

Timo Autio

Haketuksen hävikki tienvarsihaketuksessa

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Metsätalouden tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalouden tutkinto-ohjelma

Tekijä: Timo Autio

Työn nimi: Haketuksen hävikki tienvarsihaketuksessa

Ohjaaja: Risto Lauhanen, Jorma Toopakka

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 25

Liitteiden lukumäärä:1

Tämän opinnäytetyön aiheena on, valmiin metsähakkeen hävikin rahallinen arvo varastopaikalla haketuksen yhteydessä. Tutkimuksessa mukana olleet varastot ovat pelkästään latvusmassavarastoja. Tarkastuksessa mukana olleet varastopaikat on valittu edustamaan keskimääräisiä kohteita, tutkitulla alueella Satakunnassa ja Pirkanmaalla. Tutkimuksen ei ole tarkoitus kohdistua tiettyyn hakkurityyppiin, yrittäjään, henkilöön tai organisaatioon, vaan kohteet on valittu satunnaisen otannan mukaan. Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää varastopaikalle jäävän valmiin hakkeen rahallinen arvo. Tutkituilla kohteilla (35 kpl) keskimääräinen hävikki oli 3,9 i-m³ valmista haketta. Hävikin arvo kohteilla oli keskimäärin 19 €. Kohteet edustavat alueellisesti keskimääräisiä kuusivaltaisia uudistushakkuukuvioita, jolta kertymä on 300 m³ ainespuuta. Tutkimuksessa kävi ilmi, että merkittäviä tekijöitä hävikin määrään olivat varaston sijoittelu ja sääolosuhteet. Sääolosuhteista merkittävin tekijä oli tuulen suunta ja nopeus. Joillakin kohteilla haketta jouduttiin käyttämään tien liukkauden torjuntaan sekä varastopaikan kantavuuden parantamiseen.

Tutkimuksessa hävikin laskemiseen käytettiin menetelmää, joka ei ole täysin aukoton, koska varastopaikoille jääneen hakkeen määrää ei ole ollut mahdollista selvittää täysin tarkasti. Tuloksen yleistäminen ei ole mahdollista, koska hävikkiin vaikuttavat myös tutkimuksen ulkopuolelle jääneet seikat. Tutkimuksessa käytettiin hintoja, jotka ovat suuntaa antavia, eivätkä ne perustu mihinkään toimialalla toimivan yrittäjän tai organisaation urakointisopimukseen toimeksiantajan kanssa.

Avainsanat: haketus, hävikki

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: SeAMK, Food and agriculture

Degree programme: Forestry training program

Author: Timo Autio

Title of thesis: Chipping loss roadside chipping

Supervisor(s): Risto Lauhanen, Jorma Toopakka

Year: 2016

Number of pages: 25

Number of appendices: 1

The subject of this thesis is finished wood chips losses at storage location Stocks were included in the study are the only crown mass storage. The warehouse locations were selected to represent the average warehouse, the region studied was Satakunta and Pirkanmaa. The study is not intended to be about a certain type of chipper, entrepreneur, person or organization, the items used are selected by random sampling. The study is intended to determine the monetary value of the finished chips to fall to the storage site.

On the two subjects (35 pieces) the average loss rate was 3.9 loose cubic meter of manufacturing chips. The loss in value of the subjects was on average of 19€. Destinations representing the regional average evergreen illuminator regeneration felling patterns, which has an intake of 300 cubic meters of industrial wood. The investigation revealed that, important factors in the amount of shrinkage was the store layout and weather conditions. The weather conditions, most important factor was the speed and the direction of the wind. On some sites the chips had to be used to reduce the slipperiness of the road, as well as to improve the bin load-bearing capacity.

The study method used to calculate the loss is not completely reliable, because it has not been possible to determine with absolute precision the amount of remaining storage locations of the chips. The generalization of the result is not possible, because the loss also affects the scope of the investigation remain facts. The studies are indicative and not based on any one entrepreneur working in the sector or organization contracting agreements with the client.

Keywords: chipping, loss

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	7
2 TUTKIMUKSEN TAUSTA	8
3 HÄVIKIN MUODOSTUMINEN	10
4 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	13
5 AINEISTO	14
6 VARASTOPAICALTA KERÄTTYÄ AINEISTOA	18
7 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	21
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	24
LÄHTEET.....	25
LIITTEET.....	26

Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Väärin tehty energiapuuvarasto	10
Kuva 2. Energiapuuvarasto liian kaukana tiestä	11
Kuva 3. Oikein tehty latvusmassa varasto	12
Kuva 4. Tutkimusalue	13
Kuva 5. Memmert lämpökaappi	15
Kuva 6. Memmert lämpökaappi	16
Taulukko 1. Hävikin määrä ja kosteus varastopaikoittain	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
Taulukko 2. Hakenäytteiden kosteudet	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
Taulukko 3. Hävikit varastoittain	23

Käytetyt termit ja lyhenteet

Hake	Tiettyyn kokoon tehtyjä puun paloja, valmistetaan tarkoitukseen sopivalla koneella tai laitteella
Ainespuu	Puuraaka-aine, joka täyttää metsäteollisuuden mitta ja laatu vaatimukset
Metsähake	Yleismini metsästä saatavalle energian raaka-aineelle
Hävikki	Toiminnasta johtuva taloudellinen menetys tuotteen omistajalle
Kosteus %	Puuaineksesta mitattu veden määrä
Latvusmassa	Mitta- ja laatuvaatimukset alittava puun latvaosa
Näyte	Edustava otanta suuremmasta erästä
k-m³	Kiintokuutiometri, tilavuusmitta, 1000 litraa
i-m³	Irtokuutiometri, tilavuusmitta, 1000 litraa
PJ	Petajoule, energian mittayksikkö

1 JOHDANTO

Tämän tutkimuksen aiheena on pystykaupalla uudistushakkuun yhteydessä yksityismetsistä latvusmassasta tehdyn metsähakkeen hävikki haketuksen yhteydessä. Tutkimus toteutettiin Satakunnassa ja Pirkanmaalla vuonna 2015. Suomessa käytetään metsähakkeesta tehtyä energiaa vuodessa noin 340 PJ eli 8 milj. m³/haketta (Peltola 2014). Latvusmassasta tehdyn hakkeen osuus tästä määrästä on noin 2,5 milj. m³.

Metsähakkeen käyttöä Suomessa tukee sen tarjoamat työpaikat, uusiutuminen sekä hiilineutraali energiamuoto. Merkittävänä tekijänä metsähakkeen käytössä mainittakoon ilmastonmuutos, ja valtion energiatukipolitiikka. Metsähakkeen tuotanto ja käyttö on työn tekijälle läheinen ja mielenkiintoinen aihe koska hän työskentelee kuljettajana hakkuriautossa. Aikaisempaa julkista tutkimustietoa aiheesta ei ollut saatavilla.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTA

Puuperäisten polttoaineiden käyttö on lisääntynyt viime vuosina ja tulee edelleen kasvamaan voimakkaasti. Syitä tähän ovat muun muassa EU:n veloitteet, joiden mukaan Suomi on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä ja lisäämään uusiutuvan energian osuutta energian kokonaiskulutuksesta. Tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus 38 prosenttiin energian loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. (Pekkarinen 2010).

Nykyisestä noin 8 milj.m³ vuotuisesta käytöstä metsähakkeen käyttöä on vielä tarve nostaa. Suomen hallitus on asettanut tavoitekäytöksi noin 13 milj. m³ vuoteen 2020 mennessä. Hallitus uskoo pääsevänsä tavoitteeseen kivihiilen verotuksen muutoksilla.

Metsähakkeen käytöllä on runsaasti positiivisia vaikutuksia. Tärkeimpinä ominaisuuksina metsähakkeella on uusiutuva ja hiilineutraali energiamuoto. Metsähakkeen valmistamiseen ja kuljettamiseen käyttöpaikalle kuluu vain 3 prosenttia tuotetun polttoaineen energia sisällöstä. Metsähakkeen käytön lisääminen vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä ja tuo uusia työpaikkoja Suomeen merkittävästi. (Tyynismaa 2012.)

Metsäenergiaa voidaan kerätä eri metsän kehitysvaiheessa. Rankapuuta kerätään nuorten metsien hoidon yhteydessä, jolloin saadaan hyvälaatuista pienpuuhaketta. Uudistushakkuun yhteydessä voidaan kerätä uudistusaloilta latvusmassa sekä kannot. Latvusmassan kerääminen helpottaa myös metsän muokkausta sekä taimikon uudistamista, jolloin maanomistaja saa selvää taloudellista hyötyä uudistamistoimien helpottumisen muodossa. Metsäenergian keräämiseen vaikuttaa myös alueen energian käyttäjien tarpeet.

Uudistusaloilta kerättäessä latvusmassa ja kannot, tulee huomioida myös ympäristönäkökulma ja vesiensuojelu. Kaikilta uudistushakkuu aloilta latvusmassa ja kantoja ei kannata kerätä, esimerkiksi turvemaat sekä karut kankaat. Uudistusaloilta saatavassa latvusmassa haketta, sekä kanto mursketta, voidaan käyttää hieman suuremmissa voimalaitoksissa. Kattilakoon tulisi olla yli 1 MWh. Latvusmassa kerätään yleensä kuusikkovaltaisilta uudistusaloilta. Latvusmassan kerääminen hel-

pottaa myös metsän muokkausta sekä taimikon uudistamista, jolloin maanomistaja saa selvää taloudellista hyötyä uudistamistoimien helpottumisen muodossa.

Uudistusalojen energiapuun korjuu voi vähentää lahopuun määrää, ja siitä riippuvaisen uhanalaisen eliöstön elinmahdollisuuksia. Tuoreen latvusmassan kerääminen etenkin kuusikoissa voi vähentää ravinteiden määrää. Kantojen nostossa maaperää paljastuu enemmän, jonka seurauksena rehevillä alustoilla heinittyminen ja vesakoituminen saattaa lisääntyä, ja näin ollen vaikuttaa uuden puusukupolven kehittymiseen. (Äijälä, ym. 2010, 28–34.)

Metsäenergian korjuun vaikutuksista käydään kiivasta keskustelua etenkin uudistusaloilla. Vihreän neulasmassan keräämisen vaikutuksia on tutkittu vain vähän aikaa. Neulasmassan mukana ravinteiden häviämisen vaikutuksia on tutkittu viime vuosina. Metsikön kiertoaika on noin 80–100 vuotta. Metsäenergiaa on käytetty Suomessa voimakkaammin vasta muutamien vuosien ajan, joten vihreän neulasmassan vaikutuksista metsän ravinnetasoihin, metsän koko kiertoaikana, ei ole vielä olemassa. (Äijälä, ym, 2010, 28-34.)

3 HÄVIKIN MUODOSTUMINEN

Latvusmassaa hakettaessa useat eri tekijät aiheuttavat hävikkiä. Haketusta tehdään useimmiten tien suuntaisesti, jolloin kuljetusväline on suorassa kulmassa varastokasaan nähden. Tällöin hakkuri joutuu useimmiten puhaltamaan valmiin hakkeen tien suuntaisesti jopa yli 13 metrin päähän itse haketustapahtumasta, koska hakkuri ja kuljetusväline ovat tiellä peräkkäin. Tämän tutkimuksen mukaan tuulikulkeumat ovat merkittävä hävikin aiheuttaja silloin kun puhallusmatka hakurista kuljetusvälineeseen on pitkä. Tuulikulkeuman määrä kasvaa merkittävästi, jos tuulen nopeus on yli 5 m/s. Tässä tutkimuksessa havaittiin myös, että kauas puhallettaessa kuljetusvälineen ohi puhaltaminen lisääntyi jonkin verran.

Kuvissa 1 ja 2 on väärin tehtyjä energiapuuvarastoja. Kuvan 1 varasto on sijoitettu raivaamattomalle alustalle ja energiapuu on kasattu huolimattomasti, jonka seurauksena varasto on sortumaisillaan.



Kuva 1. Väärin tehty energiapuuvarasto
(Herkko Hämäläinen 2012)



Kuva 2. Energiapuuvarasto liian kaukana tiestä
(Timo Autio 2015)

Kuvassa 3 on oikein tehty latvusmassavarasto. Aluspuut ja varastokasa ovat lähellä tien reunaa, mutta eivät tuki ojaa.



Kuva 3. Oikein tehty latvusmassa varasto
(Jukka Nikula 2015)

4 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää latvusmassavarastojen haketuksen yhteydessä muodostuvan hävikin määrää ja arvoa. Työ tehtiin Huittisten, Sastamalan, Kokemäen, Harjavallan ja Köyliön kuntien alueella. Tutkimus on tullut ajankohtaiseksi puun myyjien palautteen johdosta. Puun myyjät ovat olleet kiinnostuneita varastopaikkojen epäsiisteydestä varastoinnin ja haketuksen jälkeen. Taustalla on myös energiapuuliiketoiminnan imago. Epäsiistit energiapuuvarastot aiheuttavat negatiivisia mielikuvia maastossa liikkuvilla ihmisillä, ja näin ollen saattavat aiheuttaa energiapuun hankintaketjussa haitallisia vaikutuksia.



Kuva 4. Tutkimusalue
(Google Maps)

5 AINEISTO

Opinnäytetyön aihe muodostui useiden puun myyjien kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. He pitivät varastopaikalle jäävää materiaalia arvokkaana, ja pitivät hävikin tutkimista tärkeänä. Koska energiapuumarkkinat ovat kasvava liiketoiminta-alue, ryhdyttiin tutkimaan hävikin määrää ja arvoa varastopaikoilla.

Tutkimuksessa päädyttiin tarkastelemaan yksityismetsistä pystykaupalla tehtyjä noin 300 m³:n kuusikkovaltaisia uudistushakkuualoja, joissa oli tehty kauppa myös latvusmassasta. Tutkimukseen sopivia kohteita löytyi tutkimusalueelta 35 kappaletta. Hakkuualat rajattiin kahden lähikuljetusetäisyyden mukaan. Lähikuljetusmatkat olivat 0 - 300 metriä ja 300 - 600 metriä.

Varastopaikoilta koottu tutkimusaineisto koottiin maastotietolomakkeelle. Maastolomakkeelle merkittiin hakkuun ajankohta, lähikuljetusmatka, varaston koko ja haketusajankohta. Haketuksen hävikki mitattiin maastossa haravaa ja metrimittaa apuna käyttäen. Hake haravoitiin mahdollisimman tarkasti kasaan, josta mitattiin rullamitalla pituus, leveys ja korkeus. Tulos merkittiin maastotietolomakkeelle tilavuutena.

Varastopaikoilta otettiin myös näytteet kosteuden määrittämistä varten. Kosteusnäytteet tutkittiin SFS-EN 14774 standardia soveltaen. Näytteen koko oli 300 grammaa näytettä kohden, ja niitä otettiin kolme jokaiselta varastopaikalta. Näytteet punnittiin ennen lämpökaappiin laittamista ja tasapainokosteuden saavuttamisen jälkeen. Kuivaus suoritettiin SFS-EN 14774 standardin mukaisesti 105 °C:ssa 16 tunnin ajan Memmert-lämpökaapilla (Kuvat 5 ja 6). Kuivatun näytteen massat laskettiin yhteen. Näytteiden summasta laskettiin keskiarvo jokaiselta varastopaikalta otetuista näytteistä. Tulokseksi saatiin kuivan hakkeen paino ja näytteen kosteus, jotka muunnettiin energiaksi. Laskelmat pohjautuivat tietoon 1 m³ puuta = 2 MW energiaa. Puuaineksen kuivatuoretiheytenä tutkimuksessa käytettiin 400 kg/m³. (Alakangas 2000.)

Tutkimuksessa saadut tiedot tallennettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan, ja muokattiin tutkimuksessa tarvittavaan muotoon.



Kuva 5. Memmert lämpökaappi
(Timo Autio 2016)



Kuva 6. Memmert lämpökaappi
(Timo Autio 2016)

Maastokäynnit tutkimusta varten tehtiin 23.1.2015 – 3.9.2015 välisenä aikana. Maastotietolomakkeen on tehnyt Vesa Tynismaa (2012) opinnäytetyötään varten vuonna 2012. Lomaketta käytettiin soveltuvin osin tämän tutkimuksen tarpeisiin. Tutkimuksessa käytetyt euromäärät yksikköä kohden ovat keskimääräisiä hintoja tutkimusalueella toimivien urakoitsijoiden ja toimijoiden muistiinpanoista. Hintoja ei voi käyttää tämän tutkimuksen ulkopuolella. Tutkimuksen tulosten laskemisen yhteydessä ei selvitetty sijoitetun pääoman vaikutuksia tuloksiin.

6 VARASTOPAICALTA KERÄTTYÄ AINEISTOA

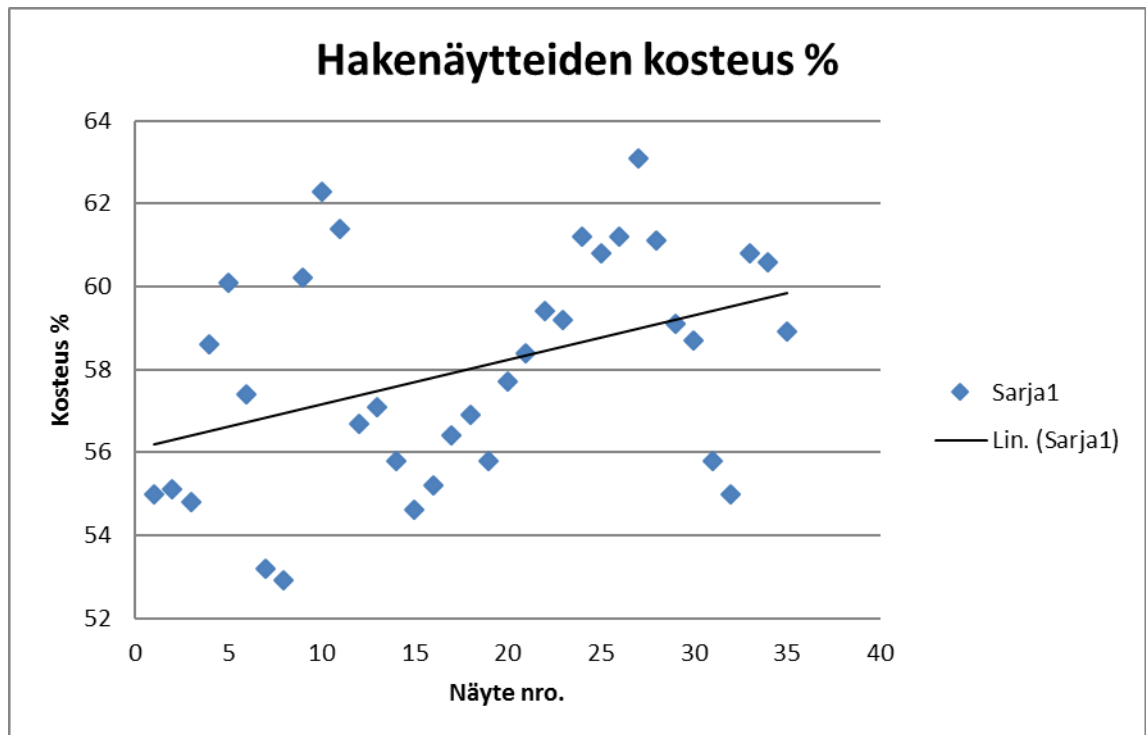
Taulukosta 1 on havainnollistettu tutkimuksessa mukana olleiden varastopaikkojen numerointi, hävikin määrä irtokuutiometreinä sekä hävikiksi luokitellun hakkeen kosteus. Punaisella merkityissä varastopaikoissa lähikuljetusetäisyys on 300 – 600 metriä. Muissa kohteissa lähikuljetusmatka on ollut alle 300 metriä. Varastopaikoilta mitatun hävikin määrä vaihteli 0,5 – 9,1 i-m³ välillä. Keskimäärin hävikkiä oli 3,9 i-m³ / varasto. Hävikin osuus prosentteina koko tutkimusaineistosta on 0,06 %.

Taulukko 1. Hävikin määrä ja kosteus varastopaikoittain

Näyte nro.	Hävikki/ varasto m ³	Kosteus %
1	1,3	55
2	2,5	55,1
3	3,1	54,8
4	6,3	58,6
5	9,1	60,1
6	1,2	57,4
7	2,3	53,2
8	4,1	52,9
9	1,8	60,2
10	3,6	62,3
11	4,8	61,4
12	7,3	56,7
13	6,6	57,1
14	5,5	55,8
15	5,8	54,6
16	6,7	55,2
17	1,7	56,4
18	2,3	56,9
19	4,7	55,8
20	7,6	57,7
21	5	58,4
22	3,6	59,4
23	2,8	59,2
24	0,5	61,2
25	1	60,8
26	2,2	61,2
27	4,6	63,1
28	4,1	61,1
29	3,8	59,1
30	2,9	58,7
31	6,4	55,8
32	5,4	55
33	3,3	60,8
34	1,5	60,6
35	2,1	58,9

Taulukko 2 kuvaa hävikkinäytteiden keskimääräisiä kosteusprosentteja. Kosteuden määrittämistä varten jokaiselta varastopaikalta otettiin kolme 300 gramman painoista näytettä, jotka kuivattiin standardia SFS-EN 14774 soveltaen. Varastopaikoilta otettujen näytteiden kosteusprosentti vaihteli välillä 52,9 - 63,1 %. Kosteusnäytteiden keskiarvo oli 58 %.

Taulukko 2. Hakenäytteiden kosteudet



7 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tutkimuksesta saaduista tuloksista voidaan päätellä, että latvusmassahaketuksen yhteydessä syntyvä hävikin määrä vaihtelee jonkin verran. Hävikin määrään vaikuttaa useat eri tekijät. Metsäenergia liiketoimintana on melko uusi toimiala, jonka vuoksi toimintamallit eri toimijoiden välillä eivät ole vielä vakiintuneet. Varastopaikojen sijoittelu on tutkimuksen mukaan suurin yksittäinen tekijä hävikin määrään. Tutkimuksessa varastolla nro.5 ilmennyt haketuksen suhteellisen suuri hukka, johdettiin varastolla heikon kantavuuden parantamisesta. Haketta jouduttiin tutkimuksen mukaan käyttämään varastoilla myös liukkauden torjuntaan. Varastoilla 12 ja 19 hävikin aiheuttajaksi osoittautui laitevaurio. Varastolla 12 latvusmassakasassa oli rautatanko, joka aiheutti hakkurin tukkeentumisen sekä mittavan laitevaurion.

Tutkimuksessa tarkasteltiin hävikkiä rahallisena tappiona. Laskelmissa huomioitiin latvusmassan ostohinta, hakkuusta syntyvää kustannus, lähikuljetuksen hinta sekä haketuksen hinta. Sijoitetun pääoman tuottoa, ei laskelmissa otettu huomioon.

Tutkimusalueella keskimääräisenä latvusmassan ostohintana käytettiin 3,5 € / k-m³. Latvusmassan keräämisestä koitua hakkuutaksan korotus oli 0,2 € / ainespuukiintokuutiometri, josta muodostui latvusmassalle kustannusta 1 €/ kiintokuutiometri. Lähikuljetuksen hinta tutkimusalueella oli alle 300 metrin kuljetusmatkalla 1,06 € /latvusmassan k-m³, ja 300–600 metrin matkalla 1,1 € / kiintokuutiometri. Tutkimuksessa käytettiin haketuksen hintana 3,5 € / irtokuutiometri.

Taulukosta 3 käy ilmi näytteen numero, joka on sama kuin varastopaikan numerotunniste. Varastolta mitattiin haketuksen hävikin määrä irtokuutiometreinä sekä hävikin rahallinen arvo ilman sijoitetun pääoman tuotto-olettamaa. Rahalliseen arvoon huomioitiin latvusmassan ostohinta, korjuukustannus sekä haketuksen hinta.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että latvusmassahaketuksen hävikin rahallinen arvo eri tutkimuskohteilla vaihteli 3,3 – 42,9 euron välillä. Hävikin keskimääräinen arvo kaikilla tutkimuskohteilla oli 19 euroa.

Tämän tutkimuksen mukaan tuulikulkeumat ovat merkittävä hävikin aiheuttaja silloin kun puhallusmatka hakkurista kuljetusvälineeseen on pitkä. Tuulikulkeuman määrä kasvaa merkittävästi, jos tuulen nopeus on yli 5 m/s. Tässä tutkimuksessa havaittiin myös, että kauas puhallettaessa kuljetusvälineen ohi puhaltaminen lisääntyi jonkin verran.

Tutkimuksessa havaittiin myös että, laitevauriot ja tukkeutumiset aiheuttavat hävikkiä jonkin verran. Laitevauriot muodostuvat yleensä epäpuhtaudesta, kivistä, maa-aineksesta tai varastoon kuulumattomista esineistä (rauta). Tukkeumia avattaessa haketta tulee jonkun verran hakkurista ulos. Melko yleinen tukkeuman paikka on hakkurin puhallinlaitteistossa, josta avattaessa tulee haketta maahan useita satoja litroja. Haketuksen kannalta kuormatraktorin kuljettaja on avainasemassa, koska latvusmassavarastoa hakettaessa pölyn suuri määrä vaikeuttaa epäpuhtauksien havaitsemista.

Tässä tutkimuksessa havaittiin myös, että varaston sijoitus vaikuttaa laitevaurioihin ja sitä kautta haketuksen hävikin määrään. Väärin sijoitettu latvusmassavarasto on joko liian kaukana tiestä, tai sijoitettu raivaamattomaan kohtaan maastossa. Varaston pohjan tulee aina olla raivattu puhtaaksi, ja aluspuiden käyttö on suositeltavaa. Raivaamattomasta varaston pohjasta tulee maa-ainesta hakkuriin, raivaamattoman pensaikon juuriston mukana.

Taulukko 1. Hävikit varastoittain

Näyte nro.	Hävikki/ varasto i-m ³	Hävikki €
1	1,3	7,5
2	2,5	12,4
3	3,1	15,1
4	6,3	29,7
5	9,1	42,9
6	1,2	6,5
7	2,3	11,5
8	4,1	19,7
9	1,8	9,2
10	3,6	17,6
11	4,8	22,9
12	7,3	34,6
13	6,6	31,4
14	5,5	26,1
15	5,8	27,5
16	6,7	31,6
17	1,7	8,8
18	2,3	11,5
19	4,7	22,4
20	7,6	36
21	5	24
22	3,6	17,4
23	2,8	13,8
24	0,5	3,3
25	1	5,6
26	2,2	11
27	4,6	22
28	4,1	19,7
29	3,8	18,3
30	2,9	14,3
31	6,4	30,2
32	5,4	25,6
33	3,3	16,1
34	1,5	7,9
35	2,1	10,6

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa selvisi, että latvusmassan haketuksessa muodostuva taloudellinen tappio energian ostajalle on hyvin vähäinen. Rahassa mitattuna keskimääräinen hävikki on alle 20 euroa varastopaikkaa kohden. Energiana mitattu hävikki on alle 1 MWh. Prosentteina mitattuna hävikki on kokonaisuudesta 0,06 %. Latvusmassa kuuluu puutavaralajina puutavaranmittauslain piiriin. Puutavaranmittauslaki sallii neljän prosentin poikkeaman.

Tutkimuksessa osoitettiin, että hävikin suurin yksittäinen aiheuttaja ei johtunut hakkurin kuljettajan toimista, vaan virheellisestä latvusmassan varastoinnista. Hävikin osuus voitaisiin mahdollisesti hyödyntää, mutta siitä koituisi kohtuuttomia kustannuksia saavutettuun hyötyyn nähden. Saatuja tuloksia ei voi yleistää, koska hävikin määrää ei voida vakioida yleiselle tasolle yksittäisistä tekijöistä johtuen, esimerkiksi muuttuvien sääolosuhteiden vuoksi.

Kaikki tutkimusalueella toimivat organisaatiot ovat ulkoistaneet metsäenergia-toiminnan ulkopuolisille urakoitsijoille, jotka toimivat itsenäisesti työkohteilla. Urakoitsijoiden tulee toimia, ja kouluttaa henkilöstönsä niin, että toiminta täyttää annetut laatuvaatimukset hävikin muodostumisen suhteen.

Mielenkiintoiseksi opinnäytetyön tekemisen ja aineiston keruun teki se, että tekijä pääsi tutustumaan eri organisaatioiden toimintamalleihin maastossa. Latvusmassan haketuksessa muodostuvasta hävikistä ei ollut saatavilla aikaisempaa julkista tutkimustietoa. Tämän työn kannalta aikaisemman tiedon puute on sekä vahvuus että heikkous. Heikkous siksi, että aiempaa vertailutietoa ei ole, ja vahvuus siksi että tutkimuksella reagoitiin tarpeeseen selvittää tätä asiaa. Työssä tuli ilmi energiapuun varastointiin liittyviä puutteita ja on toivottavaa, että laadukkaan varastoinnin myötä hävikkiä saadaan vielä supistettua etenkin laitevaurioiden osalta. Urakoitsijoiden tulee arvioida ja kehittää omaa toimintaansa.

Alueella toimivat valtakunnalliset organisaatiot eivät olleet kiinnostuneita hävikin tutkimisesta opinnäytetyön muodossa. Karoliina ja Kustaa Vuolle - Apialan Säätiö tuki opinnäytetyön tekemistä 500 euron summalla.

LÄHTEET

Alakangas, E. & Impola, R. 2014. Puupolttoaineiden laatuohje. VTT-M-07608-13, päivitys 2014.

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, VTT tiedote 2045,2000.

Lauhanen, R. & Laurila, J. 2007. Bioenergian tuotannon haasteet ja tutkimustarpeet. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 42. 58 s. ISBN 978-951-40-2028-5 (PDF). Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp042.htm>

Peltola, A. (toim.) 2014. Metsätilastollinen vuosikirja 2014. [Verkojulkaisu]. Tampere: Metsäntutkimuslaitos. s.267- 288. Saatavana: http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/vsk14_nimio.pdf

Metsäkustannus. 2006. Tuhat tärkeää termiä: Metsäsanasto, Helsinki.

Pekkarinen, M. 2010. Uusiutuvan energian velvoitepaketti 2010.

Tyynismaa, V. 2012. Energiapuun hävikki varastopaikalla Metsäliitto Osuuskunnan Seinäjoen hankintapiirin alueella. Opinnäytetyö.

Äijälä, O-M., & Koistinen, A (toim) 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset: Energiapuun korjuu ja kasvatus. Helsinki: Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Julkaisusarja 30/3010

LIITTEET

Liite 1. Maastolomake

LIITE 1. Maastolomake

Maastolomake		Energiapuun hävikki varastopaikalla		Inventointi pvm	Kuva nro
Kaupannumero	Varastopaikan nro	Energialaji/PTL	Hakkuutapa	Pääpuulaji	Leimikon pinta-ala Ha

Hakkuuaika	Metsäkuljetusaika	Kuivamisaika varastolla	Energiapuun määrä varastopaikalla m ³	Varastosta jäljellä m ³
------------	-------------------	-------------------------	--	------------------------------------

Haketusai- ka/kaukokuljetus	Hakkeen määrä m ³	Toimituskohde
--------------------------------	---------------------------------	---------------

Varaston sijoittelu (etäisyys tiestä
yms.)

Aluspuiden
käyttö

Varaston siisteys

Tiestön/varastopaikan kunto (ura-
painumat yms.)

Varastopaikalle jäänyt materiaali (sanallinen-
kuvaus)

Lisätietoja

Kehystilavuus

Pituus, m	leveys, m	korkeus, cm

Kehystila-
vuus, m³

Varastopaikan piirros

Kiintotilavuus