

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

BH10A0202 Energiatekniikan kandidaatintyö

Bioenergian investoinnit Suomessa 2030

Investments to bioenergy in Finland 2030

Työn tarkastaja: Professori Esa Vakkilainen

Työn ohjaaja: Professori Esa Vakkilainen

Lappeenranta 2.10.2020

Aleksi Kaksonen

TIIVISTELMÄ

Opiskelijan nimi: Aleksi Kaksonen

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyön ohjaaja: Professori Esa Vakkilainen

Kandidaatintyö 2020

Bioenergian investoinnit Suomessa 2030

26 sivua ja 9 kuvaa.

Hakusanat: Bioenergia, investoinnit, Suomessa, 2030

Tässä kandidaatintyössä perehdytään bioenergian investointeihin Suomessa vuoteen 2030 mennessä. Työn tavoitteena on kertoa lukijalle Suomeen tehtävistä bioenergian investoinneista 2020-luvulla. Työssä tutkitaan bioenergian osuutta energian tuotannosta nykypäivänä ja tulevaisuuden investointeja. Investoinneista käsitellään tarkemmin investointeja tekevät yritykset, rakennettavat voimalaitostyyppit ja investointien sijoittuminen Suomen kartalle. Tarkasteluun on otettu mukaan myös voimalaitokset, jotka ovat valmistuneet vuonna 2020. Työssä esitetään lisäksi omia näkemyksiä tulevaisuuden investoinneista. Työn lähteinä on hyödynnetty yritysten hanketiedotteita ja mahdollisimman uusia verkkojulkaisuja investoinneista.

Bioenergiaan investoidaan tällä hetkellä paljon, sillä vanhoja fossiilisia voimalaitoksia pitää ajaa alas päästötavoitteiden saavuttamiseksi. Etenkin biolämpölaitoksia rakennetaan paljon eri puolille suomea lähitulevaisuudessa. Yksittäinen suurin bioenergiaan investoiva yritys on Helen Oy, sillä yrityksen tavoitteena on luopua kivihiilen käytöstä kokonaan vuoteen 2029 mennessä. Yleinen trendi investoinneissa on vanhojen laitosten parantaminen tai korvaaminen. Myös monet voimalaitoksista rakennetaan metsäteollisuusalueille.

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä

Sisällysluettelo

Symboli- ja lyhenneluettelo	4
1 Johdanto	5
2 Bioenergian rooli suomessa	7
3 Bioenergian investoinnit jaoteltuna	9
3.1 Suurimmat investoijat.....	9
3.1.1 Helen Oy	10
3.1.2 Lahti Energia Oy	10
3.1.3 Oulun Energia Oy	11
3.1.4 Pohjolan Voima Oyj.....	12
3.1.5 Pori Energia Oy.....	14
3.2 Voimalaitostyyppit	14
3.2.1 Lauhdevoimalaitokset	14
3.2.2 Vastapainevoimalaitokset	15
3.2.3 Kaasuturbiinivoimalaitokset	16
3.2.4 Voimalaitostyyppien sopivuus säätö-, huippu- ja varavoimaksi	17
3.3 Bioenergian sijoittuminen kartalle	18
3.3.1 Bioenergian sijoittuminen 2010-luvulla.....	18
3.3.2 Tulevaisuuden investointien sijoittuminen	20
4 Arvio bioenergian tulevaisuudesta Suomessa	22
5 Yhteenveto	25
Lähdeluettelo	27

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Roomalaiset aakkoset

E	Energia	Wh
P	Teho	W
V	Tilavuus	m ³

Alaindeksit

s	sähköteho
pa	polttoaineteho
lä	lämpöteho

Lyhenteet

CHP	Combined Heat and Power, Lämmön ja sähkön yhteistuotanto
BFB	Bubbling Fluidized Bed , kupliva leijukerros

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos on tänä päivänä yksi suurimmista puheenaiheista, sillä maapallon lämpötila jatkaa kasvua nykyisillä päästöillä. Onkin erittäin ajankohtaista miettiä tarkkaan mahdollisia korvaavia energian lähteitä fossiilisten tilalle. Nykyään tuuli- ja aurinkovoima ovat kokemassa hurjaa kasvua etenkin Aasiassa ja myös meillä Suomessa. Suomessa suurimpia hiilidioksidipäästöttömiä energiamuotoja ovat vesivoima ja ydinvoima. Pienemmät energian tuotantotavat, kuten tuuli- ja aurinkovoima kasvavat jatkuvasti.

Kansainväliset ilmastotavoitteet kasvihuonepäästöjen vähentämiseen, kansallinen energiaomavaraisuus ja fossiilisten polttoaineiden tuonnin vähentäminen ovat suurimpia uusiutuvien energioiden investointien kasvattajia. Energiapoliittinen päätöksenteho on siirtynyt viime vuosina uusiutuvien kannalle ja esimerkiksi ydinvoimalle on yhä vaikeampi saada lupaa Fukushima onnettomuuden jälkeen. Onnettomuus on johtanut siihen, että esimerkiksi Saksassa ydinvoima ajetaan kokonaan alas vuoteen 2022 mennessä.

Bioenergia on erinomainen vaihtoehto fossiilisten polttoaineiden tilalle, vaikka se ei ole täysin päästötöntä. Bioenergian potentiaali Suomessa on valtava, sillä Suomen metsäteollisuussektori on laaja. Metsäteollisuuden sivuvirtoja hyödynnetään jo nyt kattavasti eri puolella Suomea, mutta jäljellä olevaa potentiaalia on vielä paljon käytettävissä. Suomi onkin yksi Euroopan suurimmista bioenergian käyttäjistä kokonaissähkötuotannossa.

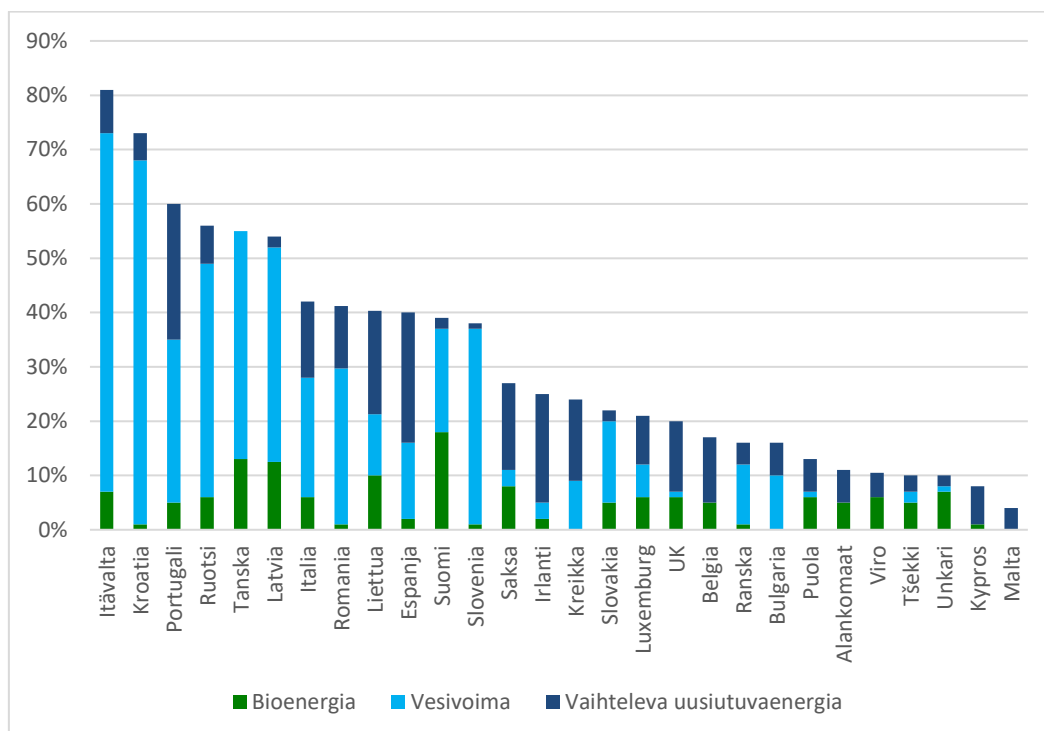
Jotta Suomi saisi vähennettyä hiilidioksidipäästöjä ja lähentyisi hiilineutraaliutta, uusiutuviin energianlähteisiin tulee investoida. Näistä energianlähteistä bioenergia on tällä hetkellä monipuolisin vaihtoehto, sillä se soveltuu moniin eri käyttötarkoituksiin, kuten lämmön ja sähkön yhteistuotantoon. Biovoimalaitos voidaan myös rakentaa nopealla aikataululla lähelle resurssien tuottajia, joita ovat esimerkiksi paperi- ja sellutehtaat, sekä sahat.

Etenkin bioenergia on lupaava investointikohde, koska sillä voidaan suoraan korvata vanhoja fossiilisia polttoaineita käyttäviä voimalaitoksia. Biovoimalaitoksia on jo nyt rakennettu laajasti eri puolille Suomea ja niiden määrä kasvaa koko ajan tasaisesti. Etenkin Etelä-Suomessa biovoimalle on suurta tarvetta, sillä siellä yhteistuotanto toteutetaan usein kivihiihivoimalaitoksilla. Nämä voimalaitokset tulisi ajaa alas viimeistään vuonna 2029 Suomen valtion päästötavoitteiden mukaan.

2 BIOENERGIAN ROOLI SUOMESSA

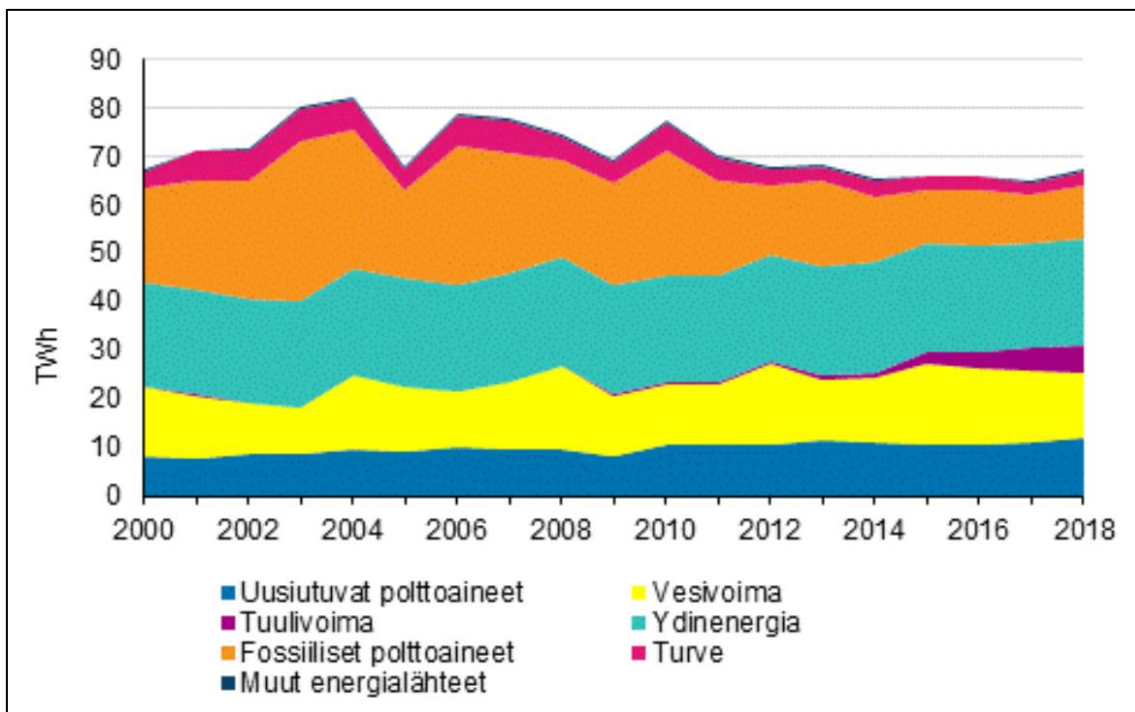
Suomessa uusiutuvien energioiden osuus energian kokonaiskulutuksesta oli vuonna 2017 36 %. Tämä osuus on Euroopan mittakaavassa kärkiluokkaa ja Suomi sijoittuu loppukulutuksessa uusiutuvien käytössä toiseksi EU-maiden joukossa. EU:n vuoteen 2020 asetettu tavoite uusiutuville energianlähteille on 38 %, jonka Suomi on jo saavuttanut vuonna 2017. Uusiutuvista puupolttoaineiden osuus on noin 27 % kokonaiskulutuksesta, eli se on öljyä ja hiiltä suurempana suurin yksittäinen energianlähde. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017.)

Vuoden 2014 tilastotiedoissa bioenergian osuus Suomen kokonaissähkötuotannosta oli EU:n tasolla suurinta. Seuraavana tuleviin Tanskaan ja Latviaan oli useamman prosenttiyksikön etumatka. Uusiutuvan sähkön tuotantoa EU-maissa on havainnollistettu tarkemmin kuvassa 1, josta voidaan huomata etenkin vesivoiman merkitys sähkön tuotannossa. Kuvasta erottuu hyvin maat, joissa on paljon valjastettavaa vesivoimaa. (Kuparinen 2018.)



Kuva 1: Katsaus uusiutuvaa sähköä tuottaviin energialähteisiin kokonaistuotannossa vuonna 2014 (mukaiillen Kuparinen, Vakkilainen 2018).

Viimeisen muutaman vuoden aikana uusiutuvien energianlähteiden tuotanto-osuus on pudonnut noin yhden prosenttiyksikön vuositasolla, kuten kuvasta 2 voidaan huomata vesivoiman osuuden laskeminen vuodesta 2015 alkaen. Vuonna 2017 uusituvilla tuotettiin 47,2 prosenttia, kun taas vuonna 2018 osuus oli 46,2 prosenttia. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen osuus kasvoi vuodesta 2017 vuoteen 2018 1,7 TWh:lla, joka on noin 2,5 prosenttiyksikköä kokonaistuotannosta. (Tilastokeskus, 2019.)



Kuva 2: Sähkön tuotanto energialähteittäin 2000–2018, Tilastokeskus 2019.

Uusiutuvien energialähteiden investoinnit ovat nousussa ja etenkin biokaasu- ja biopolttoainehankkeisiin on investoitu 2010-luvulla paljon rahaa. Uusiutuvan energian investointeja kiihdyttää tällä hetkellä myös investointituet, joita voi saada uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä varten. Tukea voi saada esimerkiksi energiansäästöä varten, energian tuotannon tai käytön tehostamiseen sekä energiajärjestelmän muuttamiseen vähähiiliseksi. (Motiva, 2019.)

3 BIOENERGIAN INVESTOINNIT JAOTELTUNA

Bioenergian nykytilan katsauksen jälkeen voidaan aloittaa tutkimaan tulevaisuuden investointeja bioenergiaan. Aloitetaan tutkimalla mahdollisia yrityksiä, jotka voisivat sijoittaa bioenergiaan seuraavan kymmenen vuoden aikana. Huomioon otetaan myös vuonna 2020 valmistuneet ja valmistuvat laitokset. Tarkastellaan myös pienempiä Suomeen suunniteltuja bioenergiaan liittyviä hankkeita.

Toisena tarkastellaan, millaisiin voimalaitostyyppeihin lähitulevaisuudessa investoidaan. Tarkastellaan investointeja lauhde-, vastapaine- ja kaasuturbiinivoimalaitoksiin, joita käytetään lämpö-, sähkö- ja CHP-tuotantoon. Jokaisen voimalaitostyyppin kohdalla tarkastellaan myös sen sopivuutta säätö-, huippu- ja varavoimaksi.

Voimalaitostyyppien tarkastelun jälkeen paneudutaan tarkemmin siihen, miten bioenergia on nykyisin sijoittunut kartalle ja mihin tarkalleen laitoksia rakennetaan 2020-luvulla. Yritetään myös tutkia sijoituspaikkojen välisiä yhteisiä trendejä.

3.1 Suurimmat investoijat

Tutkitaan ensin suurimpia investointeja biovoimalaitoksiin, joita yritykset tekevät lähitulevaisuudessa. Otetaan tarkasteluun myös Pohjolan-Voima, joka on yksittäisenä yrityksenä rakentanut eniten biovoimalaitoksia viimeisen 20 vuoden aikana. Yritykset on listattu alle aakkosjärjestyksessä.

Alkuvuodesta 2020 alkanut koronapandemia vaikuttaa varmasti 2020-luvun investointeihin, sillä suurien maiden talous on laskenut vuoden aikana huomattavasti. Talouden laskusuhdanteen jälkeen investointitahti varmasti kiihtyy, sillä pandemiasta huolimatta taistelu ilmastonmuutosta vastaan ei ole loppunut.

3.1.1 Helen Oy

Helenillä on useita voimalaitoksia ympäri pääkaupunkiseutua, mutta vain harva niistä käyttää energian lähteenä biopolttoaineita. Salmisaaren voimalaitoksella sähköä ja lämpöä tuotetaan pääosin kivihieillä, mutta sekaan syötetään myös puupellettiä. Myös eri puolilla Helsinkiä on lämpökeskuksia, joista osa saa energiansa pelleteistä. Nykyhetkellä Helenin voimalaitoksista suurin osa toimii fossiililla polttoaineilla ja tavoitteena onkin sulkea kivihieillä toimivia voimalaitoksia, sekä korvata niitä biovoimalaitoksilla. Hallituksen päästötavoitteisiin liittyvän linjauksen mukaisesti myös Helen luopuu kokonaan kivihieleistä viimeistään vuonna 2029. (Helen Oy, 2020.)

Helenin tuorein investointi bioenergiaan on Vuosaaren biolämpölaitos, jonka on tavoitteena käynnistyä lämmityskaudella 2022–2023. Biolämpölaitoksen kaukolämpöteho on noin 260 MW, eikä se tuota ollenkaan sähköä. Biolämpölaitoksen pääasiallisena polttoaineena käytetään metsätalouden sivutuotteena syntyvää metsähaketta, jota ei pysty muutoin hyödyntämään. (Helen Oy, 2019.)

Helen on myös suunnitellut kahden muun biolämpölaitoksen rakentamista. Tattarisuolle tulevasta laitoksesta on tehty vuonna 2018 lakisääteinen ympäristövaikutusten arviointi, mutta tarkkaa tietoa laitoksen aikataulusta tai koosta ei ole vielä julkaistu. Patolaan suunnitteilla oleva biolämpölaitos on pellettilämpölaitos, jonka polttoaineteho on 120 MW. Suunnitelmien mukainen käyttöönottoaika olisi ennen vuotta 2029, mutta toistaiseksi laitoksesta ei ole vielä tehty pitävää investointipäätöstä. Vaihtoehtoisiksi tuotantomuodoiksi tutkitaan myös sellaisia lämpölaitoksia, jotka eivät perustu polttamiseen. (Helen Oy, 2019.)

3.1.2 Lahti Energia Oy

Lahti Energian sähkö ja kaukolämpö tuotetaan Kymijärven voimalaitoksilla. Kymijärvi I poistui käytöstä maaliskuussa 2019 ja se tuotti sähköä ja lämpöä. Kymijärvi II kaasutusvoimalaitos tuottaa myös sähköä ja lämpöä. Alku vuodesta 2020 valmistui Kymijärvi III, joka tuottaa pelkästään lämpöä. Lämmöntuotantoon käytetään myös eri

puolilla Lahden lämpöverkkoa sijaitsevia pienlaitoksia sekä talvi kaudella kaukolämmön huippu- ja varakeskuksia. Lahti Energialla on lisäksi osakkuuksien kautta vesi-, tuuli- ja ydinvoimaa. Vuonna 2019 noin 53 % yhtiön energiasta tuotettiin puuperäisillä polttoaineilla. Fossiilisia polttoaineita käytettiin noin 30 %. (Lahti Energia, 2019.)

Lahti Energian tuorein hanke Kymijärvi III valmistui tammikuussa 2020. Laitoksella korvataan Kymijärvi I, joka on kivihiihivoimalaitos. Kymijärvi III:n rakentaminen pienentää Lahti Energian hiilidioksidipäästöjä noin 600 000 tonnia vuodessa. Voimalaitos on biolämpölaitos ja sen kaukolämpöteho on 190 MW. Lämpölaitoksen kokonaisinvestointi oli 180 miljoonaa euroa. Polttoaineena laitos käyttää sertifioitua biomassaa. Kiertoleijukattila mahdollistaa kuitenkin muidenkin kiinteiden polttoaineiden käytön, mikäli tarve niin vaatii. (Lahti Energia Oy, 2020.)

3.1.3 Oulun Energia Oy

Oulun Energialla on ympäri Oulua useita eri voimalaitoksia. Suurimmat niistä ovat Toppila 1 ja Toppila 2, jotka tuottavat sähköä ja kaukolämpöä polttamalla turvetta ja puuta. Toppila 1 sähköteho on 65 MW ja lämpöteho 150 MW, sekä Toppila 2 sähköteho on 120 MW ja lämpöteho 170 MW. Toppilan voimalaitoksen eteläseinälle on asennettu myös aurinkosähkövoimala, joka tuottaa 827 paneelin voimin 270 kW sähköä. Muita Oulun Energian voimalaitoksia ovat esimerkiksi Merikosken vesivoimalaitos (P_s : 40 MW), Laanilan ekovoimalaitos (P_{pa} : 53 MW). Oulun Energialla on myös tuulivoimaa sekä huippu- ja varatehovoimalaitoksia. (Oulun Energia Oy, 2020.)

Oulun Energian uusi hanke on Laanilan teollisuusalueelle rakenteilla oleva lämmön ja sähkön yhteistuotantoon tarkoitettu biovoimalaitos. Laitoksen rakentaminen aloitettiin kesäkuussa 2018 ja sen on määrä valmistua marraskuussa 2020. Laitos korvaa käytöstä poistuvan Toppila 1 -voimalaitoksen ja on energiatehokkuudeltaan ja päästöiltään huomattavasti parempi, kuin vanha Toppila 1 oli. Laitos tuottaa sähköä ja kaukolämpöä, sekä sillä on valmius tuottaa prosessihöyryä teollisuudelle. Laitoksen sähköteho on 70 MW ja kaukolämpöteho 175 MW. Laitos on monipolttoainevoimalaitos, eli se voi

hyödyntää erilaisia polttoainekoostumuksia sekä kierrätyspolttoaineita. (Oulun Energia Oy, 2020.)

Oulun Energialla ei ole tällä hetkellä muita investointipäätöksiä biovoimalaitoksista. Yhtiön tavoite on kuitenkin olla 100 % hiilineutraali energiantuotannon suhteen 2030-luvun kuluessa (Oulun Energia Oy, 2020). Tämä tarkoittaa välillisesti sitä, että lisää investointeja uusiutuviin energiamuotoihin on tulossa vielä 2020- ja 2030-luvuilla.

3.1.4 Pohjolan Voima Oyj

Pohjolan Voima on toteuttanut viimeisen 20 vuoden aikana osakkaidensa kanssa suurimman osan bioenergian investoinneista Suomessa. Bioenergiaohjelman aikana, joka alkoi 1990-luvulla, Pohjolan Voima on rakentanut 16 biovoimalaitosta. Voimalaitokset ovat tyypiltään lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksia. Tarkka lista rakennetuista voimalaitoksista on esitetty kuvassa 3. Yhtiö yhdessä osakkaidensa kanssa ovat investoineet biovoimalaitoksiin 1,3 miljardia euroa. Yhtiö onkin yksi suurimmista puuperäisten polttoaineiden hyödyntäjistä Euroopassa. (Pohjolan Voima Oyj, 2020.)

Pohjolan Voiman bioenergiaohjelman laitokset		
Voimalaitos	Valmistumisvuosi	Polttoaineteho MW
Vaasa, Vaskiluodon Voima*	2013	140
Hämeenkyrö, Hämeenkyrön Voima	2012	80
Lappeenranta, Kaukaan Voima	2010	420
Kerava, Keravan Lämpövoima	2009	80
Pori, Porin Prosessivoima	2008	200
Rauma, Rauman Voima	2006	145
Pietarsaari, Wisapower	2004	600
Savonlinna, Järvi-Suomen Voima	2003	80
Ristiina, Järvi-Suomen Voima	2002	77
Jämsänkoski, Jämsänkosken Voima	2002	205
Kouvola, Kymin Voima	2002	295
Kokkola, Kokkolan Voima	2001	80
Pietarsaari, Alholmens Kraft 2*	2000	590
Oulu, Oulun Voima	1997	254
Kemi, Veitsiluodon Voima	1996	253
Seinäjoki, Vaskiluodon Voima*	1990	325

* osakkuusyhtiö



Kuva 3: Pohjolan Voiman bioenergiaohjelman laitokset (lähde: Pohjolan Voima Oy, 2020).

Vuonna 2019 Pohjolan Voimalla oli käynnissä yli 40 kehityshanketta. Näistä huomattava osa keskittyi olemassa olevien voimalaitosten prosessien ja kunnossapidon parantamiseen. Yhdessä projektissa keskityttiin kierrätyspolttoaineiden parempaan hallintaan ja niiden käytön lisäämiseen. Suoraan bioenergiaan liittyviä projekteja oli esimerkiksi Rauman Biovoimalan pilottiprojekti, jossa ennakoivalla kunnonvalvonnalla, data-analyysillä ja koneoppimisella ennakoita tulevia ongelmia ja pyritään välttämään tuotannon keskeytyksiä. Tällä pyritään kasvattamaan voimalaitoksen huipunkäyttöaikaa eliminoimalla mahdollisia alasajoja. (Pohjolan Voima Oyj, 2020.)

3.1.5 Pori Energia Oy

Pori Energia tuottaa kaiken kaukolämpönsä Aittaluodon ja Kaanaan CHP-voimalaitoksilla. Molemmat laitoksista toimivat biopolttoaineilla ja tuottavat myös sähköä. Sähköä Pori Energia tuottaa myös vesivoimalla ja tuulivoimalla. Tämän hetken ainoa suuri hanke energiantuotannossa on keväällä 2020 valmistunut Aittaluodon biovoimalaitos.

Keväällä 2020 valmistui Pori Energian tuorein hanke Aittaluoto 2020, joka on lämmön ja sähkön yhteistuotantoon tarkoitettu biovoimalaitos. Uudella BFB-tyyppisellä kattilalla korvattiin vanha kattila, sekä vanhempi turbiini korvattiin vastapaineturbiinilla. Laitos on vastapainelaitos ja tuottaa sähköä ja kaukolämpöä Poriin ja prosessihöyryä Aittaluodon teollisuusalueelle. Voimalaitoksen sähköteho on 55 MW ja kaukolämpöteho 100 MW, josta 20 MW tuotetaan savukaasujen lämmön talteenottojärjestelmällä. Polttoaineena voimalaitos käyttää pääosin Aittaluodon teollisuusalueelta hankittua puuainesta. (Pori Energia Oy, 2020.)

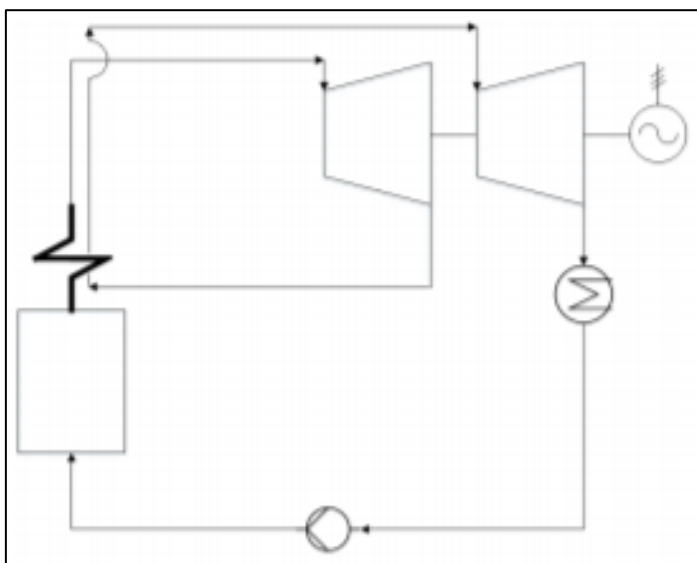
3.2 Voimalaitostyypit

Biopolttoaineita voidaan hyödyntää useissa erilaisissa voimalaitoksissa. Näitä ovat vastapaine-, lauhde- ja kaasuturbiinivoimalaitokset. Kahdessa ensimmäisessä poltetaan kiinteää biomassaa. Kaasuturbiinivoimalaitoksessa voidaan hyödyntää biomassasta valmistettua biokaasua energiantuotannossa. Tutustutaan jokaisen laitostyyppin kohdalla ensin pintapuolin voimalaitoksen toimintaperiaatteeseen ja rakenteeseen. Tämän jälkeen tutkitaan, minkä tyyppisiä laitoksia lähitulevaisuudessa rakennetaan Suomeen.

3.2.1 Lauhdevoimalaitokset

Lauhdevoimalaitokset ovat höyryvoimalaitoksia, jotka tuottavat vain sähköä. Höyry paisutetaan turbiinissa, joka pyörittää turbiinin akselia. Akseliin kiinnitetty generaattori muuttaa pyörimisenenergian sähköksi. Matalapaineinen höyry johdetaan lauhduttimelle,

jossa höyry lauhtuu ja vapauttaa lämmön lauhtuttimen jäähdytysveteen. Bioenergian tuotannossa lauhdevoimalaitokset ovat harvinaisempia, koska niiden kokonaishyötysuhde on huonompi verrattuna vastapainevoimalaitokseen. (Kaikko J., Saari J., 2019.)

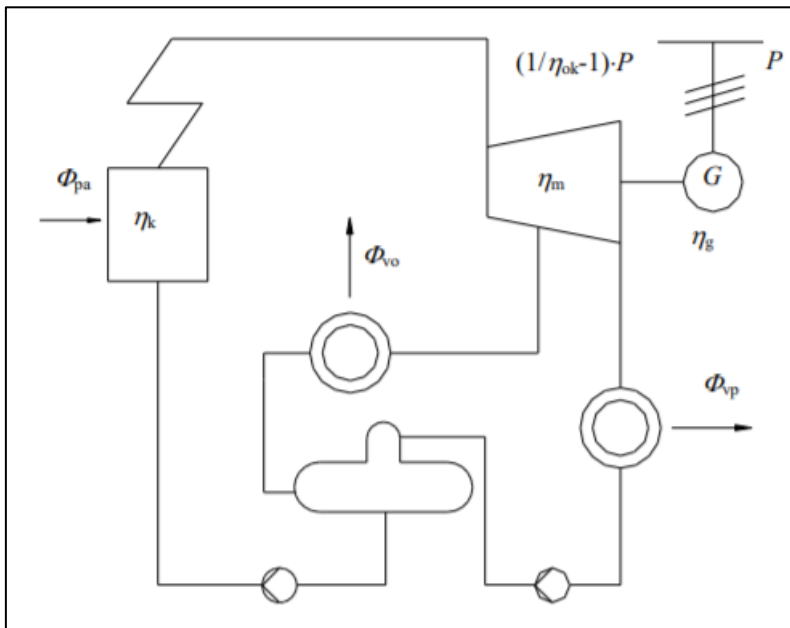


Kuva 4: Lauhdevoimalaitoksen periaatekaavio, jossa kaksi turbiinia ja välitulistus (lähde: Kaikko J., Saari J., 2019).

Tutkimusten aikana ei tullut vastaan yhtään investointipäätöstä uusista lauhdevoimalaitoksista. Sen sijaan huonon hyötysuhteen takia lauhdevoimalaitoksia korvataan uusilla vastapaine- ja lämpölaitoksilla.

3.2.2 Vastapainevoimalaitokset

Vastapainevoimalaitokset ovat hyvin samanlaisia, kuin lauhdevoimalaitokset. Vastapainevoimalaitoksessa turbiinilta poistuva höyry on korkeassa paineessa ja lämpötilassa, joten sitä voidaan hyödyntää lämmönsiirtimen avulla kaukolämpönä tai teollisuuden prosessilämpönä. Höyryn korkean paineen takia vastapainevoimalaitoksen sähköhyötysuhde on alhaisempi kuin lauhdevoimalaitoksien. Kokonaishyötysuhde on kuitenkin parempi, kuin lauhdevoimalaitoksilla. (Tynjälä 2010, 91–92.)



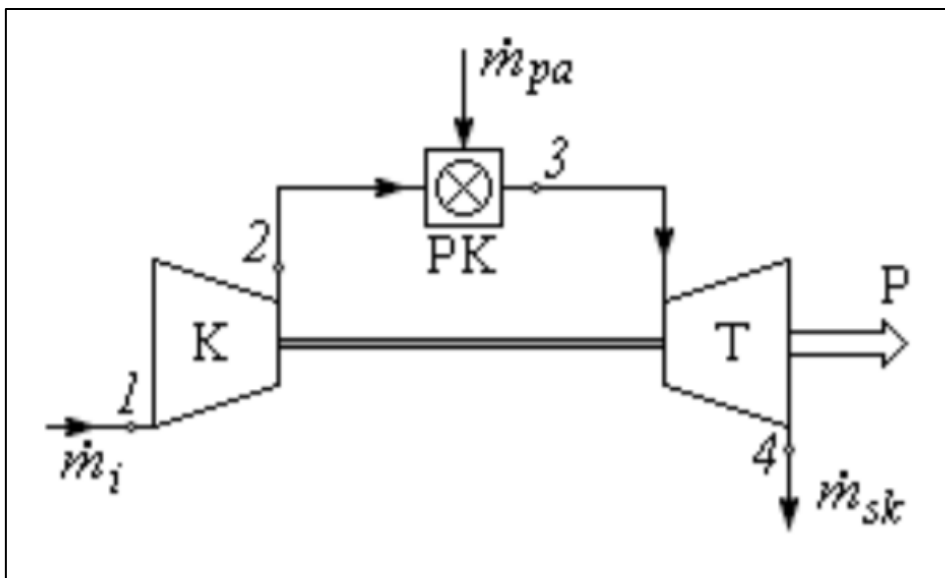
Kuva 5: Yksinkertaistetun lämpöä ja sähköä tuottavan vastapainevoimalaitoksen periaatekaavio (lähde: Tynjälä 2010, 91–92).

Seuraavan vuosikymmenen aikana vastapainevoimalaitoksia rakennetaan eri puolille Suomea. Suurin osa kohdassa 3.1 mainituista investoinneista koskee vastapainevoimalaitoksia tai lämpövoimalaitoksia. Vastapainevoimalaitoksia rakennetaan sen korkean hyötysuhteen ja yhteistuotantomahdollisuuden vuoksi paljon. Laitostyyppi soveltuu etenkin hyvin metsäteollisuuteen, sillä teollisuusalueilla tarvitaan paljon sekä sähköä, että prosessihöyryä.

3.2.3 Kaasuturbiinivoimalaitokset

Yksinkertaisimmillaan kaasuturbiinivoimalaitos koostuu kompressorista, polttokammioista ja turbiinista. Kaasuturbiinivoimalaitoksessa ilmaa paineistetaan ensin kompressorissa, jonka jälkeen paineilma syötetään polttokammioon. Polttokammiossa ilmaan sekoitetaan polttoaine, joka voi olla esimerkiksi maakaasua, biokaasua, raskasta polttoöljyä tai raakaöljyä. Polttokammioista palokaasut siirtyvät turbiiniin, jossa kaasu paisuu ja jäähtyy. Tämä pyörittää turbiinin akselia, joka taas pyörittää generaattoria ja

tuottaa sähköä. Toisin kuin höyryvoimalaitoksessa, kaasuturbiinivoimalaitoksen kierto on usein avoin. Tämä tarkoittaa, että turbiinin jälkeen palokaasut päästetään ilmakehään suoraan tai mahdollisen lämmön regeneroinnin jälkeen. (Tynjälä 2010, 48–49.)



Kuva 6: Yksinkertainen avoin kaasuturbiiniprosessi (lähde: Tynjälä 2010, 61).

Biokaasua käyttäviä kaasuturbiinivoimalaitoksia ei olla rakentamassa muutaman vuoden sisään. Yhtään investointipäätöstä tämän tyyppisestä laitoksesta ei ollut julkaistu vuoden 2020 aikana. Laitoksia kuitenkin varmasti tullaan rakentamaan lisää matalien pääomakustannusten vuoksi.

3.2.4 Voimalaitostyyppien sopivuus säätö-, huippu- ja varavoimaksi

Tulevaisuudessa säätövoiman tarve tulee kasvamaan entiseltään, sillä perusvoiman vaihtelu kasvaa tuuli- ja aurinkovoiman yleistymisen takia. Säättö-sähkön tarve voidaan kattaa Suomessa kolmella eri tavalla. Sähköä voidaan tuoda ulkomailta esimerkiksi Norjasta, käytetään kysyntäjoustoa, eli teollisuus säätää tuotantoaan alas sähkön tuotannon mukaan tai käytetään kotimaista säättö-sähköä vesi- tai lauhdevoimalaitoksista. Parhaiten säätövoimaksi kelpaavat biomassalla ja biokaasulla toimivat

lauhdevoimalaitokset. Lauhdevoima sopii hyvin joustavaan sähköntuotantoon, sillä sitä on helppo ajaa ylös ja alas kulutuksen mukaan. (Pohjolan Voima Oyj, 2012.)

Huippuvoimalaitoksina on käytetty paljon öljyllä ja kivihieillä toimivia lauhdevoimalaitoksia, mutta näitä ajetaan alas päästötavoitteiden kiristyessä. Biovoimalaitoksista huippuvoiman tuottamiseen sopii parhaiten kaasuturbiinivoimalaitos, koska sen käynnistäminen on nopeaa kulutushuipun tapahtuessa. (VTT, 2014).

Varavoimaa tarvitaan, kun esimerkiksi suuri voimalaitos, kuten Ydinvoimalaitos, joudutaan ajamaan alas huollon tai vian takia. Tällöin puuttuva kapasiteetti paikataan huollon ajaksi varavoimalla. Varavoimaksi parhaiten soveltuu biokaasuvoimalaitos, koska sen investointikustannukset ovat halvimmat ja sitä pystyy nopeasti ajamaan ylös ja alas (Vaasan kaupunki, 2019). Kaasuvoimalaitoksien ainoa huonopuoli on, että ne kannattaa sijoittaa lähelle jo olemassa olevaa kaasuverkkoa kustannusten minimoimiseksi. Kuitenkin uusia varastointiin liittyviä teknologioita on kehitteillä, etenkin nestemäisen kaasun osalta. (Auvinen K., 2017.)

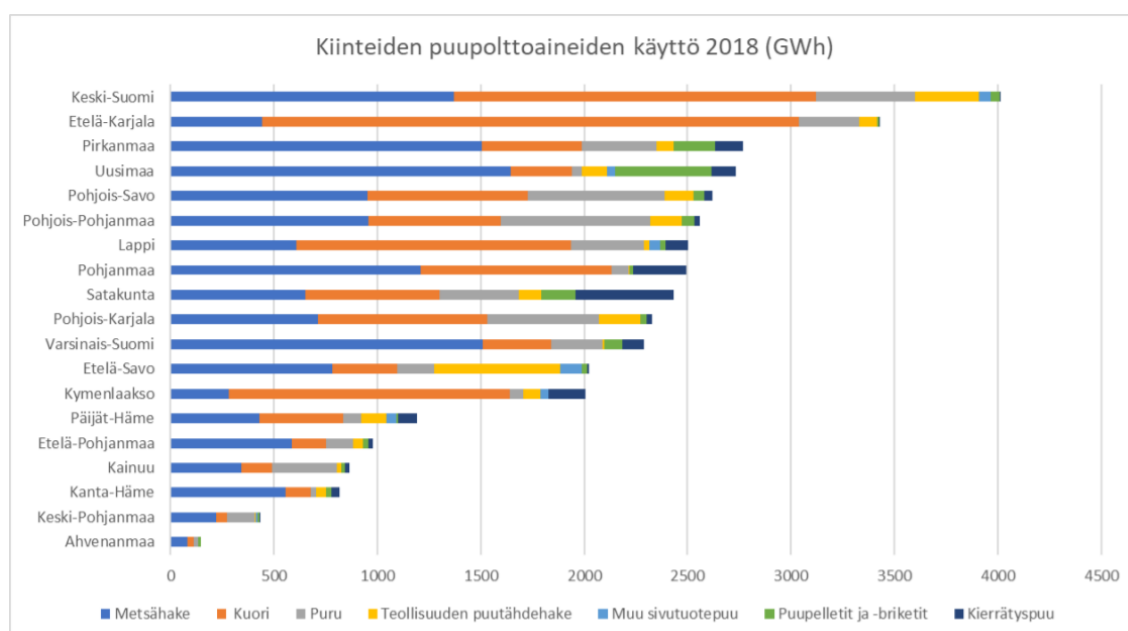
3.3 Bioenergian sijoittuminen kartalle

Analysoidaan ensin bioenergian nykytilaa, jonka pohjalta siirrytään tutkimaan tulevaisuuden investointien sijoittumista Suomen kartalle. Nykytilan pohjalta voidaan tehdä tiettyjä oletuksia bioenergian suhteen. Esimerkiksi metsäteollisuuden lähelle keskittyy myös tulevaisuudessa paljon bioenergiaa hyödyntäviä voimalaitoksia. Tämä johtuu siitä, että polttoaineen saatavuus on turvattu metsäteollisuudesta syntyvien sivuvirtojen myötä.

3.3.1 Bioenergian sijoittuminen 2010-luvulla

Suurin osa Suomessa käytettävästä puuenergiasta, eli noin 60 %, on peräisin metsäteollisuudesta. Suurin osa metsäteollisuuden puuenergiasta tulee sahateollisuuden toiminnasta. Tämän takia kiinteiden puupolttoaineiden käyttö on keskittynyt erityisesti

Keski-Suomen, Etelä-Karjalaan, Pirkanmaalle ja Uudellemaalle. Kokonaisuudessaan bioenergian käyttö jakautuu tasaisesti ympäri Suomea. Kuvassa 7 havainnollistetaan Lämpö- ja voimalaitosten kiinteiden puupolttoaineiden kulutusta maakunnittain vuonna 2018. (Bioenergia ry, 2020.)



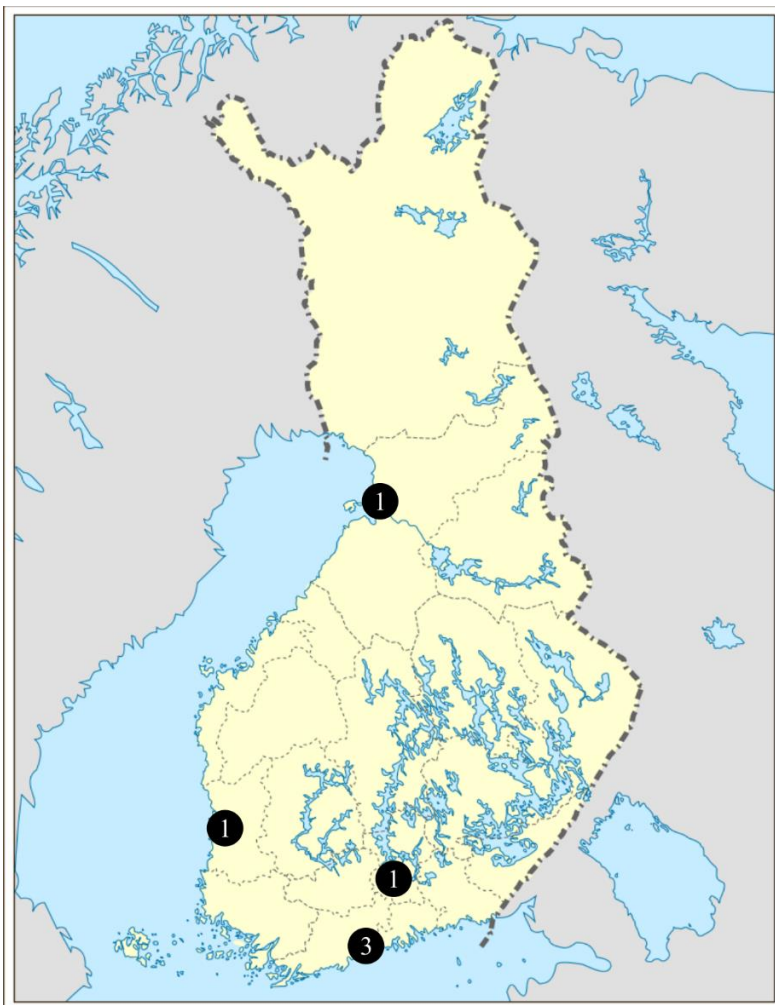
Kuva 7: Lämpö- ja voimalaitosten kiinteiden puupolttoaineiden kulutus 2018 maakunnittain (lähde: Luonnonvarakeskus 2019).

Myös tulevaisuuden investointien jakautuminen tulee mitä luultavammin seuraamaan kuvan 7 kaltaista trendiä. Tämä johtuu juuri sahateollisuuden keskittymisestä tietyille alueille Suomeen.

Turpeen tuotanto taas keskittyy suurimmaksi osaksi Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan maakunnille ja Savo-Karjalaan. Turpeen tuotanto tulee kuitenkin laskemaan sen ympäristövaikutusten ja kiristyvien päästötavoitteiden takia. Turpeesta mainitaan vielä lyhyesti myöhemmin työssä.

3.3.2 Tulevaisuuden investointien sijoittuminen

Suurin osa suunnitelluista laitoksista rakennetaan Etelä-Suomeen, sekä yksittäisiä laitoksia Länsi- ja Pohjois-Suomeen. Tarkkaan ottaen laitoksia rakennetaan tai on suunniteltu rakennettavan Helsinkiin, Lahteen, Poriin ja Ouluun. Tämä johtuu etenkin siitä, että pääkaupunkiseudulla käytetään tällä hetkellä paljon fossiilisia polttoaineita sähkön ja lämmön tuotantoon. Näitä laitoksia lakkautetaan seuraavan 10 vuoden aikana ja rakennetaan tilalle vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja, kuten biovoimalaitoksia ja muita uusiutuvaan energiaan pohjautuvia tuotantolaitoksia. Kuvan 8 karttaan on merkitty tässä työssä käsiteltyjen investointien sijainnit ja alueelle suunniteltujen voimalaitosten lukumäärä.



Kuva 8: 2020-luvulla rakennettavien biovoimalaitosten sijainnit ja lukumäärä (karttapohja: CIA, 1996).

Tulevaisuudessa investoinnit Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntiin ja Savo-Karjalan alueille tulevat vähenemään huomattavasti. On arvioitu, että energiaturpeen käyttö vähenee puoleen vuoteen 2025 mennessä. Väistyvän energiaturpeen tuotantopaikkoja voidaan kuitenkin alkaa käyttää energiakasvien viljelyyn, mikäli alue on tuotannon jälkeen käyttökelpoista. Tuotannon jälkeinen vedennousu tai pohjan kivisyys saattavat haitata viljelyä. Alueella voitaisiin viljellä esimerkiksi ruokohelpeä, jota voidaan hyödyntää keväällä kerättynä lämpölaitosten seospolttoaineena sekä syksyllä tuoreena kerättynä biokaasun valmistukseen. (Bioenergia ry, 2020.)

4 ARVIO BIOENERGIAN TULEVAISUUDESTA SUOMESSA

Euroopan unionin kiristyvät päästötavoitteet ja halu luopua fossiilisista polttoaineista auttavat bioenergian kasvua lähitulevaisuudessa. Uusia biovoimalaitoksia tullaan rakentamaan lisää Suomessa, sekä vanhoja hiiltä käyttäviä voimalaitoksia voidaan muuttaa käyttämään biomassaa.

Biovoima ei kuitenkaan ratkaise päästöongelmia, sillä biomassankin polttaminen tuottaa hiilidioksidia ja muita päästöjä. Ne ovat kuitenkin huomattavasti pienempiä, kuin fossiilisten laitosten tuottamat päästöt. Bioenergiaa voidaan myös pitää ainakin osittain hiilineutraalina. Polttamisesta vapautuva hiilidioksidi jatkaa kiertokulkua takaisin ilmakehästä uusiin puihin ja kasveihin, sekä taas vapautuu ilmakehään polttamisen seurauksena. Ehtona on kuitenkin, että biomassa on tuotettu kestävän kehityksen mukaisesti.

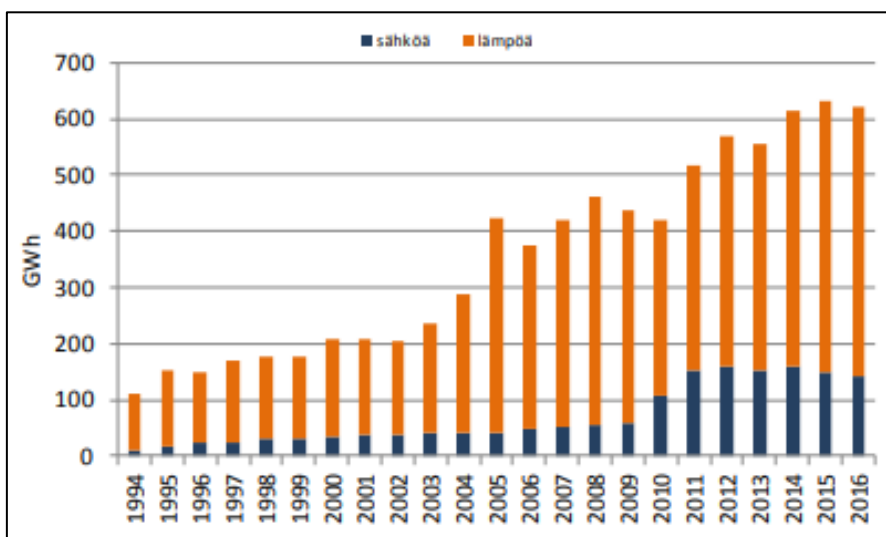
Kuten kohdassa 3.1 mainittiin, uusia voimaloita on viimeisten 20 vuoden aikana rakennettu lukuisia. Kuitenkin tällä hetkellä suurin paino monilla yrityksillä on ollut vanhojen voimalaitosten teknisissä parannuksissa. Uusien voimalaitosten määrä kasvaa jatkuvasti, mutta uusien laitosten trendi on tasaantunut viime vuosina. On kuitenkin tärkeää, että vanhoja laitoksia parannellaan jatkuvasti ja niiden hyötysuhdetta nostetaan, sekä päästöjä lasketaan uusiin teknisiin toteutuksiin. Suuret yritykset tulevat investoimaan bioenergiaan myös sen takia, että myös heille on tärkeää vähentää yrityksen tuottamia päästöjä ja kuormaa ympäristölle. Tämä auttaa myös positiivisen kuvan pitämisessä asiakkaille.

Bioenergian jakautuminen alueille tulee Suomessa tuskin muuttumaan suuresti. Ainostaan edellä mainittu turpeen käytön väheneminen tulee siirtämään bioenergian tuotantoa pois Länsi-Suomesta. Biovoimalaitokset tulevat kuitenkin seuraamaan tiivistä metsäteollisuuden sijoittumista kartalle. Mikäli nykyisiä sahoja tai paperi-integraatteja päätetään tulevaisuudessa laajentaa, niiden lähelle rakennetaan suurella todennäköisyydellä myös lisää biovoimalaitoksia.

Yksi bioenergian osa-alue, joka kasvaa tulevaisuudessa on energiakasvien viljely. Kohdassa 3.3.2 mainittiin turpeen tuotannon putoaminen jopa puoleen seuraavan

muutaman vuoden aikana. Tämä vapauttaa paljon maa-alaa ja mahdollistaa ainakin kokeilut energiakasvien viljelyssä. Kysymys onkin, että onko energiakasvien viljely välttämättä kestävä kehityksen mukaista, sillä saman pinta-alan voisi käyttää tehokkaammin energian tuotantoon. Tästä esimerkkinä aurinkovoiman rakentaminen mahdollisten peltojen tilalle.

Biokaasun käyttö energian tuotannossa on kasvanut tasaisesti 1990-luvulta asti ja tulee jatkamaan kasvua vielä tulevaisuudessa. Kuitenkin biokaasun tuotanto on nykyisellään hyvin pienen kokoluokan toimintaa. Kuvasta 9 voidaan huomata, että biokaasun käytön trendi on ollut noususuhdanteinen jo pitkään.



Kuva 9: Suomessa vuosina 1994–2016 tuotettu biokaasu ja sen hyödyntäminen (lähde: Huttunen & Kuittinen, 2016).

Suomessa biokaasua tuotetaan useilla eritavoilla, joita ovat teollisuuden ja yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot, maatalouden biokaasulaitokset, yhteismädätyslaitokset ja kaatopaikkalaitokset. Eniten biokaasua tuotetaan vanhoilla käytöstä poistetuilla kaatopaikoilla. Vuonna 2016 kaatopaikoilla tuotetun biokaasun määrä oli melkein 80 miljoonaa kuutiometriä, joka on yli puolet Suomen biokaasun vuosituotannosta. Biokaasua tuotettiin vuonna 2016 yhteensä 156,1 miljoonaa kuutiometriä. (Huttunen & Kuittinen, 2016.)

Biokaasun tuotanto on tällä hetkellä Suomessa vielä todella marginaalista verrattuna esimerkiksi maakaasun käyttöön. Vuonna 2016 tuotettu noin 600 GWh biokaasua riittää vain hyvin paikalliseen voimalakäyttöön tai esimerkiksi kaasulla toimivien ajoneuvojen polttoaineiksi. Maakaasun korvaajaksi biokaasusta ei Suomessa ole vielä lähiaikoina.

5 YHTEENVETO

Jotta Suomi saisi vähennettyä hiilidioksidipäästöjä ja lähentyisi hiilineutraaliutta, uusiutuviin energianlähteisiin tulee investoida. Näistä energianlähteistä bioenergia on tällä hetkellä monipuolisin vaihtoehto, sillä se soveltuu moniin eri käyttötarkoituksiin, kuten lämmön ja sähkön yhteistuotantoon. Biovoimalaitos voidaan myös rakentaa nopealla aikataululla lähelle resurssien tuottajia, joita ovat esimerkiksi paperi- ja sellutehtaat, sekä sahat.

Suomessa uusiutuvien energioiden osuus energian kokonaiskulutuksesta oli vuonna 2017 36 prosenttiyksikköä. Tämä osuus on Euroopan mittakaavassa kärkiluokkaa ja Suomi sijoittuu loppukulutuksessa uusiutuvien käytössä toiseksi EU-maiden joukossa. Vuonna 2014 bioenergian osuus Suomen kokonaissähkötuotannosta oli EU:n tasolla suurinta.

Työssä tutkittiin mahdollisia yrityksiä, jotka voisivat sijoittaa bioenergiaan seuraavan kymmenen vuoden aikana. Huomioon otettiin myös vuonna 2020 valmistuneet ja valmistuvat laitokset. Toisena tarkasteltiin, millaisiin voimalaitostyyppeihin lähitulevaisuudessa investoidaan. Jokaisen voimalaitostyyppin kohdalla tarkasteltiin myös sen sopivuutta säätö-, huippu- ja varavoimaksi. Voimalaitostyyppien tarkastelun jälkeen paneuduttiin tarkemmin siihen, mihin tarkalleen laitoksia rakennetaan ja miten bioenergia on nykyisin sijoittunut kartalle.

Eniten biovoimalaitoksia tullaan rakentamaan Etelä-Suomeen korvaamaan vanhoja fossiilisia polttoaineita käyttäviä voimalaitoksia. Yksittäinen suurin yritys, joka investoi biovoimaan on Helen Oy. Suurin osa voimalaitoksista ovat pelkästään lämpöä tuottavia voimalaitoksia, ja muutama on sähkön ja lämmönyhteistuotantoon tarkoitettuja voimalaitoksia. Työssä tutkittiin myös eri voimalaitostyyppien sopivuutta säätö-, huippu- ja varavoimaksi. Käytettyihin lähteisiin pohjautuen voidaan arvioida, että kaasuturbiinivoimalaitokset sopivat parhaiten huippu- ja varavoimaksi. Säätövoimaksi taas sopii parhaiten lauhdevoimalaitokset, mutta niiden hyötysuhteet ovat vastapainelaitoksia huonommat.

Bioenergian potentiaali on Suomessa vielä paljon jäljellä ja tulevaisuuden näkymät ovat hyvät. Biokaasun käyttö energian tuotannossa on kasvanut tasaisesti 1990-luvulta asti ja tulee jatkamaan kasvua vielä tulevaisuudessa. Tulevaisuudessa energiakasvien käyttö tulee myös lisääntymään. Bioenergian jakautuminen alueille tulee Suomessa tuskin muuttumaan suuresti. Biovoimalaitokset tulevat kuitenkin seuraamaan tiivistä metsäteollisuuden sijoittumista kartalle.

LÄHDELUETTELO

Auvinen K., Aalto-yliopisto, 2017. Smart Energy Transition 2030 – Energiaturrosareena. [verkkajulkaisu]. [viitattu 3.9.2020]. Saatavissa: <http://www.smartenergytransition.fi/tiedostot/murrosareena-polku1-kivihiilesta-luopuminen.pdf>

Bioenergia ry, 2020. BIOENERGIA-ALAN PANOS HIILINEGATIIVISEEN TULEVAISUUTEEN SUOMESSA, Raportti 01.06.2020. [viitattu 1.9.2020]. Saatavissa: <https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2020/05/Bioenergia-alkan-panos-hiilinegatiiviseen-tulevaisuuteen-Suomessa-.pdf>

Central Intelligence Agency (CIA), 1996. Map of Finland. [viitattu 14.9.2020]. Saatavissa: <http://hdl.loc.gov/loc.gmd/g6960.ct001018>

Helen Oy, 2020. Voimalaitokset. [verkkajulkaisu]. [viitattu 3.9.2020]. Saatavissa: <https://www.helen.fi/helen-oy/energia/energiantuotanto/voimalaitokset>

Helen Oy, 2019. Biolämpölaitokset. [verkkajulkaisu]. [viitattu 3.9.2020]. Saatavissa: <https://www.helen.fi/helen-oy/energia/kehityshankkeet/biolampolaitokset>

Huttunen & Kuittinen, 2016. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 20. Tiedot vuodelta 2016. ISBN: 978-952-61-2553-4.

Kaikko J., Saari J., 2019. Voimalaitosopin perusteet. [sähköinen opetusmateriaali]. Saatavissa: https://moodle2.lut.fi/pluginfile.php/409052/mod_resource/content/4/BH50A0200_2019_L2_hoyryvoimalaitokset.pdf

Kuparinen K., Vakkilainen E., Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 2018. Metsäteollisuuden rooli ilmaston lämpenemisen vähentäjänä. [viitattu 7.1.2020]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201901071468>

Lahti Energia, 2019. Energian tuotanto. [verkkojulkaisu]. [viitattu 9.9.2020]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/energian-tuotanto>

Lahti Energia Oy, 2020. Kymijärvi III -biolaitoshanke. [verkkojulkaisu]. [viitattu 9.9.2020]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/energian-tuotanto/kymijarvi-iii>

Laihanen M., Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 2018. Metsäenergian mahdollisuudet Kaakkois-Suomen biotaloudessa. [viitattu 7.1.2020]. Saatavissa: https://wilma.finna.fi/lut/Record/lutpub.10024_158917

Luonnonvarakeskus, 2019. Puun energiakäyttö 2018. [viitattu 1.9.2020].

Maa- ja metsätalousministeriö, 2017. Suomessa uusiutuvasta energiasta suurin osa on bioenergiaa. [verkkojulkaisu]. [viitattu 5.12.2019]. Saatavissa: <https://mmm.fi/biotalous/bioenergia>

Motiva, 2019. Investointituet [verkkojulkaisu]. [viitattu 5.12.2019]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/katselmus-_ja_investointituet/investointituet

Oulun Energia Oy, 2020. Voimalaitokset. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.9.2020]. Saatavissa: <https://www.ouluenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiantuotanto/voimalaitokset>

Pohjolan Voima Oyj, 2020. Investoinnit bioenergiaan. [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.9.2020]. Saatavissa: <https://www.pohjolanvoima.fi/investoinnit/bioenergia>

Pohjolan Voima Oyj, 2012. Pohjolan Voiman sidosryhmälehti 1/2012, Teemana säättövoima. [verkkojulkaisu]. [viitattu 3.9.2020]. Saatavissa: https://www.pohjolanvoima.fi/_sys_/data/pubfilebank/savefile.php?folderId=1196&fileId=23912&key=f7fd16cc7dfc1c3d45b021d149f51ca7

Pori Energia Oy, 2020. Aittaluoto 2020 -hanke, Pori Energia. [verkkojulkaisu]. [viitattu 9.9.2020]. Saatavissa: <https://www.porienergia.fi/yritys/Hankkeet/Aittaluoto-2020--hanke#.X1iAcEBuJaR>

Tilastokeskus, 2019. Fossiilisilla polttoaineilla ja turpeella tuotetun sähkön määrä kasvoi 14 % v. 2018 - Uusiutuvien energialähteiden osuus sähkön tuotannosta pieneni. [verkkojulkaisu]. [viitattu 5.12.2019]. Saatavissa: https://www.stat.fi/til/salatuo/2018/salatuo_2018_2019-11-01_tie_001_fi.html

Tynjälä Tero, 2010. Teknillinen termodynamiikka. [sähköinen Opetusmateriaali]. [Viitattu: 2.9.2020]. Saatavilla: https://moodle2.lut.fi/pluginfile.php/360664/mod_resource/content/0/TTD_Osa2_2018.pdf

Vaasan kaupunki, 2019. Älykkäät ja kestävät energiaratkaisut. [raportti]. [viitattu 3.9.2020]. Saatavissa: https://www.vaasa.fi/uploads/2019/07/20802f67-aiko-loppuraportti_final.pdf

VTT, 2014. Selvitys tehoreservin tarpeesta vuosille 2015–2020. [tutkimusraportti]. [viitattu 14.9.2020]. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2014/VTT-R-06032-14.pdf>