelta. Käytettävissä

sä olevan metsävaratiedon ja maastomittausten avulla määritellään kohteet, jotka täyttävät työssä energiapuuharvennuskohteelle asetetut kriteerit.

Energiapuukohteen kriteerit määritettiin Kuusamon mhy:n suositusten pohjalta ja hakkuutulosten määrittelyssä käytettiin senhetkisiä markkinahintoja. Osa energiapuukohteista harvennettiin tutkimuksen kuluessa, jolloin saatiin tietoa, kuinka hyvin kohteiden valinnassa ja kriteereiden määrittelyssä onnistuttiin,

Tavoitteena on saada tietoa, kuinka paljon energiapuukorjuuta nuorista metsistä on mahdollisuus lisätä. Työstä saatua tietoa voidaan myös hyödyntää energiapuusta tiedotettaessa ja markkinoitaessa nuoren metsän energiapuuharvennuksia metsänomistajille. Lisäksi tutkimusalueelta saadaan tietoa nuorten metsien metsänhoidollisesta tilasta ja toimenpidetarpeesta.

1.3. Opinnäytetyön aiheen rajaus

Tutkimuksessa energiapuukorjuu rajattiin käsittämään vain koneellisesti kokopuukorjuuna tehtyjä energiapuuharvennuksia. Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin hankinta- tai metsurityönä tehtävä energiapuuharvennus sekä aines- ja energiapuun integroitu korjuu. Nämä rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, koska kaikki kohteet korjataan Kuusamon metsänhoitoyhdistyksen alueella tällä hetkellä kokopuukorjuuna. Tutkimuksessa haettiin puhtaasti energiapuun koneelliseen korjuuseen soveltuvia kohteita ja rajauksella saatiin selvennettyä tavoitetta. Integroitua korjuuta on tarkoitus kokeilla alueella lähiaikoina, joten se on esillä menetelmänä energiapuuosiossa.

Metsänhoitoyhdistys Kuusamon kriteerit energiapuukohteen pystykaupassa ovat Kemera-kelpoisuus, poistuma vähintään 30 m³/ha ja kohteen koko yli kolme hehtaaria. Työssä käytettiin samoja kriteereitä mutta energiapuukohteen rajaksi muutettiin yksi hehtaari. Syynä tähän oli, että haluttiin huomioida

mahdollisuus yhdistää useampi samalla tilalla oleva energiapuukuvio yhdeksi energiapuukohteeksi.

Tutkimukseen valittiin vuoden 1980 metsänviljelyaineistot ja tutkimus rajattiin koskemaan vain yksityisten maanomistajien maita. Tähän vuoteen päädyttiin ennakkokartoituksen perusteella ja tätä vanhempien viljelyaineistojen puutumisen takia. Tutkimusalue rajattiin koskemaan vain tiettyä osaa Kuusamos-ta. Tällä tavalla alueen kokoa saatiin rajoitettua tutkimukseen sopivammaksi ja käytössä olevien resurssien mukaiseksi. Vanhoja metsänviljelyaineistoja oli parhaiten saatavilla tälle valitulle tutkimusalueelle, joten sen merkitys ai-heen ja alueen rajauksessa oli myös suuri.

1.4 Termit

Ainespuu: Mitoiltaan ja laadultaan puujalostusteollisuuden raaka-aineeksi soveltuva puutavara (Bioenergia.fi).

Energiapuu: Tarkoittaa latvusmassaa, harvennusenergiapuuta, tyveysiä/lumppeja ja kantopuuta sekä edellä mainituista tehtyä haketta ja mursket-ta. Energiapuu käytetään energiatuotantoon.(Bioenergia.fi).

Hake: On tietynkokoisiksi palasiksi haketettu puubiomassa, joka on valmis-tettu mekaanisesti terävillä työkaluilla (Bioenergia.fi).

Harvennusenergiapuu: Energiapuuharvennukselta tai harvennushakkuulta korjattava energiapuu. Korjuu voidaan toteuttaa kokopuun korjuuna tai ran-kapuun korjuuna. Kokopuu tarkoittaa karsimatonta runkoa tai rungonosia. Rankapuu on karsittu runko tai pölkky, joka ei yleensä täytä ainespuulle ase-tettuja vaatimuksia. (Bioenergia.fi).

Metsähake: On yleisnimitys metsästä energiakäyttöön tuleville hakeille (Bioenergia.fi).

Nuoren metsän hoito: Käsitteenä nuorten metsien hoito käsittää taimikon-hoidon, nuoren kasvatusmetsän harvennuksen ja laatupuiden pystykarsinnan eli se on yleiskäsite näille toimenpiteille (Metsäkeskus Pirkanmaa).

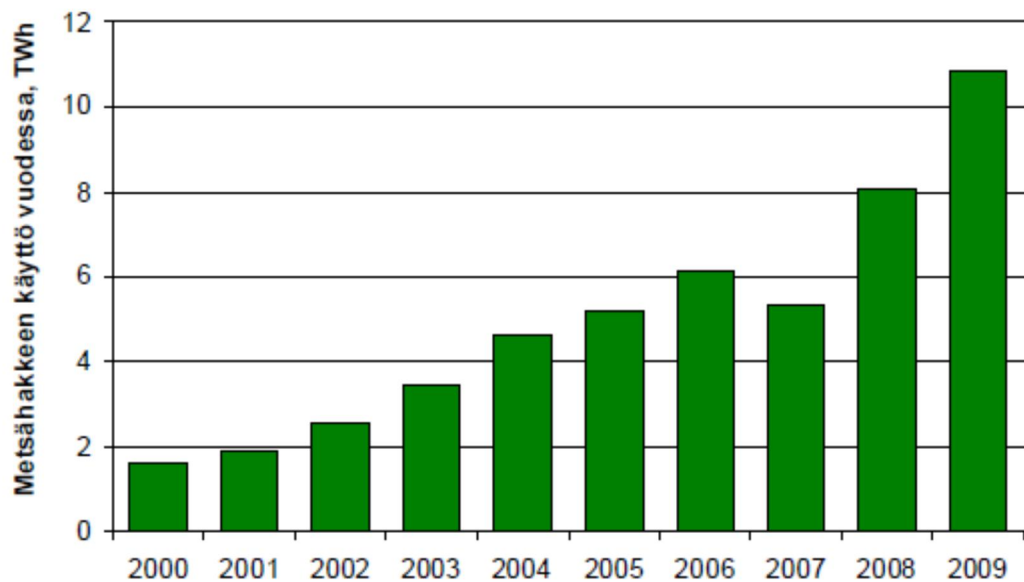
2. METSÄENERGIAN MERKITYS SUOMELLE

Energiaomavaraisuuden lisääminen on yksi keskeisimmistä tavoitteista Suomen energiastrategiassa. EU velvoittaa nostamaan uusiutuvan energian osuuden loppukäytöstä 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Uusiutuvan energian osuus loppukäytöstä oli 28,5 % vuonna 2005. Määrän tulisi nousta tuosta tasosta 9,5 %. (Elinkeinoministeri Mauri Pekkarisen esitys 20.4.2010, 3.)

Uusiutuvien energialähteiden osuutta on pyritty kasvattamaan kuluneen vuosikymmenen aikana, ja Suomi on sitoutunut laadituissa ilmast sopimuksissa vähentämään fossiilisia polttoaineita ja lisäämään korvaavia energiamuotoja. Korvaavia energiamuotoja suunniteltaessa on Suomen kohdalla tärkeimpänä tullut esiin metsät ja potentiaali, joka niissä on vielä suurelta osin käyttämättä. Suomen metsät voivat hyvin ja kasvavat vuosittain enemmän kuin koskaan aiemmin. Metsissä olevan raaka-aine puun hyötykäyttöön saamiseen liittyy paljon mahdollisuuksia, mutta myös haasteita, joita metsäsektorin puolella on lähdetty laajalla rintamalla ratkomaan, jotta sitouduttuihin kansallisiin tavoitteisiin päästäisiin.

Yhtenä keskeisimmistä keinoista tässä prosessissa on energiapuu, sen käytön lisääminen ja kilpailukyvyyn parantamien verrattaessa muihin energiamuotoihin. Suomi on sitoutunut EU:n ilmasto- ja energiastrategiaan pohjautuvassa uusiutuvan energian kehittämistavoitteessaan nostamaan metsähakkeen käyttömääriä selvästi. Tavoitteena on nostaa metsähakkeen vuotuinen käyttömäärä 13–16 miljoonaan kiintokuutiometriin vuoteen 2020 mennessä. Tämä on yli kaksi kertaa enemmän kuin nykyhetken käyttömäärä. (Toivonen 2010, 3.)

Kuviosta 1 nähdään metsähakkeen käyttömäärän lisääntyminen lämpö- ja voimalaitoksissa 2000-luvulla. 1 TWh=0,5 milj. m³ haketta.

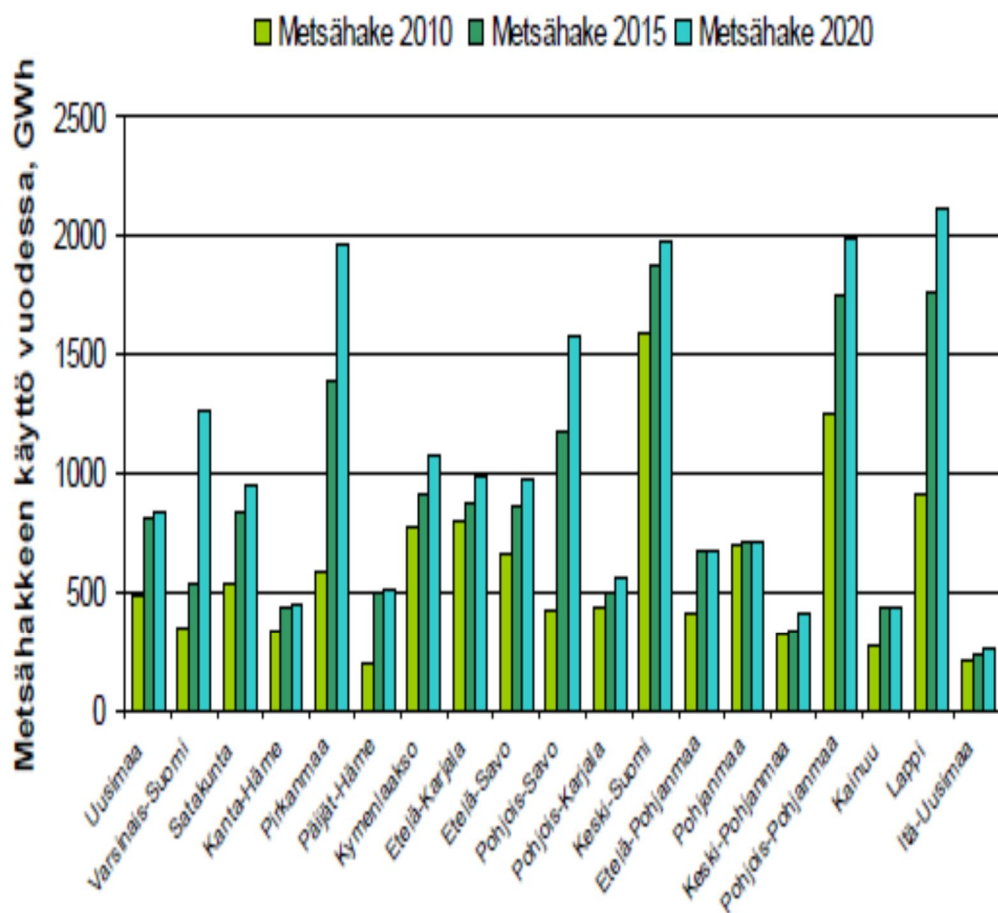


Kuvio 1. Metsähakkeen käytön kehittyminen lämpö- ja voimalaitoksissa 2000-luvulla (Ylitalo 2010, 7).

Edellytykset kasvulle ja tavoitteisiin pääsemiseen ovat olemassa. Vajaassa kymmenessä vuodessa metsähakkeen käyttöpaikkojen määrä on kasvanut sadoilla. Näistä uusista laitoksista suurin osa on metsäteollisuuden ulkopuolisia, kunnallisia kaukolämpölaitoksia. Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon laitokset ovat myös lisänneet osuuttaan. Suurin osa lämpö- ja voimalaitosten käyttämästä metsähakkeesta on peräisin päätehakkuiden latvusmassasta ja kannoista. Nuorten metsien pienpuun osuus on jäänyt neljännekseen, mutta sen osuutta pyritään nostamaan. Kasvattamalla metsähakkeen hankintaa nuorista metsistä voidaan vähentää suhdannevaihtelua, jota varsinkin päätehakkuiden kohdalla on eri vuosien välillä suuresti. Tällä saadaan vakiintumaan metsähakkeen käyttäjien polttoainehuoltoa. Potentialiaalia on olemassa, sillä metsäntutkimuslaitoksen laskelmien mukaan varttuneista taimikoista ja

nuorista kasvatusmetsistä voitaisiin korjata energiapuuta 6–7 miljoonaa kuutiometriä. (Anttila-Asikainen 2009, 55.)

Kuviosta 2 nähtävissä metsähakkeen käyttöarviot eri maakunnissa vuosina 2010–2020. Tulokset ilmoitettu kuviossa gigawattitunteina. 1 Gwh=500 m³ metsähaketta.



Kuvio 2. Metsähakkeen käyttöarviot eri maakunnissa vuosina 2010, 2015 ja 2020 (Laitila ym. 2010, 22).

3. KESTÄVÄN METSÄTALouden RAHOITUSLAKI

Kestävän metsätalouden rahoituslain eli Kemera-avulla rahoitetaan toimia, joilla Suomen metsien hyvinvointia ja käyttömahdollisuuksia parannetaan. Näitä toimenpiteitä ovat puuntuotannon ja energiapuun käytön edistäminen, metsien biologisen monimuotoisuuden ylläpitäminen, metsäluonnon hoitohankkeet ja muut edellä mainittuja tukevat edistämistoimet. Lain periaatteena on että tukea myönnetään vain yksityiselle maanomistajalle. Poikkeuksen tähän tekevät energiapuun korjuu ja haketus, metsäluonnon hoitohankkeet ja juurikäävän torjunta, joissa tuensaaja voi olla yhteisö tai ammatinharjoittaja. Tuen pitää näissäkin tapauksissa edistää yksityisten maanomistajien metsien hoitoa ja käyttöä. Yksityisiksi maanomistajiksi luetaan luonnolliset henkilöt, näiden perustamat yhteisöt, säätiöt, kuolinpesät sekä yhteismetsät, joiden pääasiallisena tarkoituksena on maatila- tai metsätalouden harjoittaminen. (Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta. (11.5.2007/544.)

Kemera-tuen myönnön edellytyksenä on etukäteen tehty suunnitelma. Poikkeuksen tähän muodostavat nuoren metsän hoito, energiapuun korjuu, juurikäävän torjunta ja kulotus, joista vaaditaan vain selvitys työn toteuttamisesta valmistumisen jälkeen. Kemera-tukea haettaessa tilakohtaisesta ajan tasalla olevasta metsäsuunnitelmasta on hyötyä. Sen puuttuminen alentaa yleensä vyöhykekohtaista tukea 10 prosenttiyksiköllä. (Koistinen 2011.)

Tukea määritettäessä Suomi on jaettu kolmeen eri tukivyöhykkeeseen. Kasvillisuudessa, olosuhteissa, metsien kasvussa ja rakenteessa on suuria eroavaisuuksia verrattaessa eteläistä ja pohjoista Suomea. Nämä tukivyöhykkeet muodostuvat siten, että vyöhykkeen yksi muodostavat Etelä- ja Keski-Suomi, vyöhykkeen kaksi muodostavat Pohjanmaa, Kainuu, Pohjois-Karjala ja Oulun lääni pois lukien Koillismaan kunnat. Tukivyöhykkeeseen kolme jäävät Lapin lääni ja Oulun läänin kunnat Pudasjärvi, Taivalkoski ja Kuusamo. (Metsänomistajien Liitto Pohjois-Suomi.)

Tukialueelle yksi tukea saa 50%, tukialueelle kaksi 60% ja tukialueelle kolme 70% hoitotyön keskimääräisistä laskennallisista kustannuksista. Metsänomistaja saa tukea omatoimiselle tai ulkopuolisella teetetylle työlle, ja työt ovat hänelle verovapaata tuloa. Tukeen oikeuttavan kohteen tulee olla vähintään yhden hehtaarin suuruinen, mutta se voi muodostua useammasta metsikkökuvioista. Metsänomistaja hakee tuen metsäkeskukselle jätettävällä hakemuksella työn tehtyään. Hakemukseen on liitettävä toteutusselvitys tehdystä työstä. Tuen myöntämisen ehtoina ovat myös tarkat vaatimukset poistettavan puuston vähimmäislukumääristä ja läpimitoista. Tukea ei myönnetä, jos metsänhoidolliset perusteet eivät toteudu eli tukea ei saa tarpeettomaan metsän siistimiseen. (Koistinen 2011.)

Kemera-tukikelpoisessa taimikonhoidossa tulee poistuman Pohjois-Suomessa olla vähintään 2000 kpl/ha ja kasvatettavaksi puustoksi tulee jäädä puulajista riippuen 1600–2500 kpl/ha. Metsänomistaja saa Kemera-tukea omalle työlleen tukivyohtyhykkeellä kolme 130,20 €/ha ja erityisen vaikeissa taimikonhoitokohteissa 189 €/ha. Kun työn tekee ulkopuolinen työvoima, on vastaavien tukien määrä 194,60 €/ha ja 294,70 €/ha. (Koistinen 2011.)

Nuoren kasvatusmetsän harvennus kohdistuu jo järeytymään alkaneeseen puustoon ja sen avulla saadaan parannettua puuston kasvua ja laatua. Kemera kelpoisessa kohteessa tulee poistuman olla vähintään 1000 kpl/ha ja poistettavien puiden kantoläpimitan tulee olla vähintään 4 cm. Puulajista riippuen puustoa tulee jäädä 1000–2000 kpl/ha ja läpimita rinnankorkeudelta alle 16 cm. Metsänomistaja saa Kemera-tukea omalle työlleen 189 €/ha, ja tuen suuruus on 294,70 €/ha, kun työn tekee palkattu työvoima. Edellä mainitut tuet edellyttävät, että metsänomistajalla on voimassaoleva metsäsuunnitelma, muuten tuet ovat 10 % matalammat. (Koistinen 2011.)

Energiapuunkorjuuta ja haketusta tuetaan myös Kemera-varoin. Korjuutukea saa, kun nuoren metsän hoitokohteelta energiakäyttöön menevän puun

osuus on vähintään 20 m³. Korjuutuki on 7 €/kiintokuutiometri ja haketuksen tuki 1,70 €/haketettu irtokuutiometri. Tuen saamisen edellytys on toteutusselvitys hoitohankkeen valmistuttua. Tukea saa myös toteutusselvitykseen. Selvityksen tekijän täytyy olla ulkopuolinen ja ammattitaitoinen esimerkiksi metsäkeskuksen tai yhdistyksen edustaja. Hoitohankkeeseen tukea saa alle 2,6 hehtaarin kohteelta enintään 46,50 €/ha ja suuremmalta 78 €/ha + energia-puuksi korjatulta alueelta 4,60 €/ha. (Koistinen 2011.)

Kemera- tuen ongelmana on ollut määrärahojen riittämättömyys ja tuki onkin loppunut useasti kesken vuoden. Vuonna 2010 metsäkeskuksilla oli käytettävissä Kemera-tukea 80 miljoonaa euroa. Se ei kuitenkaan riittänyt, vaan tukea jäi maksettavaksi alkavan vuoden budjetista 16,9 miljoonaa euroa. Tuen tarvetta lisäävät kasvavat työmäärät nuoren metsän hoidossa ja energiapuukorjuussa. (Metsälehti.)

4. NUOREN METSÄN HOITO

4.1 Miksi nuoria metsiä kannattaa hoitaa?

Taloudellinen näkökohta on tietenkin näistä yksi tärkeimmistä. Metsien hoito työllistää ihmisiä ja tuottaa näin palkka- ja verotuloja. Vaikka nuoren metsän hoidolla tarkoitetaan lähinnä metsänhoidollisia toimenpiteitä, on se myös taloudellinen satsaus tulevaisuuteen. Hoidettu metsä järeytyy nopeammin ja tuottaa parempilaatuista puuta. Näin saadaan sahoille hyvää raaka-ainetta ja metsänomistaja saa paremman hinnan myymästään puusta.

Myös muita metsän käyttäjäryhmiä ajatellen metsien hoito kannattaa. Marjastus, metsästys, sienestys ja retkeily helpottuvat, kun ei tarvitse raivata tietänsä läpi ylitiheän risukon (Kuvio 3.). Liikkuminen hyvin hoidetussa metsässä on antoisampaa, kun on näkyvyyttä, ja ympäristöstä voidaan tehdä paremmin havaintoja. Näin saadaan aktivoitua ihmisiä liikkumaan luonnossa ja lisättyä suomalaisten fyysistä ja henkistä hyvinvointia. Nuorten metsien osuus metsämaasta on kasvussa, ja esimerkiksi Kuusamossa osuus on jo yli 60 % kokonaisalasta (Metsänhoitoyhdistys Kuusamo). Tämä vaatii satsauksia, jotta metsät tulisivat hoidetuiksi ja tuottaisivat laadukasta raaka-ainetta myös tulevaisuudessa.

Opinnäytetyössä energiapuun ohella tutkittiin nuoren metsän hoidon eli varsinaisen taimikonhoidon ja nuoren metsän harvennuksen tarvetta. Mittauksissa selvisi, että toimenpiteiden tarvetta jo hoidettujen metsien jälkeen jäi n. 25 % pinta-alasta. Varovaisesti arvioituna tämä tarkoittaisi, että satoja hehtaareja metsää jää vuosittain jo pelkästään Kuusamon alueella hoitamatta. Tutkimusta tukevaa tietoa on saatu valtakunnan metsien inventoinneista. Valtakunnan metsien yhdeksännnen inventoinnin mukaan näiden hankkeeseen kuuluvien kolmen yhdistyksen alueella ensiharvennettavaa on vuosittain noin 6000 ha, kun taas toteutuneet määrät ovat jääneet n. 2000 hehtaariin (Energiapuu euroiksi -hanke 2009–2011, 3). Uhkakuvana on, että määrät tulevat

vielä tulevaisuudessa kasvamaan, kun metsää omistava väestö ikääntyy ja yhä useampi metsänomistajista asuu eri paikkakunnalla, kuin missä hänen metsät sijaitsevat.



Kuvio 3. Hoitamaton nuori metsä Kuusamossa (Kuva: Juha Pitkänen).

4.2 Taimikonhoito

Vallitsevien metsänhoitosuositusten mukaan taimikonhoito tehdään puuston ollessa 4–7 metrin pituudessa. Toteutusajankohtaan vaikuttavat kasvatettavaksi valittu puulaji, tiheys, puuston laatu, kasvupaikka ja sijainti. Varsinkin runsailla hirvialueilla taimikonhoito tulisi suorittaa vasta siinä vaiheessa, kun puusto ei ole enää alttiina hirvituhoille. Taimikonharvennuksessa valitaan kasvatettava puusto, jota kasvatetaan siinä tiheydessä ainespuun kokoiseksi. Harvennuksessa poistetaan kilpailevan lehtipuuston lisäksi pääpuulajin heikkolaatuisimmat yksilöt. Tavoitetiheys taimikonharvennuksen jälkeen on 1600–2500 kpl/ha puulajista ja kasvupaikasta riippuen. (Hynynen 2008, 179.)

Puulajivalinnassa voidaan käyttää nyrkkisääntönä, että kuusta ja koivua kannattaa kasvattaa ja suosia viljavimmilla alueilla ja mäntyä karuilla kasvupaikoilla. Energiapuuta on tuonut viime vuosina yhden kasvatusvaihtoehdon lisää. Jos tavoitteena on korjata energiapuuta, kasvatetaan taimikko selvästi tiheämpänä eli taimikonhoidon jälkeen tulisi kasvatettavaa puustoa olla 3000–5000 kpl/ha. Puulajisekoituksia kannattaa suosia sopivilla kasvupaikoilla. Siemensyntyiset koivut sopivat kasvatettavaksi havupuiden kanssa, mutta niitä ei kannata jättää yli 10 % kokonaismäärästä, jos pääpuulajia on tarvittava määrä. Jaloja lehtipuita kannattaa jättää lisäämään monimuotoisuutta mutta männynversoruosteen välttämiseksi haavat tulisi poistaa mäntytaimikoista.

Taimikonhoidon kustannuksiin vaikuttavat monet tekijät, ja ero kahden samankokoisen taimikonhoitokohteen välillä voi olla moninkertainen. Vuonna 2008 taimikonhoito maksoi yksityismetsissä keskimäärin 350 euroa hehtaarilta. Tähän summaan sisältyvät suunnittelu- ja työnjohtokulut. Kohteen sijainti, maasto, puuston määrä ja ennen kaikkea työn ajoitus ovat vaikuttamassa kustannusrakenteeseen. Viiden vuoden myöhästyminen taimikonhoidossa voi nostaa hehtaaritaksaa sadoilla euroilla. (Riikilä 2010, 20–21.)

Metsänomistajan teettäessä taimikonhoidon vieraalla jää maksettavaa yleensä jonkin verran hehtaaria kohden, vaikka kohde olisikin Kemera-tukikelpoinen, mutta korvautuu yleensä jo ensiharvennusvaiheessa. Kun taimikonhoito tehdään ajallaan, niin ensiharvennusvaihetta voidaan viivästyttää. Metsä saa järeytyä eli saadaan lisättyä laatua, määrää ja parannettua korjuujälkeä. Metsänomistajalle tämä tietää parempaa hakkuutuloa. Hoitamattomalle ja ylitihedelle kohteelle joudutaan menemään monesti menemään ensiharvennuksen kannalta liian varhaisessa vaiheessa. Liian tiheässä metsässä puut alkavat riukuuntua ja syntyy kasvatappioita. Korjuu on näillä kohteilla vaikea suorittaa ja korjuukertymät, laatu ja korjuujälki jäävät heikoiksi. Hakkuutulot jäävät myös pieneksi, joten vaikutus näkyy myös metsänomistajan saamaan tuottoon metsästään. (Huuskonen 2010.)

4.3 Nuoren kasvatusmetsän harvennus

Nuoressa kasvatusmetsässä puuston keskiläpimitta on yli 8 cm mutta alle 16 cm. Havupuuvaltaisissa metsiköissä valtapituus on yli 7 metriä ja koivikoissa vähintään 9 metriä. Tyypillisimmillään nuoren kasvatusmetsän harvennuskohteessa taimikon hoito on jäänyt tekemättä tai se on tehty huonosti ja joudutaan tekemään aikaistettu ensiharvennus. Kertyvän myyntipuun määrä jää näissä kohteissa niin pieneksi, ettei se kata korjuukustannuksia ja koneellinen korjuu on monesti mahdotonta suorittaa ilman ennakkoraivausta (Metsänhoitoyhdistys Keskipohja).

Ennakkoraivauksen tarkoituksena on poistaa hakkuuta haittaava alikasvos, ja parantaa koneellisen korjuun tulosta. Nuori kasvatusmetsä voidaan myös hoitaa energiapuuharvennuksena. Harvennuksen tai ennakkoraivauksen yhteydessä poistettava puusto voidaan kerätä osittain tai kokonaisuudessaan energiapuuksi. Metsänomistaja voi myös omatoimisesti hoitaa metsän. Siihen ei vaadita etukäteen tehtyä suunnitelmaa. Se on järkevä vaihtoehto, jos kohteelta kertyvä myyntikelpoinen puumäärä jää pieneksi.

5. ENERGIAPUU

5.1 Energiapuun korjuu harvennusemetsistä

Energiapuuta voidaan korjata nuorista kasvatusmetsistä, varttuneilta taimikoilta tai uudistushakkuualoilta. Nuorista metsistä kerätty energiapuu on arvokas lisä, joka toimii kannustimena kohteille, jotka jäisivät monesti muuten hoitamatta. Metsänhoidollinen tila saadaan hoidettua kuntoon ja kustannukset eivät muodostu esteeksi, kun kohteelta saadaan kerättyä myyntikelpoista puuta. Energiapuusta on muodostunut maanomistajille uusi myyntiartikkeli, jota voidaan hyödyntää vaarantamatta ainespuun kauppaa ja käyttöä.

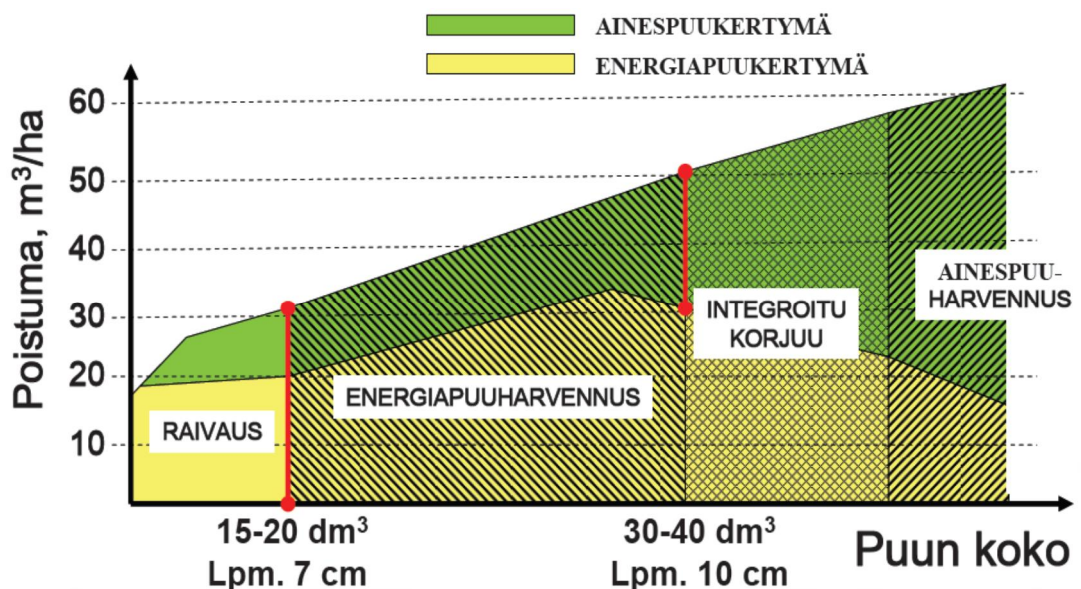
Nuorten metsien suhteellinen osuus kasvaa siirryttäessä etelästä pohjoiseen päin, joten valtakunnallisesti ajateltuna suurin energiapuupotentiaali löytyy Pohjois-Suomesta. Pohjois-Suomessa ongelmana on pienemmät korjuukertymät hehtaaria kohden. Teoreettisesta energiapuupotentiaalista vain osa on taloudellisesti kannattavaa korjata. Suomelle on asetettu kovat tavoitteet uusiutuvan energian osalta. Energiapuumäärä olisi kaksinkertaistettava, ja tämä vaatii panostusta varsinkin nuorista metsistä korjattavan pienpuun osalta. Tämän tavoitteen saavuttaminen vaatii metsänomistajien aktivoimista, potentiaalisten kohteiden saamista korjuuseen ja energiapuusta maksettavan hinnan vakiintumista tarpeeksi korkeaksi. (Riipi-Tanttu 2008, 13.)

5.1.1 Energiapuun harvennuskohteen kriteerit

Energiapuun korjuun kiinnostusta ovat laskeneet matalat tuntituotokset verrattuna muuhun puunkorjuuseen. Kalustoa ja menetelmiä on kehitetty, mutta korjuun kannattavuus on edelleen sidoksissa energiapuulle myönnettyihin tukiin. Tehokkuuden ja samalla myös kannattavuuden kannalta on merkitystä leimikon hehtaarikertymällä, runkojen koolla, lähikuljetusmatkalla ja korjuukohteen suuruudella. Kun leimikon ja korjattavien puiden koko kasvaa ja lähi-

kuljetusmatka lyhenee, niin korjuun kannattavuus luonnollisesti paranee. (Bioenergiaprojekti 2009, 3.)

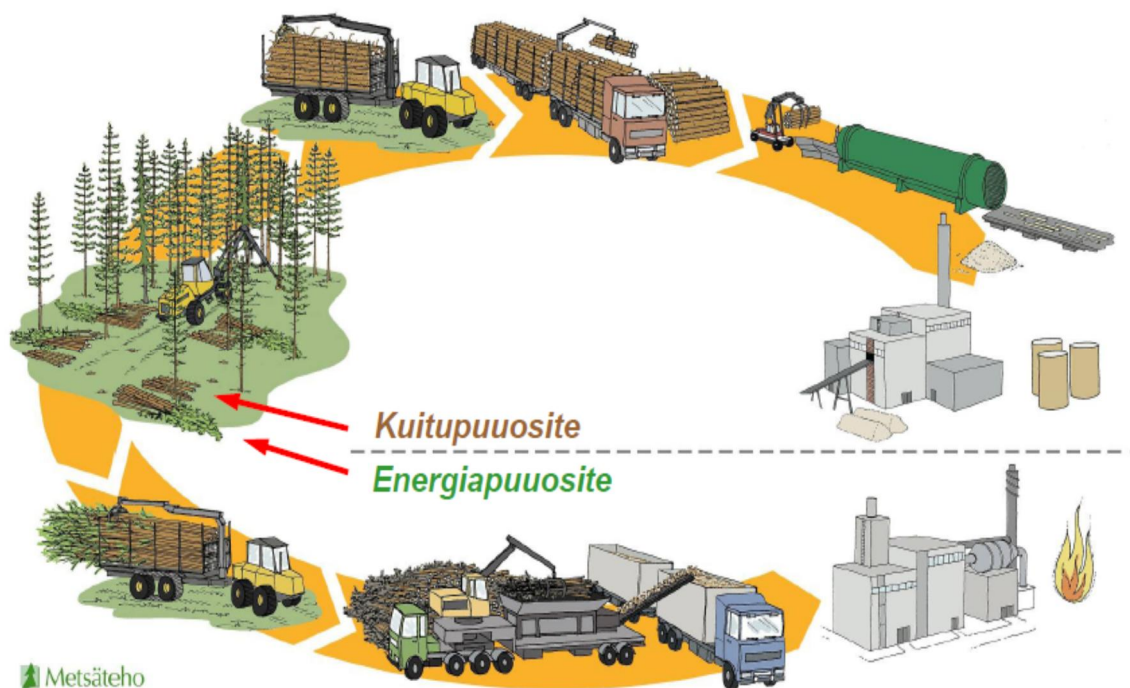
Tyypillinen nuoren kasvatusmetsän energiapuukohde on männikkö, jossa kasvaa seassa runsaasti lehtipuuta ja taimikonhoito on jäänyt tekemättä. Metsänhoidollinen tila on heikko ja vaatii toimenpiteitä. Ylitiheydestä johtuen puut ovat alkaneet karsiutua eivätkä ne pääse järeytymään. Ainespuun korjuun kannalta kertymät jäävät pieniksi ja kannattavuus kärsii. Energiapuuharvennus on monesti näillä kohteilla taloudellisesti ja metsänhoidollisesti normaalia ainespuukorjuuta järkevämpi vaihtoehto (Kuvio 4).



Kuvio 4. Aines- ja energiapuun rajanveto leimikkotasolla (Tanttu 2008)

Jos ensiharvennuskohteen ainespuukertymä jää alle 20 m³/ha, mutta energiapuuksi soveltuvaa puuta on reilusti, niin metsänomistajan kannattaa selvittää mahdollisuus kohteen hoitamiseen energiapuuharvennuksena. Vaihtoehtona on myös integroitu korjuu, jolloin kohteelta kerätään ainespuuta ja energiapuuta. Integroitu korjuu on lisännyt suosiotaan ensiharvennusleimikoissa korjuuseen soveltuvan konekannan yleistyessä. Integroidun korjuun tavoitteena on lisätä metsähakkeen raaka-ainehankintaa perinteisten ensiharven-

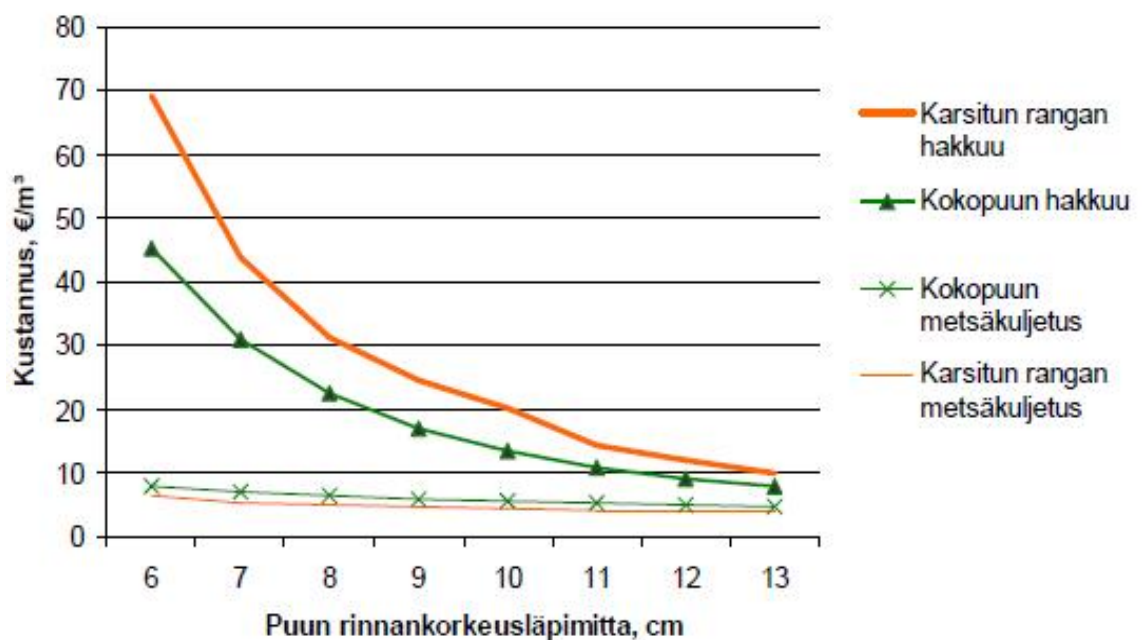
nusten puolelle ja pienentää kokonaiskustannuksia. Käytetyin menetelmä on hakata ainespuu omaan kasaansa ja latvat ja ainepuuksi kelpaamaton harvennuspuu toiseen kasaan (Kuvio 5). Energiapuuksi menevä harvennuspuu voidaan korjata kokopuuna tai karsittuna rankana. Kokopuun korjuuta ei suositella karuille tai ravinnehäiriöistä kärsiville kasvupaikoille. (Laitila-Leinonen-Flyktman-Virkkunen-Asikainen 2010.)



Kuvio 5. Aines- ja energiapuun integroitu korjuu (Kärhä, Högnäs, Kumpare, Kovettu & Mutikainen 2009).

Korjattavien runkojen koolla on suuri merkitys mietittäessä korjuun kannattavuutta. Vaikka harvennukselta kertyisikin määrällisesti paljon runkoja, voi sen koneellinen korjaaminen olla mahdotonta. Kannattavalla korjuukohteella poistettavien runkojen keskijäreys tulisi olla 20–40 litraa ja poistettavia runkoja vähintään 2000 kpl/ha (Peura 2009).

Kuviosta 6 on nähtävissä, miten poistettavien runkojen koko vaikuttaa korjuukustannuksiin. Hakkuun osalta kustannukset nousevat jyrkästi, kun puun rinnankorkeusläpimitta jää alle kahdeksan senttimetrin. Metsäkuljetuksen kustannukset laskevat myös hakattujen puiden koon kasvaessa mutta vaikutukset pienemmät, kuin hakkuukustannuksissa.



Kuvio 6. Kokopuun ja rangan korjuukustannukset (Heikkilä ym. 2005, Laitila ym. 2008).

Käytännössä energiapuuleimikolla poistettavien runkojen rinnankorkeusläpimitta tulisi männyillä olla vähintään 7 cm ja keskipituus 7 metriä, eli riukumetsiin ei kannata mennä energiapuuta korjaamaan. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että kannattava energiapuuleimikko on kooltaan vähintään 2 ha, ainespuukertymä jää alle 20 m³/ha ja energiapuuta kertyy ainakin 30 m³/ha. Lähi-kuljetusmatka tulisi normaalitapauksissa jäädä alle 500 metriin, mutta leimikon koon kasvaessa, voi korjuu olla kannattavaa kauempaakin. (Riipi-Tanttu 2008, 25–28.)

Taulukosta 1. on nähtävissä runkotilavuuden kehitys eri puulajeilla rinnankorkeusläpimitan ja pituuden kasvaessa. Tilavuudet on ilmoitettu litroina. 1000 litraa=1 m³

Taulukko 1. Kertymän arviointi (Metsäteho)

Rinnankorkeus lpm / pituus	MÄNTY		KUUSI		KOIVU	
	kokopuu	karsittu	kokopuu	karsittu	kokopuu	karsittu
5 cm / 5 m	8	6	12	5	7	5
7 cm / 7 m	20	15	25	14	16	13
9 cm / 9 m	39	31	48	30	33	27
11 cm / 11 m	66	55	80	54	58	49
13 cm / 13 m	104	89	126	89	95	80

5.1.2 Energiapuuharvennuksen suunnittelu ja toteutus

Ennakkoraivauksella parannetaan koneellisen korjuun tuotosta ja korjuujälkeä. Sitä suositellaan kohteille, jossa on runsaasti kantoläpimitaltaan alle 4 senttimetrin puustoa. Ennakkoraivaus toteutetaan näkemäraivauksena, jonka tarkoituksena on parantaa hakkuukoneenkuljettajan näkymää energiapuukertymää alentamatta.

Energiapuuharvennuksen tavoitteena on parantaa puuston kasvua, laatua ja vastustuskykyä erilaisia tuhoja vastaan. Harvennuksessa kasvamaan jätetään metsikön parhaat valta- ja lisävaltapuut. Mutkaiset, lengot, haaroittuneet ja paksuksaiset puut pyritään poistamaan ja jäävälle puustolle annetaan mahdollisuus kehittyä rungoltaan hyvälaatuisiksi tukkipuiksi. (Koistinen-Kuusinen-Äijälä 2010, 19.)

Kuviossa 7 on nähtävissä hoitamaton kohde energiapuuharvennuksen jälkeen. Samalta kohteelta on kuviossa kolme näkymä ennen energiapuuharvennusta.



Kuvio 7. Nuoren metsän hoitokohde energiapuuharvennuksen jälkeen (Kuva: Juha Pitkänen)

Energiapuuharvennuksen toteutus on monesti normaalia ainespuukorjuuta haastavampaa. Puusto on pienempää, tiheämmässä ja näkyvyys huono. Varsinkin hoitamattomilla kohteilla harvennuksen toteuttaminen vaatii oikein mitoitettua konekalustoa ja rautaista ammattitaitoa työn suorittavalta yrittäjältä. Maasto- ja puustovaurioiden minimointi vaatii kohteen korjaamista korjuukelpoisuuden mukaan. Ajouravälin tulisi olla vähintään 20 metriä ja ajouran leveys 4–4,5 metriä. Riittävän leveät ja suorat ajourat sekä kantavuuden vahvistaminen oksa- ja runkokuulla vähentävät tehokkaasti elävän puuston korjuuvaurioita. Puuston kasvaessa tuppaisa joudutaan poistettavia puita

katkaisemaan pitempään kantaan, jotta ei vahingoiteta jäävää puustoa. (Leppistö 2010, 16.)

5.2 Energiapuukauppa ja sen lisäämisen haasteet

Energiapuun korjuumäärät ovat vuoden 2005 jälkeen kasvaneet nopeasti mutta tahti on nyt hidastumassa. Metsäntutkimuslaitoksen ennusteen mukaan energiapuun korjuumäärä on 6,3 miljoonaa kuutiometriä vuonna 2010 ja korjatun energiapuun määrä nousisi 7 miljoonaan kuutiometriin vuonna 2011. Ennusteiden mukaan kasvu siis jatkuisi myös kuluvan vuoden aikana mutta metsänhoitoyhdistyksiin lähetetyn kyselyn perusteella kasvu on taittumassa. Energiapuun korjuumäärien arveltiin jopa vähenevän joissakin kyselyyn vastanneista metsänhoitoyhdistyksistä. (Palokallio 2010, 11.)

Energiapuukauppaa on vasta käynnistetty osassa Suomen kunnista ja toisin paikoin kauppaa on käyty jossain muodossa vuosikymmeniä. Tilanne ja kokemukset vaihtelevat siis eri puolilla maata paljonkin. Energiapuusta maksettavassa hinnassa ja hinnoitteluperusteissakin on suuria paikallisia eroja. Tämä on aiheuttanut metsänomistajissa epätietoisuutta ja osaltaan jarruttanut energiapuukaupan kehittymistä.

Energiapuukaupasta on puuttunut samanlainen vakiintunut hinnoitteluperuste, kuin ainespuukaupassa on. Yleisin käytössä oleva korvausperuste on kiintokuutioihin perustuva. Se on metsänomistajalle selkein vaihtoehto. Energiapuukaupassa käytetään myös irto- ja pinokuutioita. Energiapuun harvennuksessa pienpuun hinta voi määräytyä myös energiasisällön, korjuualan pinta-alan tai ainespuun kertymäarvion mukaan. Latvusmassan ja kantojen kanssa korvaus maksetaan yleensä pinta-alaan perustuen tai hakattuun ainespuumäärään sidottuna. Kantojen arvon määrittelyä hankaloittaa, että tavallisesti maanmuokkaus sisältyy samaan loppulaskuun kantojen noston kanssa. (Palokallio 2010, 11.)

Energiapuun käytön lisäämisessä kunnollisen raaka-aineen saatavuus ja ta-saisuus ovat tärkeässä roolissa. Etelä-Savossa tehtiin hiljattain tutkimus energiapuusta, jossa yhtenä osa-alueena oli metsänomistajakysely. Tutki-muksessa selvisi, että aktiivisimmin energiapuuta tarjoavat myyntiin yli 100 hehtaaria metsää omistavat ja maaseudulla asuvat metsänomistajat. Vähiten energiapuuta tarjoavat myyntiin kaupunkilaismetsänomistajat. Heidän akti-voimisensa on edellytyksenä, mikäli energiapuukauppaa halutaan vauhdittaa. (Mynttinen 2010.)

Tutkimukseen osallistuneet metsänomistajat haluaisivat tietää tarkemmin energiapuukorjuun metsänhoidollisista vaikutuksista. Iäkkäillä ja kaupunki-laismetsänomistajilla on eniten epäilyksiä energiapuun hinnoitteluperusteista ja korjuun metsänhoidollisista vaikutuksista. Tutkimuksessa energiapuu-markkinoiden suurimpina ongelmina nähtiin alhaiset hinnat, sekavat hinnoit-teluperusteet, kirjavat mittauskäytännöt, korjuun heikko kustannustehokkuus ja vaikeus löytää ostaja energiapuulle. (Mynttinen 2010.)

Metsähakkeen nykyisen käyttömäärän kaksinkertaistaminen vaatii kannatta-vaa ja nykyistä laajempaa energiapuun hankintaa. Tässä ovat avainasemas-sa metsänhoitoyhdistykset sekä kone- ja lämpöyrittäjät. Lämpöyrittäjyyttä edistämällä kasvatetaan metsähakkeen käyttömäärää ja luodaan edellytyksiä elinkeinotoiminnan harjoittamiselle kasvukeskusten ulkopuolellakin. Harven-nuksilta kerättävän energiapuun korjuukustannuksia tulisi saada alennettua, kuljettajien ammattitaitoa edistettyä, ammattitaitoisen työvoiman saatavuus turvattua ja luotua näin edellytykset toimivien korjuuketjujen muodostumisel-le. Energiapuusta maksettava hinta on olennaisessa osassa metsänomistaji-en aktivoinnissa, mutta lisäämällä neuvontaa ja tiedottamista, sekä selkiyttä-mällä hinnoittelua saadaan markkinoiden toimivuutta parannettua. (Riipi-Tanttu 2008.)

6. AINEISTO JA MENETELMÄT

6.1 Käytetty tutkimusmenetelmä

Tämän työn menetelmänä käytettiin tutkimuksellista opinnäytetyötä. Tutkimuksen lähtökohtana oli kartoitus, josta saatua tietoa analysoimalla saatiin vastaus tutkimusongelmaan. Tutkimus piti sisällään myös suunnittelua, tiedon keräämistä eri lähteistä, mittaamista, havainnointia ja raportointia. Maastotöiden osuus tiedon hankinnan ja ennen kaikkea tutkimuksen oikeellisuuden kannalta oli suuri. Maastosta tehtiin mittaukset ja havainnot, joiden perusteella energiapuukorjuuseen sopivat kohteet määriteltiin. Lisäksi jokaiselle kuviolle määritettiin maastossa toimenpide-ehdotus seuraavaksi 10 vuodeksi. Lisäksi maastossa saatiin tietoa puuston yleisestä kunnosta, metsänhoidollisesta tilasta, tehdyistä hoitotöistä ja niiden onnistumisesta. Maastossa tehdyt mittaukset ja havainnot energiapuukohteista tarkistettiin laskemalla teoreettinen korjuukertymä energiapuuharvennuksessa.

6.2 Tutkimusalue

Tutkimusalueeni kohdistui Itä- ja Pohjois-Kuusamon alueelle. Tutkimusalueen kokonaispinta-ala oli 313 hehtaaria, tiloja 33 kappaletta ja kuvioita 74 kappaletta. Tutkimuksen lähtökohtana oli vuoden 1980 metsänviljelyaineistot, joiden perusteella tutkimukseen mukaan tulevat tilat valittiin. Aineiston vanhuudesta johtuen osa viljelyaineistosta oli jo kadonnut, kartat puuttuivat, omistaja tai tilan nimi oli vaihtunut tai ei pystytty varmuudella todentamaan viljeltyä aluetta. Nämä epäselvät tapaukset jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle.

6.3 Koealojen valinta, inventointimenetelmä ja mittauskohteet

Tutkimusalueelle ei muodostettu kiinteätä koealaverkkoa alueen koon ja kuvioiden hajanaisuuden vuoksi. Inventointimenetelmänä käytettiin yksinkertaista satunnaista ympyräkoealainventointia. Se soveltui tutkimukseen parhaiten, koska tutkimuksen tarkoituksena oli käydä laaja aineisto läpi ja poimia

havaintojen perusteella ne kohteet, joissa voitaisiin suorittaa energiapuuharvennus. Näiltä kohteilta otettiin enemmän koealoja ja mitattiin tarkemmat puustotiedot.

Jokaiselta koealalta mitattiin vähintään runkoluku ja puulajeittain mediaanipuun pituus ja läpimitta. Lisäksi tehtiin havaintoja puuston tilasta ja tehdyistä taimikonhoidoista. Koealana käytettiin 3,99 metrin ympyräkoealaa, jolla tarkkojen tulosten saaminen onnistuu vielä tiheässäkin puustossa.

Potentiaalisilta energiapuukohteilta mittausta muutettiin ja mukaan otettiin lukupuiksi vain rinnankorkeudeltaan vähintään 4 cm:n puut. Valinta tehtiin silmämääräisesti, mutta rajatapaukset tarkistettiin mittaamalla. Tätä pienempien runkojen ei katsottu vaikuttavan enää hakkuukertymään ja todellisten runkoluku poistumien arviointi helpottui. Jokaisesta läpimitan täyttävästä puusta mitattiin rinnankorkeusläpimitta, merkattiin puulaji ja kaikkien puulajien mediaanipuusta mitattiin pituus.

6.4 Mittaustulosten käsittely ja analysointi

Hakkuukertymä saadaan arvioitua aika tarkasti, jos pystytään määrittämään poistuvan rungon keskimääräinen tilavuus. Kertymä saadaan tällöin rungon keskimääräisen tilavuuden ja poistuman runkoluvun tulona. Poistuman keskitunnusten määrittäminen on kuitenkin energiapuuharvennuksilla työlästä, koska puusto on tiheää ja pienikokoista.

Energiapuukertymät määritettiin koealoittain laskemalla poistuman runkoluku ja poistuman keskitunnukset. Kaikki energiapuuharvennukset korjataan tällä hetkellä Kuusamon metsänhoitoyhdistyksen alueella kokopuukorjuuna, joten aines- ja energiapuuosuuksia ei tarvinnut määrittää erikseen. Tilavuuksien laskennassa käytettiin apuna Laasasenahon laatimaa yksittäisen puun runkotilavuuskaavaa ja runkokäyräyhtälöitä sekä Metlan apulaskentapohjaa kokopuun tilavuuden määrittämistä varten.

7. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

7.1 Uudistamismenetelmät ja tulosten vertailu muihin tutkimuksiin

Uudistamisketjua tarkasteltaessa on huomionarvoista, että puulajina on kaikissa mänty, vaikka osa kuvioista on reheviä tuoreita kankaita ja kasvupaikka olisi soveltunut paremmin kuusen kasvatukseen. Tämä näkyi näillä kuvioilla puuston laadussa, ja monessa tapauksessa lehtipuut ovat etukasvaisina valanneet kasvutilan. Viljellyistä taimista vain murto-osa on selviytynyt kilpailusta ja kallis uudistamisketju on mennyt osittain hukkaan. Syy tähän männyn käyttöön koko viljelyalalla on yksinkertainen. Kuusen taimia ei ole ollut saatavilla ja viljelyyn on jouduttu käyttämään tarjolla olevia männyntaimia. Näillä kuvioilla viljelyn onnistumista olisi voitu parantaa taimikonvarhaisoidolla, jolloin olisi saatu kasvutilaa viljelytaimille ja vähennettyä kilpailevaa lehtipuustoa.

Maanmuokkauksena oli uudistamisessa käytetty aurausta ja 52 % oli istutettu taimilla ja 48 % kylvetty siemenillä. Energiapuukorjuuseen soveltuvia kohteita löytyi viideltä tilalta, kuvioita oli kahdeksan ja kokonaispinta-ala 21,5 hehtaaria. Pieni yllätys oli, että energiapuukohteista 76 % oli istutettuja ja kylvettyjen osuus jäi 24 %:iin. Energiapuukorjuuseen soveltuvia kohteita oli viidellä tilalla, kuvioita oli kahdeksan ja kokonaispinta-ala 21,5 hehtaaria.

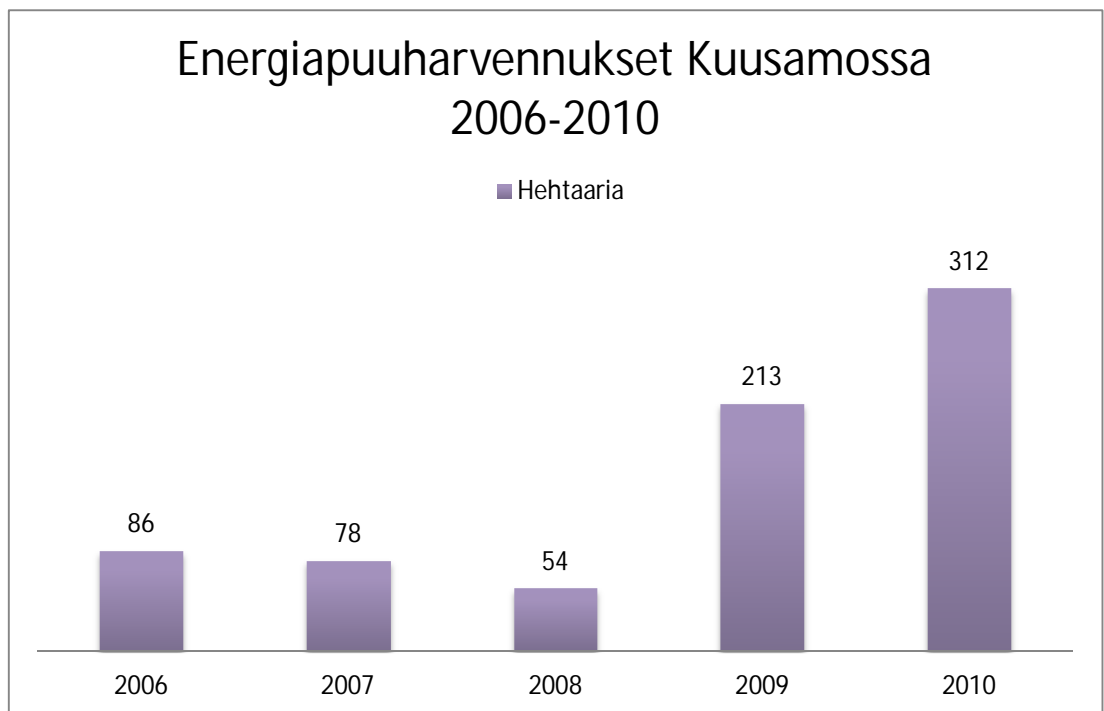
Energiapuukohteiden osuuden jääminen vähäiseksi vain 6,9 %:iin kokonaisalasta on ennako-odotuksia pienempi, kun sitä vertaa esimerkiksi taimikonhoidon tarpeeseen, jota on 80 hehtaaria eli 25 % kokonaisalasta. Kun vuosittaiset metsänviljelymäärät Kuusamon yksityismetsissä ovat 1500–2000 hehtaaria, niin tutkimuksen perusteella energiapuukorjuuseen soveltuvien kohteiden osuus jäisi 100–150 hehtaariin vuodessa. Jos keskimääräinen korjuukertymä olisi 50 m³/ha, olisi vuosittain yksityisten maanomistajien nuorista metsistä korjattavissa 5000–7500m³ energiapuuta. Määrät ovat selvästi pienemmät, kuin esimerkiksi selvitys alueen puuenergiavaroista antaa.

Kuusamo on valittu mukaan pilottialueeksi Metsäkeskus Pohjois-Pohjanmaan bioenergian edelläkävijät hankkeeseen. Hankkeessa on selvitetty alueen puuenergiavarat. Tutkimuksen mukaan on vuosittain käytettävissä metsäenergiaa 232 000 m³. Metsäenergiavaroihin luetaan nuorten metsien energiapuu, päätehakkuiden kuusten ja mäntyjen kannot ja hakkuutähteet sekä polttopuu. Tutkimuksen mukaan nuorten metsien energiapuun osuus on tästä 40 % eli noin 93 000 m³/vuosi. (Leiviskä-Lepistö 2011, 10.)

Kilpivaara (2009) tutki opinnäytetyössään nuorten metsien hoitotarvetta Kuusamon yksityismetsissä. Tutkimuksessa selvisi, että taimikonhoitomäärät ovat jääneet kauaksi tavoitetasosta. Tämän johdosta Kuusamon yksityismetsissä metsänhoidollinen painopiste siirtyy O2-kehitysluokan metsiin. Tämä on seurausta T2-kehitysluokassa tekemättä jääneistä taimikonhoidoista, joista hoitotarve on siirtynyt tai tulee siirtymään nuoriin kasvatusmetsiin. (Kilpivaara 2009.)

Kymmenes valtakunnan metsien inventointi antaa vuotuiseksi metsänhoitotarpeeksi nuorissa kasvatusmetsissä 5560 hehtaaria ja Metsäkeskus 2500 hehtaaria (Kilpivaara 2009). Todellinen tarve on varmasti jossain näiden arvojen välissä. Valtaosa tästä hoitotarpeesta korjataan normaaleina ensiharvennuksina. Ensiharvennusten määrä onkin kasvanut, kun se on keskimäärin ollut 660 ha/v, niin vuonna 2007 se oli n.900 hehtaaria ja vuonna 2008 ensiharvennuksia tehtiin 1270 hehtaaria (Metsänhoitoyhdistys Kuusamon vuosikertomus 2008). Korjuumäärää tulisi kuitenkin vielä lisätä, jotta hoitorästit saadaan kuriin.

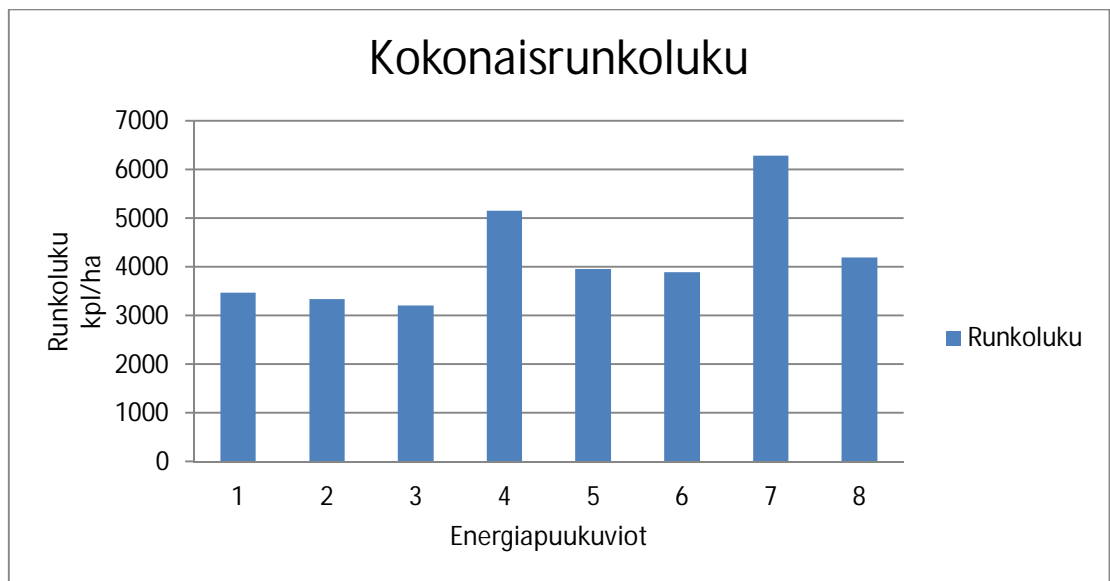
Potentiaalia energiapuukorjuuseenkin on varmasti olemassa. Jos kymmenennen valtakunnan metsien inventoinnin antamasta nuorten kasvatusmetsien vuotuisesta hoitotarpeesta 10 % korjattaisiin energiapuukorjuuna, tarkoittaisi tämä 550 hehtaaria vuodessa. Korjuumäärät ovatkin kasvaneet ja vuonna 2009 pinta-ala oli 213 hehtaaria ja vuonna 2010 312 hehtaaria (Kuvio 8.). Määrää voidaan varmasti tästäkin kasvattaa, koska korjuumäärät ovat olleet vuosikausia vähäisiä ja hoidon tarpeessa olevia kohteita on jäänyt rästiin.



Kuvio 8. Toteutusmäärät, energiapuun korjuutuki (Metsäkeskus Pohjois-Pohjanmaa 2011).

7.2 Tiedot energiapuukuvioilta

Tutkimuksen energiapuukuvioista kuudessa kasvupaikkatyypinä oli tuore kangas ja kahdessa kuivahko kangas. Runkoluku vaihteli 3200–6300 välillä (Kuvio 9.).



Kuvio 9. Energiapuukuvioiden runkoluku kuviokohtaisesti

Arvioitu runkojen poistuma näillä kuvioilla vaihteli 2000–5000 välillä, keskimääräiseksi poistumaksi muodostui 3000 runkoa hehtaarilta. Pienimmäksi arvioiduksi kokonaispoistumaksi saatiin 35 m³/hehtaarilta ja suurimmaksi 69 m³/hehtaarilta. Kokonaispoistuman keskiarvoksi muodostui 47 m³/hehtaarilta.

Puuston koko vaihteli suuresti energiapuukuvioittain. Lehtipuuvaltaisilla kuvioilla poistettavien runkojen keskikoko vaihteli 7 litrasta 33 litraan. Runkojen keskikoko jää liian pieneksi näillä kuvioilla ajatellen kannattavaa koneellista korjuuta. Runkojen keskikoko kasvoi, kun poistumaan tuli mukaan myös havupuuta ja poistuman keskijäreys nousi näillä kuvioilla yli 20 litraan. Tutkimuksen perusteella energiapuuharvennukset tulisi kohdistaa kohteisiin, jois-

sa taimikonhoito on jäänyt tekemättä ja runsaan lehtipuuston lisäksi kasvaa kuitupuun mitat täyttävää havupuustoa.

7.3 Toteutuneet hakkuut

Osalla tutkimuksen energiapuukohteista on toteutettu myös energiapuuharvennus. Tämä parantaa tutkimustulosta, koska arvioita esimerkiksi hakkuukertymästä voidaan verrata toteutuneisiin kertymiin. Näin saatiin tarvittavaa tietoa, kuinka luotettavaa kertymän arviointi on poistuman keskitunnusten avulla. Lisäksi toteutuneet hakkuut antavat lisätietoa siitä, minkä tyyppisiin kohteisiin energiapuukohteiden kartoitus ja korjuun toteutus tulisi suunnata.

Esimerkkikohteen kasvupaikkatyyppi on tuore kangas. Kuvio on uudistettu istuttamalla ja puulajina on käytetty mäntyä. Kuvion pinta-ala on 4,4 hehtaaria. Kuviolla kasvaa mänty-koivu-sekapuumetsä ja kokonaisrunkoluku ennen harvennusta oli 3220 kappaletta hehtaarilla. Puuston valtapituus ennen harvennusta oli 10 metriä. Tuoreen kankaan kasvupaikkatyyppin suositeltu kasvatustiheys on nuorelle metsälle energiapuuharvennuksen jälkeen 1000–1400 kappaletta hehtaarilla. Kertymää arvioitaessa määritettiin jääväksi puustoksi 1200 kpl/ha, jolloin hehtaaripoistumaksi tulee 2020 kpl/ha. Hakkuukertymäksi määritettiin poistuman keskitunnusten avulla 68,9 kuutiometriä hehtaarilta. Poistettavien puiden keskijäreudeksi tuli 34 litraa. Laskennalliseksi kokonaiskertymäksi leimikolle saatiin 303 kuutiometriä.

Korjuun toteutuksessa leimikon pinta-ala kasvoi 5 hehtaariin, kun korjuuseen otettiin lisäksi pieni alue toisesta kuviosta. Metsäneuvojan tekemä arvio hakkuukertymästä oli 250 kuutiometriä eli 50 kuutiometriä hehtaarilta. Todelliseksi hakkuukertymäksi tuli 318 kuutiometriä eli 63,6 kuutiometriä hehtaarilta. Poistuman keskitunnusten avulla laskettu hakkuukertymä antoi liian suuren tuloksen ja ilman mittauksia tehty arvio jäi liian pieneksi.

Toisella kohteella laskennallinen, kuin myös silmäääräisesti tehty arvio jäivät todellista hakkuukertymää pienemmiksi. Virhemarginaali jäi kuitenkin alle kymmeneen prosenttiin. Tarkkoja hakkuukertymiä on energiapuuharvennuskohteelta vaikea määrittää ja puustotunnusten mittaaminen voi helpottaa sitä. Tarkkojen mittaustulosten saaminen on kuitenkin työlästä ja käytännössä siihen ei ole aikaa. Silmä harjaantuu käytännön työssä ja tärkeintä on ohjata korjuu oikeantyyppisille kohteille.

Kuviossa 10 on nähtävissä kuva tutkimuksen energiapuukohteelta. Tällä kohteella toteutettiin energiapuuharvennus talvella 2009–2010.



Kuvio 10. Energiapuuharvennuskohde Kuusamossa (Kuva: Maunu Kilpivaara)

7.4 Energiapuukorjuun kannattavuus

Kartoituksen tuloksena löydetyistä energiapuukohteista yli 60 prosentissa on toteutettu energiapuuharvennus. Tulokset näiltä kohteilta ovat lupaavia. Keskimääräinen hakkuukertymä on ollut yli 50 kuutiometriä hehtaarilta ja metsänomistajat ovat saaneet hoidetun metsän lisäksi hyvän korvauksen myymästään puusta. Korjuujälki on saanut myös kiitosta metsänomistajilta ja tämä on jatkuvuuden kannalta tärkeää.

Aines- ja energiapuun välinen markkinatilanne on vaikuttamassa, kuinka paljon ja minkä tyyppisiä kohteita on tarjolla energiapuukohteiksi. Kuitupuusta maksettavan hinnan ollessa korkealla se kannustaa korjaamaan nuoren metsän hoitokohteet normaaleina ensiharvennuksina. Hintaeron ollessa pieni, kannustaa se korjaamaan kohteet energiapuukorjuuna.

Esimerkkikohteena olleessa leimikossa pinta-ala oli 5 hehtaaria ja korjuukertymä 318 kuutiometriä. Hehtaarikertymä on 63,6 kuutiometriä ja energiapuusta on keskimäärin maksettu alueella 6 €/m³. Metsänomistaja on saanut myymästään puusta korvausta noin 380 euroa hehtaarilta. Mäntykuitupuusta harvennuksella maksettu hinta on viimeisen vuoden aikana vaihdellut alueella 10–12 euron välillä. Laskennallinen kuitupuukertymä on kohteella 22 kuutiometriä hehtaarilta. Jos kuitupuun hintana käytetään 12 euroa, niin tuloa normaalissa ensiharvennuksessa olisi metsänomistajalle jäänyt 264 euroa hehtaarilta. Energiapuuharvennus tuottaa tässä tapauksessa parhaan tuoton metsänomistajalle.

Tyypillinen nuoren metsän hoitokohde sisältää runsaasti alikasvosta, joka hankaloittaa ainespuuharvennusta tai joudutaan raivaamaan ennen korjuuta pois. Tämä nostaa korjuukustannuksia ja parantaa energiapuukorjuun asemaa vertailussa. Energiapuukorjuu tulisi suunnata kohteisiin, joissa on välitön hoitotarve ja korkea energiapuusaanto.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn ensisijaisena tavoitteena oli saada tutkittua tietoa todellisesta energiapuupotentiaalista. Tutkimukset aiheesta ilmoittavat yleensä suurimman käytettävissä olevan energiapuupotentiaalin eivätkä huomioi korjuukelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Nämä tekijät pyrittiin työssä huomioimaan ja määrittämään korjuuseen soveltuvien kohteiden osuus tutkimusjoukosta. Aihe on hyvin ajankohtainen, koska EU:n asettamat päästötavoitteet velvoittavat Suomea kaksinkertaistamaan metsähakkeen vuotuisen käyttömäärän vuoteen 2020 mennessä.

Kuusamossa energiapuuna korjataan pääosin pienpuuta nuoren metsän kunnostuksilta. Nuorten metsien osuus metsäpinta-alasta on suuri ja tietoa hyödyntämismahdollisuuksista tarvitaan. Työn tulokset osoittivat, että tutkimusvuoden määrittelyssä onnistuttiin ja energiapuukorjuuseen soveltuvia kohteita löytyi näistä 30 vuotta aiemmin viljellyistä metsiköistä. Energiapuukorjuuseen soveltuvien kohteiden osuus jäi kuitenkin noin seitsemään prosenttiin, joka oli pienoinen yllätys.

Työn tulokset antavat suuntaa todellisesta tilanteesta, mutta aiheesta kaivattaisiin lisää tietoa. Vuosittaiset metsänviljelymäärät ja niiden toteutustapa vaihtelevat; miten esimerkiksi maanmuokkaukset on tehty, mikä on käytetty puulaji ja onko metsänviljelyssä käytetty menetelmänä enemmän istutusta vai kylvöä. Näillä on merkitystä uudistamisen onnistumiseen ja samalla myös jatkoimenpiteisiin. Energiapuukorjuun kannalta suurin merkitys on kuitenkin taimikonhoidolla. Jos taimikonhoitomäärät ovat korkealla ja ne on toteutettu hyvin, jää korjuuseen soveltuvien kohteiden osuus pieneksi. Energiapuukorjuuseen vaikuttaa myös käytettävissä olevat korjuumenetelmät. Integroidun korjuun avulla metsähakkeen raaka-ainepohjaa voidaan laajentaa myös perinteisiin ainespuuleimikoihin.

Työn kannalta olisi ollut mielenkiintoista, jos vastaavanlainen kartoitus olisi toteutettu myös esimerkiksi Taivalkoskelta, jolloin syntyneitä tuloksia olisi voinut verrata toisiinsa. Työssä oli käytettävissä noin neljännes vuoden 1980 metsänviljelyaineistosta. Jos tämän vuoden kaikki metsänviljelyt olisi pystytty käymään läpi, olisi tulos voinut olla erilainen. Tutkimusta aiheesta kaivataan lisää. Energiapuun euroiksi -hankkeen avulla on jo lisätty metsänomistajien tietämystä energiapuusta ja saatu energiapuukauppa hankealueella piristymään.

Energiapuun kysyntään ovat vaikuttamassa valtion tuki, ainespuun markkina-tilanne, vaihtoehtoisten energialähteiden hinta ja saatavuus. Kysyntä vaikuttaa energiapuusta maksettavaan hintaan ja on vaikuttamassa metsänomistajien halukkuuteen myydä puuta. Jos halutaan taata raaka-aineen saatavuus ja markkinoiden tasaisuus, tulee puun myyminen energiaksi olla metsänomistajalle taloudellisesti ja metsänhoidollisesti kannattavaa toimintaa. Tämän työn toteutetuilla energiapuuharvennuksilla tulokset ovat lupaavia. Näillä hinnoilla ja hakkuukertymillä energiapuukorjuu on tuonut kyseisellä kohteella parhaan tuoton metsänomistajalle.

Ensisijaisesti energiapuuharvennuksessa on kyse kuitenkin metsänhoidollisesta toimenpiteestä. Harvennuksessa poistetaan metsikön pienimmät, vialliset ja laadultaan huonolaatuisimmat puut. Harvennuksen tarkoituksena on puuston laadun, elinvoimaisuuden ja tuottavuuden parantaminen. Monilla metsänomistajilla ennakkoluuloja herättää korjuun suorittaminen suurilla koneilla vielä kehitysvaiheessa olevassa metsässä. Koneet ja menetelmät ovat kuitenkin kehittyneet kokemuksen lisääntyessä ja korjuuvaurioita syntyy vähemmän. Hyvä korjuujälki on parasta mainosta korjuuyrittäjälle ja puun ostajalle.

Markkinoinnin ja tiedottamisen merkitys kasvaa, jotta metsänomistajat tavoitetaan ja saadaan heille kattavasti tietoa. Tämä on avainasemassa tulevai-

suutta ajatellen. Yhä useampi Kuusamossakin metsää omistavista asuu eri paikkakunnalla. Tieto oman metsäomaisuuden tilasta jää vähäisemmäksi, kun kiinteä yhteys metsätilaan puuttuu. Tämä näkyy myös energiapuukaupassa. Monet metsänomistajista ovat tietämättömiä energiapuusta ja sen myyntimahdollisuuksista. Suurin osa energiapuukohteista on toimijoiden omien kartoitusten pohjalta löytyneitä kohteita. Markkinoiden kehittymisen edellytyksenä on, että metsänomistajat osaavat myös itse tarjota sopivia energiapuukohteita toimijoille.

Huomiota tulisi kiinnittää siihen, että vaikka energiapuukorjukseen soveltuviin kohteiden osuus jäi pieneksi tutkitulla alueella, niin hoitotarvetta oli kolmasosalla pinta-alasta. Tämä on tulevaisuutta ajatellen huolestuttava piirre. Metsien rakenne painottuu Kuusamossa nuoriin metsiin ja metsänhoitotöiden laiminlyönti on ensisijaisesti metsänomistajien omasta tuotosta poissa. Hoitamattomassa metsässä puuston laatu ja tuottavuus heikkenevät. Tätä on enää myöhemmässä vaiheessa hankala korjata.

LÄHDELUETTELO

- Anttila, P. – Asikainen, A. 2009. Jatkuuko metsäenergian käytön kasvu. Metsäsektorin suhdannekatsaus 2009- 2010. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala
- Bioenergia.fi. Energiasanastoa. Osoitteessa http://www.bioenergia.fi/default/www/etusivu/tietoa_bioenergiasta/energia_sanastoa/ Luettu 3.4.2011
- Bioenergiaprojekti. 2009. Energiapuuleimikoiden minimivaatimukset. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, Rovaniemi.
- Energiapuu-euroiksi kehittämishanke 2009–2011. Kuusamon, Pudasjärven ja Taivalkosken metsänhoitoyhdistysten yhteishanke energiapuumarkkinoiden käynnistämiseen hankealueella.
- Huuskonen, S. 2010. Taimikonhoidon vaikutukset metsikön jatkokehitykseen ja tuotokseen. Osoitteessa <http://www.metla.fi/tapahtumat/2010/taimikonhoito/huuskonen.pdf> Luettu 14.2.2011
- Kilpivaara, M. 2009. Nuorten metsien hoitotarpeet Kuusamon yksityismetsissä. Opinnäytetyö. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma
- Koistinen, A. 2011 . Kestävän metsätalouden rahoitustuki 2011. Osoitteessa http://www.metsavastaa.net/valtios_tuetyksitysmetsataloudelle Luettu 1.2.2011
- Koistinen, A.- Kuusinen, M.- Äijälä, O. 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset. Energiapuun korjuu ja kasvatus. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus Oy, 2010.
- Laitila, J. 2010. Puunkorjuu nuorista kasvatusmetsistä. Metsäenergia foorumi 14.4.2010 Joensuu. Laitila, J_energiapuukorjuu_kasvatusmetsistä.pdf Luettu 25.3.2011
- Laitila, J.- Leinonen, A.- Flyktman, M.- Virkkunen, M.- Asikainen, A. 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. Osoitteessa <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf> Luettu 20.2.2011
- Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta .
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070544> Luettu 23.11.2010
-

- Leiviskä, V.- Lepistö, T. 2011. Bioenergian edelläkävijät. Kuusamo bioenergiapilotiksi. Koillismaan uutiset lehden artikkeli 20.4.2011
- Lepistö, T. 2010. Laatuhaakkeen tuotanto-opas. Vammaspaino, Sastamala 2010.
- Metsäkeskus Pirkanmaa. Virtuaalinen metsäkoulu. Metsän kasvatus-taimikonhoito. Osoitteessa <http://www.pirkanmaanmetsat.fi/metsakoulu/taimhoit.php> Luettu 4.2.2011
- Metsäkeskus Pohjois-Pohjanmaa. Varojen seuranta. Energiapuun korjuu ja haketus Kuusamossa 2006–2010.
- Metsälehdessä Metsä-uutiset. Kemera-rahastukset loppuivat taas kesken. Osoitteessa <http://www.metsalehti.fi/fi-FI/Metsauutiset/uutinen/?groupId=a25a96de-2e11-470c-a39d-51193e5fd6d7&announcementId=33a5d28b-22d4-4a45-bef0-c6c43f272167>. 3.1.2011
- Metsänhoitoyhdistys Keskipohja. Nuoren metsän hoito, nuoret kasvatusmet-sät. Osoitteessa http://www.mhy.fi/keskipohja/metsanhoito/fi_FI/nuorenmetsan/ . Luettu 15.2.2011
- Metsänhoitoyhdistys Kuusamo. Mhy:n esittely. Osoitteessa http://www.mhy.fi/kuusamo/esittely/fi_FI/index/ Luettu 2.2.2011
- Metsäteho. Energiapuun hankinta. Osoitteessa <http://www.metsateho.fi/metsatehon-raportti> Luettu 27.3.2011
- Mhy Kuusamo. Metsänhoitoyhdistys Kuusamon vuosikertomus 2008
- Mynttinen, S. 2010. Energiapuuta Etelä-Savosta-hanke. Metsänomistaja-kysely, 23–25. Osoitteessa http://www.bioenergia.fi/default/?_EVI_WYSIWYG_FILE=4543&name=file Luettu 22.2.2011
- Palokallio, J. 2010. Kunnan hinta lisää kiinnostusta metsäenergiaan. Maa-seudun tulevaisuus lehden-artikkeli 8.12.2010
- Peura, S. 2009. Energiapuuharvennus ja kohteiden valinta Metsänhoitoyhdistys Uusimaan alueella. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Osoitteessa https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/4926/Peura_Satu.pdf?sequence=1 Luettu 17.2.2011
-

- Riikilä, M. 2010. Taimikonhoidon kustannukset. Taimikonhoito. Metsäkustannus Oy, 2010.
- Riipi, P.-Tanttu, V. 2008. Energiapuun määrät ja saatavuus Lapissa. Bioenergian Käytön ja tuottamisen toteutettavuus Lapissa-hanke. Osoitteessa
http://www3.lappia.fi/AO/tiedostot/luontoala/bioenergiahanke/projektin_raportit/loppuraportti_metsa.pdf Luettu 16.2.2011
- Tanttu, V.2008. Katsaus puuenergian tulevaisuuteen lapissa. Osoitteessa
http://www3.lappia.fi/AO/tiedostot/luontoala/bioenergiahanke/bioenergiesemin_aari/vesa_tanttu_puunhankinta.pdf 11.3.2011
- Uusiutuvan energian velvoitepaketti. Elikeinoministeri Mauri Pekkarinen
20.4.2010. Osoitteessa
http://www.tem.fi/files/26643/UE_lo_velvoitepaketti_Kesaranta_200410.pdf
Luettu 24.11.2010
- Ylitalo, E. 2010. Puun energiakäyttö 2009. Metsätilastotiedote 16/2010.