

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

BH10A0201 Energiatekniikan kandidaatintyö ja seminaari

Uusiutuvan energian työllisyysvaikutukset

Renewable energy employment

Työn tarkastaja: Aija Kivistö

Työn ohjaaja: Aija Kivistö

Lappeenranta 07.05.2015

Henri Hämäläinen

TIIVISTELMÄ

Tekijän nimi: Henri Hämäläinen

Opinnäytteen nimi: Uusiutuvan energian työllisyysvaikutukset

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

Kandidaatintyö 2015

Sivuja 36, kuvia 14 ja taulukoita 6

Hakusanat: Uusiutuva energia, työllisyys, bioenergia, metsähake, tuulivoima, aurinkovoima

Uusiutuvan energian käyttöä Suomessa pyritään lisäämään niin, että sen osuus on 38 % energian kokonaiskulutuksesta vuonna 2020. Uusia investointeja kannustetaan tekemään erilaisten tukien avulla. Uusiutuvan energian käytön kasvu luo Suomeen työllisyyttä.

Bioenergia-alalla erityisesti metsähakkeen käyttö on kasvanut. Metsähaketta käytetään energialaitosten lisäksi mm. pientalojen lämmittämiseen. Tätä varten perustetaan useamman kiinteistön lämmitykseen tarkoitettuja lämpöyrityksiä. Metsähakkeen käyttö työllistää eniten sen hankinta- ja kuljetusvaiheissa.

Tuulivoiman kapasiteetiksi pyritään saavuttamaan 2500 MW vuoteen 2020 mennessä. Tällä hetkellä asennettu kapasiteetti on noin 500 MW. Tuulivoimalan rakentaminen työllistää monia henkilöitä niin suunnittelun, valmistuksen kuin asennuksenkin puolelta.

Aurinkopaneeleita on Suomessa asennettu noin 10 MW sähköntuotantoon. Lisäksi aurinkoenergian lämpöenergiaa hyödynnetään aurinkokeräimillä. Vaikka Suomessa aurinkoenergian säteilyenergian on todettu olevan riittävän suuri aurinkosähkön tuottamiseen, on aurinkovoiman hyödyntäminen vasta alkutekijöissä Suomessa. Aurinkoenergia työllistää suunnittelun, valmistuksen ja asennuksen työntekijöitä.

SISÄLLYS

Lyhenteet	4
1 Johdanto	5
2 Uusiutuvan energian lisääminen	6
2.1 Uusiutuvan energian tuet.....	7
2.1.1 Syöttötariffi	7
2.1.2 Investointituet.....	8
2.1.3 Tukien vaikutukset.....	8
3 Metsähake	10
3.1 Metsähakkeen käyttö ja tuotanto	10
3.2 Lämpöyrittäjäys ja sen työllistävyys	12
3.3 Työkoneiden työllistävyys	14
3.4 Metsäenergian kokonaistyöllisyys	16
3.4.1 Työllisyys vuonna 2020	17
4 Tuulivoima	19
4.1 Toimijat	21
4.2 Tuulivoiman työllistävyys	22
5 Aurinkoenergia	25
5.1 Aurinkoenergian työllistävyys	27
6 Yhteenveto	29
7 lähteet	31

LYHENTEET

EPIA	European photovoltaic industry association
EWEA	European Wind Energy Association
htv	Henkilötyövuosi Yhden kokoaikaisesti työskentelevän henkilön vuosityömäärä
TEM	Työ ja elinkeinoministeriö

1 JOHDANTO

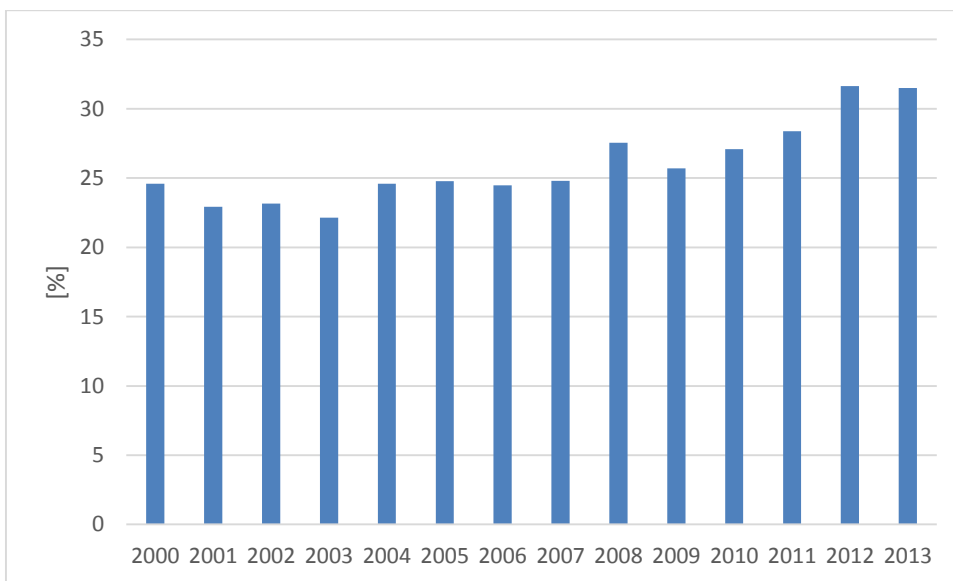
Tuskin kukaan olisi kymmenen vuotta sitten uskonut, miten nopeasti uusiutuvien energianlähteiden käyttö on kasvanut viime vuosina. Kasvun on ennustettu jatkuvan voimakkaana myös tulevaisuudessa. Syynä kasvuun ovat mm. fossiilisille polttoaineille asetetut hiilidioksidipäästörajoitukset sekä valtioiden tavoitteet päästöjen vähentämiseksi. Uusiutuvat energianlähteet, mukaan lukien bioenergia, luetaan päästöttömiksi lähteiksi. Suomi on sitoutunut nostamaan uusiutuvan energian osuutta kokonaiskulutuksesta 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Vuonna 2013 kyseinen osuus oli 32 % (Metla 2014, 267).

Uusiutuvien energialähteiden käyttö luo myös vuosittain yhä enemmän työpaikkoja. Suurin työllistäjä Suomessa on bioenergia, joka työllistää nykyisin noin 20 000 henkilöä (Ammattinetti, 2014). Bioenergian käyttö kattaa noin 80 % uusiutuvien energianlähteiden kulutuksesta, ja jos kaikki energianlähteet otetaan huomioon, on se noin neljäsosa kulutuksesta (Metla 2014, 268). Suomalaisilla yrityksillä on kotimaan lisäksi mahdollisuus päästä myös kasvaville globaaleille uusiutuvan energian markkinoille, koska Suomessa on hyvä koulutustaso ja osaava työvoima (Halme et al. 2014).

Tässä kandidaatintyössä tarkastellaan metsä-, aurinko- ja tuulienergiaa. Työssä esitellään nämä energiamuodot, tarkastellaan niihin liittyvää toimintaa Suomessa ja perehdytään niiden työllistämisaikatuksiin. Työn tavoitteena on löytää vertailukelpoisia arvioita eri alojen työllistävyyteen.

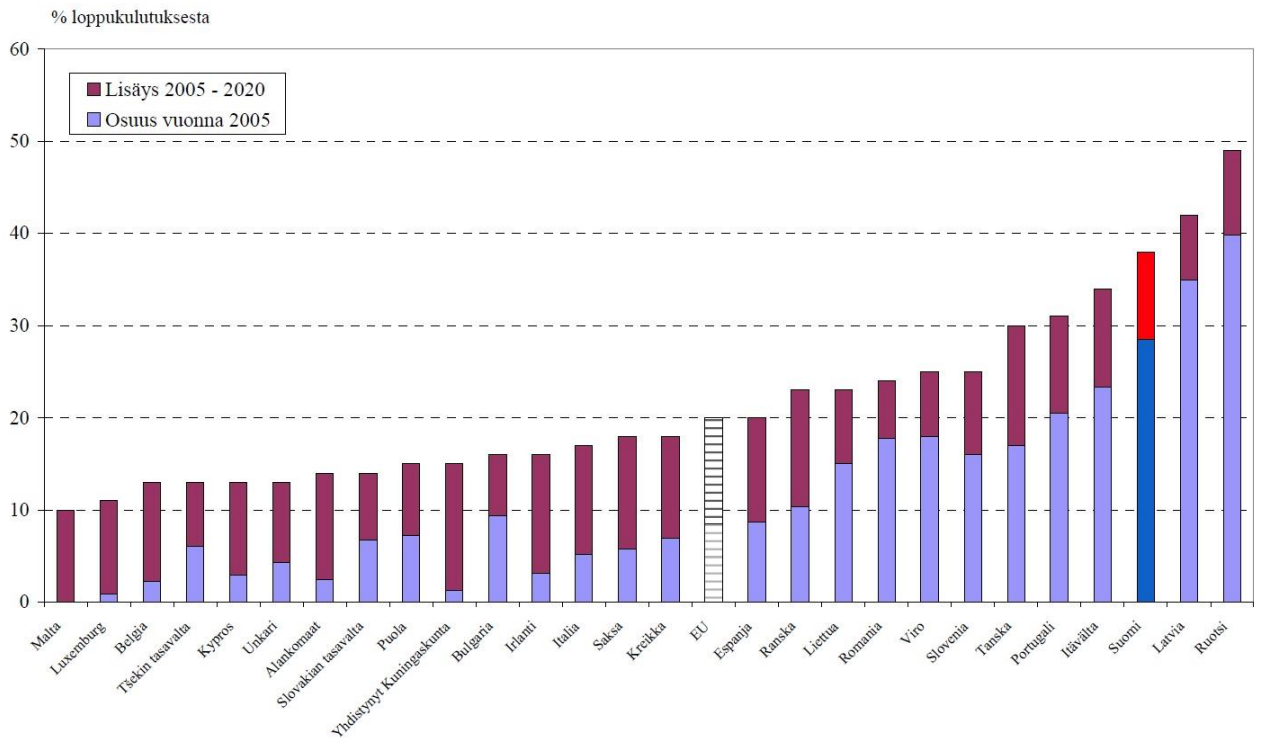
2 UUSIUTUVAN ENERGIAN LISÄÄMINEN

Koko 2000-luvun ajan uusiutuvan energian osuus energian kokonaiskulutuksesta on ollut yli 20 % Suomessa (Kuva 1). Kuvassa esitetään uusiutuvan energian osuus energian kokonaiskulutuksesta Suomessa vuosina 2000–2013. Viime vuosina uusiutuvan energian osuus on alkanut kasvaa.



Kuva 1. Uusiutuvan energian osuus kokonaiskulutuksesta 2000-luvulla Suomessa (Tilastokeskus).

EU direktiivin 2009/28/EY mukaan Euroopan unionin jäsenmaat ovat velvoitettuja nostamaan uusiutuvilla energianlähteillä tuotetun energian määrää niin, että EU-tasolla se on 20 % vuoteen 2020 mennessä (Kuva 2). Jokaiselle jäsenmaalle on annettu oma tavoite. Suomella tavoite on, että uusiutuvilla energianlähteillä tuotetaan 38 % energian loppukulutuksesta vuonna 2020. (Marja-aho 2011, 2.) Kuva 2 esittää kyseisen osuuden jokaiselle EU-maalle vuonna 2005 ja 2020. Suomella uusiutuvilla energialla tuotetun energian osuus on yksi EU:n suurimmista. Nykyisillä toimilla 38 %:n tavoite saavutetaan (TEM 2013, 12).



Kuva 2. EU-maiden tavoitteet uusiutuvan energian osuuden lisäämiseksi (TEM 2008, 18).

2.1 Uusiutuvan energian tuet

Jotta 38 %:n uusiutuvien energianlähteiden osuuteen energian loppukulutukseen päästään vuonna 2020, täytyy uusiutuvan energian käyttöä vielä lisätä. Toisin sanoen uusia hankkeita täytyy saada alulle, ja yrittäjiä täytyy kannustaa toimimaan alalla. Yleensä uusiutuvan energian investoinnit eivät kuitenkaan ole kannattavia ilman valtion tukia. Uusiutuvan energian käyttöä pyritään Suomessa lisäämään mm. syöttötariffeilla ja investointituilla.

2.1.1 Syöttötariffi

Syöttötariffien tehtävä on taata sähköntuottajalle tietty hinta tuotetusta sähköstä. Sähköntuottaja saa siis myymästään sähköstä markkinahinnan lisäksi tuen, jonka avulla sähköntuottajan saama kokonaishinta on vakio. Tammikuusta 2011 lähtien syöttötariffitukea on saanut tuulivoimaa, biokaasua ja puupolttoainetta käyttävät sähköntuottajat. Syöttötariffin saamiseen ovat oikeutettuja teholtaan yli 500kW tuulivoimalat ja yli 100 kW metsähake-, puupolttoaine- sekä biokaasulaitokset. Tavoitehinta syöttötariffille on 83,50

€/MWh. Lisäksi nopeasti toiminnan aloittaneille tuulivoiman tuottajille on myönnetty 105,3 €/MWh korotettu syöttötariffi. Korotettu tuki kuitenkin lopetetaan vuoden 2015 lopussa. Metsähaketta käyttävät voimalaitokset saavat tuottamastaan sähköstä päästöoikeuden hinnasta riippuvaa tuotantotukea enintään 18 €/MWh. (Marja-aho 2011, 60.)

2.1.2 Investointituet

Uusiutuvan energian sovellukset ovat oikeutettuja työ- ja elinkeinoministeriön jakamaan investointitukeen eli energiatukeen. Energiatukea voivat hakea yritykset ja yhteisöt tiettyin ehdoin. Vuonna 2015 myönnetyt tuet tyyppillisille hankkeille ovat taulukon 1 mukaiset. Taulukossa tuen määrä on ilmoitettu prosentteina hyväksyttävistä kustannuksista. Lämpökeskushankkeiden on mahdollista saada 10–15 %:n, aurinkosähköhankkeiden 30 %:n ja pientuulivoimahankkeiden 20–25 %:n investointituki. (TEM 2015.)

Taulukko 1. Työ- ja elinkeinoministeriön myöntämät investointituet tyyppillisille uusiutuvan energian hankkeille vuonna 2015 (TEM 2015)

Lämpökeskushankkeet (puupolttoaineet)	10–15 %
Lämpöpumppuhankkeet	15 %
Aurinkolämpöhankkeet	20 %
Pienvesivoimahankkeet	15–20 %
Kaatopaikkakaasuhankkeet	15–20%
Aurinkosähköhankkeet	30 %
Biokaasuhankkeet	20–30 %
Pientuulivoimahankkeet	20–25 %

2.1.3 Tukien vaikutukset

Syöttötariffeilla on ollut monia vaikutuksia. Vuonna 2013 syöttötariffijärjestelmässä olevien laitosten vuosituotanto oli noin 4,6 TWh. Samojen laitosten arvioitu päästövähennys fossiilisiin laitoksiin verrattuna oli noin 1,5 milj. CO₂/a. Energiatuet ovat lisänneet osaaamista ja uutta tekniikka erityisesti tuulivoima-alalla. Myös bioenergia-alalla kattilatekniikka on kehittynyt. Tuet ovat vaikuttaneet työllisyyteen myönteisesti. (Ripatti 2013.)

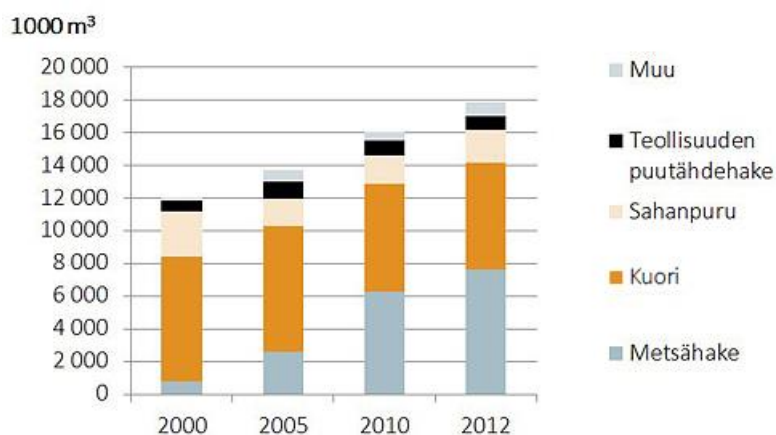
Uusiutuvan energian tukia on myös vähennetty. Esimerkiksi kiinteästä sähkön tuotantotuesta on luovuttu vuoden 2012 alusta alkaen. Vähennys on osa valtion tavoittelemaa 25 miljoonan euron säästöjä uusiutuvan energian tuista vuoteen 2015 mennessä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2011.) Kiinteään sähkön tuotantotukeen olivat oikeutettuja yli 200 MWh vuodessa tuottamat tuulivoima-, metsähake-, biokaasu ja vesivoimalaitokset (Marja-aho 2011, 60). Tuulivoiman syöttötariffi on herättänyt paljon keskustelua ja siihen on odotettavissa muutoksia. Kun 2500 MW:n tuulivoimakapasiteetti saavutetaan vuoteen 2020 mennessä, tuulisähkön syöttötariffi lopetetaan tai ainakin sitä vähennetään.

3 METSÄHAKE

Bioenergiaksi luetaan puuperäiset polttoaineet, peltobiomassat, biokaasu ja kierrätyspolttoaineiden biohajoava osa. Tässä työssä tarkastelun kohteena ovat puuperäiset polttoaineet ja erityisesti metsähake, jonka käyttö on kasvanut koko 2000-luvun ajan, ja sillä on oletettavasti suurin työllisyysvaikutus tulevaisuudessa.

3.1 Metsähakkeen käyttö ja tuotanto

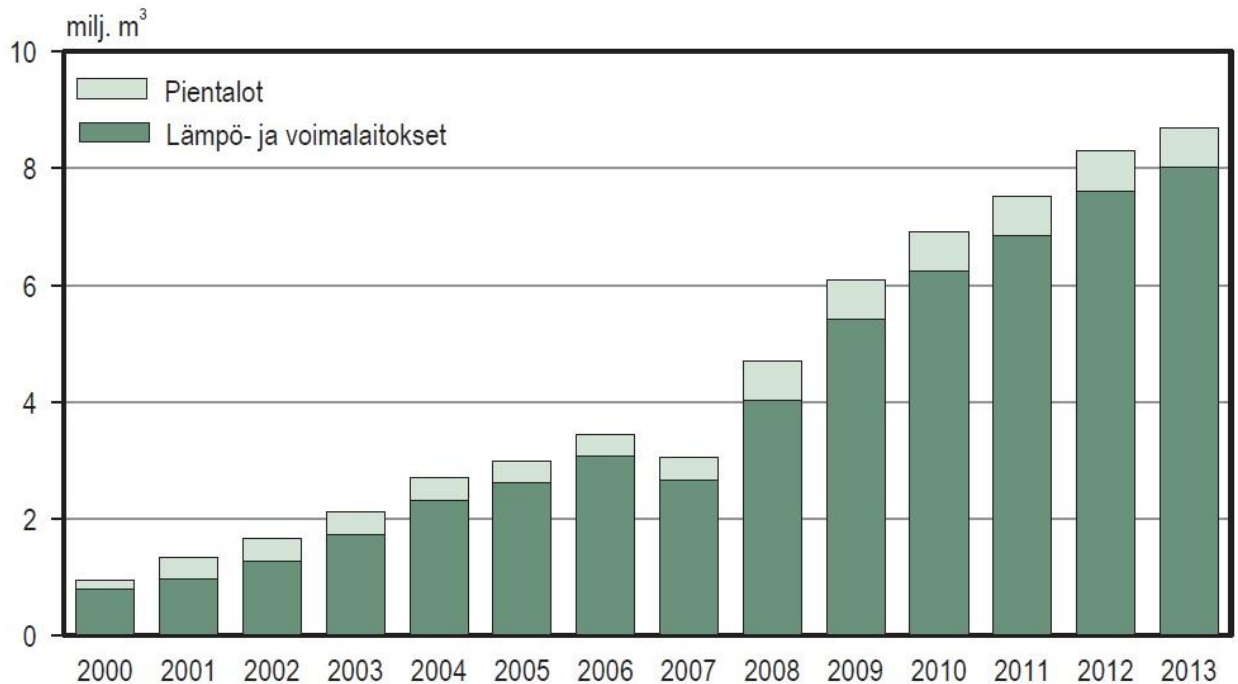
Metsähakkeen käyttö on ollut merkittävässä kasvussa 2000-luvulla (Kuva 3). Kuvasta nähdään, että metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa on kasvanut jatkuvasti, kun taas muiden puupolttoaineiden käyttö on pysynyt lähes samana. Suomessa on noin 800 lämpö- ja voimalaitosta, jotka käyttävät polttoaineenaan metsähaketta (Motiva). Vuonna 2012 metsähakkeen kokonaiskäyttö oli 16,6 Twh:a, ja tavoitteena on 25 Twh:n kokonaiskäyttö vuonna 2020 (Strandström 2013, 3.).



Kuva 3. Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa vuosina 2000–2012 (Motiva 2014a).

Vuonna 2013 metsähakkeen käyttö oli 8,7 miljoonaa kuutiometriä, kun mukaan lasketaan energialaitosten lisäksi pientalojen käyttö (Torvelainen et al. 2014, 1). Kuvassa 4 esitetään pelkän metsähakkeen käytön kasvu 2000-luvulla. Pientalojen käyttö on erotettu lämpö- ja voimalaitoskäytöstä. Kuvasta havaitaan, että metsähakkeen käytön kasvu on ollut tasaista. Ainoastaan vuonna 2007 metsähakkeen käyttö väheni. Syynä tähän oli

päästöoikeuden hinnan lasku nollaan ja toimijoiden siirtyminen muihin polttoaineisiin (Maunula 2012, 16).

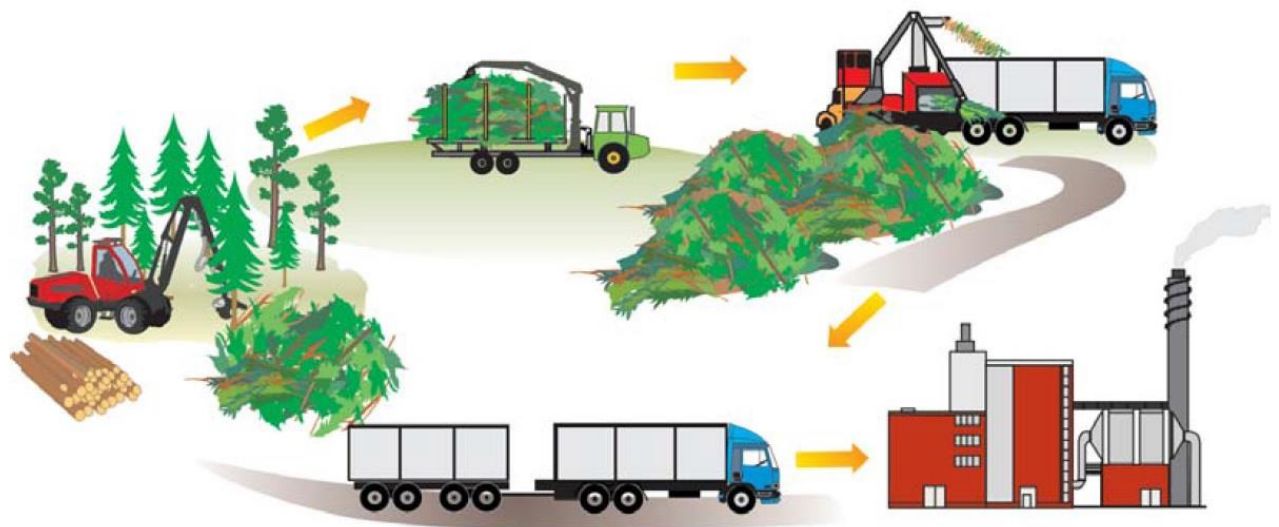


Kuva 4. Metsähakkeen käyttö vuosina 2000–2013 (Torvelainen et al. 2014, 3).

Energialaitoksissa käytetty metsähake koostuu pienpuusta (koko-, ranka- ja kuitupuu) (47%), hakkuutähteistä (34%), kannoista(14%) ja järeästä runkopuusta.(5%) (Strandström 2013, 3.). Metsähakkeen raaka-aine ja muu energiapuu korjataan usein samaan aikaan ainespuun kanssa. Tämä on yleensä edullisin tapa, mutta myös ainoastaan energiapuuta korjataan. (Motiva 2014a.) Metsähakkeen tuotanto työllistää mm. metsäkoneen ja traktorin kuljettajia, hakkurin käyttäjiä, kuorma-auto- ja yhdistelmäajoneuvokuljettajia sekä polttoaineen vastaanottajia käyttöpaikalla.

Haketusmahdollisuuksia on neljä: palstahaketus, tienvarsihaketus, terminaalihaketus ja käyttöpaikkahaketus. Palstahaketuksessa haketus toteutetaan palstahakkurilla metsässä ja haetaan sieltä hakeautolla. Tienvarsihaketuksessa raaka-aine korjataan ja kuljetetaan tienvarsivarastoon, jossa sen annetaan kuivua. Siellä raaka-aine haketetaan ja valmis hake kuljetetaan käyttöpaikalle (kuva 5). Terminaalihaketuksessa metsähakeraaka-aine kulje-

tetaan terminaaliin, jossa haketus tehdään. Sieltä hake kuljetetaan käyttöpaikalle. Käyttöpaikkahaketus on tapa, jossa metsäraaka-aine kuljetetaan sellaisenaan käyttöpaikalle asti ja haketetaan siellä. Edellä mainituista haketustavoista yleisin on tienvarsihaketus, jonka osuus oli n. 60 % vuonna 2012. (Strandström 2013, 12.)



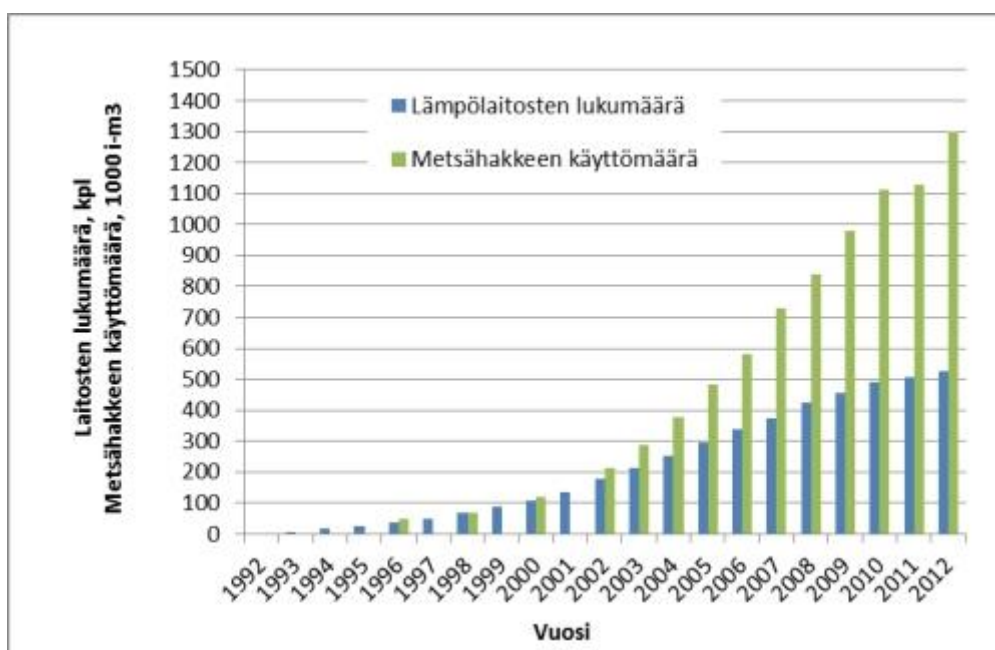
Kuva 5. Tienvarsihaketus (Hakkila 2004, 31).

Metsähakkeen energiantiheys on melko pieni, ja kuljetuskustannukset ovat suurin kustannustekijä energiapuun hankinnassa. Tästä syystä haketta ei kannata kuljettaa yli 100 km:n matkaa. Usein haketta käytetäänkin paikallisena polttoaineena ja näin ollen työllisyyskin on paikallista. (Motiva 2014a.)

3.2 Lämpöyrittäjä ja sen työllistävyys

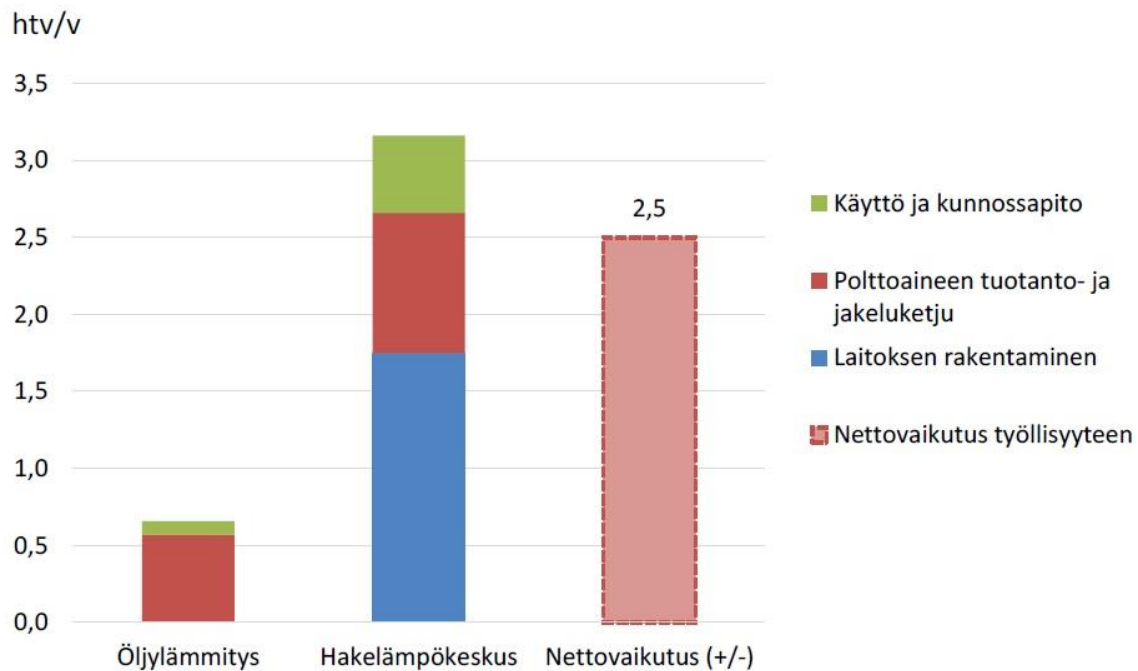
Yksityisiä lämmöntuottajia tarvitaan asuinalueille, jotka eivät kuulu kunnan tai kaupungin kaukolämmityksen piiriin. Lämpöyrittäjien asiakkaita ovat myös mm. teollisuuskiinteistöt ja koulut. Pääasiassa lämpöyrittäjät käyttävät polttoaineena haketta. (Lämpöyrittäjät.) Lämpöyrittäjät ovat saaneet alkunsa, kun öljylämmityskohteita on alettu korvata hakelämmityksellä. Kiinteistöjen omia öljykattiloita on siis korvattu useamman kiinteistön kattavilla lämpökeskuksilla. Pieni toiminta on nyt laajentunut ja sivuelinkeinosta on tullut monelle yrittäjälle pääelinkeino. (Motiva 2015.)

Vuoden 2013 lopussa Suomessa oli 533 lämpöyrittäjien hoitamaa laitosta (Motiva 2015). Kuva 6 esittää sekä lämpölaitosten että metsähakkeen käyttömäärän kasvun vuosina 1992–2012. Kuvasta nähdään, että lämpölaitosten lukumäärä on kasvanut poikkeuksetta joka vuosi vuodesta 1992 alkaen. Kuva myös osoittaa, että lämpöyrittäjyys on suhteellisen uusi ja kasvava liiketoiminta-alue, koska vielä vuonna 1992 lämpölaitoksia ei ollut Suomessa ollenkaan. Näinä vuosina lämpöyrittäjiä on perustettu keskimäärin noin 25 kappaletta vuosittain.



Kuva 6. Lämpölaitosten ja metsähakkeen käytön lukumäärät vuosina 1992–2012. (Lämpöyrittäjät)

Hakelämpölaitoksilla on työllisyyttä lisäävä vaikutus verrattuna öljylämmitykseen. Gaia Consulting Oy:n selvityksen mukaan Lapinjärven kirkonkylän 2 MW:n hakelämpölaitos lisää työllisyyttä 2,5 htv/v korvaamalla öljykattilat (Kuva 7). Selvityksessä tarkastelujaksona on käytetty 20 vuotta, jolloin mm. laitoksen rakentamisen työllisyysvaikutus on jaettu 20 vuodelle. Laitoksen rakentamisen työllisyysvaikutus kokonaisuudessaan on näin ollen 35 htv. (Motiva 2014b.) Kuvan 7 mukaan hakelämpölaitoksen työllisyysvaikutukset jakautuvat laitoksen rakentamiseen (1,75 htv/a), polttoaineen tuotantoon ja jakeluun (1 htv/a) ja käyttöön ja kunnossapitoon (1 htv/a). Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että kyseessä on vain yksittäinen lämpölaitos, eikä tuloksia voi suoraan yleistää kaikkiin lämpölaitoksiin.



Kuva 7. Lapinjärven kirkonkylän hakelämpölaitoksen välittömät työllisyysvaikutukset verrattuna öljylämmitykseen (Motiva 2014b).

3.3 Työkoneiden työllistävyys

Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa suoritetussa tutkimuksessa tutkittiin Kaakkois-Suomen alueen metsäenergian käyttöä (Karhunen et al. 2014). Yksi tutkimuksen osa-alue oli työllisyysvaikutukset lämpökeskuskokoluokassa. Työkoneiden käytön työllisyysvaikutuksia arvioidaan taulukossa 2. Taulukossa ilmoitetaan vuosisuorite, työllisyysvaikutus ja metsäenergian osuus työajasta. Eniten työllisyyttä tuo hakkeen kuljetus kuorma-autolla ja täysperävaunulla. Mobiilihakkuria lukuun ottamatta kaikilla työkoneilla työaika kuluu myös muuhun kuin metsäenergiaan. Näin ollen metsäenergian hankinta ei varsinaisesti tuo lisää työpaikkoja, vaan se vain lisää koneiden työmäärää. Toisaalta metsäenergiaa hankitaan joissain tapauksissa myös itsenäisesti, jolloin kaikilla työkoneilla metsäenergian osuus työajasta on 100 % ja työpaikkoja tulee nimenomaan lisää.

Taulukko 2. Metsätyökoneiden vuosisuorite, työllisyysvaikutus ja metsäenergian osuus työajasta (Karhunen et al. 2014, 19.)

	Vuosisuorite [m³/a]	Työllisyysvaikutus [htv/työkone]	Metsäenergian osuus työajasta [%]
1. hakkuukone	15 000	1,52	5
2. kuormatraktori	21 200	1,52	10
3. mobiilihakkuri	53 300	1,05	100
4. hakkeen kuljetus			
traktori	7 125	1,00	10
kuorma-auto	14 250	2,24	50
täysperävaunu	28 500	2,24	50

Taulukossa 3 työllisyysvaikutuksia on arvioitu lämpökeskuksen polttoainehankinnan näkökulmasta. Edellisestä taulukosta poiketen tässä työkoneiden käytössä on huomioitu vain metsäenergian tuotantoon käytetty aika. 100 kW:n kiinteistökokoluokassa koneiden työllisyysvaikutus on yhteensä 0,032 htv ja näin ollen kohteita tarvitaan useita, jotta se työllistäisi 1 htv:n verran. Taulukon suurin, 20 MW:n lämpökeskus, taas työllistää sellaisenaan jo useita henkilötyövuosia.

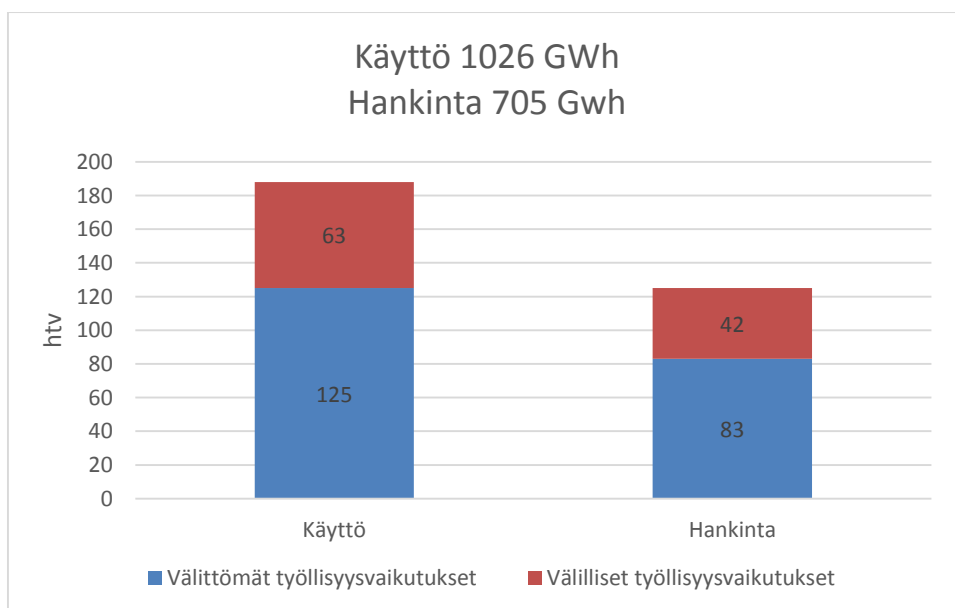
Taulukko 3. Lämpökeskuksien työkonetarve. (Karhunen et al. 2014, 19.)

	Hakkuukone	Kuormatraktori	Mobiilihakkuri	Kuljetus	1 htv saavuttamiseksi tarvitaan kohteita
Kiinteistö 100kW	0,01	0,01	0,002	0,01	30
Lämpökeskus 1 MW	0,15	0,11	0,03	0,21	2
Lämpökeskus 5 MW	1,01	0,72	0,20	0,70	0,4
Lämpökeskus 20 MW	4,05	2,87	0,79	1,40	0,1

3.4 Metsäenergian kokonaistyöllisyys

Metsäenergian työllisyyden arviointi perustuu tutkimuksiin, joita on tehty eri puolilla Suomea. Kaakkois-Suomessa tehty tutkimus antaa suuntaa siitä, kuinka paljon metsäenergian tuotanto työllistää alueellisesti suhteessa käytettyyn energiamäärään. Keski-Suomessa tehty tutkimus taas osoittaa, kuinka välittömät työllisyysvaikutukset jakautuvat prosentuaalisesti metsähakkeen tuotannossa.

Kuvassa 8 esitetään Kaakkois-Suomen alueen metsäenergian käytön ja hankinnan työllisyysvaikutukset vuonna 2011. Alueella käytettiin 1026 GWh ja hankittiin 705 GWh metsäenergiaa vuonna 2011. Metsäenergian tuonti oli siis noin 300 GWh. Samana vuonna alueen metsäenergian käytön välitön työllisyysvaikutus oli 125 htv. Metsäenergian välilliset työllisyysvaikutukset olivat 63 htv, ja ne määriteltiin aikaisemmassa tutkimuksessa määritellyn välillisen ja välittömän työllisyysvaikutuksen suhteen avulla. Alueelta hankittu metsäenergian välitön työllisyysvaikutus oli 83 htv ja välillinen 42 htv. Käytön työllisyysvaikutukset ovat valtakunnallisia, kun taas hankinnan työllisyysvaikutukset kohdistuvat Kaakkois-Suomeen. Hankinnan työllisyysvaikutukset myös sisältyvät käytön työllisyyteen. (Karhunen et al. 2014, 17.)



Kuva 8. Metsäenergian käytön ja hankinnan työllisyysvaikutukset Kaakkois-Suomessa vuonna 2011 (Karhunen et al. 2014, 17).

Jyväskylän teknologiakeskuksen tutkimuksessa selvitettiin metsähakkeen tuotannon suoria työllisyysvaikutuksia. Kyselytutkimuksessa haastateltiin 15 eri toimijaa ja pyrittiin kohdentamaan työllisyysvaikutukset eri tuotantovaiheissa. (Paananen 2005, 3.) Taulukossa 4 esitetään kyseisen tutkimuksen mukaisesti metsähakkeen tuotannon työllisyysvaikutuksia Keski-Suomessa. Työllisyysvaikutukset on jaettu tuotantoketjun eri vaiheisiin. Tiedot ovat vuodelta 2004, joten henkilötyövuosien osalta tieto ei ole ajan tasalla. Sen sijaan prosentiosuus antaa suuntaa tuotantoketjun työvaiheiden työllistävydestä. Taulukon mukaan eniten työllistävä vaihe on palstalla tapahtuvat työt. Toiseksi eniten työllistää kehittämis- ja kouluttamistoiminta ja sen jälkeen kuljetukset. Kehittämis- ja kouluttamistoiminnan suuri osuus johtune mm. VTT:n toiminnasta Jyväskylässä.

Taulukko 4. Metsähakkeen tuotannon työllisyysvaikutukset Keski-Suomessa vuonna 2004. (Paananen 2005, 6.)

	htv	[%]
hankinta	16	8,4
palstalla tapahtuvat työt	46	24,1
metsäkuljetus	32	16,8
haketus	17	8,9
kaukokuljetus	28	14,7
käyttökohteilla tapahtuvat työt	12	6,3
kehittämis- ja kouluttamistoiminta	40	20,9
Suora työllisyysvaikutus yhteensä	191	100

3.4.1 Työllisyys vuonna 2020

Kuten aiemmin mainittiin, metsähakkeen käytön ennustetaan olevan 25 TWh vuonna 2020. Seuraavat arviot käsittelevät työllisyysvaikutuksia kyseisenä vuonna. Ensimmäinen arvio koskee metsäenergian välitöntä työllistävyttä Suomessa. Toisessa arviossa käsitellään metsäkoneiden valmistusta, jolloin työllisyysvaikutukset ulottuvat myös Suomen ulkopuolelle.

Arvion mukaan vuonna 2020 metsäenergian välitön työllistävyys on 7400 henkilötyövuotta Suomessa. Tästä metsähakkeen tuotanto ja kuljetus kattaa 6200 htv, pilkekauppa 500 htv, lämpöyrittäjyys 400 htv, sähkön ja lämmön suurtuotanto 150 htv ja polttoainetalosteiden valmistus 150 htv. Työpaikkoja syntyy erityisesti pienten lämpökeskusten li-

sääntymisen myötä. Suuremmat laitokset eivät työllistä niin paljon esimerkiksi siirtyessä öljystä hakkeeseen, koska voimaloiden toiminta on hyvin automatisoitua. Metsäenergian hankinnassa toisaalta työllisyys lisääntyy käyttömäärien lisääntyessä. (Villa & Saukkonen 2010, 17.)

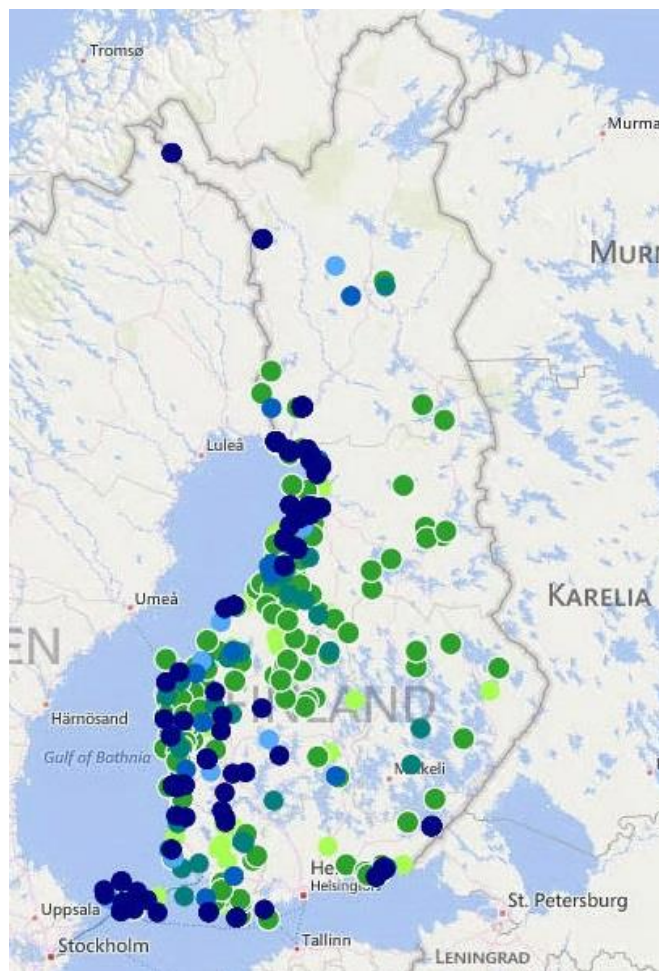
Jos 25 TWh:n metsähakkeen käyttö vuonna 2020 saavutetaan, tarvitaan haketuotannon koneiden ja autojen kuljettajia 3500 henkilöä. Tämä on 2500 henkilöä enemmän kuin vuonna 2009. Uusia koneita ja autoja tarvitaan 1900 kappaletta vuonna 2020, mikä on 3,3-kertainen määrä vuoden 2009 tasoon. Arvion mukaan metsäkoneen valmistamisen työllisyysvaikutus on noin 1 htv. Tällöin 1300 metsäkoneen ja auton valmistaminen työllistäisi 1300 htv. Todellisuudessa luku on kuitenkin lähes kaksinkertainen, koska joitain koneita myös uusitaan 3-5 vuoden välein. (Lindroos et al. 2012, 57.)

4 TUULIVOIMA

Tuulivoimalla tarkoitetaan tuulen liike-energian muuntamista sähköenergiaksi. Suurimmat tuuliturbiinit Suomessa ja maailmalla ovat vaaka-akselisia ja ne koostuvat tornista, kolmilapaisesta roottorista, vaihteistosta ja generaattorista. Nykyisin suurimmat kaupalliset tuuliturbiinit ovat teholtaan lähes 10 MW ja roottorin halkaisija lähes 150 m. (Pyrhönen et al. 2013, 8.) Maailmanlaajuisesti tuulivoimakapasiteetti on ollut jatkuvassa kasvussa koko 2000-luvun ajan. Kasvua on ollut Suomessakin, vaikka tuulituotannon kärkimaiden perässä ei ole pysyttykään.

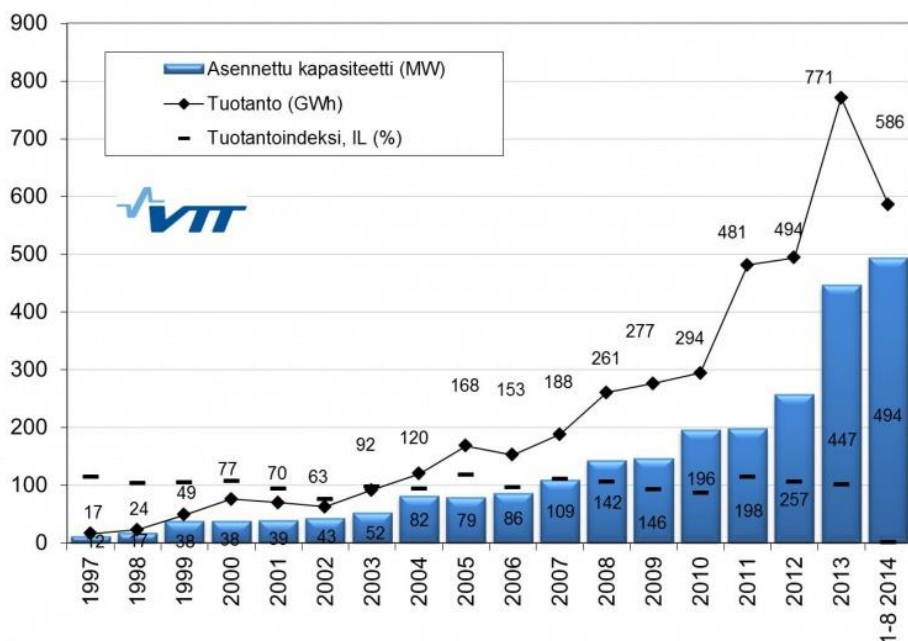
Tuulivoimakapasiteettia ei koskaan pystytä hyödyntämään kokonaan. Toisin sanoen tuuliolosuhteet eivät riitä pyörittämään voimaloita täydellä teholla. Ajoittain on kuitenkin mahdollista päästä korkeisiinkin tuottolukemiin. Joulukuussa 2014 Suomen tuulivoimatuotanto oli lähes 150 GWh, mihin ei aiemmin ole päästy. Tuolloin tuulivoimatuotanto oli lauhdetuotantoa (130GWh) suurempi. (Energiakolmio 2015.) Tuulivoimalla näyttäsikin olevan hyvät kasvumahdollisuudet.

Suomessa vaikuttavat enimmäkseen lounaistuulet (Tuuliatlas). Tuulivoiman tuotanto onkin ollut yleistä länsirannikolla, mutta tekniikan kehityksen ja investointien kannattavuuden myötä myös sisämaahan rakennetaan yhä enemmän tuulivoimaa (Kuva 9). Kuvassa tummansiniset pisteet kuvaavat jo käytössä olevia tuulivoimaloita ja vihreät suunnitteilla olevia. Tuulivoiman hajauttamisesta koko maan alueelle on se hyöty, että käytännössä koskaan ei ole tilannetta, ettei tuulienergiaa saataisi lainkaan. Hajauttamisen vuoksi myös työllisyys lisääntyy joka puolella maata.



Kuva 9. Tuulivoimaprojektit Suomessa. Tummansiniset pisteet ovat käytössä olevia laitoksia, vaaleansiniset rakenteilla olevia ja vihreät ovat suunnitteluvaiheessa. (Suomen tuulivoimayhdistys)

Tuulivoiman asennettu kapasiteetti on kasvanut merkittävästi viime vuosina. Kuvan 10 mukaan asennettu kapasiteetti on lähes kaksinkertaistunut vuodesta 2012 vuoteen 2014. Vuonna 2014 asennettu kapasiteetti oli 494 MW, kun se vuonna 2012 oli 257 MW. (VTT.) Tavoitteena Suomessa on saavuttaa 2500 MW asennettua tuulivoimakapasiteettia vuoteen 2020 mennessä. Tämä olisi 6% sähkön kokonaistuotannosta. (Holtinen 2011, 10.)



Kuva 10. Tuulivoimakapasiteetin kehitys vuosina 1997–2014.(VTT)

4.1 Toimijat

Maailmanlaajuisesti 15 suurinta turbiininvalmistajaa toimittavat lähes 90 % maailman tuulivoimaloista. Suurin toimittaja on Tanskalainen Vestas, ja Kiinalla on useita merkittäviä toimijoita mukana toiminnassa. Suomessakin on turbiininvalmistustoimintaa, muttei yhtään merkittävää kansainvälistä tuulivoimalaitostoimittajaa. Suomalaisten turbiininvalmistajien erikoisalaa ovat arktiset toiminta-alueet ja muu erityisosaaminen. (Pyrhönen et al. 2013, 35.) Kansainvälisesti toiminut WinWind meni konkurssiin vuonna 2013 (Yle 2013). Nykyisiä mainittavia turbiininvalmistajia ja -toimittajia Suomessa ovat vaaka-akselista 3,6 MW:n turbiinia valmistava Mervento ja Windside, jonka tuote on pieni pystyakselinen tuuliturbiini.

Sen sijaan Suomella on yksittäisillä osa-alueilla kansainvälistä huippuosaamista. Näitä yhtiöitä ovat ABB, The Switch, Vacon, Vaisala, Prysmian ja Moventas. ABB ja The Switch valmistavat generaattoreita ja taajuusmuuttajia, Vacon taajuusmuuttajia, Vaisala meteorologisia mittalaitteita, Prysmian kaapeleita ja Moventas tuuliturbiinin vaihteistoja. Lisäksi osaamista on mm. teräsrakenteiden valmistamisessa, jossa mainittavia yrityksiä

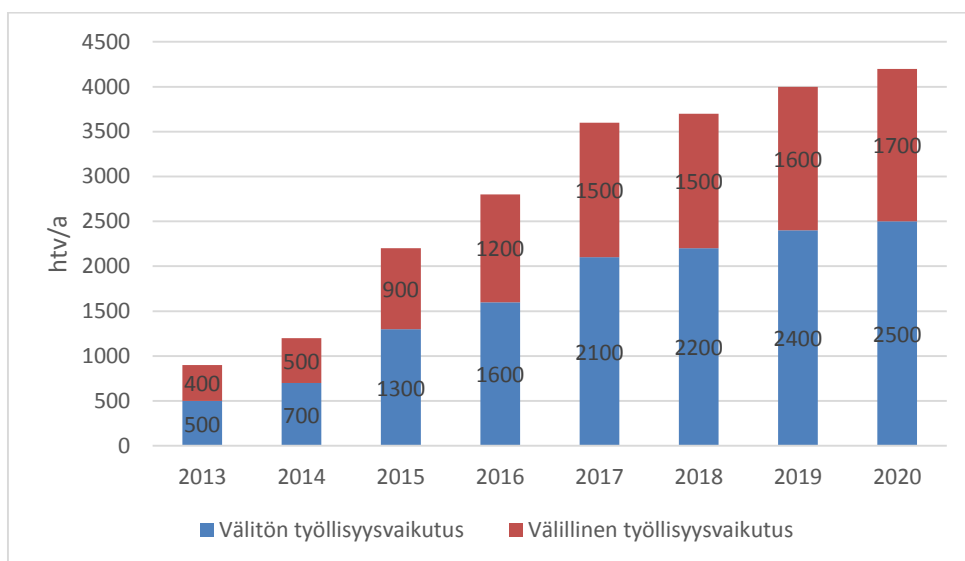
ovat mm. Rautaruukki Oyj ja STX Finland. Kaikki edellä mainitut yhtiöt toimivat globaalisti, mutta kasvun haasteena on Suomen syrjäinen sijainti Euroopan päämarkkinoihin nähden. Lisäksi suurten toimijoiden jo vakiintuneeseen toimittajaverkostoon voi olla vaikea päästä mukaan. Suomessa tärkeitä liiketoiminta-alueita ovat suunnittelu ja konsultointi sekä käyttö ja kunnossapito. (Pyrhönen et al. 2013, 36.)

4.2 Tuulivoiman työllistävyys

Tuulipuiston rakentaminen edellyttää monia eri palveluita. Näitä ovat luontoselvitykset, kaavoitus, maanrakentaminen, tuulipuiston virtausmallinnus, tuulipuiston sähkösuunnittelu, nostopalvelut ja erikoiskuljetukset. Näiden lisäksi työllistyvät turbiinin ja muiden tuulivoimalan komponenttien valmistajat. Kun tuulipuisto on saatu rakennettua, tarvitaan vielä työntekijöitä operointiin ja huoltoon. Näitä toimenpiteitä ovat sähkökauppa ja tasehallinta sekä turbiinien määräaikaisten huollot ja korjaukset. (Pyrhönen et al. 2013, 39.)

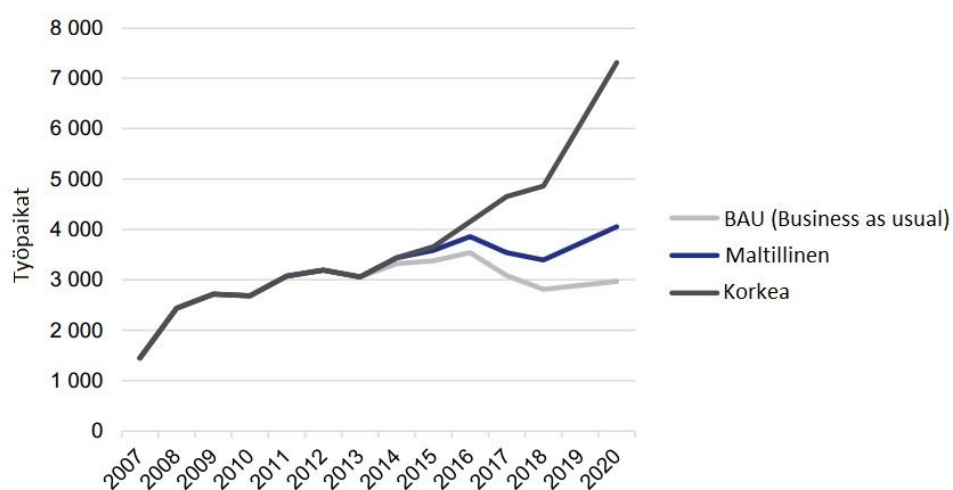
Suomen tuulivoimayhdistys arvioi, että vuonna 2020 tuulivoima työllistää jopa 11 000 henkilöä Suomessa. Lukuun on laskettu mukaan eri alojen edustajat, kuten biologit, arkeologit, juristit ja kaavoittajat. Käyttövaiheen työllisyysvaikutuksien sanotaan olevan rakennusvaiheen työllisyysvaikutuksia suuremmat. (Suomen tuulivoimayhdistys 2015) Vuonna 2013 tuulivoimateollisuus työllisti noin 2000 henkilöä Suomessa (Pyrhönen et al. 2013, 46.).

Toinen arvio tuulivoiman työllisyyden kehityksestä Suomessa taas on Swecon tekemä. Arvioinnin tulokset esitetään Kuva 11. Tiedot perustuvat yhden voimalan työllistävyuden laskentamalliin, jossa ei oteta huomioon voimalan ja sen komponenttien valmistusta. Luvut on kerrottu tuulivoimaloiden todennäköisellä määrällä eri vuosina. Arvio on tehty vuodesta 2013 vuoteen 2020. Sen mukaan vuonna 2020 tuulivoima työllistäisi välittömästi 2500 ja välillisesti 1700 henkilöä. (Koski 2015)



Kuva 11. Tuulivoiman työllisyysvaikutusten kehityksen arvio vuosille 2013–2020 (Koski 2015).

Teknologiategollisuuden mukaan vuonna 2020 tuulivoimakomponenttien valmistus voi työllistää 7000 henkilöä Suomessa. Vuonna 2013 se työllisti 3000 henkilöä. (kuva 12) Kuvassa esitetään tuulivoima-alan työpaikat vuodesta 2007 vuoteen 2014. Vuosille 2014–2020 on esitetty kolme erilaista arvioita työllisyystilanteen kehittymiselle.



Kuva 12. Työpaikat tuulivoimakomponenttien valmistuksessa vuosina 2007–2020 (Teknologiategollisuus).

Teknolgieollisuuden tutkimuksen mukaan 100 MW:n tuulipuisto työllistää 1180 henkilötyövuotta. Tästä suunnittelu- ja rakennusvaihe kattaa kolmasosan ja käyttö ja kunnossapito 20 vuoden ajan kattaa kaksi kolmasosaa. (Pyrhönen et al. 2013, 46.) Näin laskettuna tuulivoiman työllistävyys on 11,8 htv/MW.

European wind energy association (EWEA) on laskenut, että tuulivoiman välittömät työllisyysvaikutukset ovat 10 htv/MW ja välilliset 5 htv/MW. EWEA:n mukaan EU:ssa eri työvaiheiden työllisyysvaikutus on taulukon 5 mukainen. Taulukossa on eritelty vuosittain asennettavasta kapasiteetista ja kumulatiivisesta kapasiteetista aiheutuvat henkilötyövuodet. Käyttö ja kunnossapito sekä muu välitön työllisyysvaikutus on esitetty kumulatiivisen kapasiteetin mukaan, koska työvaiheet kohdistuvat jo asennettuun kapasiteettiin. (EWEA 2009)

Taulukko 5. Tuulivoiman työllisyysvaikutukset työvaiheittain. (Wind at Work, 21.)

	htv/MW _{vuosittain}	htv/MW _{kumulatiivinen}
Turbiinin valmistus, välitön työllisyysvaikutus	7,5	
Turbiinin valmistus, välillinen työllisyysvaikutus	5,0	
Asennus	1,2	
Käyttö ja kunnossapito		0,33
Muu välitön työllisyysvaikutus	1,3	0,07
Yhteensä	15,1	0,40

5 AURINKOENERGIA

Aurinkoenergia on auringon säteilyenergiaa. Säteilyenergia maanpintaan eteläisessä Suomessa on vuosittain noin 1000 kWh/m². Keski-Euroopan säteilyenergia on vain noin viidenneksen isompi Lappeenrantaan verrattuna. Suomessakin on siis mahdollista hyödyntää aurinkoenergiaa paljon nykyistä enemmän. Heikkoutena tosin on se, että kesällä tuotanto on suurempaa kuin talvella, jolloin sähkön kulutus on suurinta. (Grönberg 2014, 16.)

Auringon energiasta voidaan hyödyntää sekä valoa että lämpöä. Keskittävä aurinkovoima (CSP - Concentrated Solar Power) on merkittävä energiantuotantomuoto erityisesti Yhdysvalloissa, Espanjassa ja Kiinassa. CSP teknologiassa auringon lämpöenergia keskitetään yhteen pisteeseen ja hyödynnetään siitä saatu mekaaninen energia sähköntuotantoon. Tässä työssä aurinkosähköllä tarkoitetaan kuitenkin aurinkokennotekniikalla (PV - Photovoltaics) tuotettua sähköä, joka on Suomessa merkittävämmässä roolissa. Lisäksi aurinkoenergiaa otetaan talteen lämmön muodossa aurinkokeräimien avulla.

Aurinkokennotekniikka perustuu siihen, että aurinkosäteilyn fotonit luovuttavat energiaansa kennojen elektroneille. Kennoja kytketään sarjaan tai rinnan haluttu määrä. Kun kennot koteloidaan, muodostuu aurinkopaneeli. Aurinkopaneelit tuottavat tasavirtaa, joka voidaan invertterin avulla muuttaa vaihtovirraksi. (Motiva 2014c)

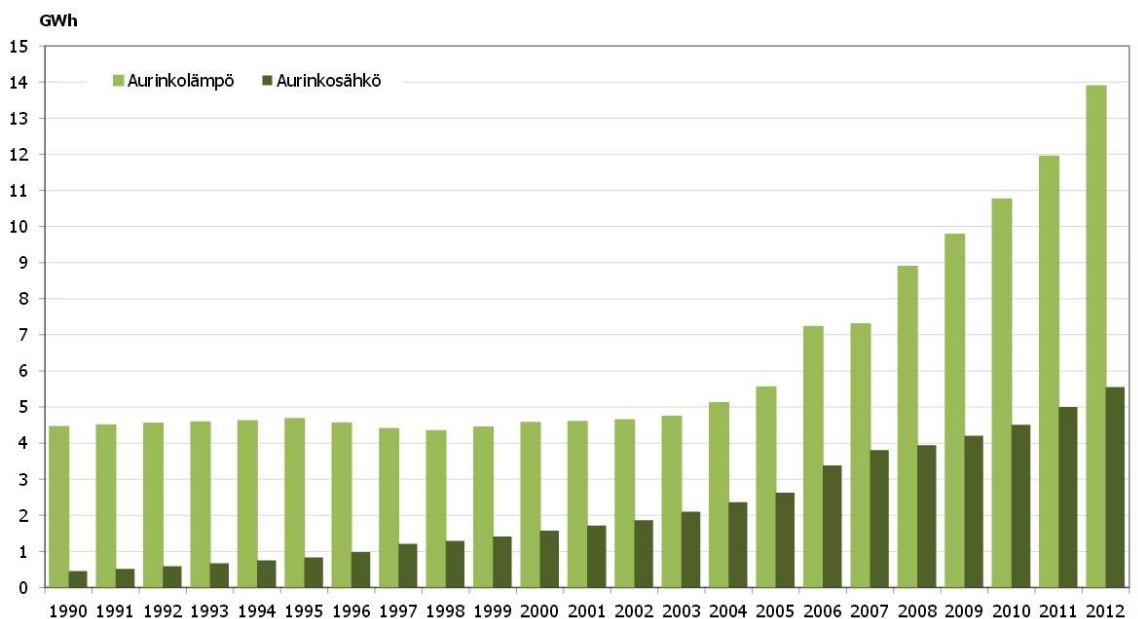
Aurinkosähköjärjestelmiä on Suomessa sähköverkkoon liitettyjen järjestelmien lisäksi myös sähköverkon ulkopuolisia järjestelmiä. Näitä ns. kesämökkijärjestelmiä arvioidaan olevan Suomessa noin 40 000 kappaletta. Aurinkosähköjärjestelmien hinta on Suomessa jatkuvassa laskussa, koska järjestelmät ovat globaalisti halventuneet ja toimittajien kilpailu Suomessa on kasvanut. Hintojen alentumisen myötä järjestelmien toimitusmäärät kasvavat jatkuvasti. (Pesola et al. 2014, 3.)

Suomessa yleisiä ovat omakotitaloluokan aurinkovoimalat. Tietyt yhtiöt tarjoavat valmiita aurinkovoimalapaketteja ns. ”avaimet käteen” -periaatteella. Esimerkiksi Fortumin aurinkopakettiin kuuluu voimalan sijoittelun ja koon suunnittelu, aurinkopaneelien ja invertterin toimittaminen ja niiden asentaminen. Lisäksi asiakas opastetaan laitteiston käyttämiseen. (Fortum 2015.)

Kaikkiaan aurinkosähköä on Suomessa asennettuna arviolta 10MW. Kolme suurinta aurinkovoimalaa ovat Helen Oy:llä Helsingissä (340kW), Astrum-liikekeskuksella Salossa (322kW) ja Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla (220kW). (Aurinkoenergiaa 2015.) Oulussa rakennetaan painotalo Kalevan katolle aurinkovoimalaa, joka on valmistuessaan Suomen suurin (400kW). Valmiina sähköntuotantoon voimala on kesäkuussa 2015. Paneelit tilataan Saksasta, mutta kaikki muut työvaiheet toteutetaan Suomalaisella työvoimalla. (Yle 2015)

Auringon lämpöenergian hyödyntämisen tyypillinen sovellus on aurinkokeräin, joka koostuu ohuesta mutkittlevasta putkesta ja kiertoaineesta. Käyttökohteesta riippuen keräimen päälle voidaan asentaa lasitus. Aurinkokeräimien käyttökohteita ovat lämpimän käyttöveden tai esimerkiksi uima-altaan lämmittäminen. (Thrope 2011, 66.)

Aurinkoenergian hyödyntäminen ei ole Suomessa käynnistynyt kunnolla. Kuvasta 13 nähdään, että aurinkosähkön ja -lämmön tuotanto on kasvanut hiljalleen 1990-luvun alusta alkaen. Merkittävästä tuotannosta ei kuitenkaan voida vielä puhua. Aurinkolämpöä on hyödynnetty energiamäärältään joka vuosi aurinkosähköä enemmän. Vuosina 2000–2012 molempien osuus on lähes kolminkertaistunut. Auringolla tuotettu sähkö ei saa Suomessa syöttötariffia, mutta yritysten ja yhteisöjen on mahdollista saada investointitukea 30 % voimalan investointikustannuksista (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015).



Kuva 13. Aurinkolämmön- ja sähkön tuotanto Suomessa vuosina 1990–2012 (Motiva 2014d).

5.1 Aurinkoenergian työllistävyys

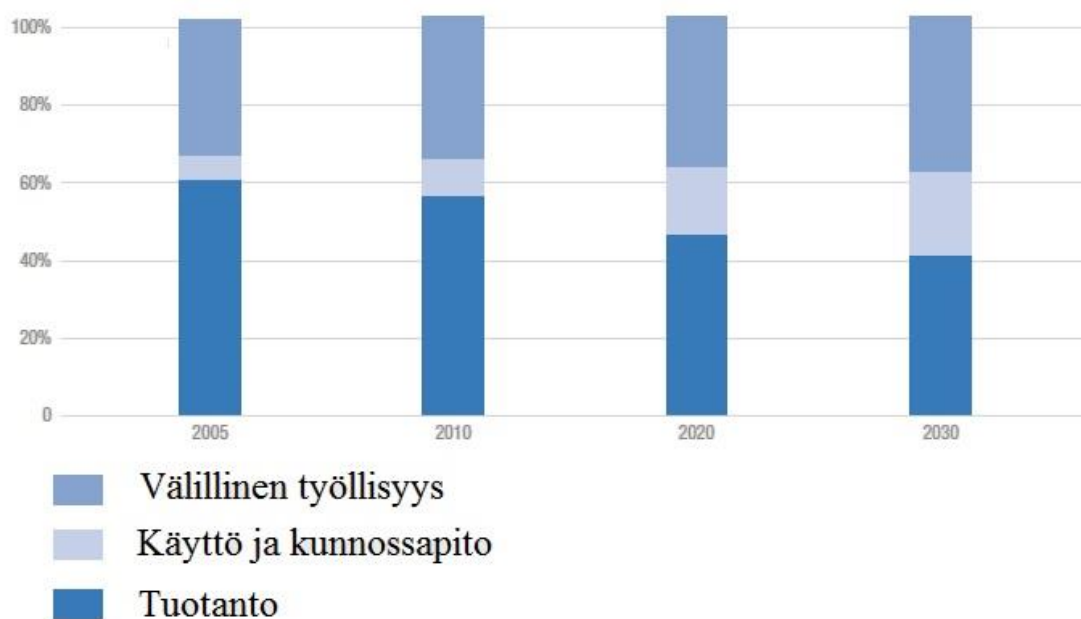
Arvion mukaan aurinkoenergian tuottaminen työllisti Euroopassa välittömästi 130 000 ihmistä ja välillisesti 60 000 ihmistä vuonna 2008. Välittömiä työtehtäviä ovat mm. aurinkopaneelien ja niihin liittyvien osien suunnittelu, valmistus, markkinointi, toimitus, asennus ja huolto. Lisäksi tarvitaan projektinvetäjiä, tutkijoita ja kouluttajia. Välillisesti aurinkovoima työllistää mm. arkkitehtejä, rakentajia, materiaalin toimittajia, sähköalan ammattilaisia, sijoittajia ja rahoittajia. (PV employment, 6.)

Suomessa aurinkosähkö työllistää lähinnä maahantuojia ja asentajia. Aurinkolämpö taas tuo työllisyyttä näiden lisäksi myös tuotannon puolelta. Aurinkokeräimiä valmistaa ainakin mikkililäinen Savosolar, joka toimittaa keräimiä Eurooppaan, Aasiaan ja Afrikkaan.

The European Photovoltaic Technology Platform arvioi, että PV-teollisuudella on mahdollisuus työllistää 200 000 ihmistä EU:ssa vuonna 2020. Maailmanlaajuisesti työllisyysvaikutus olisi kymmenkertainen. (Thrope 2011, 159.)

European photovoltaic industry association:in (EPIA) arvion mukaan aurinkopaneeleiden tuottaminen ja asentaminen työllistävät täyspäiväisesti noin 30 henkilöä asennettua megawattia kohden. Arvio on maailmanlaajuinen keskiarvo. (EPIA 2011, 70.) Välittömän työllisyyden osuus on noin 10 htv ja välillisen 20 htv (EPIA 2012).

Työllisyys jakautuu EU:ssa kuvan 14 mukaisesti. Tarkastelussa on otettu huomioon tuotanto, käyttö ja kunnossapito sekä välillinen työllisyys. Arvion mukaan tuotannon osuus vähenee ja käytön ja kunnossapidon osuus kasvaa. Samoin välillisen työllisyyden osuus kasvaa. (PV Employment, 14.) Suomen kohdalla kuva ei pidä täysin paikkaansa, koska Suomi on reilusti jäljessä aurinkovoimakehityksessä verrattuna johtaviin Euroopan maihin.



Kuva 14. PV:n työllisyyden jakautuminen EU:ssa (PV Employment, 14).

6 YHTEENVETO

Tässä työssä tarkasteltiin metsä-, tuuli- ja aurinkoenergian työllisyyttä ja sen lisääntymistä Suomessa. Tarkastelussa vähemmälle huomiolle jäi se, kuinka paljon työllisyys mahdollisesti vähenee muiden energiantuotantomuotojen puolelta, jos uusiutuvalla energialla korvataan aikaisempia energianlähteitä.

Uusiutuvan energian investoinnit kannattavat Suomessa lähinnä vain valtion tukien avulla. Ilman tukia uusiutuvaa energiaa käytettäisiin Suomessa vähemmän eikä EU:n tavoitteeseen uusiutuvan energian lisäämiseksi päästäisi. Koska tuet lisäävät investointeja, lisääntyy myös työllisyys uusiutuvan energian sektorilla jatkuvasti.

Uusiutuvan energian tukeminen ja erityisesti tuulivoiman syöttötariffit herättävät monenlaista keskustelua puolesta ja vastaan. Onkin vaikea arvioida, jatkuuko tuulivoimaloiden kehitys samaa tahtia vielä vuoden 2020 jälkeen, jolloin 2500 MW tuulivoimakapasiteetti on tarkoitus saavuttaa. Tällöin syöttötariffijärjestelmään on odotettavissa muutoksia. Jos tuulivoimalarakentaminen hiipuu sen jälkeen, työllistää ala kuitenkin olemassa olevien tuulivoimaloiden käytön ja kunnossapidon tehtävissä. Suomessa on myös tuuliturbiinien ja tuulivoimalakomponenttien valmistusta. Nähtäväksi jää, säilyykö suomalaisten yritysten kilpailukyky globaaleilla markkinoilla. Tällä hetkellä rajoittava tekijä on mm. Suomen syrjäinen sijainti päämarkkinoihin nähden.

Aurinkoenergian hyödyntäminen on Suomessa vielä alkuvaiheissa. Auringon säteilyenergia on kuitenkin todettu Suomessa riittävän suureksi ja tekniikka kuitenkin halpenee jatkuvasti. Alalla on viime vuosina ollut havaittavissa eräänlaista kilpailua Suomen suurimman aurinkovoimalan tittelistä. Tällaiset suuremmat projektit myös työllistävät enemmän. Muuten aurinkovoima työllistää lähinnä maahantuoja ja yrityksiä, jotka tarjoavat aurinkopaneeleita ja aurinkokeräimiä pientaloihin toimituksineen ja asennuksineen. Myös aurinkokeräinten valmistus tuo Suomeen hieman työllisyyttä.

Metsähakkeen käyttö on kasvanut koko 2000-luvun ajan ja on oletettavissa, että kasvu jatkuu edelleen. Myös lämpöyrittäjien määrä on ollut kasvussa. Lämpöyritysten perustaminen luo enemmän uusia työpaikkoja kuin esimerkiksi suuremman laitoksen polttoaineen vaihtaminen hakkeeseen. Eniten hakeketjussa työllistävät hakkeen hankinta ja kuljetukset.

Tämän laajuudessa työssä työllisyysvaikutuksien arvioiminen on hankalaa. Eri lähteiden pohjalta on kuitenkin mahdollista luoda suuntaa antavat arviot eri energianmuotojen työllisyysvaikutuksista. Taulukossa 6 on esitetty kappaleissa 3, 4 ja 5 esiintyneitä arvioita työllisyysvaikutuksista. Taulukkoon on otettu mukaan lämpökeskuksen välitön työllisyysvaikutus Gaia Consulting oy:n selvityksen mukaisesti. Välillinen työllisyysvaikutus on laskettu käyttämällä kerrointa 0,5, jota käytettiin myös Karhusen et al. (2014) selvityksessä. Tuulivoiman työllisyysvaikutus on EWEA:n (2009) raportin mukainen. Aurinkoenergian työllisyys puolestaan on EPIA:n (2011) raportin mukainen. On syytä huomioida, että eri työllisyysvaikutusten arviossa otetaan erilaisia asioita huomioon. Lämpökeskuksen työllisyysvaikutukset kohdistuvat Suomeen, kun taas tuuli- ja aurinkoenergialla työllisyysvaikutukset voivat kohdistua muihinkin maihin.

Taulukko 6. Yhteenveto työllisyysvaikutuksista. (Motiva 2014b), (EWEA 2009), (EPIA 2011)

	Välitön työllisyysvaikutus [htv/MW]	Välillinen työllisyysvaikutus [htv/MW]
Lämpökeskus	1,5	0,75
Tuulienergia	10	5
Aurinkoenergia	10	20

7 LÄHTEET

Ammattinetti. Bioenergia-ala. [Ammattinettin www-sivuilla]. [Viitattu 19.2.2015]. Saatavissa <http://www.ammattinetti.fi/ammattialat/detail/955d98c80a653446012b8313d287f618?link=true>

Aurinkoenergiaa. 2015. Suomen suurimmat aurinkovoimalat. [Aurinkoenergiaa:n www-sivuilla]. [Viitattu 25.3.2015]. Saatavissa <http://www.aurinkoenergiaa.fi/Info/184/aurinkovoimaa-suomessa>

Energiakolmio. 2015. Tuulivoimatuotanto ohitti lauhdetuotannon. [Energiakolmion www-sivuilla] [Viitattu 9.3.2015] Saatavissa <http://www.energiakolmio.fi/fi/ajankoh-taista/tuulivoimatuotanto-ohitti-lauhdetuotannon>

European Photovoltaic Industry Association (EPIA). 2011. Solar Generation 6 – Solar Photovoltaic Electricity Empowering the World. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 17.3.2015] Saatavissa www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2011/Final%20SolarGeneration%20VI%20full%20report%20lr.pdf

European Photovoltaic Industry Association (EPIA). 2012. Sustainability of photovoltaic systems job creation. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 12.4.2015]. Saatavissa http://www.epia.org/uploads/tx_epiafactsheets/Fact_Sheet_on_Job_Creation.pdf

European Wind Energy Association (EWEA). 2009. Wind at Work. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 24.3.2015]. Saatavissa http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Wind_at_work.pdf

Fortum. 2015. Tuota itse oma sähkösi Fortumin aurinkopaketilla. [Fortumin www-sivuilla]. [Viitattu 30.3.2015]. Saatavissa <https://www.fortum.fi/countries/fi/yksityisasiakkaat/energiansaasto/aurinkoenergiaratkaisut/aurinkopaneeli/sisalto/pages/default.asp>

Grönberg Iiro. 2014. Passiivisesta sähkönkuluttajasta aktiiviseksi energiakansalaiseksi? Aurinkopaneelien yhteistilaus ja –rakentaminen Etelä-Karjalassa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 8.3.2015]. Saatavissa <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/95741/abb0c9f6-1a29-4313-9337-6295ac6e3d27.pdf?sequence=2>

Halme et al. 2014. Kasvua ja työllisyyttä uudella energiapolitiikalla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 19.2.2015]. Saatavissa <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/43024/Kasvua%20ja%20ty%C3%B6llisyytt%C3%A4%20uudella%20energiapolitiikalla.pdf?sequence=1>

Hakkila Pentti. 2004. Developing technology for large-scale production of forest chips. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavissa: http://www.seai.ie/Renewables/Bio-energy/Developing_technology_for_large_scale_production_of_forest_chips.pdf

Holttinen Hannele. 2011. Tuulivoima Suomessa ja maailmalla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.3.2015]. Saatavissa http://www.vtt.fi/Documents/2011_Tuulivoima_media-aiaininen_esitys.pdf

Karhunen et al. 2014. Metsäenergian liiketoimintojen kehittäminen ja käytön kasvun vaikutukset Kaakkois-Suomessa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.3.2015] Saatavissa <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/98755/LUT%20Energia%2032.pdf?sequence=2>

Koski Kimmo. 2015. Tuulivoiman työllistävä vaikutus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 9.4.2015] Saatavissa http://www.tuulivoimayhdistys.fi/filebank/622-Tuulivoiman_tyollistava_vaikutus_Raportti_20_1_2015.pdf

Lindroos et al. 2012. Arvioita uusiutuvan energian lisäämisen vaikutuksista Suomen kasviuonekaasupäästöihin ja kansantalouteen. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavissa <http://www2.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T11.pdf>

Lämpöyrittäjät. Faktaa lämpöyrittäjyydestä [Lämpöyrittäjien www-sivut]. [Viitattu 10.3.2015]. Saatavissa <http://www.lampoyrittajat.fi/L%C3%A4mp%C3%B6yritt%C3%A4jyys%20faktaa>

Marja-aho Lauri. 2011. Uusiutuvan energian tuet EU maissa, selvitys uusiutuvan energian tukimalleista sähkön ja lämmön tuotannossa EU-maissa. 103 s. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 9.3.2015].

Saatavissa:

http://www.energia.fi/sites/default/files/energiteollisuus_raportti_28_9_2011_2.pdf

Maunula Lasse. 2012. Puuenergian käyttö ja energiapuupotentiaali Pirkanmaalla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.4.2015]. Saatavissa http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/52677/Maunula_Lasse.pdf?sequence=1

Metla 2014. Metsätilastollinen vuosikirja 2014. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 19.2.2015] Saatavissa www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/index.html

Motiva. 2014a. Metsähake [Motivan www-sivuilla]. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavissa http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energia_metsasta/metsahake

Motiva. 2014b. Lämpöyrittäjyyden alue- ja kansantaloudellinen tarkastelu [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.3.2015]. Saatavissa http://www.motiva.fi/files/8906/Lampoyrittajyyden_aluetaloudellinen_tarkastelu.pdf

Motiva. 2014c. Auringosta sähköä. [Motivan www-sivuilla]. [Viitattu 25.3.2015] Saatavissa http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa

Motiva. 2014d. Uusiutuvan energian trendit Suomessa. [Motivan www-sivuilla]. [Viitattu 26.3.2015]. Saatavissa http://www.motiva.fi/files/9609/Uusiutuvan_energian_trendit_Suomessa_2014.pdf

Motiva. 2015. Lämpöyrittäjyys [Motivan www-sivuilla]. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavissa www.motiva.fi/lampoyrittajyys

Paananen Markku. 2005. Metsähakkeen tuotannon työllistävyys Keski-Suomessa 1995–2004. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 24.3.2015]. Saatavissa https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/20536/paananen_18.pdf

Pesonen et al. 2014. Sähkön pientuotannon kilpailukyky ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 8.3.2015]. Saatavissa [https://www.tem.fi/files/41148/Sahkon_pientuotannon_kilpailukyky_-_loppuraportti_-_final_\(ID_15372\).pdf](https://www.tem.fi/files/41148/Sahkon_pientuotannon_kilpailukyky_-_loppuraportti_-_final_(ID_15372).pdf)

PV employment. Solar photovoltaic employment in Europe. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.3.2015]. Saatavissa www.pvemployment.org/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=uploads/media/09-0163_PVemployment_financial.pdf&t=1426582405&hash=b773bc3dbe984d2ba4a94afca2203200

Pyrhönen et al. 2013. Suomalaisen tuulivoimateollisuuden kilpailukyky, asema ja tulevaisuuden näkymät kansainvälisillä markkinoilla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.3.2015]. Saatavissa https://www.tem.fi/files/35572/Tuulivoimaselvitys_TEM_25_01_2013.pdf

Ripatti Pekka. 2013. Uusiutuvan energian käyttö ja tuet Suomessa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 18.3.2015]. Saatavissa <https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Uusiutuvan+energian+k%C3%A4ytt%C3%B6%20ja+tuet+Suomessa+-+Pekka+Ripatti.pdf/4d54c461-999d-4515-b132-8d79ae007549>

Strandström Markus. 2013. Metsähakkeen tuotantoketjut Suomessa vuonna 2012.

[Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.3.2015].

Saatavissa http://www.motiva.fi/files/8603/Metsahakkeen_tuotantoketjut_Suomessa_vuonna_2012.pdf

Suomen tuulivoimayhdistys. Hajautettu Tuulisähkötuotanto. [Suomen tuulivoimayhdistyksen www-sivuilla]. [Viitattu 7.3.2015]. Saatavissa <http://www.tuulivoimatieto.fi/hajautettu>

Suomen tuulivoimayhdistys. 2015. Tuulivoima työllistää jopa 11000 vuonna 2020. [Suomen tuulivoimayhdistyksen www-sivuilla]. [Viitattu 8.3.2015]. Saatavissa http://www.tuulivoimayhdistys.fi/ajankohtaista/tiedotteet/962/tuulivoima_tyollistaa_jopa_11000_vuonna_2020

Suomen tuulivoimayhdistys. Teollinen tuulivoima Suomessa. [Suomen tuulivoimayhdistyksen www-sivuilla]. [Viitattu 18.3.2015] Saatavissa <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/teollinen-tuulivoima/teollinen-tuulivoima-suomessa>

Teknolohiateollisuus. Roadmap for Finnish Wind Power Industries. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 9.3.2015]. Saatavissa http://www.tuulivoimayhdistys.fi/filebank/520-finnish-wind-industry-roadmap-2014_2017.pdf

Tilastokeskus. Energiatilasto 2013. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 23.3.2015]. Saatavissa http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2013/

Thrope David. 2011. Solar Technology. 228 sivua. ISBN: 978-1-84971-109-8 (hbk)

Torvelainen et al. 2014. Metsätilastotiedote, Puun energiakäyttö 2013. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.3.2015]. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/mtt/2014/puupolttoaine2013.pdf>

Tuuliatlas. Tuulisuus Suomessa [Tuuliatlaksen www-sivuilla]. [Viitattu 8.3.2015]. Saatavissa <http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/index.html>

Työ- ja elinkeinoministeriö, 2015. Tuen enimmäismäärät [TEM:n www-sivuilla]. [Viitattu 9.3.2015]. Saatavissa: http://www.tem.fi/energia/energiatuki/tuen_maara

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013 VNS 2/2013 vp. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 9.3.2015]. Saatavissa: https://www.tem.fi/files/36730/Energia-ja_ilmastostrategia_2013_SUOMENKIELINEN.pdf

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2011. Kiinteän sähkön tuotantotuki loppuu vuoden 2012 alussa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 18.3.2015]. Saatavissa https://www.tem.fi/ajankohdista/tiedotteet/tiedotearkisto/vuosi_2011/kiinteasahkon_tuotantotuki_loppuu_vuoden_2012_alussa.104122.news

Työ- ja elinkeinoministeriö, 2008. Pitkän aikavälin energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 9.3.2015] Saatavissa: https://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf

Villa & Saukkonen. 2010. Bioenergia 2020 – Arvioita kasvusta, työllisyydestä ja osaamisesta. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavissa https://www.tem.fi/files/25900/TEM_6_2010.pdf

VTT. Suomen tuulivoimatilastot. [VTT:n www-sivuilla]. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavissa <http://www2.vtt.fi/proj/windenergystatistics/>

Yle. 2013. Tuulivoimayhtiö WinWind konkurssiin. [Ylen www-sivuilla]. [Viitattu 9.3.2015]. Saatavissa http://yle.fi/uutiset/tuulivoimayhtio_winwind_konkurssiin/6863161

Yle. 2015. Suomen suurin aurinkovoimala rakennetaan Ouluun. [Ylen www-sivuilla]. [Viitattu 31.3.2015]. Saatavissa http://yle.fi/uutiset/suomen_suurin_aurinkovoimala_rakennetaan_ouluun/7900195