



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

**KARSITUN RANGAN KERTYMINEN  
METSÄNHOITOYHDISTYS PIRKANMAAN  
KORJUUPALVELUN  
AVOHAKKUUKOHTEILLA  
VUOSINA 2015-2016**

Elias Walkeajärvi

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2017  
Metsätalous



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Metsätalous

WALKEAJÄRVI ELIAS:

Karsitun rangan kertyminen Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaan korjuupalvelun avohakkuukohteilla vuosina 2015-2016

Opinnäytetyö 49 sivua, josta liitteitä 2 sivua  
Joulukuu 2017

---

Avohakkuusta saadaan kuitu-, ja tukkipuutavaralajien lisäksi puutavaraa, joka ei kokonsa tai laatunsa vuoksi kelpaa teollisuuden käyttöön. Tällainen karsittu rankapuu soveltuu hyvin polttolaitoksille energiapuuksi.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää avohakkuilta kertyvän karsitun rangan määrä Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaan korjuupalvelussa. Tavoitteena oli luoda ennuste tulevia avohakkuita varten, jotta niistä saatavan karsitun rangan määrä voitaisiin arvioida suuntaa-antavasti sekä sen avulla suunnitella muiden energiapuutavaralajien hankintaa ja korjuuta. Toisena tavoitteena oli selvittää tavaralajisiirtymän kautta ainespuusta energiapuuksi siirtyvän puutavaran määrä.

Tutkimukseen valittuina vuosina 2015 ja 2016 MHY Pirkanmaan korjuupalvelu teki avohakkuita yhteensä 543 leimikolla, joista hakattiin yhteensä noin 401 111 kiintokuutiometriä puutavaraa. Karsittua rankaa tuosta määrästä oli 17 151 kiintokuutiometriä eli noin 4,3 %. Kuusitukkaa kertyi 224 205 kiintokuutiometriä, joten jokaista sataa kuusitukkikuutiometriä kohti saatiin noin kahdeksan kiintokuutiometriä energiारankaa.

Karsitun rangan määrä vaihteli melko paljon hakkuuajankohdan ja alueen mukaan. Selittävinä tekijöinä karsitun rangan määrän vaihteluun eri alueilla olivat talvileimikoiden osuus, sekapuustoisuus ja lahon osuus.

Vuosina 2015 ja 2016 korjuupalvelu korjasi puutavaraa yhteensä noin 919 796 kiintokuutiometriä, josta energiapuuta oli 173 102 kiintokuutiometriä, eli noin 19 %. Ainespuuta korjattiin noin 746 414 kiintokuutiometriä, josta tavaralajisiirron kautta energiaan päätyi noin 27 235 kiintokuutiometriä eli noin 4 %.

Avohakkuilta kertyvän karsitun rangan määrään on vaikea vaikuttaa, mutta tämän työn tulosten pohjalta määrää voidaan arvioida etukäteen. Tulevissa hakkuissa kertyvän karsitun rangan määrän arviointi auttaa energiapuun hankinnan ja korjuun suunnittelussa.

---

Asiasanat: energiapuu, karsittu ranka, hakkuukertymä, metsäbioenergia

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Forestry

WALKEAJÄRVI ELIAS

Accumulation of delimbed stem wood at the harvesting service of Forest Management Association Pirkanmaa at 2015 and 2016

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 2 pages  
December 2017

---

Main purpose at final felling is to get wood for forest industry. At final felling accumulates also wood which does not suit to industrial use because of its size and quality. This so called delimbed stem wood is suitable for burning at power plant.

The purpose of this study was to collect information about amount of delimbed stem wood which is accumulated at the harvesting service of Forest Management Association Pirkanmaa. The goal was to create prediction for coming final felling to estimate the amount of delimbed stem wood and ease to plan energy wood's procurement and harvesting. Another goal was to find out the amount of industrial wood which transfers to energy wood.

During years 2015 and 2016 the harvesting service of Forest Management Association Pirkanmaa done final felling overall at 543 logging sites. 401 111 cubic metres of timber were harvested. Delimbed stem wood were harvested about 17 151 cubic metres which was 4,3 % of all timber. Spruce logs were cut about 224 205 cubic metres. About eight cubic metres of delimbed stem wood were accumulated per every hundred cubic metres of spruce log.

The amount of delimbed stem wood varied quite much with logging moment and area of logging site. The explaining factors for variation were the amount of final felling done at wintertime, the amount of mixed forests and the amount of decayed wood.

During 2015 and 2016 the harvesting service harvested in total about 919 796 cubic metres wood from which were energy wood about 173 102 cubic metres, about 19 %. Industrial wood was harvested about 746 414 cubic metres from which about 27 235 cubic metres, about 4 %, were transferred to energy wood.

It is difficult to influence the amount of delimbed stem wood got from final felling, but the amount can be estimated beforehand with help of results of this study. It will help to plan energy wood purchasing and managing oh coming harvests.

---

Key words: energy wood, delimbed stem wood, accumulation of timber grades in harvesting, forest bioenergy

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	METSÄBIOENERGIA .....	8
2.1	Metsähake .....	8
2.1.1	Karsittu ranka .....	9
2.1.2	Karsimaton ranka .....	9
2.1.3	Hakkuutavan valinta pienpuun korjuussa .....	10
2.1.4	Hakkuutähteet .....	10
2.1.5	Kannot.....	12
2.1.6	Pilkkeet, klapit ja halot.....	12
2.2	Metsäteollisuuden sivuvirrat.....	13
2.2.1	Kemiallisen metsäteollisuuden sivuvirrat .....	13
2.2.2	Mekaanisen metsäteollisuuden sivuvirrat .....	14
2.3	Ainespuu energiapuuna.....	14
3	METSÄENERGIAN ROOLI SUOMEN ENERGIANTUOTANNOSSA .....	16
3.1	Energian lähteet vuonna 2016.....	16
3.2	Maa- ja metsätalousministeriön tavoite hakkuiden lisäämiseksi .....	18
3.3	Euroopan Unionin uusiutuvan energian tavoite.....	19
3.4	Suomen kansalliset tavoitteet.....	20
4	HAKKUUKERTYMÄ .....	23
4.1	Hakkuukertymä koko maassa 2016 .....	23
4.2	Hakkuukertymä Pirkanmaalla 2016.....	23
5	TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO .....	25
5.1	Hakkuukertymä avohakkuilta .....	25
5.2	Energiaan päätyvä ainespuu.....	25
6	TUTKIMUSTULOKSET.....	26
6.1	Hakkuukertymä avohakkuilta .....	26
6.2	Kuukausittainen vaihtelu avohakkuilla.....	28
6.3	Alueellinen puutavaralajikertymän vaihtelu avohakkuilla .....	30
6.4	Syyt eroihin alueiden välillä .....	31
6.5	Hakkuukertymä kaikilla hakkuutavoilla .....	35
6.6	Energiaan siirtyvä ainespuu .....	36
6.7	Vertailu koko maan ja Pirkanmaan hakkuukertymiin .....	38
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	40
7.1	Kertymään vaikuttaminen .....	41
7.2	Energiaan siirtyvien minimointi .....	41
7.3	Opinnäytetyön merkitys.....	43

LÄHTEET .....	45
LIITTEET .....	48
Liite 1. Alueiden A, B ja E avohakkuuleimikot vuonna 2016. ....	48

**LYHENTEET JA TERMIT**

Hak:	haapakuitupuu
Kok:	koivukuitupuu
Kot:	koivutukkipuu
Kuk:	kuusikuitupuu
Kupt:	kuusipikkutukki
Kut:	kuusitukkipuu
Laho:	lahokuitupuu, kuusirungon tyveltä kuiduttavan teollisuuden käyttöön sahattava osa, joka ei täytä tukin laatuvaatimuksia esimerkiksi lahovian vuoksi
Lek:	lehtikuitupuu
Muk:	muu kuitu
Mut	muu tukki
Mäk:	mäntykuitupuu
Mäpt:	mäntypikkutukki
Mät:	mäntytukkipuu
Pyku:	pystykuiva

## 1 JOHDANTO

Kansallisten ja kansainvälisten tavoitteiden mukaisesti Suomi pyrkii lisäämään uusiutuvan energian osuutta energian loppukulutuksestaan. Suomessa merkittävin uusiutuvan energian lähde on metsä, ja metsähake siten tärkeä energiajaje. Metsäbioenergialla on suuri potentiaali kasvaa entistä keskeisemmäksi.

Metsähakkeeksi jalostettavaa energiapuuta saadaan mm. karsimattomasta kokopuusta, kannoista ja hakkuutähteistä sekä karsitusta rankapuusta. Karsittua rankaa voidaan hakata energiapuuhakkuuna nuoren metsänhoitokohteelta tai sitä voi tulla sivutuotteena ainespuuhakkuussa. Esimerkiksi avohakkuussa kertyy lähes aina puutavaralajeja, joille ei ole muuta toimituskohdetta kuin energiakäyttö.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä eri metsäbioenergian muodot ja selvittää karsitun rangan osuus Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaan korjuupalvelun korjaamissa avohakkuukohteissa. Avohakkuilta kertyvän energiapuuran määrä on arvokas tieto suunniteltaessa muuta energiapuun korjuuta. Tällä hetkellä edellisten vuosien kertymiin perustuvaa arviota kertyvän energiapuuran määrästä ei Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaalla ole. Työn tavoitteena on lisäksi selvittää energiakäyttöön tavaralajisiirtojen kautta päätyneen ainespuun määrä vuosina 2015 ja 2016.

Tässä työssä tarkastellaan avohakkuilta kertyvän ainespuun jakautumista eri puutavaralajeihin sekä niiden keskinäistä vaihtelua hakkuuajankohdan ja alueen mukaan. Erityisesti keskitytään koivukuidun, lahokuidun ja energiapuuksi hakattavien tavaralajien eli haapakuidun, lehtipuukuidun, pystykuivien ja muun kuidun kertymistä. Em. tavaralajien kertymää tarkastellaan myös suhteutettuna kuusitukin kertymään. Lisäksi tutkitaan teollisuudelle korjatun ainespuun tavaralajisiirtoa eli päätymistä energiakäyttöön esim. pilaantumisen vuoksi. Varsinaista energiapuun korjuuta ei tähän työhön tehdyssä tutkimuksessa huomioitu, sillä tarkoituksena on arvioida tulevien hakkuiden, etenkin kuusikoiden avohakkuiden, tuottamaa karsitun rangan kertymää.

## 2 METSÄBIOENERGIA

Bioenergialla tarkoitetaan biomassasta eli eloperäisistä lähteistä, esimerkiksi puusta, peltokasveista tai bioperäisistä jätteistä, tuotettua energiaa. Biomassa voidaan käyttää suoraan polttoaineena tai se voidaan muuttaa ensin kaasuksi tai nesteeksi. Metsäbioenergialla tarkoitetaan kaikkia puuperäisiä energialähteitä. Niihin kuuluvat metsästä suoraan energiantuotantoon käytettävä rankapuu, hakkuutähteet ja kannot. Lisäksi metsäteollisuuden sivutuotteista tuotettava energia lasketaan metsäbioenergiaksi.

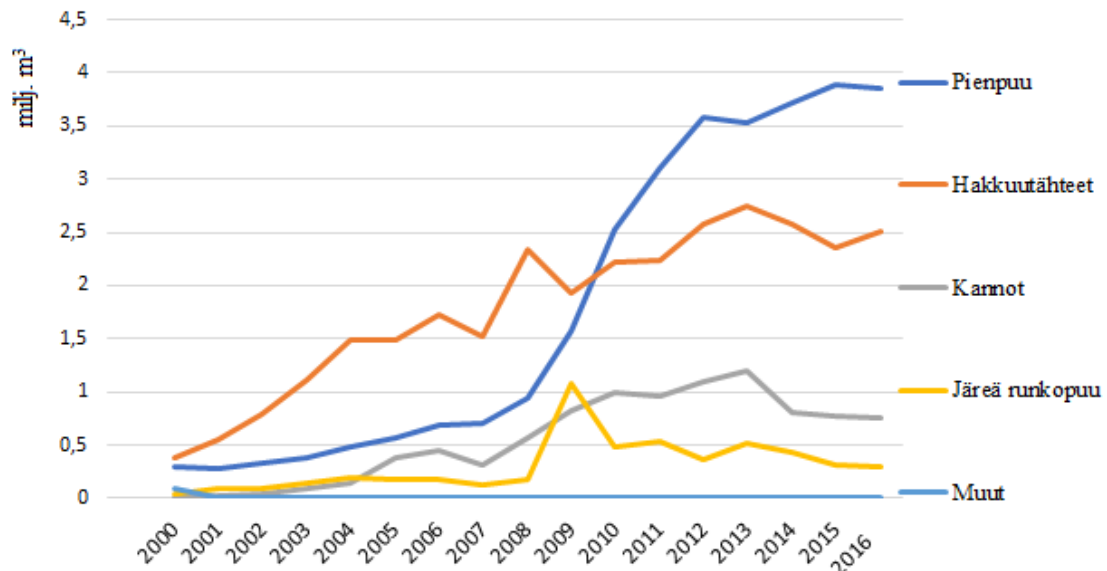
(Natural Resources Canada 2016)

### 2.1 Metsähake

Metsähakkeella tarkoitetaan kaikkea suoraan metsästä saadusta raaka-aineesta tehtyä haketta. Se käsittää käytännössä hakkuutähde-, kokopuu-, ranka- sekä kantohakkeen. Useimmiten metsähakkeen raaka-aineena on joko mitoiltaan tai laatuominaisuuksiltaan teollisuudelle kelpaamaton puuraaka-aine. Raaka-aine voidaan hienontaa joko terävillä terillä hakettamalla tai murskaamalla tylpillä terillä. Haketus voidaan tehdä tienvarsivarastolla, terminaalivarastossa tai käyttöpaikalla. (Knuutila 2003, 37. Strandström 2017)

Kuviossa 1 on kuvattuna Tilastokeskuksen julkistamien tietojen mukaisesti eri metsähakkeen raaka-aineiden käyttömäärät Suomessa vuosina 2000-2016. (Tilastokeskus 2017b). Pienpuu käsittää karsitun ja karsimattoman rangan. Metsähake koostui vuonna 2016 valtaosaltaan hakkuutähteistä ja rankapuusta. Luonnonvarakeskuksen (2017b) mukaan lähes kaikkien kiinteiden puupolttoaineiden käyttö lisääntyi vuonna 2016.





KUVIO 1. Metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa raaka-aineittain vuosina 2000-2016 (Tilastokeskus 2017a, 2017b, muokattu)

### 2.1.1 Karsittu ranka

Karsitulla rangalla tarkoitetaan yleensä energiakäyttöön tarkoitettua pieniläpimittaista runkopuuta, josta on poistettu oksat. Karsittu ranka voidaan hakata suoraan hakkuussa ns. energiapuuharvennuksena tai se voi tulla ainespuuhakkuun sivutuotteena. Integroidussa korjuussa aines- ja energiapuu korjataan samalla kertaa rinta rinnan. Tällöin kohteeksi soveltuvat kaikki talousmetsien harvennuskohteet. (Koistinen, Luiro & Vanhatalo 2016, 29-33)

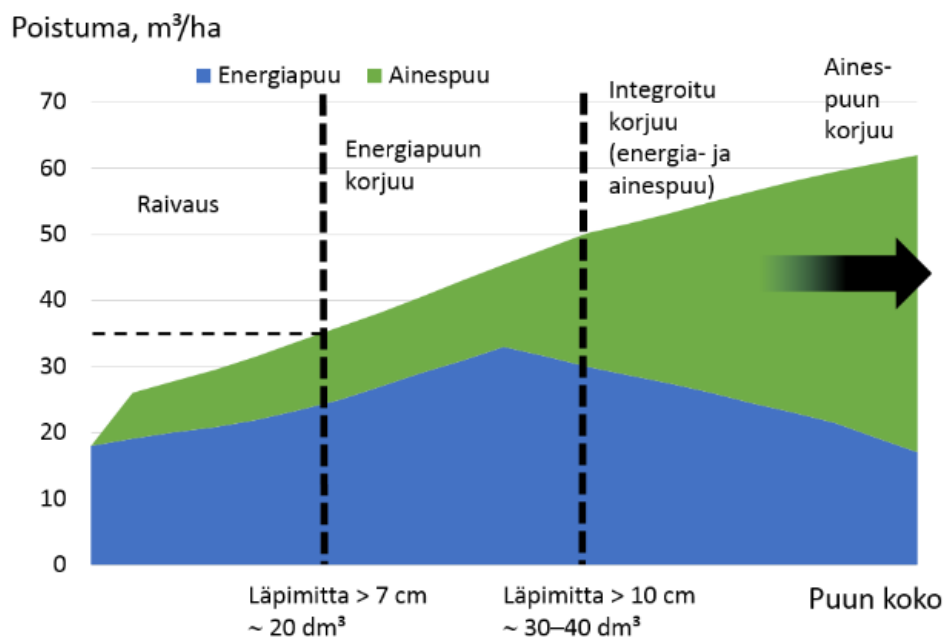
### 2.1.2 Karsimaton ranka

Karsimattoman rangon eli kokopuun korjuussa pieniläpimittainen puu katkaistaan tyveltä, kasataan ja kuljetetaan tienvarteen karsimattomana. Karsimattoman rangon korjuuseen soveltuvimpia kohteita ovat liian tiheänä kasvaneet nuoret metsät, joissa taimikonhoito on jäänyt tekemättä. Tällaisissa nuoren metsän hoitokohteissa metsä täytyy hoitaa kuntoon ennen ensiharvennusta, ja puutavaran korjaaminen kokopuuna energiaksi parantaa toimenpiteen taloudellista kannattavuutta. Ensiharvennusikäisistä metsistä korjattu energiapuukertymä on karsimattomana noin neljänneksen karsittua korkeampi ja korjuukustannukset ovat pienemmät. (Knuutila 2003, 38)

### 2.1.3 Hakkuutavan valinta pienpuun korjuussa

Nuoren metsän hoitokohteilla energiapuukertymä on n. 30-80 m<sup>3</sup>/ha vaihdellen suuresti poistettavan puuston mukaan ja riippuen siitä korjataan puu karsittuna vai karsimattomana. Ensiharvennusvaiheen metsiköissä tehtävissä energiapuuhakkuissa kertymä vaihtelee myös suuresti, ja on noin 20-40 m<sup>3</sup>/ha, mikäli vain alle ainespuukokoiset rungot kerätään. (Knuutila 2003, 37-38)

Kuvio 2 on periaatekuva hakattavien puiden koon vaikutuksesta energia- ja ainespuun kertymään ja hakkuutavan valintaan. Korjattavan puuston koon kasvaessa suurempi osa rungosta täyttää ainespuun mitat ja siten energiapuun osuus pienenee.



KUVIO 2. Hakattavien puiden koon vaikutus hakkuutavan valintaan energiapuun korjuussa. (Koistinen ym., 2016. 31)

### 2.1.4 Hakkuutähteet

Hakkuutähteillä tarkoitetaan normaalin ainespuuhakkuun yhteydessä syntyvää oksa- ja latvusbiomassaa. Hakkuutähteisiin lasketaan kuuluvaksi oksat, neulaset, latvukset ja leh-

det. Hakkuutähteeksi luokitellaan myös mitoiltaan tai laadultaan teollisuudelle kelpaamaton runkopuu oksa- ja latvusmassan korjuun yhteydessä. Kantoja ja juuria ei lasketa hakkuutähteiksi. (Knuutila 2003, 38-39)

Hakkuutähteiden kertymään vaikuttavat hakattavan puuston koko, kasvatustiheys, sijainti ja käsittelyhistoria. Käytännössä hakkuutähteitä kerätään vain uudistusaloilta ja lähes yksinomaan kuusikoista. Harvennuksilla hakkuutähteiden kertymä on pieni, jäävä puusto vaikeuttaa hakkuutähteiden keruuta ja ravinteet tarvitaan jäävän puuston kasvuun. Lisäksi oksat ja latvukset tarvitaan harvennuksilla usein ajourille korjuuvaurioiden ehkäisemiseksi. Hakkuutähteiden korjaaminen männiköistä ei useinkaan ole taloudellisesti kannattavaa, sillä oksien ja latvusten kertymä on alle puolet kertymästä kuusikoissa. (Knuutila 2003, 39.) Tapion hyvän metsänhoidon suosituksissa energiapuun korjuuseen ei suositella korjaamaan hakkuutähteitä kuivahkoja kankaita karummilta kasvupaikoilta, jotta ravinne-epätasapainon ja kasvutappioiden synty vältetään. (Koistinen, Luiro & Vanhatalo 2016, 45.)

Haketta käyttävät laitokset eivät yleensä ota vastaan tuoretta hakkuutähdettä, sillä neulasten sisältämä kloori aiheuttaa polttokattiloissa kuumakorroosiota. Lisäksi neulasten mukana poistuu metsästä merkittävä määrä ravinteita aiheuttaen mahdollisesti kasvutappioita. Siksi hakkuutähteet suositellaan kuivattavan palstalla ennen tienvarsivarastointia. Palstakasoissa hakkuutähde kuivuu ja neulaset varisevat uudistusosalalle. (Koistinen ym. 2016, 47)

Hakkuutähdehakkeen poltto-ominaisuudet vaihtelevat kosteuden ja palakoon mukaan. Tuoreen hakkuutähteen kosteus on noin 50-60 painoprosenttia koko hakemäärän mäsasta. Palsta- ja tienvarsikasoissa tapahtuvan kuivatuksen avulla kosteus voidaan saada laskemaan 20-30 %:iin. Hakkeen palakoko vaihtelee haketettavan raaka-aineen, hakkurin tai murskaimen ja hakkurin terien kunnan mukaan. Palakooltaan epähomogeeninen hake saattaa aiheuttaa ongelmia polttolaitoksen vastaanotto- kuljetin- ja polttolaitteissa. (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen 2016. 68-76)

### 2.1.5 Kannot

Havupuiden, lähinnä kuusen, kannosta ja järeimmästä yli 5 cm paksusta juuripuusta voidaan tuottaa kantohaketta. Kannot nostetaan tyypillisesti kaivinkoneella, joka on varustettu kantojen nostoon soveltuvalla laitteistolla. Nostettaessa kannot pilkkotaan pienemmiksi palasiksi ja kivennäismaa ravistellaan irti kannosta. Kantojen annetaan kuivua pienissä kasoissa palstalla mukana kulkeutuvan kiintoaineksen minimoimiseksi. Kuivuneet kannot kuljetetaan tienvarteen ja käsitellään murskaimella tienvarsivarastolla tai viedään murskattavaksi terminaaliin. Kannoissa olevan kivennäisaineen vuoksi hakkuria ei voida käyttää. (Knuuttila 2003. 40; Koistinen ym. 2016. 55-56)

Ravinnehävikin estämiseksi kantojen korjuuta ei suositella tehtävän kuivahkoa kangasta karummilla kasvupaikoilla tai turvemilla. Turvemilla kantojen nosto lisää myös kiintoaineksen kulkeutumista vesistöihin. Myöskään vesistöjen suojavyöhykkeillä tai pohjavesialueilla kantoja ei suositella korjattavan. Kantojen nosto vähentää juurikäävän riskiä kuusikoissa, joissa puulajin vaihto ei tule kysymykseen. Se ei kuitenkaan poista tartuntaa tai estä juurikääpästä tarttumasta uuteen puusukupolveen. (Koistinen ym. 2016, 49)

Kannot ovat sinänsä hyvä raaka-aine metsähakkeelle, sillä ne ovat pääosin järeää puuta ja ne säilyttävät lämpöarvonsa muuta metsäenergiaa pidempään. Haasteita polttoprosessille tuottaa kuitenkin mukana kulkeva kivennäismaa. Kantohakkeen tuhkapitoisuus voidaan vaihdella suuresti mukaan joutuneesta maa-aineesta johtuen. Tuhkapitoisuus voi olla jopa 13 %, jos mukana on maa-ainesta (Alakangas ym. 2016, 83). Lisäksi kantojen nosto on myös ravinnetalouden, vesiensuojelun ja luonnonhoidon kannalta ongelmallinen energijae, joten sen merkitys on vähenemässä metsäenergian tuotannossa. Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaa ei korjaa kantoja kuin erityistapauksissa, joissa kantojen poisto on välttämätöntä. Tällaisia ovat mm. tielinjahakkuut ja kohteet, joilla maankäyttömuoto muuttuu metsätaloudesta joksikin muuksi.

### 2.1.6 Pilkkeet, klapit ja halot

Perinteisellä polttopuulla; haloilla, klapeilla ja pilkkeillä on edelleen merkittävä rooli pienkiinteistöjen, kuten omakotitalojen ja maatilojen, lämmöntuotannossa. Esimerkiksi Pirkanmaalla pienkiinteistöjen puuenergian käyttö oli lämmityskaudella 2007/2008 noin

1,2 TWh vuodessa, joka oli noin 46% kaikesta puulla tuotetusta energiasta. Pienkiinteistöjen puunkäyttöä ei tilastoida joka vuosi. Viimeisin tilastointi on lämmityskaudelta 2007/2008. (Maunula. 2011. 17)

Halot, klapit ja pilkkeet soveltuvat ominaisuuksiensa vuoksi lähinnä pieniin tulisijoihin tai lämmityskattiloihin. Niiden käyttö polttoaineena vaatii käsityötä, sillä niille ei voida järjestää automaattista syöttöä, joten ne eivät sovellu suuren mittakaavan polttoon. (Alakangas 2000. 70)

## **2.2 Metsäteollisuuden sivuvirrat**

Metsäteollisuus käyttää paljon energiaa, mutta myös tuottaa sitä. Metsäteollisuuden tuottama energia on peräisin mekaanisen ja kemiallisen metsäteollisuuden prosessien sivutuotteista. Tuotetun energian määrä on lähes suoraan verrannollinen puuraaka-aineen käyttöön ja lopputuotteiden tuotantomääriin. Metsäteollisuuden tuotannon kausi- ja suhdannevaihtelut heijastuvat suoraan niin metsäteollisuuden tuottamaan kuin kuluttamaan-kin energian määrään.

### **2.2.1 Kemiallisen metsäteollisuuden sivuvirrat**

Valtaosa metsäteollisuuden tuottamasta energiasta on peräisin kemiallisen massanvalmistuksen sivutuotteena syntyvistä jäteliemistä, pääasiassa mustalipeästä. Mustalipeä on sellunkeitossa käytettävän sulfaattimenetelmän sivutuote. Puuhakkeesta liotetaan epäorgaanisten keittokemikaalien avulla suuri osa puun ligniinistä ja osa hemiselluloosasta. Näin syntynyt mustalipeä kerätään talteen ja väkevöittämisen jälkeen se poltetaan sähkön ja lämmön tuottamiseksi. (Alakangas ym. 2016, 109-110) Vuonna 2015 Suomen energian kokonaiskulutuksesta tuotettiin noin 11% metsäteollisuuden jäteliemillä. (Tilastokeskus 2017a)

### 2.2.2 Mekaanisen metsäteollisuuden sivuvirrat

Jäteliemien lisäksi merkittäviä metsäteollisuuden sivuvirtoja energiantuotannossa ovat hake, kuori ja puru. Havupuun sahauksessa saadaan normaalisti sahatavaraa noin 45-50% puuraaka-aineen tilavuudesta. Samalla syntyy haketta 28-32%, purua 10-15% ja kuorta 10-12%. Sahatavaran saanto vaihtelee raaka-aineen koon ja laadun sekä sahan kokoluokan, tuotantostrategian ja teknisen tason mukaan.

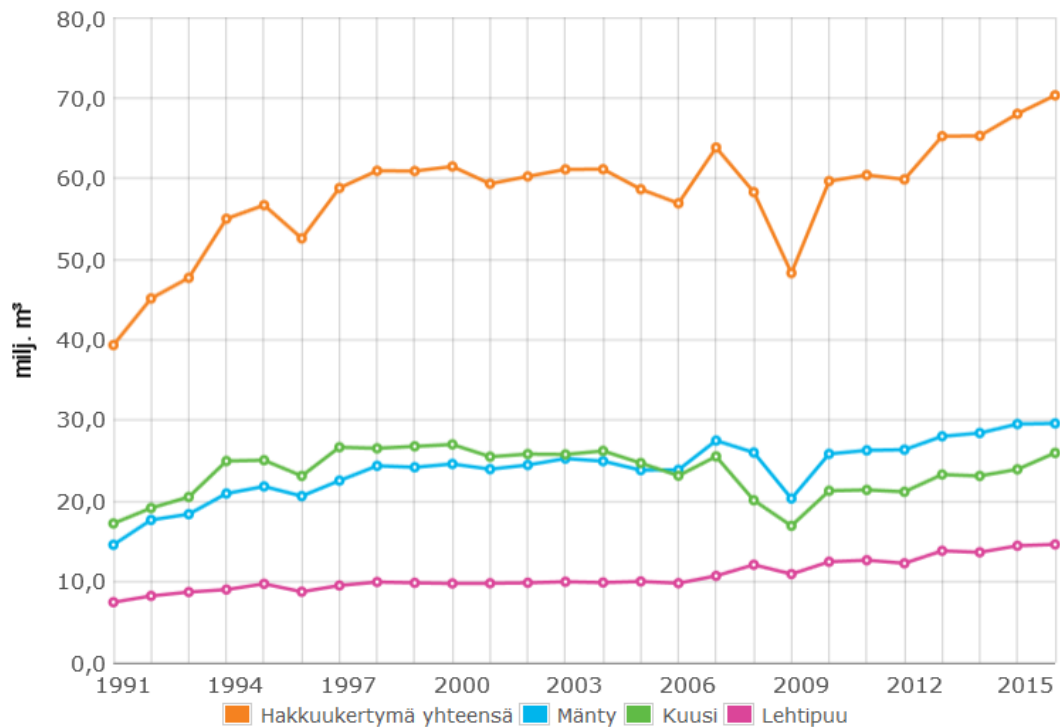
Puun kuori sisältää luontaisesti paljon ligniiniä, joten sen lämpöarvo on korkea. Polttoaineominaisuuksia heikentävät kuitenkin olennaisesti sen korkeat kosteus ja tuhkapitoisuudet. Poltto-ominaisuuksia voidaan parantaa mm. puristamalla, kuivaamalla tai sekoittamalla kuorijätteen joukkoon muita polttoaineita. (Alakangas ym. 2016, 81-82)

Mekaanisen metsäteollisuuden sivutuotteena syntyvästä tuoreesta hakkeesta ja purusta valtaosa ohjataan kemiallisen massanvalmistuksen raaka-aineeksi. Esimerkiksi hakkeesta vain noin 5 % päätyy energiantuotantoon. Jatkojalostuksessa syntyvät sivuvirrat, kuten höylänlastu, ovat energia-arvoltaan erinomaisia mm. alhaisen kosteutensa vuoksi ja ne voidaan jalostaa pelleteiksi. (Knuuttila 2003, 43)

### 2.3 Ainespuu energiapuuna

Energiakäyttöön päätyy myös ainespuuta eli puuta, joka mitoiltaan ja ominaisuuksiltaan soveltuisi myös teollisuuden käyttöön. Tällaista raaka-ainetta ovat muun muassa haapa-kuitu ja koivukuitu. Lehtipuiden runkopuu on ominaisuuksiltaan hyvin polttoon soveltuvaa, ja sen tuhkapitoisuus on havupuita pienempää. Tehollisessa lämpöarvossa (MJ/kg) ei merkittäviä eroja puulajien välillä ole. Useilla lehtipuilla, kuten hies- ja rauduskoi-vulla, runkopuun tiheys on kuitenkin havupuita suurempi, joten lämpöarvo tilavuutta kohti eli ns. energiatiheys (MJ/m<sup>3</sup>) on näillä lehtipuilla suurempi. (Alakangas, 2000)

Kuviossa 3 on esitetty hakkuukertymä Suomessa puulajeittain vuosina 1991-2015. Kuvaajasta ilmenee, että lehtipuukertymä on verrannollinen havupuiden kertymään. Kun männyn ja kuusen kertymä on tasaisesti kasvanut vuodesta 2009 eteenpäin, samassa tahdissa on kasvanut myös lehtipuun kertymä. Jos esim. koivukuitua kertyy hakkuista kysyntää enemmän, osa siitä päätyy polttolaitoksiin.



Lähde: SVT: Luonnonvarakeskus, Hakkuukertymä ja puuston poistuma.

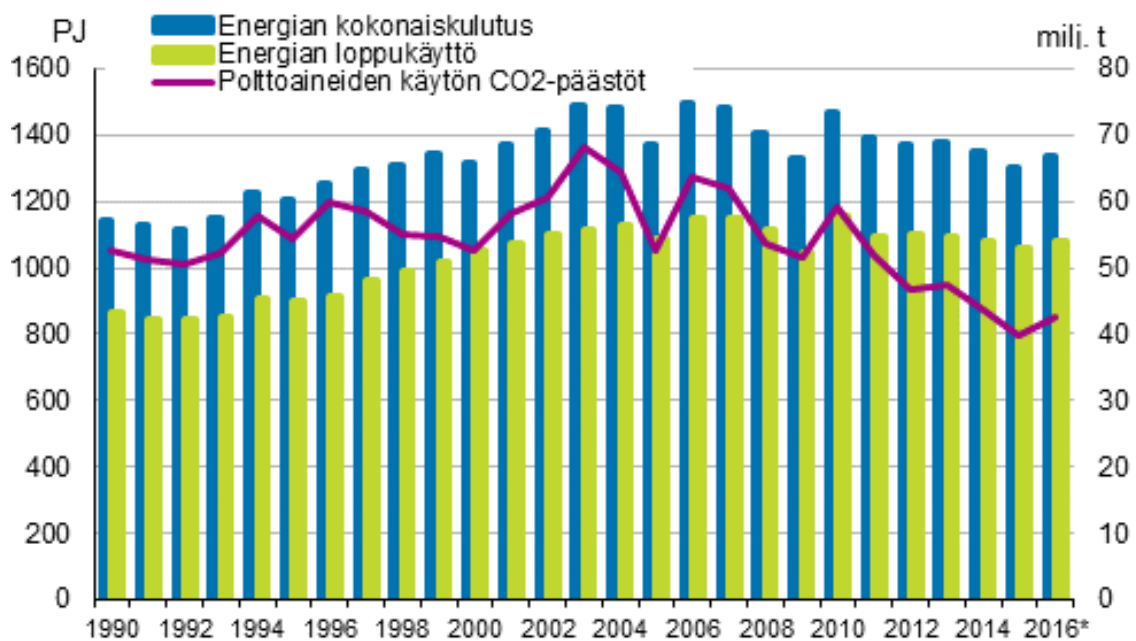
KUVIO 3. Hakkuukertymä puulajeittain Suomessa vuosina 1991-2015. (Luonnonvarakeskus 2017a)

Teollisuudelle kelpaavan puun energiakäyttö on metsäteollisuuden etujen vastaista. Metsäteollisuus ry, joka on metsäteollisuutta Suomessa harjoittavien yritysten edunvalvontajärjestö, vastustaa voimakkaasti metsäbioenergian tuotantotukia. Metsäteollisuus ry:n mukaan metsähakesähkötuki tulisi lopettaa, sillä se heikentää teollisuuden sivuvirtojen energiakäyttömahdollisuuksia. (Metsäteollisuus ry, 2017)

### 3 METSÄENERGIAN ROOLI SUOMEN ENERGIANTUOTANNOSSA

#### 3.1 Energian lähteet vuonna 2016

Energiankulutus oli Suomessa vuonna 2016 Tilastokeskuksen mukaan 1335 petajoulea (PJ) eli noin 371 terawattituntia (TWh). Kuviosta 4 näkyy, että vaikka energian kokonaiskulutus on pysynyt 2000-luvulla melko tasaisena, ovat polttoaineiden aiheuttamat hiilidioksidipäästöt laskeneet merkittävästi. (Tilastokeskus 2017c)



KUVIO 4. Energian kokonaiskulutus ja loppukäyttö Suomessa vuosina 1990-2016 (Tilastokeskus 2017c)

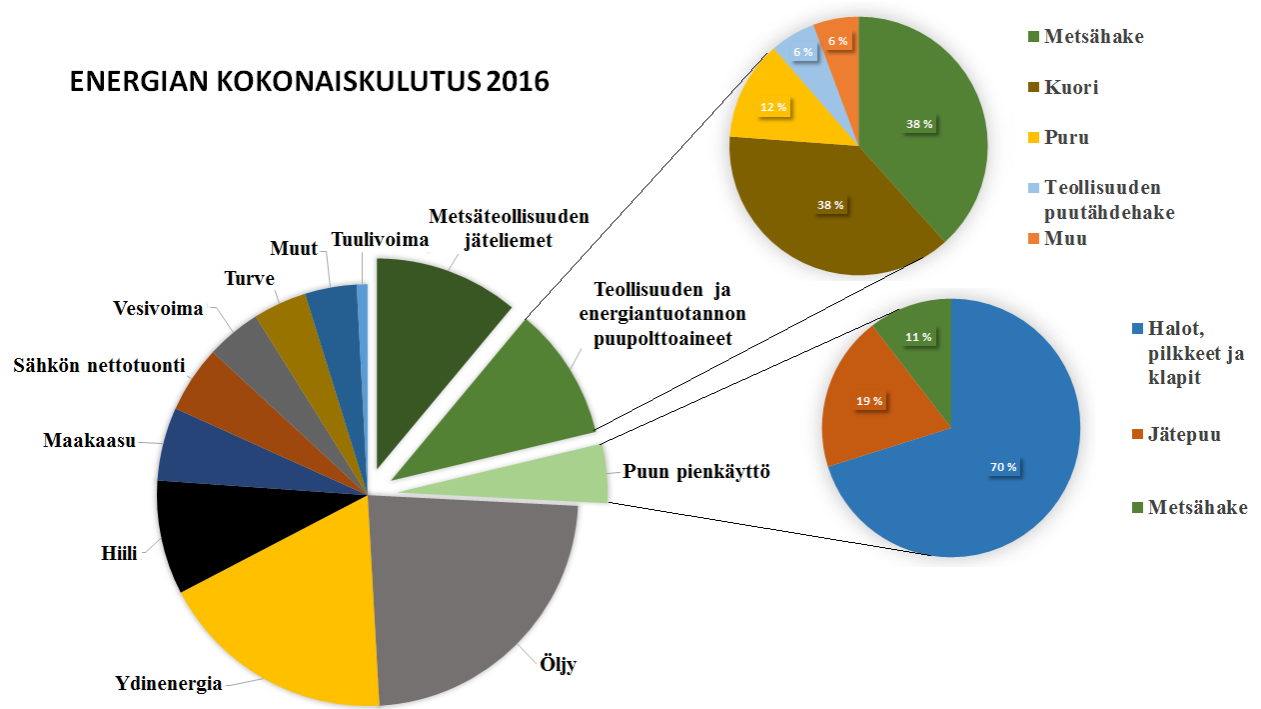
Taulukkoon 1 on koottu eri raaka-aineista tuotetun energian kokonaiskäyttö Suomessa vuonna 2016. Energialähteistä merkittävimmät olivat vuonna 2016 puupolttoaineet 26 prosenttia ja öljy 23 prosenttia osuudella. Taulukossa on mukana myös liikenteen käyttämä energia, mikä selittää öljyn suurta osuutta. Polttoaineista kulutus nousi edellisestä vuodesta hiilellä 16 prosenttia ja puupolttoaineilla 5 prosenttia. Sähkön nettotuonti nousi vuonna 2016 19 TWh:iin, joka on enemmän kuin koskaan aiemmin. Kulutus väheni maakaasulla (9 prosenttia) ja turpeella (5 prosenttia). Vesivoimatuotanto laski 6 prosenttia. (Tilastokeskus. 2017c)



TAULUKKO 1. Energian kokonaiskulutus Suomessa vuonna 2016 energialähteittäin ja muutos edelliseen vuoteen

Energialähde	TWh	Vuosimuutos-%	Osuus % energian kokonaiskulutuksesta
Puupolttoaineet	96,2	5	26
Öljy	86,2	0	23
Ydinenergia	67,5	0	18
Hiili	32,4	16	9
Maakaasu	20,8	-9	6
Sähkön nettotuonti	19,0	16	5
Vesivoima	15,6	-6	4
Turve	15,2	-5	4
Muut	14,7	0	4
Tuulivoima	3,1	32	1
Yhteensä	370,8		100

Kuviossa 5 näkyvät energialähteiden osuudet energian kokonaiskulutuksesta vuonna 2016. Puuperäiset energialähteet jakautuvat kolmeen ryhmään; metsäteollisuuden jäteliemet, teollisuuden ja energiatuotannon puupolttoaineet sekä puun pienkäyttö, jolla tarkoitetaan pienkiinteistöjen, kuten omakotitalojen ja maatilojen, puun energiakäyttöä. Puun pienkäyttö käsitti vuonna 2016 noin 6,7 miljoonaa kiintokuutiometriä, josta valtaosa oli halkoja, klapeja ja pilkkeitä. Lisäksi käytettiin metsähaketta ja jätetuuta. Metsäteollisuuden jäteliemet olivat pääosin selluntuotannossa sulfaattimenetelmän sivutuotteena syntyvää mustalipeää. Teollisuuden ja energiatuotannon puupolttoaineet koostuivat pääasiassa metsähakkeesta (7,4 miljoonaa kiintokuutiometriä), kuoresta (7,3 milj. m<sup>3</sup>), purusta (2,4 milj. m<sup>3</sup>) ja puutähdehakkeesta (1,1 milj. m<sup>3</sup>). (Tilastokeskus 2017c)



KUVIO 5. Energian kokonaiskulutus energialähteittäin vuonna 2016 (Tilastokeskus 2017c, muokattu)

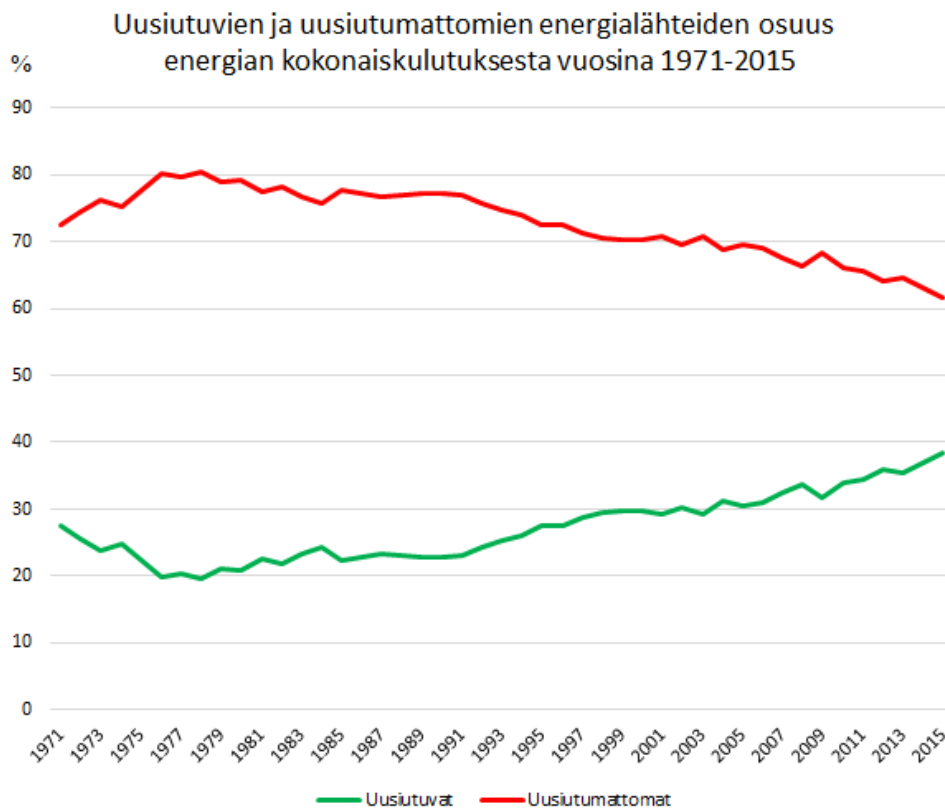
### 3.2 Maa- ja metsätalousministeriön tavoite hakkuiden lisäämiseksi

Maa- ja metsätalousministeriö on kansalliseen ilmastostrategiaan kirjannut tavoitteeksi nostaa vuosittaista hakkuumäärää 65 miljoonasta kiintokuutiometristä runkopuuta (vuoden 2013 taso) 80 miljoonaan kiintokuutiometriin vuoteen 2025 mennessä. Tämä 15 miljoonan lisäys mahdollistaa Maa- ja metsätalousministeriön mukaan metsäteollisuuden investointien vaatiman suuremman raaka-ainetarpeen ja metsäbioenergian lisäämisen kestävien hakkumahdollisuuksien kuitenkin ylittymättä. Tavoitteena on, että puubio-massan kasvu nousee 99 miljoonasta kiintokuutiometristä (vuoden 2013 taso) 100-110 miljoonaan kiintokuutiometriin, joten tavoitteiden toteutuessa Suomen puustopääoma jatkaa kasvuaan. (Maa- ja metsätalousministeriö 2015)

Metsäteollisuuden viimeaikaiset investoinnit lisäävät suoraan lähinnä havukuitupuun kysyntää. Havukuitupuun hakkuiden lisääntyessä kasvavat myös muiden tavaralajien määrät. Näin ollen voidaan olettaa myös energiapuun määrän kasvavan. Toisaalta havukuitupuun kysynnän kasvaessa kuiduttavassa teollisuudessa entistä pienempi määrä havukuitupuuta päätyy energiakäyttöön.

### 3.3 Euroopan Unionin uusiutuvan energian tavoite

Suomi on Euroopan unionin direktiivin mukaisesti sitoutunut nostamaan uusiutuvien energialähteiden osuuden energian kokonaisloppukulutuksesta 38%:iin vuoteen 2020 mennessä. (Direktiivi 2009/28/EY). Direktiivin mukainen tavoite on jo saavutettu, sillä vuonna 2015 uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta oli 39,3 prosenttia. (Tilastokeskus 2017c). Lisäksi Euroopan parlamentti on päätöslauselmassaan 23.6.2016 todennut, että Euroopan Unioni on kokonaisuutena saavuttamassa vuoden 2020 tavoitteet. (Euroopan parlamentti). Kuviossa 6 on kuvattu uusiutuvan ja uusiutumattomien energialähteiden osuutta energian kokonaiskulutuksesta. Uusiutuvan energian osuus on noussut taasisesti viime vuosikymmeninä. EU:n tavoitteet uusiutuvalle energialle on määritetty suhteessa energian loppukulutukseen. Tällä tavoin laskettu osuus on ollut Suomessa noin 3-5 prosenttiyksikköä suurempi kuin osuus energian kokonaiskulutuksesta, jota kuvion 6 kuvaaja esittää.

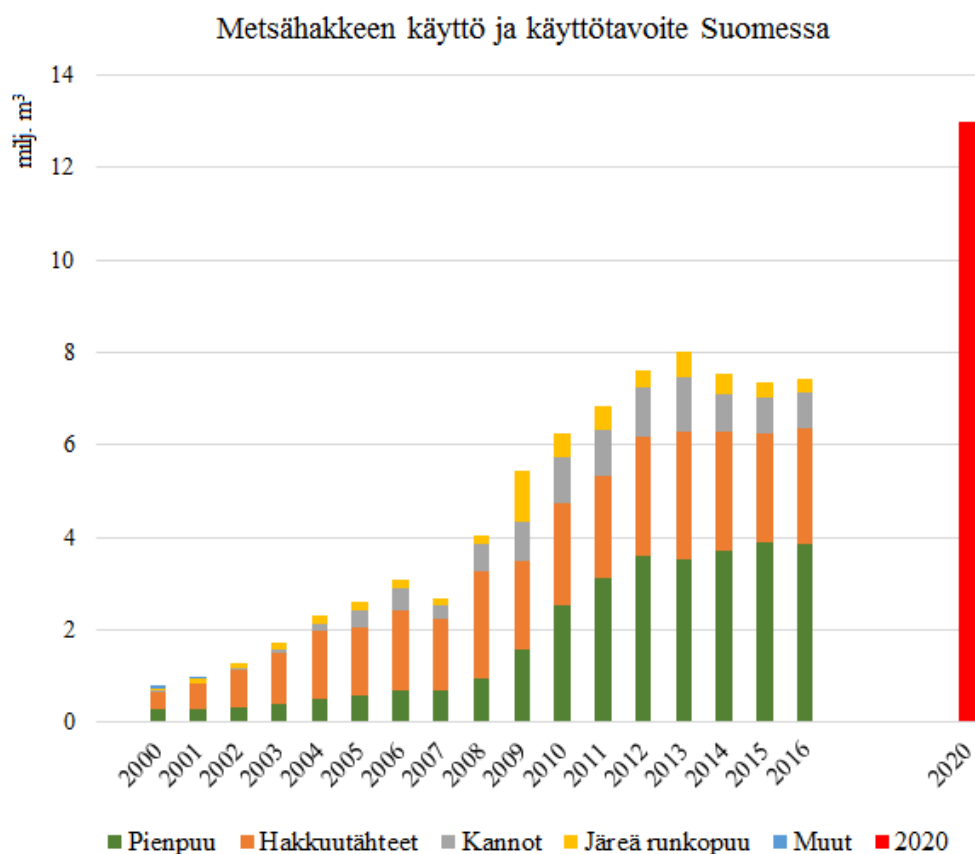


KUVIO 6. Uusiutuvan energian osuus energian kokonaiskulutuksesta Suomessa vuosina 1971-2015. (Tilastokeskus 2017c)

### 3.4 Suomen kansalliset tavoitteet

Keskeisin ja kustannustehokkain tapa lisätä uusiutuvan energian käyttöä Suomessa on metsähakkeen käytön lisääminen. Suomen kansallisessa uusiutuvan energian toimintasuunnitelmassa asetettiin metsähakkeen käytön tavoitteeksi vuodelle 2020 sähkön ja lämmön tuotannossa 25 TWh, joka vastaa noin 13 miljoonaa kiintokuutiometriä metsähaketta. Kivihiilen laajamittainen korvaaminen edellyttää investointeja mm. voimalaitosten lämmityskattiloiden korvaamista uusilla monipolttoainekattiloilla. Monipolttoainekattiloissa metsähakkeella voidaan korvata myös turpeen käyttöä. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaan kivihiilen voimalaitoskäyttö pyritään pääosin syrjäyttämään vuoteen 2025 mennessä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013. 25).

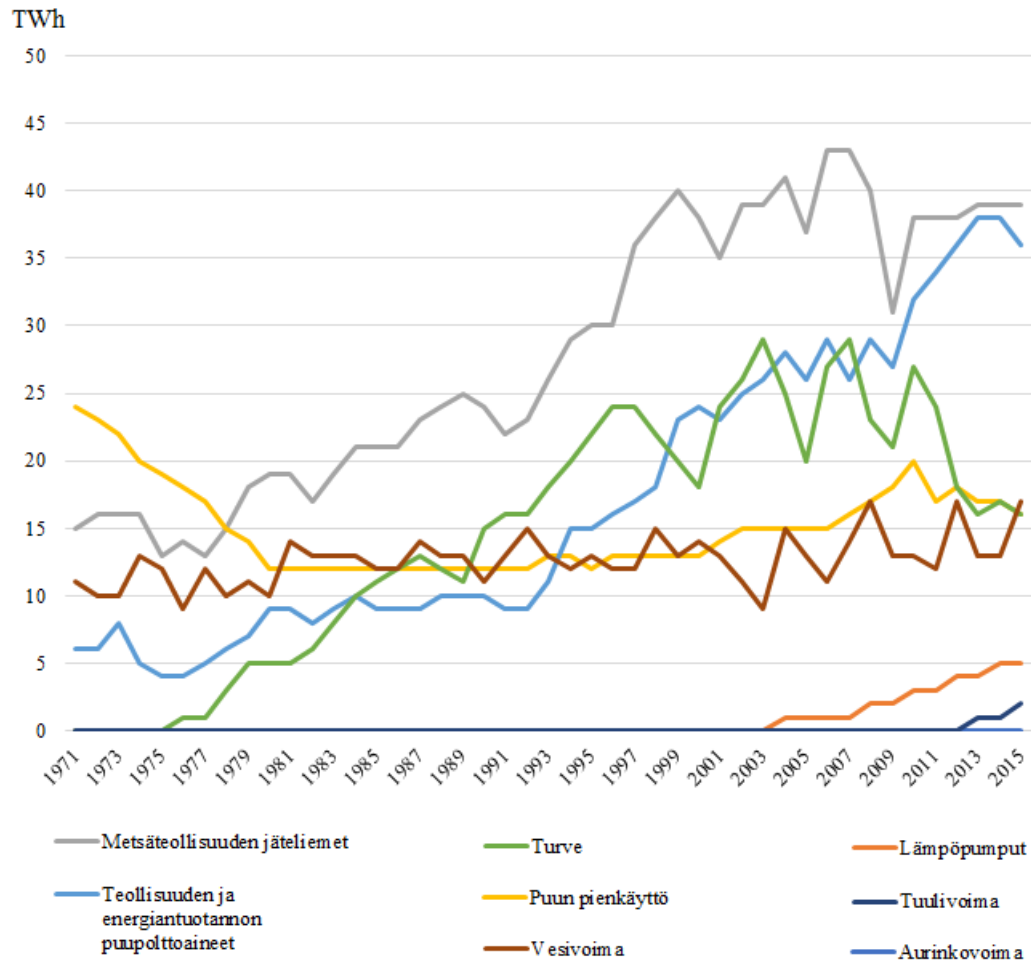
Vuonna 2016 metsähakkeella tuotetun energian määrä oli 14,8 TWh (noin 7,4 miljoonaa kiintokuutiometriä) koko maassa. Tavoitteen saavuttamiseksi metsähakkeen käyttöä tulee vielä lisätä selkeästi kuten voidaan todeta kuviosta 7, jossa on kuvattuna metsähakkeen käyttö viime vuosina ja vuoden 2020 tavoite. Energiapuun osuus vuoden 2016 hakkuista oli noin 11 %. Jos Kansallisen metsästrategian mukainen 15 milj. m<sup>3</sup> hakkuiden lisäys toteutuu vuoden 2016 hakkuiden tavaralajijakauman suhteissa, lisääntyy energiakäyttöön hakatun puutavaran määrä noin 1,65 milj. m<sup>3</sup>, joka vastaa noin 3,3 TWh energiaa. (Tilastokeskus 2017d)



KUVIO 7. Metsähakkeen käyttö Suomessa 200-2016 ja tavoite vuoteen 2020 mennessä. (Tilastokeskus 2017d, muokattu)

Metsähakkeen käyttö on lisääntynyt tasaisesti viime vuosina. Käytön lisäys on vaatinut investointeja. Jo toteutuneiden investointien lisäksi on vuoteen 2020 mennessä suunnitella yhteensä 2,2 miljardin euron investoinnit kuuteen yhteistuotantovoimalaitokseen sekä kymmeneen lämpölaitokseen. Näiden investointien aiheuttama energiapuun käytön lisäys on arviolta 5-6 miljoonaa kiintokuutiometriä. (Maa- ja metsätalousministeriö 2015. 14)

Uusiutuvan energian kasvu johtuu suurelta osin metsäteollisuuden jäteliemien sekä teollisuuden ja energiantuotannon puupolttoaineiden käytön kasvusta. Kuvioista 8 näkyy, että vesivoiman ja puun pienkäyttö ovat pysyneet hyvin tasaisena 1980-luvulta saakka. Tuuli- ja aurinkovoiman määrät ovat vielä melko pienet. Vesivoima on merkittävä uusiutuvan energian lähde. Sitä ei kuitenkaan voida käytännössä enää lisätä, joten uusiutuvan energian osuuden kasvu on lähinnä puupohjaisten polttoaineiden varassa. Teollisuuden jäteliemien määrä riippuu suoraan metsäteollisuuden puun käytöstä, joten metsäteollisuuden investointien myötä kasvava puun käyttö nostanee jäteliemistä saatavan energian määrää. (Tilastokeskus 2017c)



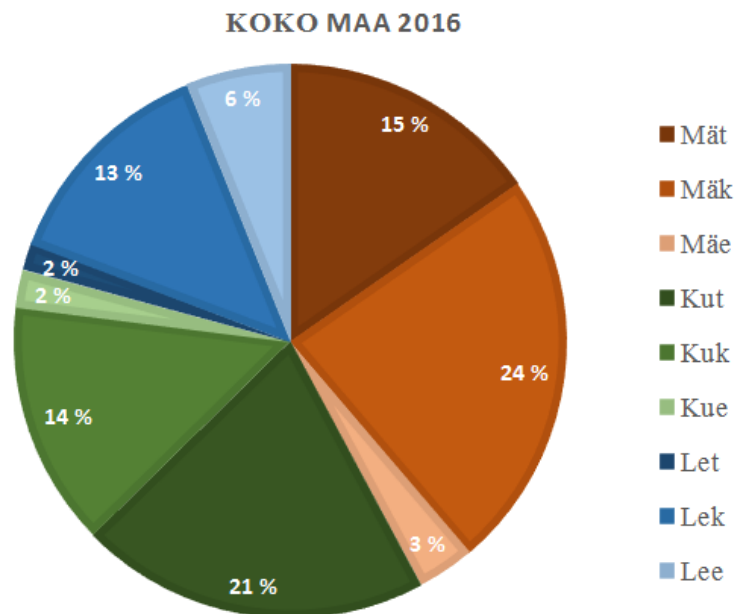
KUVIO 8. Uusiutuvan energian lähteet vuosina 1971-2015. (Tilastokeskus 2017c, muokattu)

Naapurimaamme Ruotsin tavoite on EU:n direktiivin 2009/28/EY mukaan nostaa uusiutuvan energian osuus vuoden 2005 tasosta, joka oli 39,8 %, 49 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Ruotsi on jo saavuttanut tavoitteensa hyvissä ajoin, ja vuonna 2015 uusiutuvien energialähteiden osuus kokonaiskulutuksesta oli jo noin 54%. (Ekonomifakta, 2017) Ruotsi tuottaa suuren osan uusiutuvasta energiastaan vesi- ja tuulivoimalla, mutta bioenergialla on myös merkittävä rooli. Vuonna 2015 ruotsin koko energiankulutuksesta tuotettiin 25 % bioenergialla (Naturvårdsverket, 2017). Bioenergiasta noin 90 % on peräisin metsäsektorilta, joten Ruotsissakin puubiomassan hyödyntäminen energiantuotannossa on merkittävässä roolissa. (Regeringens proposition 2008/09. 2009)

## 4 HAKKUUKERTYMÄ

### 4.1 Hakkuukertymä koko maassa 2016

Suomessa hakattiin vuonna 2016 yhteensä noin 70 miljoonaa kiintokuutiometriä puuta metsäteollisuuden ja energiantuotannon tarpeisiin. Tukkipuuta hakkuukertymästä oli noin 26 miljoonaa kiintokuutiometriä eli noin 37 %. Kuitupuuta oli vastaavasti noin 34 milj. m<sup>3</sup>, eli noin 51 %. Kuviossa 9 on kuvattu vuoden 2016 hakkuukertymä keskeisimpiin tavaralajeihin jaoteltuna. Puulajeista eniten hakattiin mäntyä, 42 %. Kuusta oli koko vuoden hakkuukertymästä noin 37 % ja lehtipuulajeja noin 21 %. Tavaralajikoodit Mäe, Kue ja Lee tarkoittavat energiapuuksi hakattua männyn, kuusen ja lehtipuiden runkopuuta. (Tilastokeskus 2017)

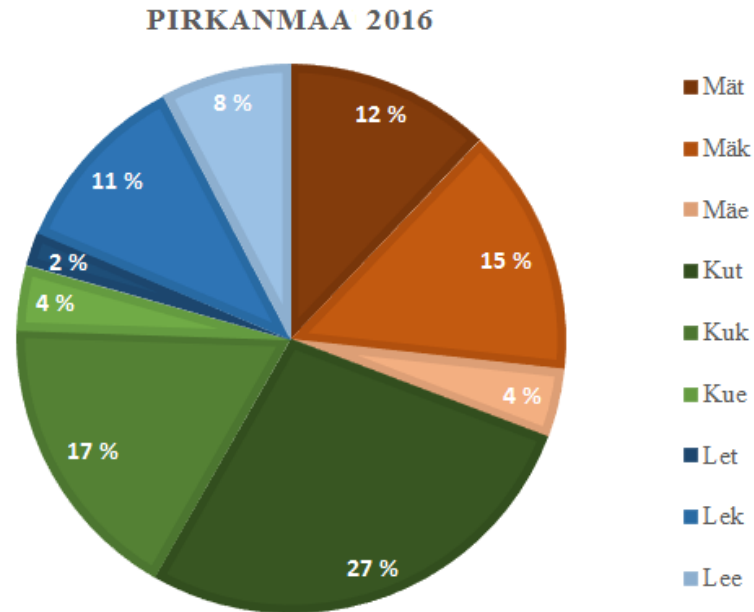


KUVIO 9: Koko maan hakkuukertymä vuonna 2016 (Tilastokeskus, muokattu)

### 4.2 Hakkuukertymä Pirkanmaalla 2016

Pirkanmaan maakunnassa hakattiin tilastokeskuksen mukaan vuonna 2016 noin 5,2 miljoonaa kiintokuutiometriä puutavaraa. Tuosta määrästä oli tukkipuuta noin 41 %, kuitupuuta 43 % ja energiapuuta noin 16 %. Puulajeista eniten hakattiin kuusta, noin 48 %.

Männyn osuus hakkuukertymästä oli noin 31 % ja lehtipuiden 21 %. Kuviossa 10 kertymä on jaettu tärkeimpiin puutavaralajeihin.



KUVIO 10: Hakkuukertymä Pirkanmaalla vuonna 2016. (Tilastokeskus 2017e, muokattu)



## 5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

### 5.1 Hakkuukertymä avohakkuilta

Tätä työtä varten kerättiin Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaan korjuupalvelun tekemien avohakkuiden puutavaralajikertymät vuosina 2015 ja 2016. Aineisto kerättiin Puumak-sut-ohjelman tietojen pohjalta, sillä ainoastaan sillä tavoin saatiin rajattua aineisto koske-maan vain avohakkuita. Alle 10 000 € nettosummaltaan olevat hankkeet jätettiin huomi-oimatta, jotta kertymältään pienet avohakkuut eivät vääristä tuloksia. Alle 10 000 € hank-keet ovat puutavarakertymältään keskimäärin alle 225 m<sup>3</sup> hankkeita, eli pienialaisten avo-hakkuiden lisäksi tonttihakkuita, pellonreunoja yms. Männiköiden uudistushakkuut ovat usein siemenpuuhakkuita, joita tähän työhön kerätyssä aineistossa ei ole. Siemenpuuhak-kuiden lisäksi aineistosta on rajattu pois ylispuiden poistohakkuut, joten mäntytukin ker-tymistä ei tämän aineiston perusteella ole mielekästä tarkastella. Voidaankin sanoa ai-neiston koskevan lähes yksinomaan kuusikoiden avohakkuita. Kokopuun, oksa- ja lat-vusmassan tai kantojen korjuuta ei ole tässä työssä huomioitu.

Aineisto jaoteltiin hakkuuajankohdan mukaan ja alueellisesti mahdollisten vuodenaiko-jen aiheuttamien ja alueellisten erojen esiintuomiseksi. Eri tavaralajien kertymistä tarkas-teltiin suhteessa kuusitukkiin. Alueellisten erojen syiden kartoittamiseksi valittiin kolme energiakertymältään merkittävää aluetta lähempään tarkasteluun.

### 5.2 Energiaan päätyvä ainespuu

Lisäksi kerättiin aineisto teollisuudelle hakatun puutavaran päätymisestä energiapuuksi. Tähän tarkasteluun otettiin mukaan kaikki korjuupalvelun korjaama puu hakkuutavasta tai hankkeen koosta riippumatta vuosina 2015 ja 2016 ja tarkasteltiin kuusi-, mänty- ja koivutukin sekä kuusi-, mänty- ja koivukuidun päätymistä energiapuuksi. Aineisto kerät-tiin Puunohjaus-ohjelman tietokannasta. Kokopuu, hakkuutähteet tai kannot rajattiin tar-kastelun ulkopuolelle.

## 6 TUTKIMUSTULOKSET

### 6.1 Hakkuukertymä avohakkuilta

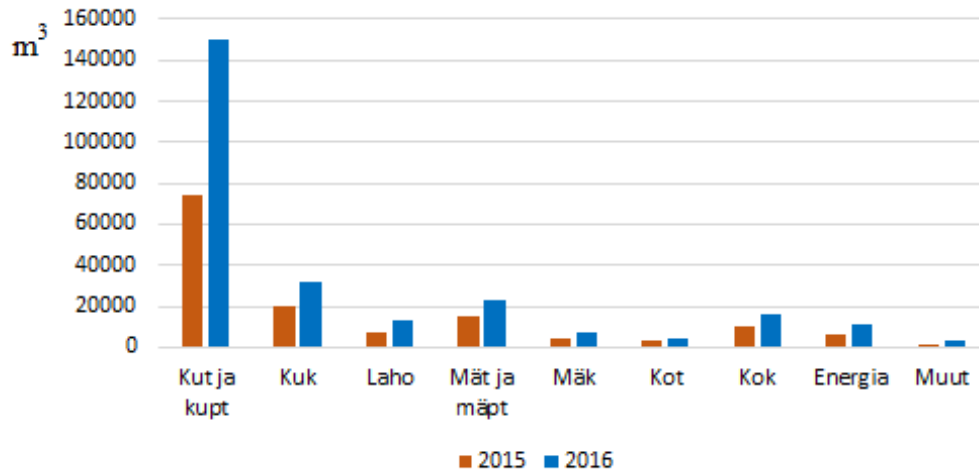
Aineistoa kertyi 543 leimikosta, joista hakattiin yhteensä noin 401 111 kiintokuutiometriä ainespuuta. Keskimääräinen kertymä oli siten noin 739 m<sup>3</sup>/leimikko.

Kuusitukin osuus avohakkuiden hakkuukertymästä oli vuosina 2015-2016 55,9 %. Vuonna 2015 kuusitukin osuus oli 52,4 % ja vuonna 2016 57,8 %.

Taulukossa 2 näkyvät eri puutavaralajien kertymä määrät kiintokuutiometreinä sekä prosenttiosuutena koko vuoden kertymä määrästä. ”Energia”-puutavaralajiin on laskettu yhteen pystykuivat, haapakuitu, lehtipuukuitu ja muu kuitu. Kyseisiä tavaralajeja ei ole mielekästä tarkastella erikseen, sillä niiden kirjaamistapa vaihtelee ja siten jakauma eri lajeihin ei ole luotettava. Tarkastelun helpottamiseksi ne on laskettu yhteen. Kuusitukki, kuusipikkutukki ja kuusiparru on niin ikään laskettu yhteen. Samoin on toimittu mäntytukin, mäntypikkutukin ja mäntyparrun tapauksessa. Muut-tavaralaji sisältää lehtipuutukin ja erikoispuutavaralajit, jotka eivät sisälly muihin tavaralajeihin. Kuviossa 11 puutavaralajikertymät on esitetty pylväsdiagrammina.

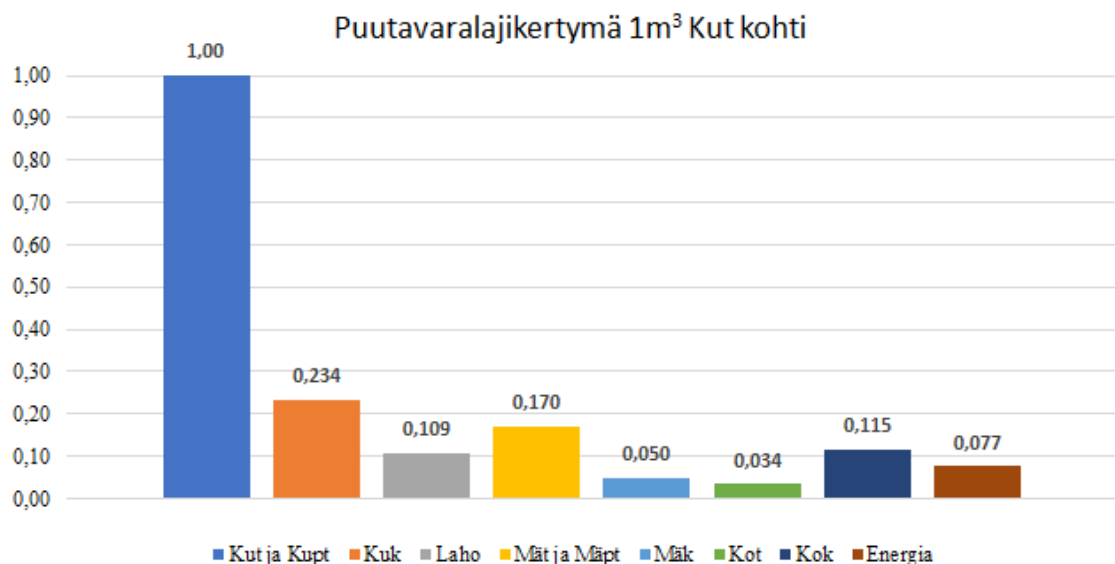
TAULUKKO 2. Puutavaralajikertymä avohakkuilla vuosina 2015 ja 2016

	Kut ja kupt	Kuk	Laho	Mät ja mäpt	Mäk	Kot	Kok	Energia	Muut	Yht.
2015, [m <sup>3</sup> ]	74103	20316	7386	15426	4455	2818	10208	6209	375	141296
2016, [m <sup>3</sup> ]	150102	32203	13168	22748	6801	4723	15687	10942	3441	259816
2015, [%]	52,4	14,4	5,2	10,9	3,2	2,0	7,2	4,4	0,3	100,0
2016, [%]	57,8	12,4	5,1	8,8	2,6	1,8	6,0	4,2	1,3	100,0



KUVIO 11. Puutavaralajikertymä avohakkuilla vuosina 2015 ja 2016.

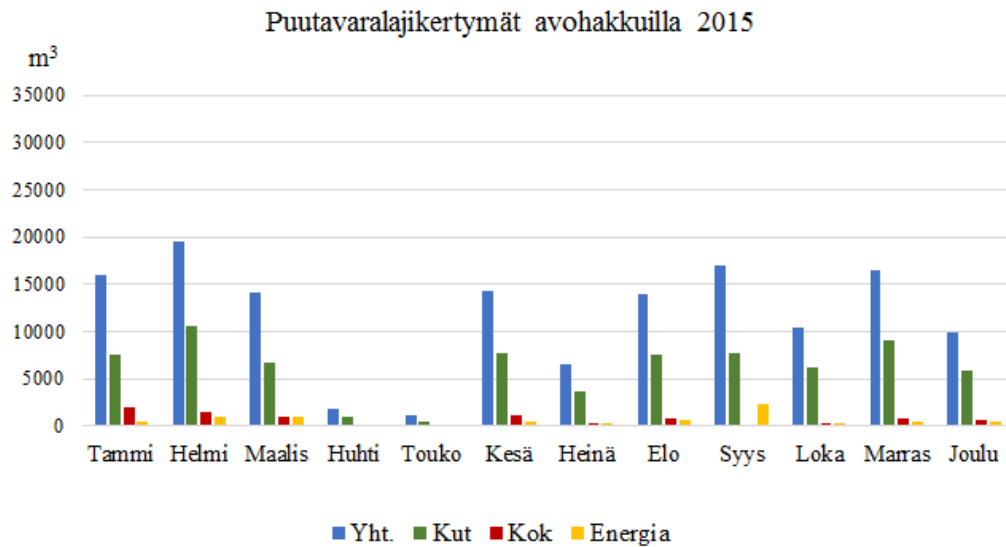
Yhtenä tämän työn tarkoituksena on helpottaa tulevien avohakkuiden tavaralajikertymän arviointia. Kuviossa 12 on esitetty eri puutavaralajien kertymä kuusitukin kertymään suhteutettuna. Luvuissa on huomioitu vuosien 2015 ja 2016 avohakkuut. Yhtä kuusitukkikiintokuutiometriä kohti tuli kuusikuitua noin 0,23 kiintokuutiometriä, koivukuitua noin 0,12 kiintokuutiometriä, lahokuitua noin 0,11 kiintokuutiometriä ja energiataralajeja noin 0,08 kiintokuutiometriä



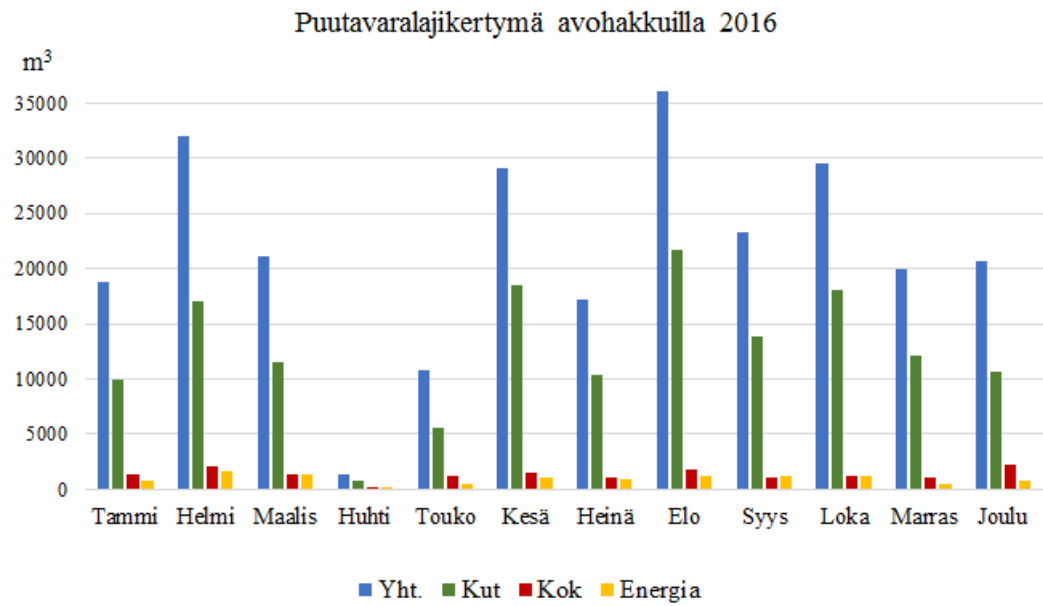
KUVIO 12. Puutavaralajikertymä kuusitukin määrään suhteutettuna.

## 6.2 Kuukausittainen vaihtelu avohakkuilla

Puunkorjuu on tyypillisesti hyvin kausiluonteista. Paras hakkuuajankohta sijoittuu talvi-kuukausiin, jolloin maan jäätyminen mahdollistaa korjuun ja kaukokuljetuksen pehmeiläkin mailla. Hiljaisinta on kelirikkoaikaan keväällä ja syksyllä. Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaan kuukausittaiset hakkuumäärät nähdään kuvioista 13 ja 14. Kelirikko näkyy hyvin huhti- ja toukokuun hakkuumäärissä. Muutoin hakkuumäärät jakautuvat melko tasaisesti eri kuukausille. Kesän kuukausittaiset hakkuumäärät olivat samalla tasolla kuin talvikuukausien hakkuumäärät. Vuonna 2016 elokuu oli jopa vuoden merkittävin kuukausi hakkuumäärällä mitattuna.



KUVIO 13. Kuukausittainen hakkuukertymä avohakkuilla 2015



KUVIO 14. Kuukausittainen hakkuukertymä avohakkuilla vuonna 2016

Taulukkoon 3 on koottu vuosien 2015 ja 2016 avohakkuiden kokonaiskertymä määrät, kuusitukin, koivukuidun ja energiapuun määrät sekä niiden prosentuaaliset osuudet kuukauden kokonaiskertymästä.

TAULUKKO 3. Hakkuukertymä avohakkuilla kuukausittain vuosina 2015 ja 2016.

2015	Yht. (m <sup>3</sup> )	Kut (m <sup>3</sup> )	Kut (%)	Kok (m <sup>3</sup> )	Kok (%)	Energia (m <sup>3</sup> )	Energia (%)
Tammi	16030	7568	47,2	2027	12,6	451	2,8
Helmi	19440	10519	54,1	1514	7,8	1063	5,5
Maalis	14074	6744	47,9	1048	7,4	1059	7,5
Huhti	1821	955	52,5	108	5,9	125	6,9
Touko	1102	509	46,2	74	6,7	16	1,4
Kesä	14372	7765	54,0	1080	7,5	438	3,1
Heinä	6609	3633	55,0	244	3,7	234	3,5
Elo	13874	7486	54,0	829	6,0	585	4,2
Syys	16955	7701	45,4	1377	8,1	948	5,6
Loka	10421	6176	59,3	360	3,5	334	3,2
Marras	16430	9037	55,0	847	5,2	545	3,3
Joulu	9986	5886	58,9	692	6,9	398	4,0
Yht.	141114	73980	52,4	10201	7,2	6197	4,4
2016	Yht. (m <sup>3</sup> )	Kut (m <sup>3</sup> )	Kut (%)	Kok (m <sup>3</sup> )	Kok (%)	Energia (m <sup>3</sup> )	Energia (%)
Tammi	18759	9948	53,0	1380	7,4	826	4,4
Helmi	32028	17082	53,3	2131	6,7	1641	5,1
Maalis	21165	11535	54,5	1390	6,6	1282	6,1
Huhti	1347	831	61,7	12	0,9	48	3,6
Touko	10849	5591	51,5	1171	10,8	434	4,0
Kesä	29092	18431	63,4	1477	5,1	1028	3,5
Heinä	17141	10391	60,6	982	5,7	842	4,9
Elo	36093	21730	60,2	1767	4,9	1212	3,4
Syys	23273	13777	59,2	990	4,3	1204	5,2
Loka	29554	18056	61,1	1155	3,9	1149	3,9
Marras	19906	12064	60,6	1030	5,2	535	2,7
Joulu	20611	10667	51,8	2201	10,7	741	3,6
Yht.	259816	150102	57,8	15687	6,0	10942	4,2

Avohakkuiden määrä kasvoi selkeästi tultaessa vuodesta 2015 vuoteen 2016. Samalla kuusitukin osuus kasvoi noin 5,4 prosenttiyksikköä. Koivukuidun osuus pieneni noin 1,2 prosenttiyksikköä energian osuuden pysyessä lähes muuttumattomana. Erityisesti kesäkuukausien korjuu kasvoi vuonna 2016.

### 6.3 Alueellinen puutavaralajikertymän vaihtelu avohakkuilla

Taulukossa 4 on esitetty vuosien 2015 ja 2016 avohakkuiden hakkuukertymän kokonaismäärä metsäasiantuntijoiden vastualueiden mukaan jaoteltuna. Taulukossa on esitetty myös määrä kuusitukilla, koivukuidulla ja energiapuulla, johon on laskettu yhteen kuten edelläkin *muu kuitu*, *haapakuitu*, *pystykuivat*, *karsittu ranka* ja *lehtipuukuitu* -tavaralajit. Lisäksi on esitetty kuusitukin ja energiapuun osuudet koko kertymästä.

TAULUKKO 4. Puutavaralajikertymä avohakkuilla alueittain vuosina 2015 ja 2016.

	Alue	yht [m <sup>3</sup> ]	Kut [m <sup>3</sup> ]	Kok [m <sup>3</sup> ]	Energia [m <sup>3</sup> ]	Kut [%]	Energia [%]
2015	A	7212	4559	318	428	63,2	5,9
	B	28779	15595	2205	1845	54,2	6,4
	C	2069	1301	127	79	62,9	3,8
	D	3748	1998	328	246	53,3	6,6
	E	27370	14352	2424	1352	52,4	4,9
	F	3086	895	245	157	29,0	5,1
	G	12239	6947	555	311	56,8	2,5
	H	21482	9567	2125	902	44,5	4,2
	I	15335	8258	830	472	53,9	3,1
	J	1719	508	185	41	29,5	2,4
	K	3154	1110	177	42	35,2	1,3
	L	13324	7841	638	314	58,8	2,4
	M	844	625	31	7	74,1	0,8
	N	934	548	20	11	58,6	1,2
	<b>yht.</b>	<b>141296</b>	<b>74103</b>	<b>10208</b>	<b>6209</b>	<b>52,4</b>	<b>4,4</b>
2016	A	18041	10215	1051	1502	56,6	8,3
	B	31089	16713	2284	1934	53,8	6,2
	C	12298	6851	508	846	55,7	6,9
	D	16325	9969	1101	584	61,1	3,6
	E	22522	12923	1888	1126	57,4	5,0
	F	11582	5639	587	557	48,7	4,8
	G	26154	15814	944	995	60,5	3,8
	H	23797	16318	735	442	68,6	1,9
	I	19773	11252	1181	506	56,9	2,6
	J	11625	4886	1455	361	42,0	3,1
	K	11950	6731	843	487	56,3	4,1
	L	22782	12404	1694	519	54,4	2,3
	M	24314	15794	983	853	65,0	3,5
	N	7563	4594	433	231	60,7	3,1
	<b>yht.</b>	<b>259816</b>	<b>150102</b>	<b>15687</b>	<b>10942</b>	<b>57,8</b>	<b>4,2</b>

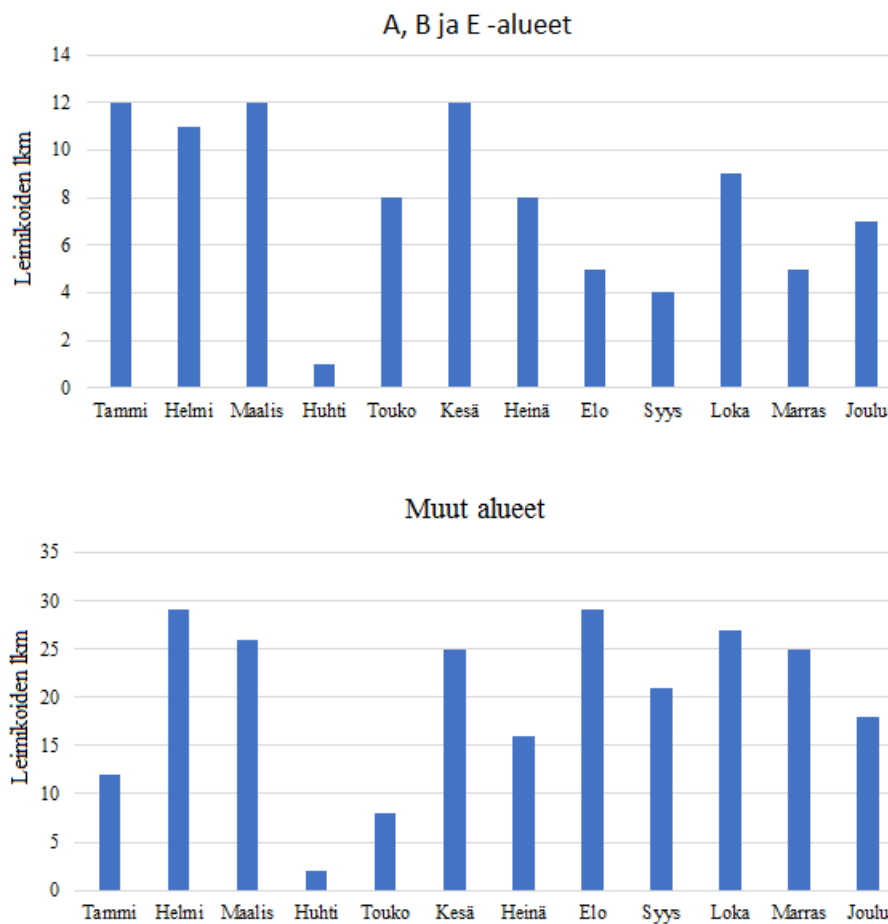
Alueelliset erot niin korjuumäärissä kuin kuusitukin ja energiapuun osuuksissa olivat melko suuria vuonna 2015. Vuonna 2016 erot tasoittuivat selkeästi, mutta varsinkin energiapuun osuudessa esiintyi suuriakin eroja. Erot kuusitukin ja energian osuuksissa selittyvät osin erilaisilla maantieteellisillä sijainneilla ja niistä aiheutuvilla puuston rakenteellisillä eroilla.

#### 6.4 Syyt eroihin alueiden välillä

Alueellisten erojen syiden selvittämiseksi valittiin tarkempaan tarkasteluun kolme aluetta, joilla energiapuun osuus oli huomattava molempina vuosina. Tarkasteluun valikoituivat alueet A, B ja E. Tarkastelu tehtiin vuoden 2016 avohakkuista, joita valituilla alueilla oli yhteensä 94 kpl. Alueella A leimikoita oli 24 kpl, alueella B 43 kpl ja alueella E

27 kpl. Liitteessä 1 on listattuna alueiden A, B ja E avohakkuuleimikot vuodelta 2016. Leimikot on järjestetty energiapuukertymän ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) mukaan laskevaan järjestykseen.

Lähempään tarkasteluun valittujen 94 leimikoiden koko vaihteli 0,9 hehtaarista 9,3 hehtaariin. Leimikon koko ei korreloinut energiapuukertymän kanssa. Kuviossa 15 on kuvattu leimikoiden jakautumista eri kuukausille. Ylempänä näkyy alueiden A, B ja E leimikoiden lukumäärät eri kuukausina ja alempana on kaikkien muiden alueiden leimikoiden lukumäärät. Kuvaajista näkyy, että alueilla A, B ja E leimikot painottuvat talvikuukausille enemmän kuin muilla alueilla. Vastaavasti myös puutavaran kokonaiskertymä painottuu A, B ja E -alueilla enemmän talvikuukausille.

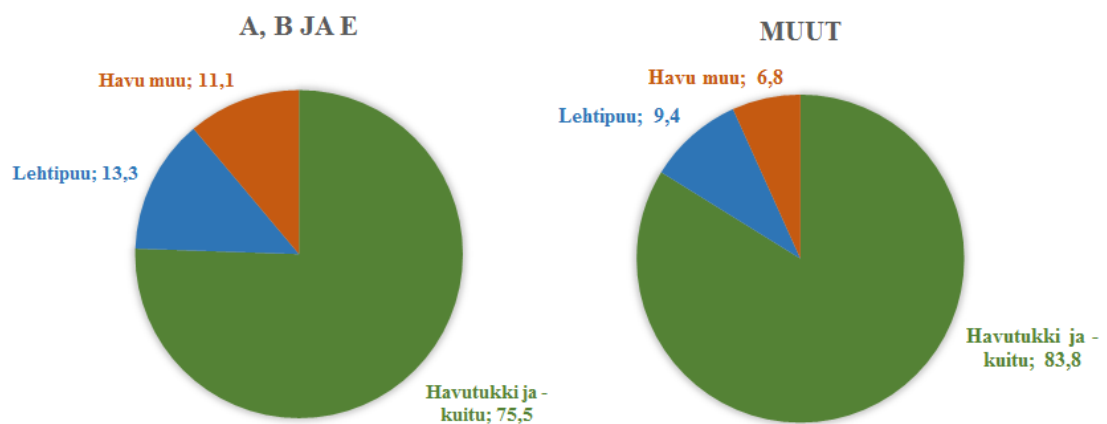


KUVIO 15. Leimikoiden lukumäärä eri kuukausina alueilla A, B ja C sekä muilla alueilla yhteensä.

Talvileimikoiden suurempi energiapuukertymä on nähtävissä myös koko aineistossa. Talvikuukausina energiapuun osuus kokonaiskertymästä oli vuosina 2015 ja 2016 keskimäärin 4,9 % ja kesäkuukausina 3,7 %. Tammikuun leimikoilla energiapuuta kertyi keskimäärin  $16,5 \text{ m}^3/\text{ha}$  ja heinäkuussa  $15,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

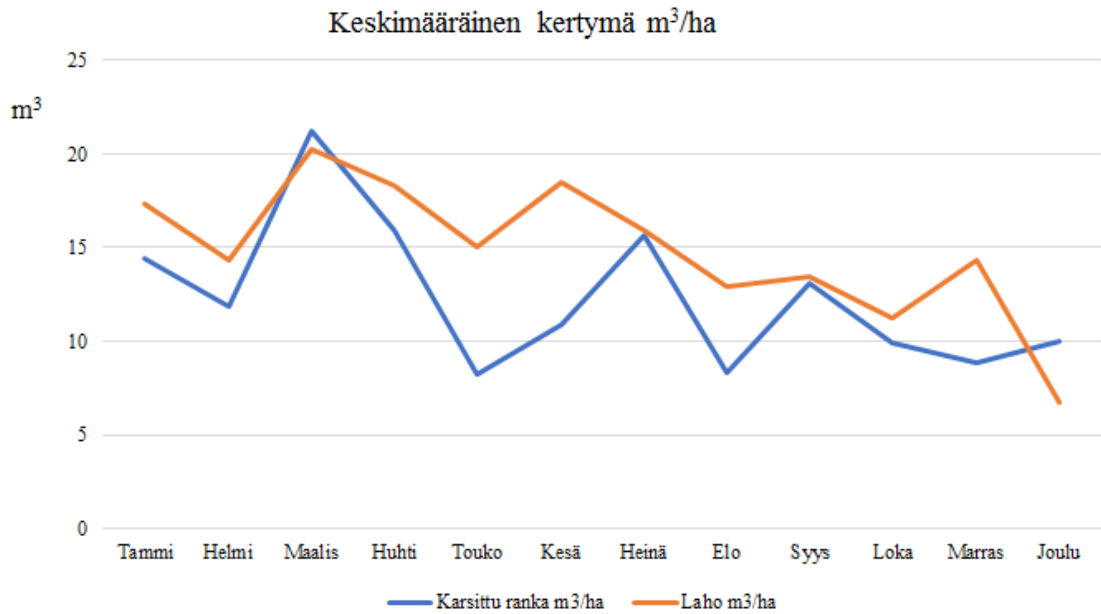


Toinen selittävä tekijä energiapuukertymän takana on sekapuustoisuus eli puuston rakenne. Kuviossa 16 on jaoteltuna alueiden A, B ja E sekä muiden alueiden puutavaralajijakauma. Jakauma jaoteltiin kolmeen luokkaan: havutukki ja -kuitu, lehtipuu sekä muu havupuu. Muu havupuu sisälsi lahokuidun, pystykuivat ja energiarangan. Alueilla A, B ja E sekä muun havupuun että lehtipuun osuudet olivat selkeästi muita alueita suuremmat havutukin ja -kuidun kustannuksella. Lahon osuus alueiden A, B ja E kertymästä oli 8,8 %, kun vastaava luku muilla alueilla oli vain 5,5 %.



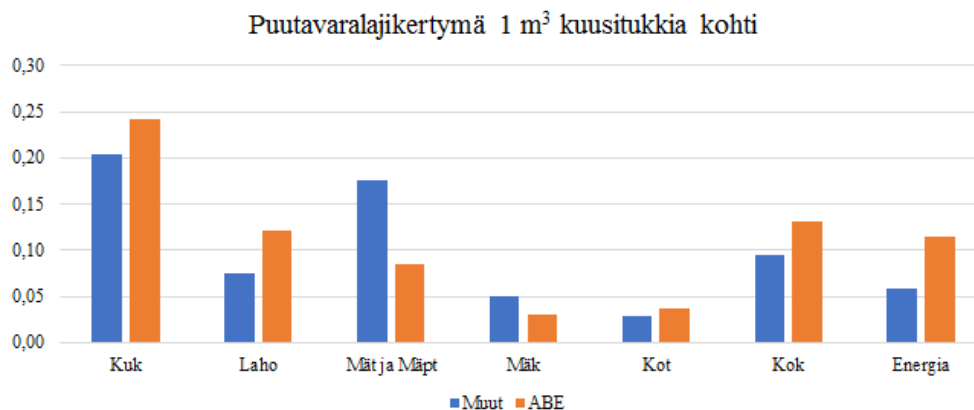
KUVIO 16. Sekapuustoisuus alueilla A, B & E ja muilla alueilla

Kuviossa 17 on kuvattu karsitun rangan ja lahokuidun kertymän riippuvuutta toisiinsa. Siinä on kuvattu leimikoiden keskimääräiset lahokuidun ja karsitun rangan kertymät kuukausittain. Korkea lahokuidun kertymä ennakoit myös suurempaa energiarangan määrää.



KUVIO 17. Karsitun rangan ja lahokuidun kertymä kuukausittain.

Kuviossa 18 on kuvattuna puutavaralajikertymät alueilla A, B ja E sekä muilla alueilla. Luvut on suhteutettu kuusitukin kertymään kuten kuviossa 12. Alueilla A, B ja E energiarankaa kertyi keskimäärin 11 m<sup>3</sup> sataa kiintokuutiometriä kuusitukkia kohti, kun muilla alueilla energiarankaa kertyi keskimäärin vain 6 m<sup>3</sup>. A, B ja E -alueilla karsitun rangan osuus koko kertymästä oli 6,5 %, kun se muilla alueilla oli vain 3,4 %. Kuvaajasta nähdään myös alueiden A, B ja E muita alueita suuremmat koivukuidun ja lahokuidun kertymät. Koivukuidulla ero oli 1,8 prosenttiyksikköä ja lahokuidulla 2,4 prosenttiyksikköä.



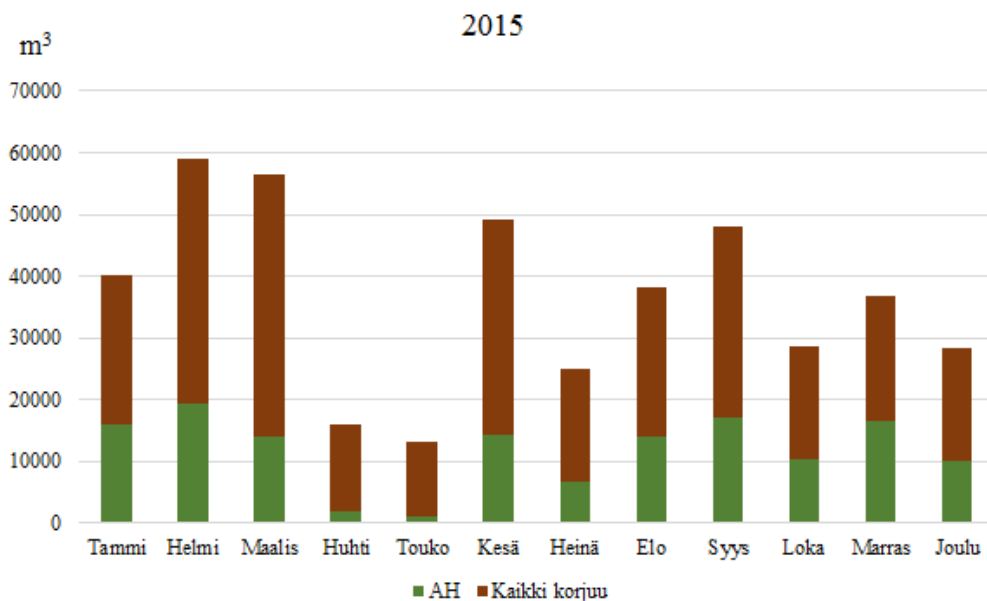
KUVIO 18. Puutavaralajikertymät alueilla A, B ja E sekä Muut kuusitukin määrään suhteutettuna.

Tämän aineiston perusteella voidaan todeta, että talvileimikoiden suuri osuus, sekapuus-  
toisuus ja suuri lahon osuus ennakoivat kaikki suurempaa karsitun rangan kertymää. Tu-  
los on suuntaa antava, eikä sen avulla voida ennustaa yksittäisen leimikon energiapuu-  
kertymää. Se kuitenkin auttaa arvioimaan tulevien hakkuiden kertymää makrotasolla.

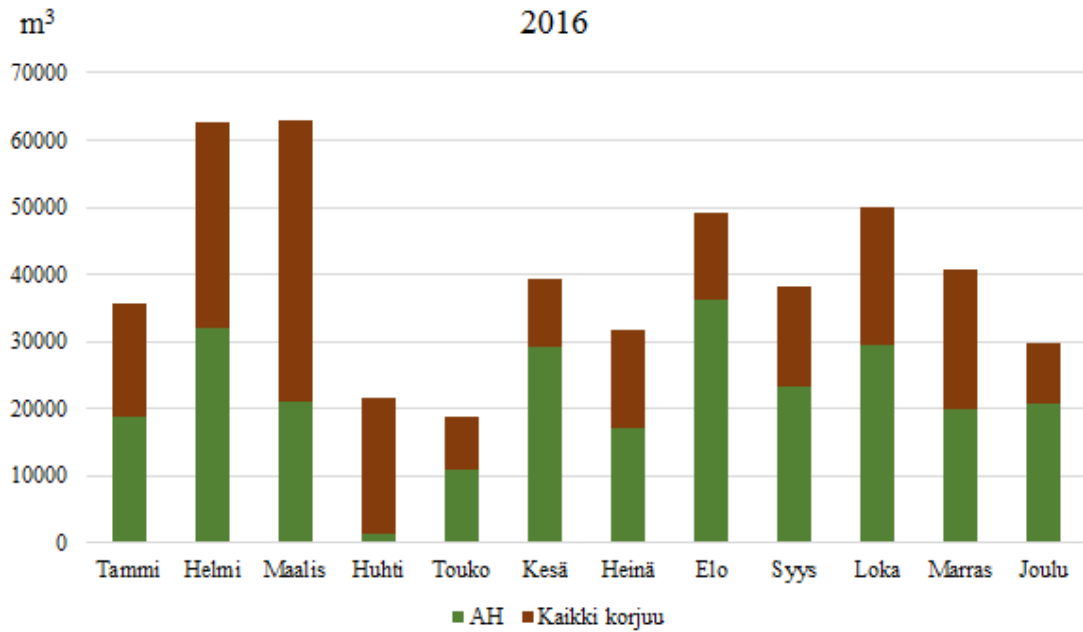
## 6.5 Hakkuukertymä kaikilla hakkuutavoilla

Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaa korjasi korjuupalvelun kautta vuonna 2015 yhteensä  
noin 438 873 kiintokuutiometriä ja vuonna 2016 noin 480 923 kiintokuutiometriä puuta.  
Määrissä on mukana kaikki pyöreän puun korjuu. Hakkuutähteitä, kantoja tai kokopuuta  
ei ole otettu mukaan tarkasteluun.

Kuvioissa 19 ja 20 punaiset pylväät kuvaavat kaikkea korjuupalvelun korjaamaa puuta  
vuosina 2015 ja 2016. Vihreät pylväät puolestaan kuvaavat avohakkuilta kertynyttä puu-  
tavaraa. Kokonaiskertymä oli molempina vuosina melko samansuuruinen. Vuonna 2016  
avohakkuiden osuus oli kuitenkin selkeästi suurempi, mikä näkyy myös kuusitukin mää-  
rän kasvuna vuodesta 2015 vuoteen 2016. Puutavaramäärällä mitattuna talvikuukausien  
avohakkuiden osuus kaikista hakkuista on pienempi kuin kesäkuukausina.



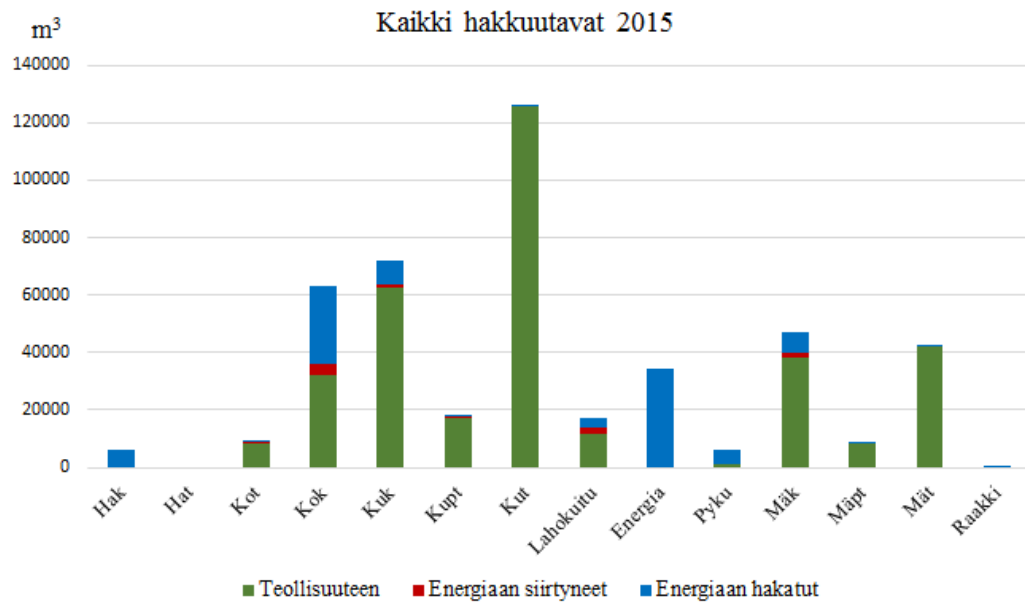
KUVIO 19: Puutavarakertymä avohakkuilta ja kaikilla hakkuutavoilla vuonna 2015



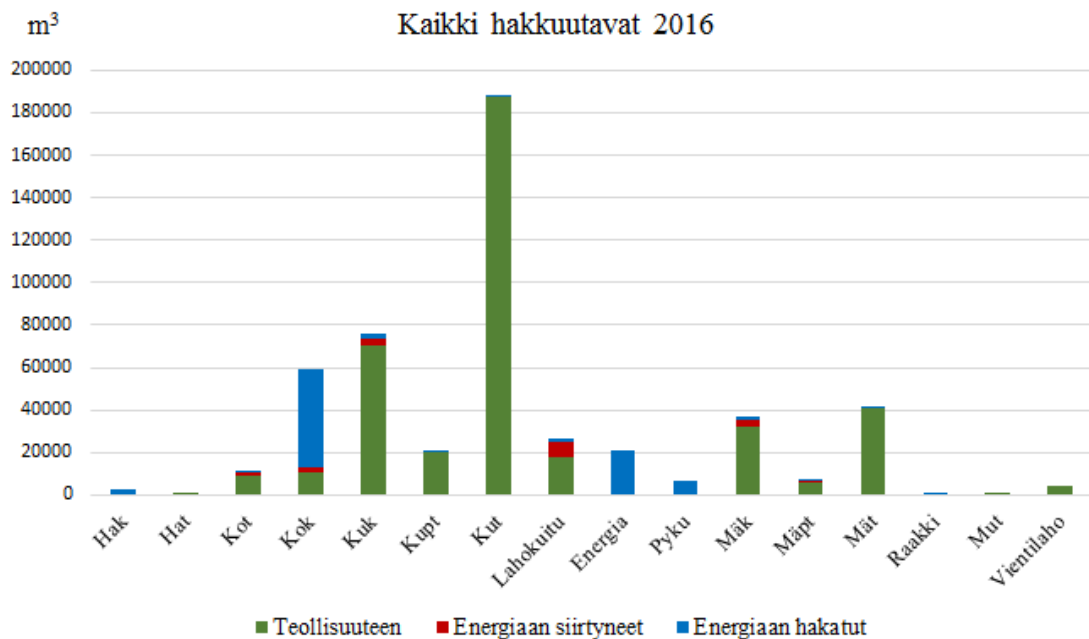
KUVIO 20. Puutavarakertymä avohakkuilta ja kaikilla hakkuutavoilla vuonna 2015

## 6.6 Energiaan siirtyvä ainespuu

Kuvioissa 21 ja 22 on esitetty pylväsdiagrammein korjuupalvelun vuosina 2015 ja 2016 suorittamien hakkuiden ainespuukertymät kaikilla hakkuutavoilla laskettuna. Sininen väri tarkoittaa puuta, joka on hakattu metsäteollisuuden käyttöön. Vihreä väri tarkoittaa energiapuuksi hakattua puuta ja punainen energiapuuksi siirtynyttä alun perin teollisuuden käyttöön tarkoitettua puuta. Arvokkaimmat puutavaralajit, eli mänty- ja kuusitukki päätyivät lähes täysin sahateollisuuden käyttöön. Energiaan päätyvän kuusi- ja mäntytu-kin osuus vaihteli välillä 0,2 % - 0,1 %. Havukuiduilla osuus vaihteli 1,8 % ja 8,6 % välillä. Merkittävin tavaralaji, jossa tapahtui tavaralajisiirtoja energiapuuksi, oli laho- kuitu. Sitä päätyi energiakäyttöön vuonna 2015 n. 37,7 % ja vuonna 2016 n. 41,8 %. Haapakuitu, lehtikuitu, muu kuitu, karsittu ranka ja pystykuivat päätyivät käytännössä lähes kokonaisuudessaan energiakäyttöön.



KUVIO 21. Puutavaralajikertymä MHY Pirkanmaan korjuupalvelussa vuonna 2015.

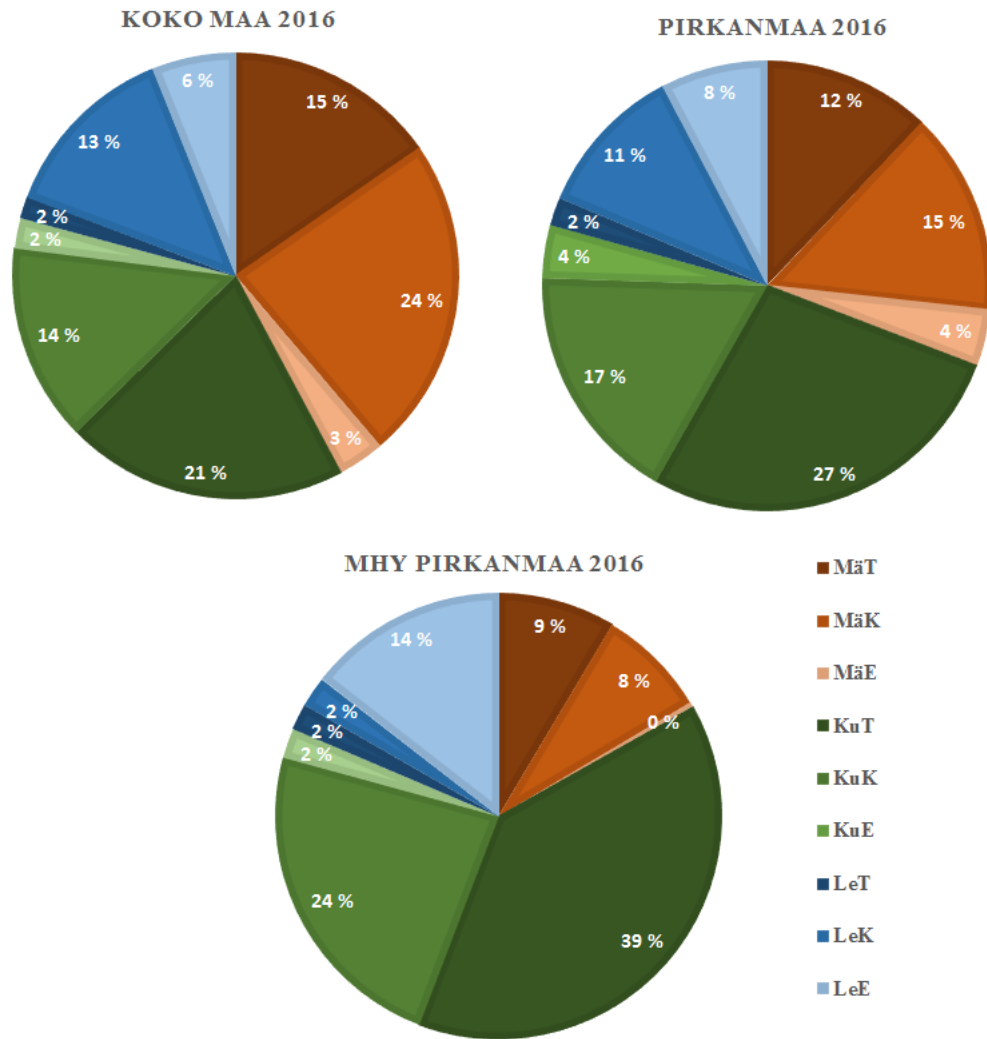


KUVIO 22. Puutavaralajikertymä MHY Pirkanmaan korjuupalvelussa vuonna 2016.

Vuosien 2015 ja 2016 välillä ei suuria eroja ole. Suurin muutos näkyy koivukuidussa, jota on määrällisesti hakattu suurin piirtein yhtä paljon kumpanakin vuotena. Vuonna 2015 koivukuidusta päätyi energiakäyttöön noin 53 %, mutta vuonna 2016 osuus nousi lähes 86 %:iin.

## 6.7 Vertailu koko maan ja Pirkanmaan hakkuukertymiin

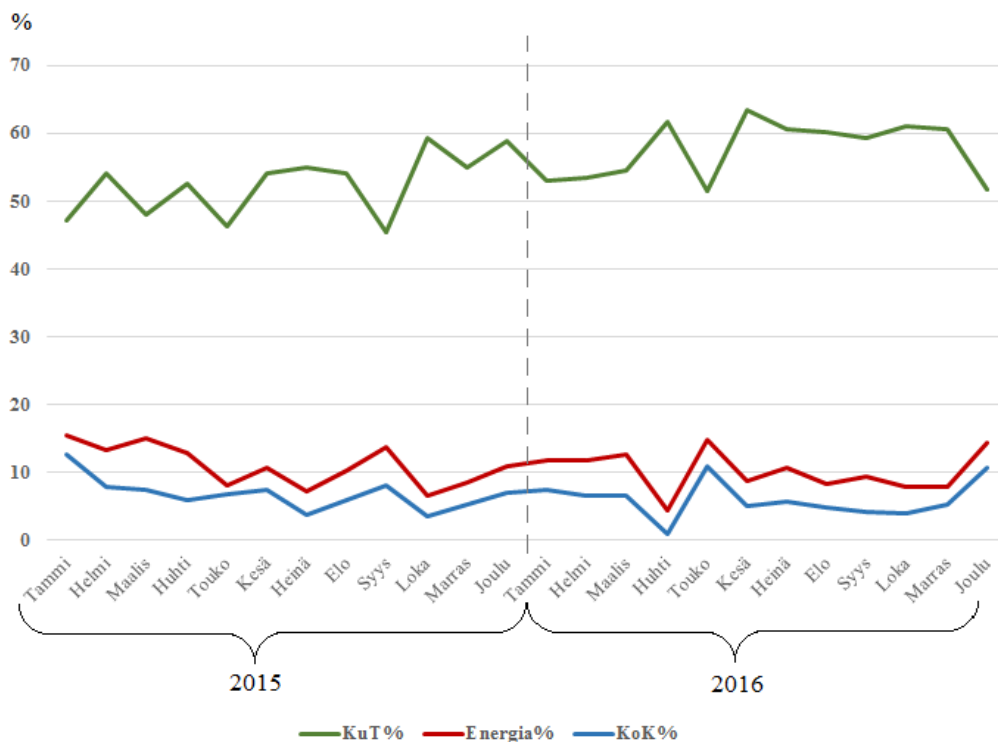
Kuvioon 23 on vertailun vuoksi asetettu rinnakkain Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaan korjuupalvelun suorittaminen hakkuiden ja kaikkien Suomessa tehtyjen hakkuiden hakkuukertymien jakautuminen tärkeimpiin tavaralajeihin vuonna 2016. Lehtipuiden osuus kertymästä on melko samankaltainen, mutta kuusen ja männyn osuuksissa on merkittävä ero. Kuusen osuus MHY Pirkanmaan korjuupalvelun hakkuissa oli vuonna 2016 jopa 64 % ja pelkkä kuusitukin osuus 39 %. Koko maan vastaavat luvut olivat 37% ja 21 %. Tässä tarkastelussa kuusitukkiin laskettiin latvaläpimitaltaan yli 16 cm kuusitukkipuu. Pikkutukki on lisätty kuitupuuhun. Puulajijakauma kertoo Pirkanmaan metsien rakenteesta. Pirkanmaa on kuusivaltaista aluetta, mikä näkyy myös kuviosta 23. Pirkanmaan maakunta ei ole aivan sama kuin Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaan toimialue, mutta vertailua voidaan silti tehdä alueiden puutavaralajijakaumien välillä. Muuhun Pirkanmaahan verrattunakin MHY Pirkanmaan korjuupalvelun hakkuukertymä on melko kuusivaltainen. Lisäksi tukin osuus kertymästä on huomattavan korkea. Kuusitukin osuus koko kertymästä oli 44%, mäntytukin 10 % ja lehtipuutukin 2 % eli yhteensä tukkien osuus oli 55 %. Pirkanmaalla muutoin tukin osuus oli 41 % ja koko maassa 38 %. Tässä tarkastelussa pikkutukki ja parru on laskettu kuitupuuhun, sillä tilastokeskuksen luvuissa, joihin koko maan ja Pirkanmaan maakunnan luvut perustuvat, on tukkiin laskettu kuusella läpimitan 16 cm ylittävät, männyllä 15 cm ylittävät ja koivulla 18 cm ylittävät pölkyt. (Luonnonvarakeskus. 2017a, 2017c.)



KUVIO 23: Puutavaralajien suhteelliset osuudet hakkuukertymästä vuonna 2016 MHY Pirkanmaan korjuupalvelussa, Pirkanmaan ja koko maan hakkuissa.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Energiapuuta kertyy avohakkuilta karsittuna rankana melko tasaisesti ympäri vuoden. Kuviosta 24 näkyy, että kun kuusitukin osuus koko kertymästä kasvaa, energiaan hakattavien ja koivukuidun osuudet laskevat. Isommat heilahtelut osuvat kelirikko aikaan, kuten huhti- toukokuu 2016, jolloin kokonaishakkuumäärä oli pieni.



KUVIO 24. Kuusitukin, energiapuun ja koivukuidun kuukausittaiset osuudet kokonaiskertymästä avohakkuilla vuosina 2015 ja 2016.

Kesäkuukausina (kesä-, heinä- ja elokuu) kuusitukkisaanto avohakkuiden puutavaralajikertymästä oli keskimäärin 59,3 prosenttiyksikköä. Vastaava keskiarvo joulukuu-, tammi-, helmi- ja maaliskuun avohakkuilla oli 52,5. Kuusitukkisaannon kasvu kesällä johtune leimikkorakenteesta. Kesäkorjuukelpoiset leimikot ovat useimmiten kangasmailla ja kantavilla pohjilla. Talvileimikoilla pehmeäpohjaisten leimikoiden, kuten turvemaiden, osuus kasvaa. Kelirikko aikaan keväällä ja syksyllä näkyy selkeitä heilahduksia niin kuusitukki- kuin energiapuukertymässäänkin. Kelirikon aikaan korjuu on melko vähäistä, pahimpaan aikaan, huhti- toukokuussa, jopa kokonaan pysähdyksissä. Vähäisen korjuumäärän vuoksi yksittäiset leimikot pääsevät vaikuttamaan kohtuuttoman paljon tuloksiin.



Siksi kelirikkoajan puutavaralajikertymiin ei tule kiinnittää vähäistä suurempaa huomiota.

Tarkempaan otantaan valituilla kolmella energiapuukertymältään suurimmalla alueella talvileimikoiden osuus oli muita alueita korkeampi. Alueiden leimikot olivat myös sekapuustoisempia. Lehtipuuston sekä lahon ja pystykuivan osuudet olivat suuremmat kuin muualla. Lisäksi alueet sijaitsevat maantieteellisesti vierekkäin, joten maantieteellinen sijainti selittää eroja ainakin osin. Tuolla alueella puusto on tämän tutkimuksen perusteella rakenteeltaan sellaista, että energiapuukertymä on korkeampi kuin muualla. Alueen maaperä on myös rehevää, mikä edesauttaa lehtipuuston kasvua ja siten sekapuustoisuutta hakkuukertymässä.

Yksittäisissä leimikoissa syyt energiapuumäärään voivat vaihdella. Esimerkiksi korkea pystykuivien määrä saattaa kertoa juurikäävän esiintymisestä tai puuston yli-ikäisyydestä. Korkea haapakuidun tai lehtipuukuidun määrä saattaa kertoa metsän hoitohistoriasta. Avohakkuualalta, jolla ei ole harvennuksia tai hoitotoimenpiteitä tehty, saadaan oletettavasti kertymä, jossa pystykuivien ja lehtipuiden osuus on hoidettua metsää suurempi.

## **7.1 Kertymään vaikuttaminen**

Energiaan päätyvien tavaralajien kertymään avohakkuilta voi vaikuttaa melko vähän. Leimikoiden hankinnassa voidaan jonkin verran valikoida ja jättää energiapuuvaltaiset ostamatta. Kuusikoiden avohakkuilla ei tällä kuitenkaan ole suurta merkitystä. Yksittäisten tukkikokoisten lehtipuiden soveltuvat erinomaisesti säästöpuiksi, joten niiden korjaaminen ilman erityistä syytä ei ole järkevää.

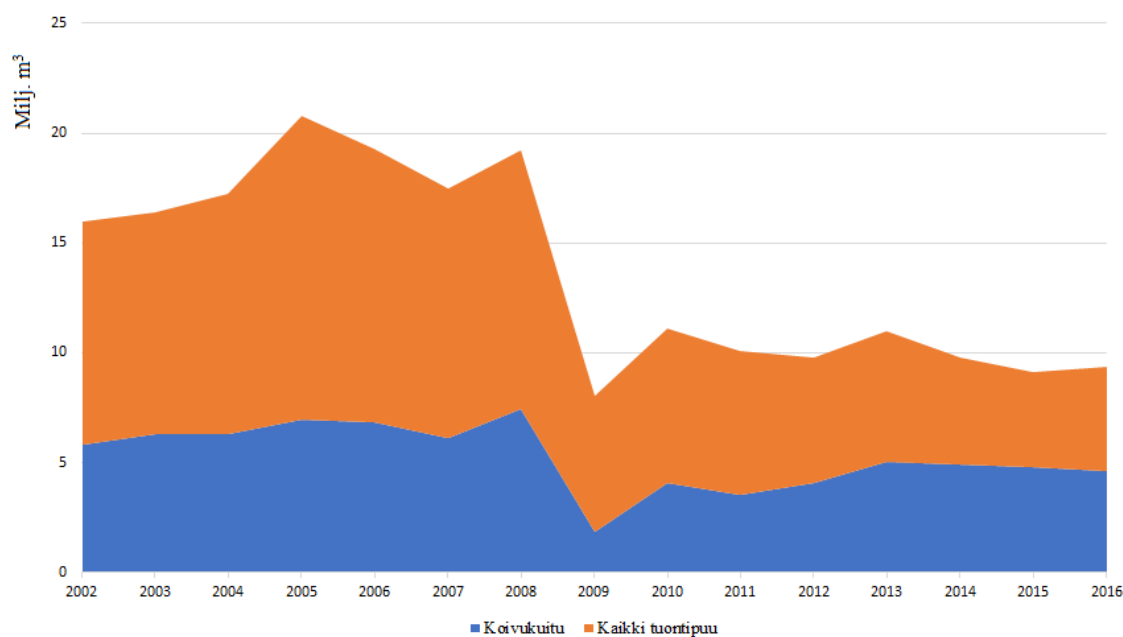
## **7.2 Energiaan siirtyvien minimointi**

Teollisuudelle kelpaavan puutavaran siirtyminen vähäarvoisempaan puutavaralajiin ei ole koskaan toivottavaa, sillä puun korjaava organisaatio maksaa metsänomistajalle korkean hinnan puusta, josta se kuitenkin itse saa alhaisen korvauksen. Aineiston perusteella energiakäyttöön päätyy MHY Pirkanmaan korjuupalvelusta melko vähän puuta. Määrä

voidaan pitää alhaisena huolehtimalla korjuun määrähallinnasta sekä korjuu- ja kuljetusketjun saumattomasta toimivuudesta. On ensiarvoisen tärkeää, että korjataan niitä puutavaralajeja, joita tarvitaan ja sellainen määrä, joka kulloinkin tarvitaan. Lisäksi kuljetuksen tulee varsinkin kesäaikaan toimia tehokkaasti, jotta puu ei ehdi pilaantua palstalle tai tienvarteen. Tähän tarvitaan saumatonta tiedonkulkua korjuun ja kaukokuljetuksen välillä. Erityisen haastavaa aikaa on kelirikko, kun sään muuttuessa varastojen kuljetuskelpoisuus saattaa muuttua nopeastikin. Näin on esimerkiksi kevättalvella peltovarastojen tapauksessa. Toinen haastava ajankohta on kesäaikaan puun pilaantuessa pahimmillaan puolessatoista viikossa.

Korjuun ja kuljetuksen tasainen kulku edesauttaa puutavaran päätymistä oikeaan osoitukseen. Tässä on apuna myös toimitus usealle teollisuuslaitokselle. Mikäli korjataan puutavaraa vain yhteen toimipisteeseen voi pienikin ongelma toimituspisteessä aiheuttaa tukkien pilaantumisen maastossa, kun korvaavaa osoitetta ei ole.

Suurin vaihtuva tekijä energiaan päätyvissä puutavaralajeissa oli koivukuitu. Koivukuidun päätyminen kuiduttavan teollisuuden tai energiatuotannon käyttöön vaihtelee melko paljon vuosittain. Tämä johtunee markkinatilanteesta ja sen muutoksista. Koivukuidulla on viime vuosina ollut heikko kysyntä Suomessa. Stora Enso vaihtoi vuonna 2016 Varkauden tehtaansa raaka-aineen koivukuidusta havukuiduksi, mikä päätös yksistään vähensi koivukuidun käyttöä 700 000 – 800 000 kiintokuutiometriä vuodessa. Lisäksi puutavaraa, varsinkin koivukuitua, tuodaan maahan merkittäviä määriä, vaikka määrät ovatkin vähentyneet vuotta 2008 edeltäneestä tasosta. Vuonna 2016 tuotiin maahan n. 4,6 miljoonaa kiintokuutiometriä koivukuitua, joka oli noin 49,5 % kaikesta maahan tuodusta raakapuusta. Kuviossa 25 näkyy kaiken raakapuun ja koivukuidun tuontimäärät viime vuosina. (Tilastokeskus 2017f)



KUVIO 25. Raakapuun ja koivukuidun tuonti Suomeen 2002-2016. (Tilastokeskus 2017f, muokattu)

### 7.3 Opinnäytetyön merkitys

Avohakkuilta kertyy väistämättä myös puutavaraa, joille ei ole kysyntää metsäteollisuudessa. Tällainen puu soveltuu erinomaisesti energiakäyttöön. Mikäli tavoitteet hakkuiden lisäämisestä lähivuosina toteutuvat, kasvaa myös sivutuotteena kertyvän karsitun rangan määrä. Vuoden 2019 muuttuvan sähköntuotantotuen muutos edellyttää aiempaa tarkempaa karsitun rangan määrähallintaa ja suunnittelua, sillä avohakkuilta tai harvennushakkuilta saatava sähköntuotantoon päätyvä kuusi-, mänty- tai koivupuutavara saa jatkossa pienempää tukea kuin ensiharvennuksilta saatava. Jatkossa eri kohteilta korjattu karsittu ranka on siis eriarvoista keskenään. Siksi on entistä tärkeämpää suunnitella etukäteen kuinka paljon karsittua rankaa korjataan eri kohteilta. Lämmityskauden 2018-2019 energiapuuta korjataan jo nyt, joten aihe on ajankohtainen.

Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaan korjuupalvelu korjaa vuosittain noin puoli miljoonaa kiintokuutiometriä puutavaraa. Valtaosa tuosta määrästä on teollisuudelle päätyvää ainespuuta. Ainespuuhakkuun sivutuotteena tulevan energiarangan määrästä ei ole ollut tarkkaa tietoa ennen tätä tutkimusta. Tutkimuksen myötä saatuja lukuja käytetään tulevien vuosien energiapuukertymien ennustamiseen ja energiapuuhakkuiden suunnitteluun. Kun

tulevien hakkuiden myötä tulevan karsitun energiarangan määrä tiedetään suuntaa-antavasti, voidaan suunnitella ja ohjata muiden energiapuulajien, kuten kokopuun ja hakkuutähteiden, hankintaa. Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää karsitun rangan kertymän arviointiin ns. makrotasolla: esimerkiksi vuositasolla tai kuukausitasolla. Yksittäisten leimikoiden karsitun rangan kertymä on niin riippuvainen leimikon yksilöllisistä ominaisuuksista, että leimikkotasolla kertymäärarviointi tämän tutkimuksen tulosten pohjalta ei ole mielekästä.

## LÄHTEET

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita, 2045. Luettu: 15.11.2017. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>

Alakangas, E. Hurskainen, M. Laatikainen-Luntama, J. Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita, 2045. Luettu: 15.11.2017. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>.

Direktiivi 2009/28/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi. Euroopan unionin virallinen lehti 5.6.2009. Luettu 17.10.2017. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=FI>

Ekonomifakta. 2017. Användning av förnybara energikällor. Päivitetty 29.5.2017. Luettu 26.10.2017. <https://www.ekonomifakta.se/Fakta/Energi/Energibalans-i-Sverige/Anvandning-av-fornybara-energikallor/>

Euroopan parlamentti. 2016. Uusiutuvan energian päätöslauselma. Päätöslauselma 23. kesäkuuta 2016 uusiutuvan energian tilannekatsauksesta (2016/2041(INI)). Luettu 17.10.2017. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/seance\\_pleniere/textes\\_adoptes/definitif/2016/06-23/0292/P8\\_TA\(2016\)0292\\_1\\_FI.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2016/06-23/0292/P8_TA(2016)0292_1_FI.pdf)

Knuuttila, K. (Toim.) 2003. Puuenergia. Jyväskylä. Jyväskylän teknologiakeskus Oy ja BENET Bioenergiaverkosto.

Koistinen, A., Luiro, JP. & Vanhatalo, K. (toim.) 2016. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja. Julkaistu verkossa 2.6.2016. Luettu 8.11.2017. [http://www.metsanhoitosuositukset.fi/wp-content/uploads/2017/05/Metsanhoidon\\_suosituksien\\_energiapuun\\_korjuuseen\\_Tapio\\_2016\\_C.pdf](http://www.metsanhoitosuositukset.fi/wp-content/uploads/2017/05/Metsanhoidon_suosituksien_energiapuun_korjuuseen_Tapio_2016_C.pdf)

Luonnonvarakeskus. 2017a. Hakkuukertymä ja puuston poistuma [verkkojulkaisu]. Julkaistu 27.6.2017. Luettu: 19.10.2017. <http://stat.luke.fi/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma>

Luonnonvarakeskus. 2017b. Puun energiakäyttö 2016. Julkaistu 26.5.2017. Luettu 6.11.2017. <http://stat.luke.fi/puun-energiakaytto%202016>

Luonnonvarakeskus. 2017c. Teollisuuspuun hakkuut alueittain – laatuseloste. 14.6.2017. Luettu. 20.11.2017. [http://stat.luke.fi/laatuseloste-teollisuuspuun-hakkuut-alueittain\\_fi](http://stat.luke.fi/laatuseloste-teollisuuspuun-hakkuut-alueittain_fi)

Maa- ja metsätalousministeriö. 2015. Kansallinen metsästrategia 2025. Valtioneuvoston periaatepäätös 12.2.2015. Luettu 18.10.2017. <http://mmm.fi/documents/1410837/1504826/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2025/c8454e55-b45c-4b8b-a010-065b38a22423>

Maunula, L. 2011. Pirkanmaan puuenergiaselvitys 2011. Pirkanmaan metsäkeskus.

Metsäteollisuus Ry. Vastaus lausuntopyyntöön luonnoksesta hallituksen esitykseksi laeiksi uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annetun lain ja tuulivoiman kompensatioalueista annetun lain 6 §:n muuttamisesta. 2017. Lausunto. Luettu: 5.10.2017. [https://www.metsateollisuus.fi/uploads/2017/10/03134158/72\\_17\\_L\\_A-TEM-luonnos-uusiutuvan-energian-tuotantotueksi.pdf](https://www.metsateollisuus.fi/uploads/2017/10/03134158/72_17_L_A-TEM-luonnos-uusiutuvan-energian-tuotantotueksi.pdf).

Naturvårdsverket. 2017. Förnybar energi. Päivitetty 27.6.2017. Luettu 11.12.2017. <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Fornybar-energi/>

Natural Resources Canada. 2016. Forest bioenergy. Päivitetty 4.2.2016. Luettu 27.11.2017. <http://www.nrcan.gc.ca/forests/industry/bioproducts/13325>

Regeringens proposition 2008/09:163. En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi. 11.3.2008. Luettu: 26.10.2017. <http://www.regeringen.se/49bbc1/contentassets/dfa4a54e2a1c46758aa8f34ad50a6c2e/prop.-200809163-en-sammanhallen-klimat--och-energiolitik---energi>

Strandström, M. 2017. Metsähakkeen tuotantotavat Suomessa vuonna 2016. Metsätehon tulosalvosarja 6/2017. Metsäteho Oy. Luettu 21.11.2017. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja\\_2017\\_06\\_Metsahakkeen\\_tuotantoketjut\\_2016.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja_2017_06_Metsahakkeen_tuotantoketjut_2016.pdf)

Tilastokeskus. 2017a. Energian hankinta ja kulutus. 2016, 4. neljännes. Julkaistu 20.9.2017. Luettu 17.10.2017. [http://www.stat.fi/til/ehk/2017/02/ehk\\_2017\\_02\\_2017-09-20\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/ehk/2017/02/ehk_2017_02_2017-09-20_fi.pdf)

Tilastokeskus. 2017b. Energian hankinta ja kulutus. 2017, 2. neljännes. Julkaistu 20.9.2017. Luettu 17.10.2017. [http://www.stat.fi/til/ehk/2017/02/ehk\\_2017\\_02\\_2017-09-20\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/ehk/2017/02/ehk_2017_02_2017-09-20_fi.pdf)

Tilastokeskus. 2017c. Energian kokonaiskulutus viime vuoden tasolla tammi–kesäkuussa. Julkaistu 20.9.2017. Luettu: 2.10.2017. [https://tilastokeskus.fi/til/ehk/2017/02/ehk\\_2017\\_02\\_2017-09-20\\_tie\\_001\\_fi.html](https://tilastokeskus.fi/til/ehk/2017/02/ehk_2017_02_2017-09-20_tie_001_fi.html)

Tilastokeskus. 2017d. Energiapuun korjuu maakunnittain. Luettu: 17.11.2017. [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_04%20Metsa\\_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto\\_08%20Teollisuuspuun%20hakuut%20alueittain/04\\_Energiapuun\\_korjuu\\_v.px/table/tableViewLayout1/?rxid=11931798-bb93-4e98-bccc-a458c1251418](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto_08%20Teollisuuspuun%20hakuut%20alueittain/04_Energiapuun_korjuu_v.px/table/tableViewLayout1/?rxid=11931798-bb93-4e98-bccc-a458c1251418)

Tilastokeskus. 2017e. Hakkuukertymä omistajaryhmittäin ja maakunnittain. Luettu 17.11.2017.

[http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_04%20Metsa\\_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto\\_\\_10%20Hakkuukertyma%20ja%20puuston%20poistuma/01a\\_Hakkuukertyma\\_maak.px/?rxid=5b419a21-cabd-4b75-a904-d5f68583ac64](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto__10%20Hakkuukertyma%20ja%20puuston%20poistuma/01a_Hakkuukertyma_maak.px/?rxid=5b419a21-cabd-4b75-a904-d5f68583ac64)

Tilastokeskus. 2017f. Metsäteollisuuden puunkäyttö toimialoittain. Luettu: 17.11.2017. [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_04%20Metsa\\_04%20Talous\\_08%20Metsateollisuuden%20puunkaytto/02\\_metsateol\\_puunk\\_toimialoit-tain.px/table/tableViewLayout2/?rxid=5b419a21-cabd-4b75-a904-d5f68583ac64](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_04%20Talous_08%20Metsateollisuuden%20puunkaytto/02_metsateol_puunk_toimialoit-tain.px/table/tableViewLayout2/?rxid=5b419a21-cabd-4b75-a904-d5f68583ac64)





































































































































Työ- ja elinkeinoministeriö. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. 2013. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto 8/2013.

## LIITTEET

Liite 1. Alueiden A, B ja E avohakkuuleimikot vuonna 2016.

Leimikko	Pinta-ala [ha]	Hakkuukertymä [m <sup>3</sup> ]	Hakkuukertymä [m <sup>3</sup> /ha]	Energiapuu-kertymä [m <sup>3</sup> ]	Energiapuu-kertymä [m <sup>3</sup> /ha]	Hakkuu-kuukausi	Alue	Energian osuus [%]
1	2,9	1113,8	384,1	215,6	74,3	Loka	E	19,4
2	2,9	909,3	313,6	182,7	63,0	Maalis	A	20,1
3	2,1	740,8	352,8	128,3	61,1	Helmi	A	17,3
4	5	2180	436,0	268,6	53,7	Heinä	B	12,3
5	2,2	566,4	257,5	116,6	53,0	Marras	B	20,6
6	2,4	995,5	414,8	126,8	52,8	Tammi	A	12,7
7	0,8	347,7	434,6	36,5	45,6	Heinä	E	10,5
8	2,1	545,7	259,9	86,1	41,0	Maalis	A	15,8
9	1,5	302,4	201,6	60,1	40,1	Kesä	B	19,9
10	2,8	771,3	275,5	110,7	39,5	Syys	E	14,4
11	1,3	289,3	222,5	50,5	38,8	Loka	E	17,5
12	1,1	580,9	528,1	40,7	37,0	Marras	E	7,0
13	2,7	725,4	268,7	95,9	35,5	Helmi	B	13,2
14	1,7	459,9	270,5	59,6	35,1	Touko	B	13,0
15	1,9	584,5	307,6	64,4	33,9	Kesä	B	11,0
16	4,7	1136,7	241,9	149,4	31,8	Helmi	A	13,1
17	3,2	1124,8	351,5	99,2	31,0	Maalis	A	8,8
18	3,4	1021,2	300,4	101,6	29,9	Helmi	A	9,9
19	4,2	1048,3	249,6	124,9	29,7	Loka	A	11,9
20	3,1	1032	332,9	89,8	29,0	Heinä	A	8,7
21	5,1	1087,62	213,3	146,5	28,7	Kesä	B	13,5
22	4,7	2547,9	542,1	133,6	28,4	Touko	E	5,2
23	2,2	655,9	298,1	61,4	27,9	Tammi	A	9,4
24	1	301,9	301,9	26,9	26,9	Kesä	B	8,9
25	4,6	1554,2	337,9	123,2	26,8	Loka	E	7,9
26	1,1	442,1	401,9	29	26,4	Joulu	B	6,6
27	0,4	175,5	438,8	10,3	25,8	Tammi	B	5,9
28	1,9	426,7	224,6	48,4	25,5	Heinä	B	11,3
29	1,2	438,3	365,3	29,2	24,3	Kesä	B	6,7
30	2,5	627,7	251,1	59,7	23,9	Syys	B	9,5
31	1,7	422,1	248,3	39,5	23,2	Joulu	B	9,4
32	2,2	1078,2	490,1	46,3	21,0	Elo	B	4,3
33	5,7	1883,5	330,4	119,4	20,9	Joulu	A	6,3
34	1,5	473,9	315,9	31,4	20,9	Maalis	B	6,6
35	2,5	962,6	385,0	52,1	20,8	Kesä	A	5,4
36	9,3	2381,9	256,1	193,7	20,8	Elo	B	8,1
37	3,9	1680,2	430,8	73,7	18,9	Marras	E	4,4
38	3,1	923,2	297,8	57,1	18,4	Heinä	E	6,2
39	4,5	1419,1	315,4	77,1	17,1	Tammi	B	5,4
40	4,6	884	192,2	78,3	17,0	Joulu	B	8,9
41	1,1	288,7	262,5	18,7	17,0	Huhti	A	6,5
42	7,8	2033	260,6	131,3	16,8	Loka	B	6,5
43	1,1	411,6	374,2	17,7	16,1	Heinä	A	4,3
44	2,2	1005,6	457,1	34,8	15,8	Maalis	B	3,5
45	3	556,2	185,4	45,6	15,2	Helmi	B	8,2
46	1,5	552	368,0	22,4	14,9	Heinä	E	4,1
47	2,3	820,2	356,6	33,5	14,6	Elo	B	4,1
48	1,7	539,2	317,2	23,4	13,8	Marras	A	4,3
49	3,2	969,9	303,1	43,6	13,6	Syys	A	4,5
50	0,8	300,9	376,1	9,9	12,4	Helmi	B	3,3



51	1,9	357,6		188,2	22,2		11,7	Joulu	E		6,2
52	3	554		184,7	34,6		11,5	Tammi	B		6,2
53	1,5	400,4		266,9	16,9		11,3	Maalis	A		4,2
54	2,7	667,4		247,2	27,8		10,3	Loka	A		4,2
55	1,8	318,8		177,1	17,2		9,6	Tammi	B		5,4
56	2,8	803,3		286,9	26,6		9,5	Elo	E		3,3
57	1,8	997,6		554,2	16,5		9,2	Syys	B		1,7
58	1,9	667,9		351,5	16,8		8,8	Helmi	A		2,5
59	1,5	459,9		306,6	12,1		8,1	Loka	E		2,6
60	9,2	1052,5		114,4	67,4		7,3	Touko	E		6,4
61	2,5	803		321,2	18,3		7,3	Tammi	B		2,3
62	1,8	407,2		226,2	12,7		7,1	Kesä	A		3,1
63	2,7	495,6		183,6	18,9		7,0	Joulu	B		3,8
64	6,4	1035,4		161,8	39,9		6,2	Helmi	E		3,9
65	1,1	307,4		279,5	6,7		6,1	Maalis	E		2,2
66	1,6	641,4		400,9	9,5		5,9	Tammi	B		1,5
67	4,5	1766,4		392,5	24,4		5,4	Kesä	E		1,4
68	4,9	1891,8		386,1	24,3		5,0	Kesä	E		1,3
69	1	309		309,0	4,6		4,6	Maalis	B		1,5
70	1,3	483,16		371,7	5,85		4,5	Touko	E		1,2
71	3,2	541,3		169,2	14,3		4,5	Maalis	B		2,6
72	3,1	594,3		191,7	13,4		4,3	Kesä	B		2,3
73	1,2	384,9		320,8	5,1		4,3	Elo	B		1,3
74	1,4	268,2		191,6	5,3		3,8	Joulu	B		2,0
75	3,4	758,9		223,2	12		3,5	Maalis	E		1,6
76	3,3	544		164,8	10,7		3,2	Touko	E		2,0
77	1,2	348,4		290,3	3,4		2,8	Maalis	E		1,0
78	2,7	292,7		108,4	7,3		2,7	Touko	B		2,5
79	2,5	724,6		289,8	6,3		2,5	Tammi	E		0,9
80	2,7	572,6		212,1	6,4		2,4	Touko	B		1,1
81	1,6	357		223,1	3,7		2,3	Heinä	B		1,0
82	4,2	1737,2		413,6	9,5		2,3	Tammi	B		0,5
83	6,2	1308,3		211,0	12,9		2,1	Tammi	B		1,0
84	2,2	497,2		226,0	2,9		1,3	Maalis	A		0,6
85	2,7	366,7		135,8	0		0,0	Tammi	B		0,0
86	2,2	595,1		270,5	0		0,0	Helmi	B		0,0
87	2,6	401,5		154,4	0		0,0	Helmi	A		0,0
88	1,3	378,5		291,2	0		0,0	Helmi	A		0,0
89	2,3	258,1		112,2	0		0,0	Touko	B		0,0
90	2	769,8		384,9	0		0,0	Kesä	E		0,0
91	0,9	328,6		365,1	0		0,0	Kesä	E		0,0
92	1,1	208,4		189,5	0		0,0	Loka	E		0,0
93	1,4	355		253,6	0		0,0	Loka	A		0,0
94	1,2	320,9		267,4	0		0,0	Marras	E		0,0