

# **Vaihdemarkkinoiden uudet kasvunlähteet**

**Kari Romppanen**

Pro gradu -tutkielma

Liiketoimintalähtöisen osaamisen maasterikoulutus

Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos

1.4.2014

Ohjaajat: Jussi Maunuksela (JYU)

Jari Toikkanen (Moventas)

Toni Krankkala (Moventas)

## ESIPUHE

Tein muutama vuosi sitten seminaariesitykseksi vaihteiden käyttöä vuorovesivoimaloissa tutkivan seminaarityön. Näin muutaman vuoden jälkeen kyseisiä vuorovesivoimalan vaihteita saattaa tulla nyt Moventaksen tuotantoon lähiaikoina. Tutkielmassa olen pystynyt soveltuvien osin hyödyntämään seminaarityön aikana kertynyttä aineistoa. Seminaarityötä tehdessä ja yliopistolla kurssien muodossa sain myös tietoa muista energiatekniikan aloista ja sovellutuksista. Lueskelin kirjoja, lehtiä ja muita julkaisuja kokoajan, myös muiden alojen mahdollisista vaihteistojen soveltuvuudesta Moventaksen tuotantoon eli taustatietoa aiheeseen oli jo kartoitettu aika paljon ennen työn tekemistä.

Kun yliopiston puolesta kursseja oli tarpeeksi tehty ja pro gradu -työn tekeminen alkoi olla ajankohtaista Moventaksella alettiin tehdä uutta strategiaa. Kyselin yhtiön johdolta voisinko tehdä vuorovesivoimala vaihteiden tapaista esitystä ja tutkia mahdollisia, muita aloja mihin vaihteita voitaisiin toimittaa. Ajatukset olivat aikalailla samanlaisia alojen tutkimisen suhteen.

Toivon, että työllä olisi merkitystä mahdolliseen Moventaksen tulevaan vaihte tuotantoon ja siitä saataisiin mahdollisesti uusia ideoita tai ajatuksia vaihteistojen tuottamiseen.

Erityiskiitokseni annan Toikkasen Jarille, joka toimi valvoja opinnäytetyössä ja jonka kallisarvoista tietämystä sain käyttää hyödyksi työn etenemiseen sekä Lahtelan Artolle mahdollisuudesta tehdä tämä työ. Lisäksi haluan kiittää haastattelukierroksen kommentteista ja hyvistä ideoista Virtasen Jyrkiä, Niemen Esaa, Luoma-ahon Ramia, Hienosen Jussia, Kolsin Perttiä ja Lahtelan Artoa sekä myös muita työhön osallistuneita henkilöitä.

Jyväskylässä 1.4.2014

---

Kari Romppanen

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa etsittiin uusia kasvunlähteitä vaihteistojen valmistukseen, uusille energia-aloille tai teollisuusvaihte puolelle. Alojen kaupallinen kiinnostavuus tutkittiin Moventaksen kannalta sekä alustavasti vaihteiden tarve kyseisillä aloilla. Lisäksi tutkittiin mahdollisia tulevaisuuden kasvunaloja.

Tavoitteena oli löytää aloja, joilla valmistetaan Jyväskylän tuotantotehtaiden kaltaisia vaihteistoja ja mahdollisesti saada tulevaisuudessa tuotantoon myös sellaisilta aloilta mihin ei ole ennen panostettu. Alkuun aloin tutkimaan aloja yleisellä tasolla ja kyseisistä aloista tehtiin taulukkoon analysointi. Analysoinnin pohjalta valittiin kaksi alaa paremmin selvitettävien joukkoon ja otettiin selvää paremmin näiden alojen vaihteisto tarpeista.

Tutkittavia aloja löytyi paljon ja paljon jäi myös asioita tutkimatta, joihin pystyy palailemaan työtehtävien muodossa myöhemmin. Lisäksi pro gradu - tutkielmien pituuden puitteissa joutui hieman rajaamaan kaupallisen kiinnostavuuden tutkimista ja osittain sen tekeminen kuuluu Moventaksen myyntitiimille.

# SISÄLTÖ

## ESIPUHE

## TIIVISTELMÄ

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 UUDET KASVUNLÄHTEET : ENERGIA ALAT .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Aaltoenergia.....</b>	<b>8</b>
2.1.1 Yleisesti .....	8
2.1.2 Aaltoenergia projektit ja vaihteisto sovellutukset .....	9
<b>2.2 Aurinkoenergia.....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Yleisesti.....	10
2.2.2 Aurinkolämpö ja sähkö.....	11
2.2.3 Aurinkoenergia voimalaitokset.....	13
2.2.4 Aurinkoenergia projektit ja vaihteisto sovellutukset ...	14
<b>2.3 Bioenergia .....</b>	<b>16</b>
2.3.1 Yleisesti.....	16
2.3.2 Bioenergia projektit ja vaihteisto sovellutukset.....	19
<b>2.4 Fissio ja Fuusioenergia.....</b>	<b>20</b>
2.4.1 Yleisesti.....	20
2.4.2 Fissioenergia .....	20
2.4.3 Fissioenergia projektit.....	21
2.4.4 Fuusioenergia.....	21
2.4.5 Fuusioenergia projektit .....	21
2.4.6 Ydinvoimajätteen loppusijoittaminen .....	22

<b>2.5 Geoterminenenergia.....</b>	<b>23</b>
2.5.1 Yleisesti .....	23
2.5.2 Geotermisiä energia projekteja ja vaihteisto sovellutukset..	24
<b>2.6 Tuulienergia .....</b>	<b>24</b>
2.6.1 Yleisesti .....	24
2.6.2 Eri rakennetyypillä toimivat tuulivoimalat .....	25
2.6.3 Hydraulimoottori tuulivoimala .....	27
2.6.4 Muut tuulivoima-alat .....	28
2.6.5 Tuulienergia projektit ja vaihteisto sovellutukset .....	29
<b>2.7 Vesiteknologia .....</b>	<b>31</b>
2.7.1 Yleisesti .....	31
2.7.2 Veden pumppaaminen .....	32
2.7.3 Veden puhdistus .....	32
2.7.4 Vesivoima.....	33
2.7.5 Vesiteknologia projektit ja vaihteisto sovellutukset .....	33
<b>2.8 Vuorovesienergia.....</b>	<b>36</b>
2.8.1 Yleisesti .....	36
2.8.2 Vuorovesi padot.....	37
2.8.3 Vuorovesi turbiinit .....	37
2.8.4 Siltarakenteet.....	37
2.8.5 Vuorovesienergia projektit ja vaihteisto sovellutukset .....	38

### **3 UUDET KASVUNLÄHTEET:TEOLLISUUDEN ALAT 40**

<b>3.1 Öljyteollisuus .....</b>	<b>40</b>
3.1.1 Yleisesti.....	40
3.1.2 Liuskeöljy ja kaasu.....	40
3.1.3 Öljyhiekka.....	41
3.1.4 Öljyteollisuus projektit ja vaihteisto sovellutukset.....	42
<b>3.2 Kaasuteollisuus.....</b>	<b>42</b>
3.2.1 Yleisesti .....	42
3.2.2 Liuskekaasu .....	43
3.2.3 Maakaasu.....	44
3.2.4 Kaasuputkistot.....	44
3.2.5 Kaasuteollisuus projektit ja vaihteisto sovellutukset.....	44
<b>3.3 Muut teollisuuden alat .....</b>	<b>46</b>
3.3.1 Avaruusteollisuus .....	46
3.3.2 Energian varastointi.....	47
3.3.3 Haitallisten aineiden puhdistaminen .....	49
3.3.4 Jätteiden käsittely .....	50
3.3.5 Kaivosteollisuus .....	51
3.3.6 Meriteollisuus .....	52
3.3.7 Puhaltimet.....	52
3.3.8 Puollustusteollisuus .....	54
3.3.9 Rautatieteollisuus .....	54
3.3.10 Rautateollisuus .....	55
3.3.11 Vaihteisto turbiinin jälkeen .....	56
3.3.12 Venäjän markkinat .....	56
3.3.13 Suomessa tuotteiden valmistus .....	57

<b>4 ANALYSOINTI .....</b>	<b>59</b>
<b>4.1 Käytettävät menetelmät .....</b>	<b>60</b>
<b>4.2 Analysoinnin tekeminen .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3 Saadut tulokset .....</b>	<b>64</b>
<b>5 BIOENERGIA- JA VESITEKNOLOGIAN PAREMPI TARKASTELU.....</b>	<b>67</b>
<b>5.1 Bioenergia .....</b>	<b>67</b>
<b>5.2 Vesiteknologia.....</b>	<b>74</b>
<b>5.3 Kaupallinen kiinnostavuus .....</b>	<b>78</b>
<b>6 TULOKSIEN YHTEENVETO.....</b>	<b>79</b>
<b>6.1 Käytetyt menetelmät .....</b>	<b>79</b>
<b>6.2 Tulokset.....</b>	<b>80</b>
<b>6.3 Päätelmät .....</b>	<b>81</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>82</b>

## 1. JOHDANTO

Tutkimus on tehty teollisuudelle ja uusiutuvan energian vaihteistovalmistajan Moventaksen toimeksiannosta. Yhtiö on saanut vähän aikaa sitten uuden omistajan, jolla on tavoitteena liikevaihdon nostaminen kannattavalle tasolle. Tähän liittyen Moventaksella on aloitettu future concept nimeä kantava toimintasuunnitelma, jonka yhtenä alueena on etsiä uusia kasvunlähteitä ja kehittää uusia tuotteita vaihdemarkkinoille.

Pro Gradu - työni on myös liitetty tähän toimintasuunnitelmaan ja siinä etsitään uusia kasvunlähteitä vaihdemarkkinoille sekä tutkitaan toimintasuunnitelman alussa kerättyjä kasvunlähteet ehdotuksia. Kasvunlähteitä tutkitaan etupäässä uusiutuvan energian alalta. Työssä käydään läpi kyseisten ehdotusten kaupallinen kiinnostavuus Moventakselle. Gradutyössä tutkitaan mm. käytetäänkö uusilla aloilla vaihteita sekä käydään läpi tulevaisuuden kasvualoja. Lisäksi käydään muiden vaihdetehtaiden valmistusta läpi ja sitä kautta etsitään mahdollisia uusia kasvun lähteitä Moventaksen vaihteiston valmistukseen.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin vaihtoehtoja vaihteistojen valmistukseen sekä uusia ideoita tulevaisuuden vaihteistojen valmistukseen ja uusia vaihteistorakenteita. Myös tuulivoimalalla on erilaisia ratkaisuja tuulivoimala konseptiksi kuin tämä nykyinen ns. putkirakenne. Aion myös selvittää niiden rakenteita ja niissä käytettäviä vaihteita.



## 2. UUDET KASVUNLÄHTEET ENERGIA ALAT

### 2.1 AALTOENERGIA

#### 2.1.1 Yleisesti

Aaltovoima on uusiutuvan energian tuotantotapa, jolla aaltojen energia muunnetaan sähköksi. Aaltovoimaloita on rakennettu tuotantokäyttöön pieniä määriä muutamia koelaitoksia lukuun ottamatta. Aaltoenergialla energian tuottaminen on päästötöntä ja sen merkittävin kilpailija on merituulivoima. Aaltoenergialla voitaisiin kattaa 10 % maapallon sähkön tarpeesta ja se soveltuu energian sekä potentiaalinalta jatkuvaksi käyttöiseksi. [1]

Tyypiltään erilaisissa tuulissa syntyy meriaaltoja, joista saadaan tehtyä energiaa. Tämä energia varastoituu liikkuvaan veteen lähelle veden pintaa ja sen voimakkuus vähenee jyrkästi kun mennään kohti meren pohjaa. Juuri tästä syystä energiankeruulaitteistot ovat kelluvia ja ne on tehty toimimaan vedenpinnalla. Ilman vastatuulien voimaa syntyneet tuuliaallot liikkuvat ilman energiaa hävikkiä tuhansia kilometrejä. Rannikolle saapuessa aallon energia tiheys alkaa kasvamaan ja energia alkaa häviämään. Aaltoenergian jakautuminen ympäri maailmaa on epätasaista ja suuremmat energiamäärät esiintyvät 30° ja 60° leveysasteen välissä molemmilla puolilla päiväntasaajaa. [2]

Muihin energiamuotoihin verrattuna aaltoenergia on paljon tiheämpää ja siinä on 15 - 20 kertaa enemmän energiasisältöä kuin auringossa tai tuulessa. Aaltoenergialla toimivia energian keräyslaitteita on keksitty ja kehitetty paljon. Harva näistä laitteista on edennyt testeihin sekä toteutukseen ja oikeisiin olosuhteisiin merelle. [2]

Maailman ensimmäinen kaupallinen 500 kW aaltovoimala aloitti toimintansa vuonna 2000 Skotlannissa. Aaltoenergia soveltuu hyvin paikkoihin, joiden rantaviivan pituus on pitkä kuten Iso-Britanniassa ja Australiassa. Arvion mukaan teknologian parantumisen myötä aaltoenergiaa saadaan tuotettua samalla hinnalla kuin tuuli energiaa. [2]

### 2.1.1 Aaltoenergia projektit ja vaihteistosovellutukset

Alla on listattu listaa rakennetuista aaltovoimaprojekteista sekä alalla olevista aaltovoimaa valmistavista yhtiöistä. Listauksista näemme, kuinka paljon alan valmistajia on maailmalla ja kuinka paljon isompia voimala projekteja on rakennettu maailmalle.

Aaltoenergian valmistajia [90]:

- Pelamis wave power
- Dexawave
- Ocean power technologies (OPT)
- Seabased
- Aquamarine Power oyster
- Aw energy waveroller
- Langlee wave power
- Voith Hydro Wavegen
- WavEC pico plant
- Ocean energy limited
- Wave dragon
- AWS ocean energy
- Wello oy penguin

Rakennetut aaltovoimaprojektit [90]:

- Orkney Wave power Station Englantiin 2,4 MW (2011)
- Mutriku breakwater Wave Plant Espania 0,3 MW (2009)
- Agucadoura Wave farm Portugali 2,25 MW (2008)
- Islay Limpet Englantiin 0,5 MW (2000)
- SDE Sea Waves power plant 0,04 MW (2009)

Vaihteistosovellutukset.

Aaltovoimalat toimivat suoravedolla generaattorille, hydraulisesti tai pneumattisesti eli näissä aaltovoimaloissa on käytössä vaihteita vain erittäin vähän. Lisäksi aaltovoimalla tuotetun energianhinta on vielä kalliimpaa kuin muilla tässä työssä tutkituilla energia sovellutuksilla ja aaltovoimalat ovat tulossa kunnolla kannattavaan tuotantoon vuosien päästä.

## **2.2 AURINKOENERGIA**

### **2.2.1 Yleisesti**

Aurinkoenergian parhaat edut ovat sen saasteettomuus ja uusiutuvuus. Vuosittain aurinko säteilee maanpinnalle 15000 kertaa enemmän energiaa kuin mikä on maailmassa käytettävän energian määrä. NykYTEKNIKALLA auringon antamasta energiamäärästä pystytään hyödyntämään vain pieni osa. Maan pinnalla auringonsäteilyn teho on n.170000 TW. Kun tehoa verrataan Loviisan ydinvoimalaan se vastaa 170 miljoonaa Loviisan laitoksen tehoa.

Auringon säteilystä maan pinnalle noin puolet heijastuu takaisin avaruuteen tai absorboituu ilmakehässä vesihöyryyn tai muihin aineisiin. Suurin osa maahan tulevasta auringon säteilystä (tehosta) muuttuu lämpöenergiaksi ja samanaikaisesti osa tehosta sitoutuu fotosynteesiin sekä tuulien ja merivirtojen synnyttämiseen. Auringosta syntyvä säteily maan pinnalle on parhaimmillaan energiatheydeltään 1 kW neliometriä kohti. [3]

Sähkön ja lämmön talteenoton ja varastointijärjestelmien kehittyessä aurinkoenergian merkitys ja käyttäminen tulee kasvamaan. Energiatuotannon haittana on suuri pinta-ala tuotettua energiayksikköä kohti sekä paneelien ja peilien suuret valmistuskustannukset ja paneelien suuri energian kulutus valmistuksessa. [3]

Aurinkoenergialla tuotetun sähkön ongelmina ovat aurinkoenergian vaihtelevuus vuorokaudenajan, vuodenajan ja sääolosuhteiden mukaan. Sähkön varastointi isossa mittakaavassa tuottaa ongelmia, joten jos aurinkoenergialla ei pystytä tuottamaan sähköä niin sähkö on tuotettava muilla tavoin. [3]

Aurinkoenergian hinta oli pitkään korkea paneelien valmistuskustannusten takia, mutta tekniikan ja valmistusmekanismien kehitys sekä kasvanut kysyntä ovat laskeneet hintaa. [4]

Tutkimusten mukaan aurinkosähkön hinta on laskemassa muutaman vuoden kuluttua fossiilisten polttoaineiden tasolle. Tietyissä osissa maailmaa aurinkoenergiasta on jo tullut halvempi vaihtoehto kuin ydinenergiasta. [4]

Aurinkosähkön avulla vesi voidaan hajottaa vedyksi ja hapeksi. Vedyn varastointi ja jakelu on toteutettavissa teknisesti. Vety on saasteetonta ja kävisi polttoaineena moneen eri kohteeseen. [3]

Kustannukset tuottaa sähkötehoa auringon energialla laskevat noin 10 prosenttia vuodessa seuraavan vuosikymmenen aikana, kunnes se vastaa kustannuksiltaan samaa kuin tuottaisi sähköä polttamalla fossiilisia polttoaineita. Kun perinteisten polttoaineiden hinnat ovat noussemassa, niin aurinkoenergian hinta laskee. Tuotantokustannukset voivat saavuttaa saman kustannuksen jo viiden vuoden kuluttua jonkin fossiilisen energialähteen kanssa. [5]

### **2.2.2 Aurinkolämpö ja sähkö**

Aurinkolämmössä auringon energialla lämmitetään käyttövettä tai sisäilmaa ja sitä käytetään pääasiassa huoneistojen ilman sekä käyttöveden ja uima-altaiden lämmitykseen. Energia käytetään aurinkolämmityksessä lämpönä muuttamatta sitä sähköksi ja se otetaan talteen aurinkokeräimellä. Siirto käyttökohteeseen väli nesteessä ja se varataan 100 celsius asteisena varaajaan myöhempää käyttöä varten. Yleisempiä aurinkokeräimiä ovat taso- ja tyhjiöputkikeräimet. [6]

Toinen aurinkolämpösovellus on laajalla pinta-alalla peilien käyttäminen, joilla tuotetaan sähköä tai teollisuuden prosessilämpöä. Peileillä auringon valo suunnataan yhteen kohteeseen, johon on sijoitettu höyrystin. Höyrystimestä saadulla auringon energialla nesteestä tuotetaan 400 celsius asteista höyryä, joka pyörittää höyryturbiinia, ja edelleen vaihdetta ja sähkögeneraattoria. [3]

Aurinkopaneelilla aurinkoenergia taas saadaan muutettua suoraan sähköksi. Paneelin valmistukseen on käytetty puolijohdemateriaalia, jossa kehittyi sähköä valon osuessa paneelin pinnalle. Paneeliin tulevasta aurinkoenergiasta saadaan muutettua 10 – 15 % sähköksi. Kuvassa 1 on esitetty aurinkolämpö ja sähkö sovellutukset sekä niistä saatavat hyödyt energiatuotannossa. [3]



KUVA 1. Aurinkoenergian hyödyntäminen energiantuotannossa. (Lähde: Opetushallitus 1996 [Energia ja ympäristö])

### 2.2.3 Aurinkoenergia voimalaitokset

#### Aurinkolämpövoimalaitos (*Solar thermal power*)

Voimalassa on useita paraboloidikouruja, joissa peilit keskittävät auringonvalonsäteet öljytäytteiseen putkeen. Putkessa öljy lämpenee 400°C:een. Lämmönvaihtimessa kuuma öljy höyrystää vettä, minkä voimasta höyryturbiini alkaa tuottamaan sähköä niin kuin perinteisissä lämpövoimaloissakin. Kuumaa nestettä voidaan käyttää myös monissa muissa tarkoituksissa. Lämpöä voidaan käyttää johtamalla lämpö moottorille, joka käyttää lämpöenergian. Moottorin jälkeen on sijoitettu vaihde ja generaattori, josta saadaan sähköä. [7]

#### Keskittävä Aurinkovoimalaitos (*Concentrated solar power eli CSP*)

Keskittävässä aurinkovoimalaitoksessa auringon säteily keskitetään peilien keskellä sijaitsevaan torniin kuumentamaan keskitornissa olevaa väliainetta. Väliaine pyörittää lämpövoimaprozessia, jolla lämpö ja paine-energia muunnetaan mekaaniseksi energiaksi ja edelleen sähköksi. Väliaineen lämpötila voi nousta parhaimmillaan 800°C asteeseen. [7]

#### Aurinkotorni eli ilmavirta voimala

Voimala saa energiansa auringon säteilylämmöstä syntyvästä ilmavirtauksesta. Auringon säteilyllään lämmittämä keräilyalueen ilma alkaa virtaamaan ylöspäin torniin ja alkaa pyörittämään tornissa sijaitsevia turbiineja. Korvausilma saadaan keräysalueen reunoilta.[8]

#### Stirling lämpövoimamoottori voimalaitos

Stirling lämpövoimamoottori sijaitsee parabolisen peilin keskellä, jonne auringosta saatava säteilyenergia keskitetään. Lämpötilojen eroilla toimiva Stirling moottori alkaa pyörimään ja tuottaa sähköä generaattorin avulla. [9]

## 2.2.4 Aurinkoenergia projektit ja vaihteisto sovellukset.

Maailmalla suunnitteilla ja rakenteilla olevan aurinkoenergian tuotantokapasiteetti on yli 10 000 MW. Perinteiset öljyntuottajayhtiöt ovat lähteneet mukaan rakentamaan aurinkovoimaa. Öljy-yhtiö BP on asentanut noin 200 megawattia aurinkoenergia kapasiteettia lisää viime vuonna ja sen tarkoituksena on lisätä kapasiteettia tulevina vuosina vielä 300 megawattia. Yhtiö pyrkii jatkamaan suuria aurinko hankkeita Lähi-idässä. Persianlahden valtiot kasvattavat aurinkoenergialla kasvavaa kysyntää, koska väestö kasvaa ja niillä pyritään vauhdittamaan taloudellista kasvua investointien kautta. [10]

Saudi-Arabia ja Yhdistyneet arabiemiirikunnat ovat asettaneet tavoitteekseen uusiutuvien energialähteiden käytön kasvamisen. Saudi-Arabia, maailman suurin raakaöljyn vientimaa, on rakentamassa hankkeita 200 - 300 megawatin edestä lisää aurinkoenergian kapasiteettia. Abu Dhabiin rakennetaan myös 100 megawatin aurinkovoimala autiomaahan. Emirikunta on asettanut tavoitteekseen, että se saa 7 prosenttia sähköstään uusiutuvista luonnonvaroista vuoteen 2020 mennessä. Abu Dhabin Masdariin on rakennettu juuri 10 MW aurinkoenergiavoimala. [10]

Aurinkolämpövoimalaitos (*Solar thermal power*) projektit

Viime vuosina on rakennettu aurinkolämpövoimalaitoksia 2404,5 MW edestä, joista suurin osa tehty Espanjaan ja Yhdysvaltoihin. Tällä hetkellä menneillään olevissa 13 eri projektissa rakennetaan maailmalle aurinkolämpövoimalaitoksia 1641 MW edestä. Tulevien vuosien projekteissa Espanjaan rakennetaan aurinkolämpövoimalaitoksia 11 eri projektissa 800 MW edestä, Yhdysvaltoihin 7 eri projektissa 1152 MW ja muualle maailmaan 5 eri projektissa 2112 MW. [11]

Keskittävä aurinkovoimalaitos (*CSP*) projektit

Keskittäviä aurinkovoimalaitoksia on rakennettu maailmalle 2553 MW edestä. Seuraavaksi on listattu listaa yli 300 MW:n keskittävä aurinkovoimalaitos projekteista.

Listaan on kerätty yli 300 MW:n projektit [11]:

- 2000 MW Kiinaan Mongolian aavikolle.
- 1840 MW Marokon aurinkoenergiaprojekti.
- 500 MW Rio Mesan aurinkoenergiaprojekti Yhdysvalloissa.
- 500 MW Fort Irwinin aurinkoenergiaprojekti Yhdysvaltojen Kaliforniassa.
- 500 MW Palenin aurinkoenergiaprojekti Yhdysvalloissa Kaliforniassa.
- 370 MW Ivanpah aurinkoenergialaitos Yhdysvalloissa Kaliforniassa.
- 340 MW Hualapai Laakson aurinkoenergiaprojekti, Yhdysvalloissa Arizonassa.
- 300 MW Yhdysvalloissa Floridassa.
- Espanjaan rakennetaan 1000 MW:n edestä pienempiä yksiköitä.
- Yhdysvallat aikoo lisätä keskitetyn aurinkoenergian tuotantoa 5 000 MW edestä.

Aurinkotorni eli ilmavirta voimala projektit

Maailman korkein aurinkotorni on rakennettu Melbourneen. Aluksi 200 megawattiseksi suunniteltu lämpövoimala pienennettiin jatkosuunnitelmissa 50 megawattiseksi, mutta silti rakennelmasta tuli jättimäinen. Voimalan keskellä on 500 metriä korkea torni, joka on yhtä korkea kuin maailman korkein pilvenpiirtäjä Taipeissa ja maan pinnalla on 3 kilometriä leveä aurinkokerääjä. Ilma kuumenee kerääjässä jopa 400 Celsius asteeseen ja nousee ylös torniin. 50 kilometrin tuntivauhtia virtaava ilma pyörittää turbiineita, jotka tuottavat sähköä. Voimala varastoi aurinkoenergian suolaveteen millä saadaan voimalan tuotanto toimimaan vuorokauden ympäri. Tulevina projekteina nousee 200 MW voimala Arizonaan Yhdysvaltoihin ja 30 MW voimala Kiinaan. [11]

Stirling lämpövoimamoottori voimalaitosprojektit

Viime vuosina on rakennettu aurinkolämpövoimalaitoksia 157 MW edestä ja tulevina projekteina on Meksikoon rakennettava 14 MW lämpömoottori voimalaitos. [11]

Vaihteistot peilien kääntäjiin

Moventaksen tytäryhtiö David Brown omistaa Yhdysvalloissa sijaitsevan Cone Drive vaihteistotehtaan, joka on valmistanut aurinkovoimaloiden peilien kääntäjiin vaihteita. Peilien kääntäjien vaihteet ovat kokoluokaltaan aika pieniä, joten ne eivät välttämättä sovi Moventaksen isompien vaihteiden valmistustuotantoon. [12]



## Vaihteistosovellutukset

Aurinkopaneelit tuottavat puolijohteilla sähköä suoraan eivätkä ne sen vuoksi tarvitse vaihteita ja generaattoria toimintaansa. Aurinkolämmössä on yleensä nestekierto, jossa neste lämpenee höyrystimelle, joka pyörittää turbiineita ja generaattoria. Näissä ratkaisuihin käytetään vaihteita riippuen miten lämpimäksi neste höyrystyy ja pystyykö se pyörittämään generaattoria sillä teholla mistä saadaan virtaa ilman vaihdetta sähkön tuotantoon.

Stirling moottori ja aurinkotorni sovellutuksien tekeminen on vielä ollut aika pientä ja tällä alalla ei ole isompia markkinoita näköpiirissä. Aurinkoenergian hinta on vielä nykyään kallista verrattuna esim. tuulivoimaan.

Sellaisesta vaihteistosta voi olla Suomenkin leveysasteilla apua sähkön tuottamiseen, jossa vaihde ei ole kesällä käytössä jolloin turbiini saadaan tarpeeksi pyörimään ilman vaihdetta generaattorille oikealla pyörimisnopeudella. Kytkemällä vaihde päälle keväällä, talvella ja syksyllä eli milloin turbiinin pyörimisnopeus on heikompi, voidaan saada enemmän energiaa.

## **2.3 BIOENERGIA.**

### **2.3.1 Yleisesti**

Bioenergia nimitystä käytetään biopolttoaineista saatavasta energiasta. Biopolttoaine on eloperäistä, fotosynteesin kautta syntyntä kasvimassaa. Biopolttoaineen valmistus maa- ja metsätalouden biomassasta sekä jätteestä on lisääntynyt voimakkaasti. Hakkuutähteistä, oljista, pienpuusta ja ruokohelpistä voidaan tuottaa biopolttoaineita pienemmillä energiapanoksilla kuin fossiilisia polttoaineita (benssiini ja diesel). Seuraavassa on listattu biopolttoaineisiin käytettäviä valmistus raaka-aineita. [13]

Biopolttoaineita voidaan valmistaa:

- Metsäbiomassa
- Peltobiomassa
- Jätteet
  - Polttaminen jätevoimaloissa
  - mekaanista kierrätyspolttoainetta
  - Jalostaminen biokaasuksi
  - Jalostaminen nestemäiseksi polttoaineeksi esim. etanoli tai diesel.
- Metsäteollisuuden laitoksissa on tuotettua puuperäisestä energiasta.
- Ruokohelpistä ja ohrasta voidaan valmistaa kiinteää polttoainetta voimalaitoksille, joista lopputuotteena on sähköä ja lämpöä.

Liikenteen biopolttoaineita ovat mm. biokaasu, biodiesel ja bioetanoli. Bioetanolia valmistetaan biojätteistä sekä sokeri- ja tärkkelyspitoisista kasveista esim. sokeriruoko, sokerijuurikas, maissi, peruna ja viljat. Valmistusprosessin vaiheita ovat kasvien jauhatus, liettäminen veteen ja muuntaminen entsyymeillä sokeripitoiseksi. Valmistettu seos saadaan alkoholipitoiseksi hiivalla käyttämällä, minkä jälkeen etanoli erotetaan seoksesta tislamalla ja väkevöidään kemiallisesti. Kun prosessissa jäljelle jäänyt, ravinnepitoinen nesteseos saadaan haihdutettua ja ylimääräinen vesi pois, jäljelle jää hyvää eläinten rehua ja puhdistettua vettä uudelleen käyttöön. Karkealla arviolla litra etanolia ja kilo rehua saadaan kolmesta kilosta vehnää. . Taulukossa 1 seuraavalla sivulla on esitetty erilaisia polttoainetyyppejä, perusteknologioita ja raaka-aineita, biopolttoaineiden valmistukseen. Taulukon jälkeen on listattu valmistuneita biovoimala projekteja. [14]

Taulukko 1. Bioenergian tuotannon luokittelu polttoaineittain. (Lähde: Karhu Juha 2013 [Ilmasto-opas])

Polttoainetyyppi	Perusteknologia	Raaka-aine	Sivutuotteet
Kasviöljyt ja eläinrasvat	1) Käyttö liikennepolttoaineena joko moottorien toimintaa muuttamalla tai muuntamalla kasviöljyjä soveltuvaksi perinteisissä moottoreissa käytettäväksi 2) Sähkön ja/tai lämmön tuotanto	1) Rapsiöljy, auringonkukkaöljy ja muut kasviöljyt, jättekasviöljy 2) Rapsiöljy, palmuöljy, jatrophaöljy ja muut kasviöljyt, eläinrasva	Kasvijäännöksen puriste rehuksi
Biodiesel	Öljyjen ja rasvojen transesterointi rasvahappometyylesterien (FAME) tuottamiseksi, Vetykäsittely (Neste, NexBTL) Käyttö liikennepolttoaineena	Rapsi, auringonkukka, soija, palmuöljy, jatropha	Kasvijäännöksen puriste rehuksi, glyseriini, öljypalmukasvi-jäännöksen puriste polttoon
Bioetanoli	Fermentointi (sokeri), hydrolyysi + fermentointi (tärkkelys) Käyttö liikennepolttoaineena	Vilja, maissi, sokeriruoko, maniokki	Rehu, kasvijäännös polttoon
Biokaasu (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> )	Biomassan fermentointi Käyttö joko hajautetussa energiantuotantojärjestelmässä tai syöttö maakaasulinjaan (puhdistettuna biometaanina) Sähkön ja/tai lämmön tuotanto Käyttö liikennepolttoaineena	Biohajoava jäte (biojäte, lietteet, lannat), energiakasvit (maissi, nopeakasvuinen puu, monisatoiset kasvit)	Mädäte lannoitukseen (ravinteiden kierrätys)
Kiinteät biopolttoaineet	1) Biomassan tiivistäminen (densification) kuivaamalla (torrefaction) tai hiiltämällä 2) Jäännös sähkön ja/tai lämmön tuotantoon	Puu, vilja, kuiva kotitalousjäte, muu biohajoava jäte	
Bioetanoli	Sellulolyttisen biomassan monivaiheinen hajotus; sis. hydrolyysin ja fermentaation	Lignoselluloosa-biomassa: vehnän olki, maissin lehdet ja rangat, puu, energiapitoiset kasvit	
Biodiesel ja räätälöidyt biopolttoaineet (vety, metanoli, 2,5-dimetyyli-furaani, dimetyylieetteri, alkoholiseokset)	Vähän kosteutta sisältävien (alle 20%) biomassojen kaasutus tuottaa synteetikaasua (CO, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , hiilivetyjä), josta valmistetaan nestemäisiä polttoaineita ja peruskemikaaleja	Lignoselluloosa-biomassa: puu, olki, sekundääriraaka-aineet (muovijäte)	Fischer-Tropsch -synteesiä voidaan käyttää tuottamaan kemianteollisuuden raaka-aineita
Biodiesel, lentopolttoaineet, bioetanoli, biobutanoli	Bioreaktorit etanolin valmistukseen (voidaan yhdistää hiilidioksidin talteenotto voimalaitoksista) Transesterointi ja pyrolyysi biodieselin tuottamiseksi ja muita teknologioita on kehitteillä	Merien makrolevät ja lammikoissa tai bioreaktoreissa kasvatettavat mikrolevät	Proteiinipitoinen rehu, biopolymeerit, lannoitteet

### 2.3.2 Bioenergia projektit ja vaihteisto sovellutukset

Valmistuneita biovoimala projekteja [18]:

- Chilessä Planta Valdivia 61 MW valmistui vuonna 2004.
- Tanskassa 4 voimalaa Avedore 810MW valmistui vuonna 2001, Ensted 700MW valmistui vuonna 1997, Fyn 632MW valmistui vuonna 2010 , Studstrup 700MW valmistui vuonna 1968.
- Virossa tallinn 1MW valmistui vuonna 2001 ja Väo 25MW valmistui vuonna 2009 ja liettuassa voimala jonka teho on 11MW.
- Englannissa 8 voimalaa, joiden teho yhteensä 8000MW. Skotlannissa 3 voimalaa teholtaan yhteensä 4700MW ja Pohjois-Irlannissa 1 voimala teholtaan 520MW.
- Yhdysvalloissa 4 voimalaa 200MW edestä.
- Unkarissa 7 voimalaa yhteensä teholtaan 864MW.
- Iranissa 1 voimala teholtaan 1065MW.
- Ugandassa 3 voimalaa teholtaan 70MW
- Suomessa 2 voimalassa tehot 647MW.
- Englannissa 1 voimala teholtaan 100 MW valmistuu vuonna 2015.

Areva on rakentanut yli 100 bioenergiavoimalaitosta ympäri maailmaa, yhteensä yli 2650 MW. Rakennetut laitokset sijaitsevat Euroopassa, Pohjois- ja Etelä-Amerikassa ja Aasiassa, jossa se toimii tiiviissä yhteistyössä paikallisen teollisuuden kanssa . Lyhyessä ajassa on Areva bioenergiasta tullut luotettava bioenergia ratkaisujen toimittaja ja tehdyt hankkeet auttavat välttämään CO2 päästöjä . [15]

Areva tarjoaa täydellisen paketin suunnittelusta rakentamiseen. Brasiliaan Areva rakensi 11 biomassavoimalaa ja eukalyptus puuta käyttävien voimaloiden kapasiteetti on 380 MW. Näiden lisäksi 10 kappaletta sokeriruokovoimalaa on nykyaikaistettu ja kokonaisteho voimaloissa on 330 MW. Thaimaahan Areva on rakentanut 4 kappaletta 10 MW voimalaa, joiden polttoaineena on riisin akanat. [15]

Australiassa uusiutuvan energian käyttäminen on suosittua. Australian koillisosassa sijaitseva Pulse Energy yhtiö kehittää sähkövoimalaitoksia, jotka toimivat biomassalla. Voimaloiden polttoaineeksi sopivat kaikki polttoaineet sokeriruokosta kanankakkaan. Yhtiö on rakentanut Kiinaan kolmekymmentä biomassavoimalaa. Yhden voimalan teho on 10 MW. [16]

Amerikassa on 50 osavaltiosta 44 mukana bioenergia hankkeissa. Puuta saadaan kulumaan 296 eri projektissa 78,5 miljoonaa tonnia vuodessa. Vuoteen 2023 mennessä on tavoitteena nostaa kulutus 128,6 miljoonaan tonniin. Alle on listattu valmistettuja tai valmistumassa olevia isompia biovoimala projekteja maailmassa.[17]

## 2.4 FISSIO JA FUUSIOENERGIA.

### 2.4.1 Yleisesti

Ydinfysiikassa fissio on reaktio, jossa raskas atomiydin hajoaa kahdeksi pienemmäksi ytimeksi ja vapauttaa energiaa. Fuusioreaktiossa kevyet atomien ytimet yhdistetään raskaammaksi ytimeksi. Taulukko 2 on vertailtu Fissio ja Fuusioenergian ominaisuuksia. [19]

Taulukko 2. Fissioenergia vastaan fuusioenergia. (Lähde: Nuclear fission vs nuclear fusion 2013 [www.diffen.com] )

	<b>Fissio Energia</b>	<b>Fuusio Energia</b>
<b>Määritelmä</b>	Fissio halkaisee suuren atomin kahdeksi tai useammaksi atomiksi	Fuusio yhdistää kaksi tai useamman atomin suuremmaksi atomiksi.
<b>Luonnossa esiintyminen</b>	Fissio energia ei esiinny normaalisti luonnossa.	Fuusio energia esiintyy tähdissä.
<b>Reaktion sivutuotteina:</b>	Fissio energialla syntyy monia radioaktiivisia hiukkasia.	Fuusio energialla syntyy harvoin radioaktiivisia hiukkasia.
<b>Edellytykset</b>	Kriittinen ainemäärä sisällöltään ja nopea nopeuksiset neutronit tarvitaan.	Korkea tiheys, Korkean lämpötilan ympäristö tarvitaan.
<b>Energia vaatimus:</b>	Ottaa vähän energiaa kahden atomin halkaisussa.	Erittäin paljon energiaa kahden tai useamman protonin lähellä.
<b>Energian vapauttaminen:</b>	Energian vapautuminen miljoona kertaa suurempi kuin kemiallisessa reaktiossa.	Energian vapautuminen 3 tai 4 kertaa suurempi kuin fissio energialla.
<b>Ydin aseet:</b>	Atomipommi	Vetypommi

### 2.4.2 FissioEnergia

Ydinvoimaa on käytössä monessa eri käyttötarkoituksessa mm. sähköntuotannossa, varuustuotaimissa, laivoissa, vedenpuhdistuslaitoksissa ja sädehoitolaitteissa.

Ydinpolttoaineen suurella energiasisällöllä on mahdollista suurien energiamäärien tuottaminen pienillä materiaalivirroilla ja pitkäkestoisen energiantuotannon käyttäminen. [19]

Maailman primäärienergian tuotannosta noin 91 % tapahtuu polttamalla erilaisia polttoaineita. Ydinvoiman osuus on 6,3 % ja se on merkittävin päästöttömistä energianlähteistä maailmassa. Ydinvoiman käyttäminen vastaa energiasisällöltään yli seitsemän miljardin öljytonnin polttamista vuosittain. [19]

### **2.4.3 Fissioenergia projektit**

Maailman sähköstä tuotetaan ydinvoimalla noin 350000MW. Vuonna 2013 maailmalla rakennettiin uutta ydinvoimaa 51 maahan, joista 30 kpl oli täysin uusien ydinvoimaloiden rakentamista. [20]

### **2.4.4 Fuusioenergia**

Elämälle tärkeä ja sitä ylläpitävä auringon ja tähtien lämmöntuotto on osa fuusioreaktiota, eli uudesta keksinnöstä ei voida puhua. Sen sijaan Fuusiovoimalaitoksen tekninen toteutettavuus on vielä kehitysasteella. Energiatuotannossa fuusion käyttäminen on järkevää, koska se antaisi ratkaisun ihmiskunnan energiaongelmiin, koska sen polttoainetta deuteriumia on valtamerissä loputon määrä. Fuusioenergia on turvallisempaa kuin fissioenergia, koska siinä reaktion karkaaminen tai sydämen sulaminen ei ole mahdollista ja se on ympäristöystävällistä. Fuusioreaktorissa ei synny radioaktiivista jätettä ja mm. reaktorin sisäosien materiaalit ovat kierrätettävissä, koska ne ovat vähäaktiivista jätettä. [6]

### **2.4.5 Fuusio energia projektit**

Ranskan Provenceen rakennetaan maailman suurinta fuusioreaktoria, josta käytetään nimeä ITER ja sitä luonnehditaan maailman suurimmaksi tiedeprojektiksi maailmassa. ITER on kokeellinen ydinfuusioreaktori, joka tuottaa 50 megawatin ottoteholla 500 megawattia energiaa eli sen tuotto syötettyyn energiaan verrattuna on 10 kertainen. ITER pidetään välttämättömänä askeleena kaupallisen fuusioenergian syntymiseen. [21]

Puolet maailman valtioista on mukana ITER projektissa ja hinnaltaan se voi nousta 14,5 miljardiin euroon, mutta hintaan verrattuna saavutettava hyöty on merkittävä. Tässä ydinvoimassa ei ongelmana ole ydinjäte, vaikka radioaktiivisia aineita hieman syntyykin. Riskinä ei myöskään ole säteilyonnettomuus tai räjähdys, koska fuusioreaktio pyrkii sammumaan itsestään. Fuusioenergia on myös hiilivapaata ja reaktion polttoainetta on helposti saatavilla. Puoli kylpyammeellista vettä tai tietokoneen litium-akku riittävät pitkälle prosessissa ja näistä lähtöaineista syntyy 200 000 kilowattituntia sähköä. [21]

Tokamak-reaktorista, jota Provenceen rakennetaan, on tehty pienempiä versioita aikaisemminkin. Reaktorin rakentamisen täytyisi olla valmis vuonna 2022. Perustana fuusioreaktorissa on tyhjiöastia, jonka sisälle synnytetään yli 100 miljoonan asteen lämpö. [21]

Suomessa on päätetty keskittyä fuusioreaktorin huoltoon liittyvään erityisosaamiseen Tampereen teknillisen yliopiston ja VTT:n johdolla. Divertorista eli reaktorin nielusta on täysimittainen koelaite Tampereella, jonka huolto tulee järjestää kauko-ohjauksella. [21]

Vaihteistosovellutukset.

Ydinenergia aloilla on vaihteistoja ennen generaattoria käytössä vain vähän, koska höyryturbiini pyörittää generaattoria jo sellaisella nopeudella, ettei vaihdetta tarvita.

## **2.4.6 Ydinvoimajätteen loppusijoittaminen**

Käytetty ydinpolttoaine kierrätetään käsittelemällä se jälleenkäsittelylaitoksessa. Jälleenkäsittelyllä erotetaan jätteestä uraani ja plutonium kemiallisessa prosessissa ja niistä valmistetaan uutta ydinpolttoainetta. Jälleenkäsittelyllä ei ratkaista jäteongelmia, koska käsittelyssä jäljelle jäänyt korkea-aktiivinen jäteliemi täytyy kiinteyttää lasiin ja sijoittaa jonnekin. Yhtenä vaihtoehtona on käytetyn ydinpolttoaineen sijoittaminen suoraan loppusijoitus paikkaan ilman jälleenkäsittelyä kapseloituna rakennettuihin tiloihin syväälle kallioperään. Ennen ydinpolttoaineen suoraa loppusijoittamista käytettyä ydinpolttoainetta jäädytetään välivarastoissa usean vuosikymmenen ajan. [22]

Pääasiassa ydinjätteitä on kertynyt ydinase ja ydinenergiatuotannosta. Maailmanlaajuisesti ydinvoimalaitosten käytettyä polttoainetta on noin 250 000 uraanitonnia vastaava määrä ja ydinasetuotannossa kertyneiden korkea-aktiivisten jälleenkäsittelyjätteiden määrä on miljoonaa kuutiometriä. Loppusijoittamista toteuttamiseksi useilla mailla on pitkän tähtäyksen tutkimus- ja kehitysohjelmia. Tällä hetkellä muutamalla maalla on selkeät tavoitteet loppusijoituksen toimeenpanemiseksi. Alle on listattu maita missä loppusijoitusprojektit ovat käynnissä [23]:

- Suomessa loppusijoituslaitos on tarkoitus ottaa käyttöön noin vuonna 2020
- Ruotsissa rakentamislupahakemus tuli käsittelyyn 2011 ja loppusijoitus on tarkoitus aloittaa 2020-luvun loppupuolella.
- Ranskassa päätös loppusijoituslaitoksen rakentamisesta tehdään vuonna 2015 ja laitos valmistuisi käyttöön vuonna 2025
- Yhdysvalloissa on jätetty lupahakemus loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi Nevadassa sijaitsevaan Yucca vuoreen.
- Saksassa tutkittiin jätteiden loppusijoitusta vuoteen 2000 asti. Rakentamislupahakemus on määrä saavuttaa vuoteen 2017 mennessä.

## **2.5 GEOTERMINEN ENERGIA.**

### **2.5.1 Yleisesti**

Geoterminen energia on maan sisältä tulevaa lämpöä eli puhutaan geotermisestä lämmöstä. Maalämpöön verrattuna, joka on maaperässä auringon lämmöstä syntyvää maan sisäistä lämpöä, on geoterminen lämpö peräisin maan sisuksista radioaktiivisten hajoamisten aiheuttamaa lämpöenergiaa. Tämä lämpö johtuu lämpönä maassa kuoren ylempiin kerroksiin. [7]

Geotermistä energian hyödyntämistä voidaan tehdä kahdella tavalla eli käytetään kuumien lähteiden vettä ja lämpöenergiaa energiatuotannossa sellaisenaan tai porataan syviä kanavia maaperään, joissa kierrätetään kuumaa vettä maanalaisesta nestevarastosta tai pumpatun veden käyttäminen kanavassa missä vesi muuttuu lämpöiseksi. Lämpö on suoraan käytettävissä lämmityksessä tai sähköntuotannossa. [7]



Islannissa geoterminen energiaa on käytössä runsaasti ja sitä hyödynnetään paljon muuallakin, mutta silloin maahan tarvitsee porata paljon pidemmät kanavat, jopa kilometrien syvyyteen. Ruotsin Lundissa on porattu 800 m syviä kanavia, mistä saadaan 21 celsiusasteista vettä eli mitä syvemmälle on kanava, sitä lämpimämpää on vesi. [7]

## **2.5.2 Geotermisiä energia projekteja ja vaihteisto sovellutukset.**

Geotermisiä laitoksia on rakennettu maailmalle 10790 MW edestä, joista määrällisesti eniten on tehty Yhdysvaltoihin, Meksikoon, Islantiin ja Filippiineille. Maailmalle ollaan rakentamassa geotermisiä voimalaitoksia 500 MW edestä lisää. [7]

Vaihteistosovellutukset.

Geotermisestä energiasta löytyi lähteitä, joissa 30 MW geotermisessä voimalaitoksessa turbiini pyörittää vaihdetta ennen generaattoria. Laitoksessa on useampia vaihteita ennen generaattoreita. Geoterminen energia on käytössä useassa kymmenessä maassa ja uusia ollaan rakentamassa koko ajan. Geotermisissä laitoksissa käytetään vaihteita paljon, koska maan sisältä tuleva lämpö ei jaksaa pyörittää generaattoreita tarpeeksi ilman vaihdetta. Yhdessä laitoksessa tarvitaan useampia vaihteita pyörittämään generaattoreita.

## **2.6 TUULIENERGIA.**

### **2.6.1 Yleisesti**

Tuulivoima on uusiutuvaa energiaa. Tuuli liikuttaa tuulivoimalan lapoja, jotka lähtevät pyörimään ja pyörimisliike muutetaan sähköksi generaattorissa. Tuulivoiman tuotantonnota ei synny päästöjä ilmaan, veteen tai maahan. [7]

Moventaksella on valmistettu vaakamallisia normaali rakenteella olevia turbiinien planeetta ja lieriövaihteistoja. Tässä työssä tutkitaan myös muun rakenteisia tuulivoimala rakenteita ja niissä käytettäviä vaihteistoja.

Tuulivoimalan pyörittävä momentti syntyy kolmella eri tavalla [24]:

1. Nostovoima ja vastus (Savonius, Windside ja Jaspira),
2. Vastuserosta siipien välissä (Kuppiroottori)
3. Lavan nostovoima esim. lentokoneen siipi

### **2.6.2 Eri rakennetyypillä toimivat tuulivoimalat.**

Vaaka-akseliset:

- etutuulipotkuri
- takatuulipotkuri

Pystyakseliset:

- Savonius
- Darreius
- Kuppiroottori

Potkurikäyttöiset tuulivoimalat

Potkurikäyttöistä voimalaa kutsutaan myös vaaka-akseliseksi voimalaksi. Merkittävimpänä etuna on sen peittävyys omaan pinta-alaansa verrattaessa ja sen tehontuottokyky rakennepainoonsa nähden on huomattava. Potkurin pyörimisnopeus on pieni ja sen takia tarvitaan generaattorin ja potkurin väliin vaihde. [24]

Savonius-turbiini

Savonius turbiinin kehitti ja patentoi suomalainen Savoniusen 1930-luvulla. Savonius turbiini on pystyakselinen tuuliturbiini, jonka etuina ovat [24]:

- Kohtuullinen hyötysuhde
- Hyvä vääntömomentti alhaisilla kierroksilla.
- Tuulen suunnan vaihtelu ei tarvitse turbiinin kääntämistä toiseen suuntaan.

Savonius turbiinin haittoja ovat [24]:

- Käynnistys- ja pyöritysmomentti on turbiinin asennosta tuulen suhteen.
- Käynnissä on nykimistä kierroksien aikana tuulen vaihtelusta johtuen.
- Pyöritysmomentti vaihtelee siiven eri asennoissa

Vastuserolla toimivat voimalat

Vastuserolla toimivissa tuulivoimaloissa turbiini on pyörivä kehä ja akseli on tuulta vastaan kohtisuorassa. Kehälle sijoitetut kupit, siipi pussit tai muut laitteet, on tehty tehokkaasti vastustamaan tuulta pyörimiskehän toiselle sivulle ja tehdä paluu huomaamattomasti vähin vastuksin alkuasentoon tuulen yläpuolelle. [24]

Kuppianemometri

Kuppianemometri soveltuu hyvin ilman nopeuden mittaukseen, koska sen toimintaan eivät vaikuta äkilliset muutokset tuulen suunnassa. Nopeusmittauksissa on pieni akselikitka tärkeää, eli anemometri on tehty pyörimään mahdollisimman vapaasti ja seuraamaan tuulen nopeuden muutoksia herkästi eikä tuottamaan tehoa. Myös vaihtelevissa tuulissa ja vapaassa pyörimisessä pyörimisnopeus seuraa tuulen nopeutta kohtalaisen tarkasti.[24]

Aerodynaamisesti toimivat turbiinit

Aerodynaamisesti toimivassa turbiinissa siipiin kohdistuva voima syntyy ilman aikaan saamasta nosteesta, joka on kohtisuorassa virtausta vastaan. Minkä mallinen on siiven profiili ja mitä nopeampi on ilman virtaus siiven ohitse kasvaa nostovoimakin isommaksi, niin siiven pyörimisliike ilmavirrassa lisää suhteellista nopeutta. Tällaisissa turbiineissa kehänopeus on suurempi kuin vapaan ilman nopeus eli siipi toimii kuin lentokoneen siipi tai purje. [24]

## Windside-turbiini "Tuuliruuvi"

Windside-turbiini on suomalaisen Windside Oy:n patentoima parannettu versio Savonius-turbiinista. Savoniukseen verrattuna Windsidestä on poistettu käynnin epätasaisuus ongelmat tuuliruuvilla sekä käynnistysmomentti ongelmat. Turbiiniin on kehitetty generaattori, joka Windside-turbiinin kanssa ei tarvitse erillistä ylennysvaihdetta. Ratkaisulla sähköä voidaan tuottaa myös hyvin pienistä tuulista, mikä tukee turbiinin käyttöä akkujen lataukseen. [24]

## Pysty akselinen tuuliturbiini

Jyväskyläläinen Matti Nurmi on kehittänyt ratkaisua tuulivoimaloiden energiatuotannon tehostamiseen. Ongelmana nykyisissä tuuliturbiineissa on ettei niiden tehoa voida kaksinkertaistaa, koska kun siiven pituutta lisätään, muuttuu siivenkärkien kehänopeus liian suureksi. Nurmin ratkaisu ongelmaan on ylöspäin avautuvaa kartiopinta, jonka ympärillä pysty akselisen turbiinin siivet kiertävät. Nämä muutokset mahdollistavat 10 MW teholuokkaan siirtymisen nykyisistä 4-5 MW turbiineista. Yksityistalouksiin soveltuva mallia on kehitetty yhdessä Jyväskylän yliopiston tieteellisen laskennan laboratorion kanssa. [25]

### **2.6.3 Hydraulimoottori tuulivoimala**

Hydraulimoottori on kone tai nestevoimansiirron osa joka muuntaa hydraulinesteen paine-energian mekaaniseksi työksi. Yleensä hydraulimoottori tekee työtä pyörivään akseliin, joka voi pyöriä rajoittamattoman määrän yhteen tai kahteen suuntaan. Järjestelmän etu on voimansiirto joustavilla nestepaineletkuilla painavien ja suorita linjoja vaativien voimansiirtoakselien sijaan.[26]

## 2.6.4 Muut tuulivoima-alat

Kääntökehien valmistaminen ja lapakulmien säätö

Tuulivoimalan konehuoneen oikeaan suuntaan kääntämiseen tarvitaan tukevaa kääntökehää. Kääntökehän tarkoitus on yhdistää konetila sekä torni toisiinsa, ja roottorin kääntyminen tuulen suunnassa. Taotuissa rengasaihioissa on 3–9 metrin halkaisija. Kolmella pienemmällä kääntökehällä on yhdistetty turbiinin lavat napaan, ja niitä säätämällä saadaan lapakulma oikeaksi parhaan tehon saamiseksi. Lisäksi on tehty merelle tuulivoimaloille kelluvia alustoja ja niihin kääntökehiä. Niitä valmistavat Green Ocean Energy ja Marine energy system nimiset yhtiöt. [27]

Pientuuli voimalat

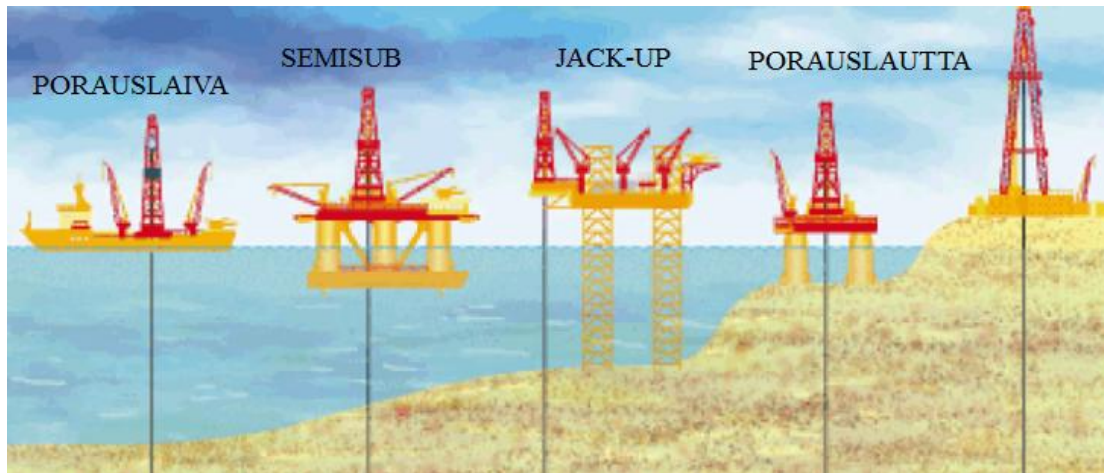
Pienempien tuulivoimaloiden teho on 20 – 100 kW ja napakorkeus on noin 20 metriä.

Paikkoja, joissa näitä käytetään ovat maatilat, saaret ja osittain teollisuus.

Keskikokoisten voimaloiden teho on 100 – 1000 kW ja napakorkeus noin 40 metriä. Niitä käyttää maatilat, teollisuus sekä kaupallinen sähköntuotanto. Isojen tuulivoimaloiden teho on yli 1 MW ja napakorkeus on yli 70 metriä. Käyttökohteet ovat ensisijaisesti kaupallisessa sähköntuotannossa. [28]

Jack-upit, Semisubit, vinssit ja nosturit.

Myös aloilla, jotka vaikuttavat tuulivoima-alaan epäsuorasti esim. tuulivoimaloiden pystytys merelle, tarvitaan paljon vaihteita. Jack-up lautat ovat laivoja, jotka liikkuvat merellä tukijalat ylhäällä kuin normaalit laivat. Kun Jack-upit alkavat tuulivoimalan pystytykseen, öljyn poraukseen tai haaksi rikkoutuneen laivan nostamiseen niin jalat lasketaan merenpohjaan. Jack-uppien kaikissa jaloissa tarvitaan oma vaihde. Lisäksi semi-subeissa, lautoissa, laivoissa ja satamissa on vinssijä ja nostureissa tarvitaan vaihteita. Rami Luoma-Aho on tehnyt aiheesta hyvän Moventas esityksen. Kuvassa 2 seuraavalla sivulla on esitetty erilaisten öljynporaukseen käytettävien lauttojen ja laivojen rakenteet sekä toiminta. [29]



Kuva 2. Rami luoma-ahon esitys (Muokattu lähteen pohjalta: Moventas 2009 [Moventas yleisesitys])

### 2.6.5 Tuulienergia projektit ja vaihteisto sovellukset.

Maailmanlaajuinen tuulivoiman kapasiteetti oli vuoden 2012 lopussa 282,5 GW. Vuoden 2012 aikana tuli uutta tuulivoimakapasiteettiä 44,7 GW lisää. [30] Tuulivoimalla tuotetaan yli prosentti maailman sähköntuotannosta ja Euroopan sähköntuotannosta 3 %. Tanskassa tuotanto on 20 % maan sähköstä. Maailmanlaajuinen teoreettinen tuotantopotentiaali on energiankulutukseen 15-kertainen. Alla on listattu pystytys- ja suunnitteluvaiheessa olevat onshore ja offshore tuulipuistot. [31]

Pystytysvaiheessa olevat onshore tuulipuistot [32]:

- Altamont Pass Wind Farm Yhdysvallat California 576 MW
- Gansu Wind Farm China Gansu 5,160 MW
- Jaisalmer Wind Park India Rajasthan 1,064 MW
- Altamont Pass Wind Farm Yhdysvallat California 576 MW
- Gansu Wind Farm China Gansu 5,160 MW
- Jaisalmer Wind Park India Rajasthan 1,064 MW
- Lower Snake River Wind Project Yhdysvallat Washington 343 MW
- Macarthur Wind Farm Australia Victoria 420MW
- Milford Wind Corridor Project Yhdysvallat Utah 203 MW
- San Gorgonio Pass Wind Farm Yhdysvallat California 615 MW
- Shepherds Flat Wind Farm Yhdysvallat Oregon 845 MW
- Tehachapi Pass Wind Farm Yhdysvallat California 705 MW

Suunnitteluvaiheessa olevat onshore tuulipuistot:

- Aubanel Wind Project Mexico Baja California 1000 MW
- Castle Hill Wind Farm New Zealand North Island 860 MW
- Nobrogea Wind farm EU Dobrogea 1500 MW
- Hartland Wind Farm Yhdysvallat North Dakota 500-1000 MW
- Markbygden Wind Farm EU Markbygden 4000 MW
- Silverton Wind Farm Australia New South Wales 1000 MW
- Titan Wind Project Yhdysvallat South Dakota 5050 MW

Pystytysvaiheessa olevat offshore tuulipuistot. (10 suurinta):

- Gwynty Mör Englanti (2014) 576MW Siemens SWT-3.6-107
- Trianel Borkum West 2 Saksa (2013-2015) 400MW Areva M5000
- Global tech 1 Saksa (2013) 400MW Areva M5000
- West of Duddon Sands Englanti (2014) 389MW Siemens SWT-3.6-120
- Nordsee Ost Saksa (2014) 295MW Repower 6M
- Meerwind Sud&Ost Saksa (2013) 288MW Siemens SWT-3.6-120
- Dan Tysk Saksa (2014) 288MW Siemens SWT-3.6-120
- EnBW Baltic 2 (2014) 288MW Siemens SWT-3.6-120
- Amrumbank West (2015) 288MW Siemens SWT-3.6-120
- Borkum Riffgrund 1(2015) 277MW Siemens SWT-3.6-120

Suunnitteluvaiheessa olevat offshore tuulipuistot:

- Blekinge Offshore Ruotsi 2500MW
- Korea offshore Etelä-korea 2500MW
- Moray Firth Englanti 1300MW
- Creyke Beck A-B Englanti 2400MW
- East Anglia Englanti 1200MW
- Irish Sea Englanti 1200MW
- Teesside A-B Englanti 2400MW
- Triton Knoll Englanti 1200MW
- Bristol Channel Englanti 1000MW
- Fukushima farm Japani 1000MW
- Hornsea Englanti 1000MW
- Vindeby Tanska
- Beatrice Englanti
- Hywind Norway

Vaihteistosovellutukset.

Tuulivoimala-alalla vaihteita käytetään suurimmassa osassa tuuliturbiineista ja pienessä osassa tuuliturbiineissa ei ole vaihdetta ollenkaan.

Moventaksella vaihteistoihin tehtävät komponentit lieriöosa, iso ja pieni planeettapyörästä. Yleensä yksi vaihde koostuu näistä kaikista osista.

## **2.7 VESITEKNOLOGIA**

### **2.7.1 Yleisesti**

Vesiteknologia on tämän hetken nopeimmin kasvava ala maailmassa. Puhtaasta vedestä on tulossa olemaan puutetta ja sen tuottaminen on teknologinen haaste, jossa on paljon liiketoimintamahdollisuuksia. Puhdasta makeaa vettä on tällä hetkellä maailmassa käytettävissä 4500 miljardia kuutiometriä, kun makean veden kulutus on 4600 miljardia kuutiometriä vuodessa. [33]



Vuonna 2030 juomaveden tarve on jo 6900 miljardiin kuutiometriä eli veden tuottamiseen täytyy tehdä merkittäviä teknologisia ratkaisuja. Makeata pintavettä, jota ihminen voi käyttää suoraan, on maailmassa 0,007 prosenttia. [33]

Maailman ilmatieteellinen järjestö (WMO) raportissa on koottu syitä ja seurauksia ilmastonmuutoksen sekä kuivuuden ongelmiin [34]:

- ilmastonmuutokset lisäävät kuivuusjakson kestoa ja voimakkuutta.
- Kuivuudella on vaikutus ruuantuotantoon, vesivarastoihin, terveyteen ja energiantuotantoon.
- Kesän 2013 kuivuus on koetellut Intiaa.
- Sadevesien keräämistä suositellaan.

Ongelmista selviää että vesiteknologialle on kova kysyntä tulevaisuudessa.

## **2.7.2 Veden pumppaaminen**

Pumppuvoimalaitosta käytetään yleensä sähköverkon säätötarpeisiin. Vesivoimalaitoksissa alhaisella sähköntarpeella tai halvalla sähköllä vettä pumpataan yleensä yöllä, voimalan yläpuolisiin altaisiin. Veden laskeminen tapahtuu korkealla sähkön hinnalla tai suurimman sähkönvajauksen aikana, yleensä päivällä voimalan kautta. [35] Toinen alue, jossa veden pumppausta käytetään, on kaupungit kaukana vesistöistä, jossa ei ole omaa kunnollista vesistöä esim. aavikot. Kuivilla alueilla myös maanviljelijät tarvitsevat vettä kastelujärjestelmiinsä. Vesilinja kaupunkiin voi olla satoja kilometrejä pitkä ja varustettu monella pumppaus asemalla.

## **2.7.3 Veden puhdistus**

Jätevedessä on suuri määrä kiintoainetta sekä kuitumaista ainetta. Veden puhdistusjärjestelmissä onkin pelkona järjestelmien tukkeutuminen tai liettyminen. Näiden syiden takia jäteveden pumppaaminen on erittäin vaikeaa. Jätevesipumppaamoissa ja niiden rakentamisessa on otettava huomioon suuri määrä asioita kuten paineiskut, altaiden muodot, pyörteet ja lietteen pois saaminen pumppaamoista, koska pumppaamoiden toiminta on katkonaista. Pumppaamot pysähtyvät ja käynnistyvät vähän väliä. [36]

Pumppaamoiden energiakulutus on otettava huomioon, koska ne ovat pitkäikäisiä ja kustannukset muodostuvat paljon juuri energiasta. Pumppujen täytyy olla korkealuokkaisia, tukkeutumattomia pumppuja, joissa on hyvä hyötysuhde pumppauksien aikana.

Potkuripumput on suunniteltu suurille nestemäärille, aina 5000 l/s saakka. Pumppaamon oikealla suunnittelulla vältetään tukkeutumisesta, liettymisestä sekä ongelmat käytön suhteen. [36]

#### **2.7.4 Vesivoima**

Vesivoimassa veden liike muutetaan hyödyllisempään muotoon. Vesivoima on uusiutuvan energian tuotantomuoto, jossa veden potentiaalienergiaa hyödyntämällä vesivoimalat tuottavat liike-energialla sähköä. Vesivoima ja tuli ovat vanhimpia tunnettuja energian tuottamisen tapoja. Auringon haihduttama vesi meristä ja vesistöistä kerääntyy pilviin, josta se vesisateina kerääntyy merenpinnan yläpuolelle sisävesistöihin. [37]

Koskien ja putouksien virtaavassa vedessä on potentiaalienergiaa, joka muutetaan liike-energiaksi ja sitä on käytetty mekaanisen työn tekemiseen jo 1800-luvulta lähtien.

Vesivoimalla pyörivät vesipyörät ovat olleet olemassa jo tuhansia vuosia ja niitä käytetään puusahoilla, maanviljelyssä, myllyissä ja tekstiilien valmistuksessa. [37]

#### **2.7.5 Vesi teknologia projektit ja vaihteisto sovellukset**

Veden pumppaus.

ABB toimittaa vedenpumppausmoottoreita, joissa pienimmät toimitettavat moottorit olivat neljän megawatin tehoisia ja paino 52 000 kiloa.

Suurimmalle tilaukselle painoa kertyi yli 150 tonnia ja siihen sisältyi viisi 30 megawatista pumppumoottoria, joiden koko vastaa suomalaisen rantasaunan kokoa.

Pystypumppumoottoreilla saadaan pumpattua erittäin suuri määrä vettä kuiville alueille.

Kolmen pumppumoottorin tuotto on 75000 litraa makeaa vettä sekunnissa. Seuraavassa on ABB:n pystypumppumoottoreiden tietoja [39]:

- Tyypiltään on tahtimoottori pystyyn asennettuna
- Toimitukset alkoivat vuonna 2008
- Tarkoituksena keinokasteluprojektit Intiassa
- Jäähdytyksenä ilma-vesi-jäähdytys

Maailmassa on käytössä pumppuvoimalaitoksia noin 90 GW, mikä on noin 3 % maailman sähköntuotannosta. Maailmalla suurimpien pumppuvoima laitoksien tuotantoteho on noin 3000 MW. Euroopasta yli tuhannen MW laitoksia on mm. Moskovan alueella, jonka teho on 2040 MW. [38]

Kemira ja VTT ovat perustaneet yhdessä Center of Water Efficiency Excellencen eli SWEET - vesitutkimuskeskuksen, joka kokoaa yhteen suomalaista vesiosaamista. Tutkimiseen käytetään rahaa 120 milj.euroa seuraavan neljän vuoden aikana ja keskuksessa työskentelee 200 henkilöä. Tarkoituksena on tuottaa teknologiaa ja ratkaisuja, joita on listattu seuraavaksi [40]:

- Paljon vettä käytävillä teollisuudenaloille
- Maailmanlaajuiseen vesipulaan
- Kasvattaa Suomeen ainutlaatuista uutta vesiosaamista.
- Tavoitteeksi on myös laitettu jatkoinvestoinnit pilotti- ja demohankkeisiin.

Kemira on yksi johtavia vesikemian yhtiöitä maailmalla ja sillä on toimintaa 40 maassa. Kemiralla on vuosikymmenien kokemus vesiteknologiasta ja teknologiaa erilaisiin vedenkäsittely prosesseihin. Kemira yhdistää erilaisia teknologioita ja asiantuntemusta eri aloille, jotka auttavat huipputeknologian luomisessa ja niitä voidaan hyödyntää veden puhdistuksessa, kierrätyksessä, monitoroinnissa ja prosessivesien käsittelyssä.

VTT on kehittänyt uusia ratkaisuja kaivos- ja kaatopaikkavesien sekä pilaantuneiden pohjavesien käsittelyyn ja hallintaan. Seuraavalla sivulla on listattu pystytysvaiheessa olevat tehoiltaan perinteiset ja juoksevat suuret vesivoimalat. [40]

Pystytys vaiheessa olevat perinteiset vesivoimalat [41]:

Xiluodu Dam Kiina 12600 MW (2015)  
 Belo Monte Dam Brasilia 11181 MW (2015)  
 Siang Upper He Project India 11000 MW (2024)  
 TaSang Dam Burma 7110 MW (2022)  
 Xiangjiaba Dam Kiina 6400 MW (2015)  
 Grand Ethiopian Renaissance Dam Etiopia 6000 MW (2017)  
 Jinping 2 Hydropower Station Kiina 4800 MW (2014)  
 Diamer-Bhasha Dam Pakistan 4500 MW (2023)  
 Jinping 1 Hydropower Station Kiina 3600 MW (2014)  
 Jirau Dam Brasilia 3300 MW (2013)  
 Guanyinyan Dam Kiina 3000 MW (2015)  
 Lianghekou Dam Kiina 3000 MW (2015)  
 Dagangshan Dam Kiina 2600 MW (2014)  
 Liyuan Dam Kiina 2400 MW (2013)  
 Tocoma Dam Bolívar State Venetsuela 2160 MW (2014)  
 Ludila Dam Kiina 2100 MW (2015)  
 Shuangjiangkou Dam 2000 MW (2018)  
 Ahai Dam Kiina 2000 MW (2015)  
 Teles Pires Dam Brasilia 1820 MW (2015)  
 Lower Subansiri Dam Intia 2000 MW (2014)

Pystytys vaiheessa olevat juoksevat vesivoimalat [41]:

Angu Hydropower Station Kiina 772 MW (2015)  
 Jirau Dam Brasilia 3750 MW (2016)  
 Kishanganga Hydroelectric Plant Intia 330 MW (2016)  
 Maheshwar Hydropower Plant Intia 400 MW (2013)  
 Neelum–Jhelum Hydropower Plant Pakistan 969 MW (2016)  
 Pankou Hydropower Station Kiina 513 MW (2012)  
 Rampur Hydropower Station Intia 412 MW (2014)  
 Shringar Hydropower Station Intia 330 MW (2013)  
 Zhentouba Hydropower Station Kiina 720 MW (2014)

## Vaihteistosovellukset

Kaikissa vesivoimaloissa ei ole vaihdetta ollenkaan eli turbiini pyörii generaattorille tarpeeksi. Osassa malleja kumminkin käytetään vaihteita ja huoltotöissä vaihteisiin törmää useasti.

## 2.8 VUOROVESIENERGIA

### 2.8.1 Yleisesti

Vuorovesienergia on yksi vanhimmista ihmisen käyttämistä energia muodoista. Vuorovesi myllyt olivat jo käytössä Espanjan, Ranskan ja Britannian rannikolla, vuonna 787 jKr. Vuorovesimyllyt toimivat lampiin varastoidulla vedellä, jotka täytettiin vuorovedellä ja vesi pyöritti vesipyörää. Vuorovettä käytettiin tuottamaan mekaanista voimaa tehtaille viljan tuotantoon. Vuoroveden etuja ovat että se on saasteeton, luotettava ja vettä voidaan varastoida patoihin. [42]

Moderni kehitys turbiini teknologiassa voi johtaa siihen että suuria määriä sähköä saadaan merestä, etenkin vuorovesivirroista, mutta myös suuria lämpölähteitä kuten Golf-virtaa tullaan vielä hyödyntämään. Vuorovesi- turbiinit, voidaan sijoittaa alueilla, joilla on luonnollista vuoroveden virtausta ja ne ovat keskittyneet esim. Kanadan, Gibraltarin salmen, Bosporinsalmen ja usealle alueelle Kaakkois-Aasiassa ja Australiassa. Tällaisia virtoja esiintyy lähes kaikkialla, missä sisäänkäynnit on lahtia tai jokia, joissa on ahtaat sisääntulo lahdet, joissa veden virtaukset ovat keskittyneet. [42]

Erona tuuliturbiineihin vedenalaiset vuorovesiturbiinit eivät välillä pysähdy, vaan ne pyörivät merivirran vaikutuksesta jatkuvasti. Toisin kuin tuuli ja aallot, vuoroveden virtaukset ovat täysin ennustettavissa. Seuraavaksi on listaa vuorovesi energian hyödyntämisestä eri keinoin. [42]

Vuorovesi energiaa voidaan hyödyntää monella tavalla:

- \* Rakentamalla patoja suistoihin korkean vuoroveden alueella.
- \* Hyödyntämällä vesiturbiineilla vuorovesi virtaa.
- \* Hyödyntämällä siltarakenteita.

## **2.8.2 Vuorovesipadot**

Vuorovesipadot on rakennettu vesistöjen suistoihin, jossa vuorovesi lasketaan patoihin tehtyjen turbiineiden läpi. Useimmat nykyaikaiset vuorovesipadot ovat hydrauliturbiineita. Haittana vuorovesienergiassa on sen alhainen käyttöaste ilman veden varastointia, ja sen tarve kysynnän ruuhka-aikoina, koska sen toiminta perustuu 12,5 tunnin vuorovesi sykliin. Koko maailmassa mahdollinen valtamerien vuorovesienergian määrä on arvioitu olevan noin 64000 MW. [42]

## **2.8.3 Vuorovesiturbiinit**

Vuorovesiturbiineja hyödynnetään käyttämällä turbiineja vedenalaisina laitteina ja laitteet ovat samannäköisiä kuin tuuliturbiinit, mutta niiden siivet ovat paljon lyhyemmät. Laitteita on monenlaisia ja osa niistä lasketaan meren pohjaan jalustan kanssa ja huollossa ne nostetaan jalustan kanssa ylös huoltolaivaan. Toisissa malleissa laite nousee merenpohjasta ylös pinnalle teleskooppi putkella ja eräissä malleissa turbiinit ovat putkirakenteessa kiinni kokoajan, jolla laite nostetaan huoltoon meren pinnalle. [43]

## **2.8.4 Siltarakenteet**

Siltarakenteissa hyödynnetään siltoja, joihin on tehtyvuorovesi virroille useampia samankokoisia turbiineja, joita vuorovesivirrat pyörittää meren pinnan alla tai turbiineita jotka ovat pystyssä ja niiden vaihteisto ja generaattori on meren pinnan yläpuolella. [43]

## 2.8.5 Vuorovesi energia projektit ja vaihteisto sovellutukset

Seuraavaksi on listattu rakennetut, rakenteilla ja rakenteille tulevat vuorovesipato projektit.

Rakennetut vuorovesipatoprojektit. [43]:

- Annapolis Royal Generating Station Kanadaan 20 MW (1984)
- Jiangxia Tidal Power Station Kiinaan 3.2 MW (1980)
- Kislaya Guba Tidal Power Station Venäjälle 1.7 MW (1968)
- Rance Tidal Power Station 2 Ranskaan 240 MW (1966)
- Sihwa Lake Tidal Power Station Etelä koreaan 254 MW(2011)
- Strangford Lough SeaGen englantiin 1.2 MW (2008)
- Uldolmok Tidal Power Station 1.5 MW (2009)

Rakenteilla olevat projektit:

- Incheon Tidal Power Station Etelä koreaan 1320 MW (2017)

Rakenteille tulevat projektit [43]:

- Garorim Bay Tidal Power Station Etelä koreaan 520 MW
- Severn Barrage Englantiin 8640 MW
- Tugurskaya Tidal Power Plant Venäjälle 3640 MW
- Mezenskaya Tidal Power Plant Venäjälle 8000-12000 MW
- Penzhin Tidal Power Plant Project Venäjälle 87100 MW
- Skerries Tidal Farm Englantiin 10.5 MW (2011)
- Swansea Bay Tidal Lagoon Englantiin 300 MW
- Dalupiri Blue Energy Project Philipiineille 2200 MW
- Gulf of Kutch Project Intiassa 50MW

## Vuorovesiturbiini projektit

Scottish Power Renewables aikoo ottaa käyttöön kymmenen 1MW HS1000 laitteita, jotka Hammerfest Strom rakentaa Sound of Islaylle. RWE:n yhteistyössä Marine Current Turbines kanssa rakentaa vuorovesi puiston SeaGen turbiineille rannikolle Angleseyhin Walesissa. Marraskuussa 2007 brittiläinen yhtiö Lunar Energy ilmoitti yhdessä E.ON kanssa, että ne rakentavat maailman ensimmäisen syvänmeren vuorovesienergia puiston rannikolle Pembrokshiressa Walesissa. Sen on määrä tarjota sähköä 5000 kotiin. Kahdeksan vedenalaista turbiinia, kukin 25 metriä pitkä ja 15 metriä korkea asennetaan meren pohjaan St Davidin niemimaalla. [43]

British Columbia Tidal Energy Corp. aikoo rakentaa ainakin kolme 1,2 MW turbiinia Campbell Riverille tai rannikolle British Columbiaan .Alderney Renewable Energy suunnittelee tuottavansa vuoroveden turbiineja Alderneylla Kanaalisaarilla. On arvioitu, että jopa 3 GW voitaisiin tuottaa. Nova Scotia Power on tilannut Open Hydron turbiineja vuorovesienergian pilotti hankkeeseen. Seuraavassa on listattu suunnitteilla olevia paikkoja vuorovesi turbiini puistoille. [43]

Suunnitteilla olevia paikkoja vuorovesi turbiini puistoille:

- Pembrokeshire ja Wales
- Severn-joki välillä Wales ja Englanti
- Cook Strait Uudessa-Seelannissa
- Kaipara Harbour Uudessa-Seelannissa
- Bay of Fundy Kanadassa.
- East River Yhdysvalloissa
- Golden Gate San Francisco
- Piscataqua joki New Hampshire
- Race of Alderney ja Swinge Kanaalisaarilla
- Sound of Islay, välillä Islay ja Jura Skotlannissa
- Pentland Firth välillä Caithness ja Orkney Islands, Skotlanti
- Humboldt County, Kaliforniassa Yhdysvalloissa
- Columbia, Oregonissa Yhdysvalloissa



## **3. UUDET KASVUNLÄHTEET : TEOLLISUUDENALAT.**

### **3.1 ÖLJYTEOLLISUUS**

#### **3.1.1 Yleisesti**

Nykyisistä tunnetuista öljyvaroista puolet sijaitsee Lähi-idässä, mutta myös Etelä- ja Keski-Amerikassa sekä Venäjällä on huomattavia öljyvarantoja. Suurien öljyvaltioiden joukkoon on nousemassa myös Brasilia, jonka rannikolta on löytynyt mittavia syvänmeren öljyesiintymiä. Euroopassa tärkeä öljyntuotantoalue on Pohjanmeri ja Norjanmeri. [44]

Öljyhiekka esiintymiä on merkittävästi Kanadassa. Kehittynyt öljyn etsintä- ja tuotantoteknologia mahdollistaa öljyn löytymisen aivan uusista paikoista maapalloa. Etelä- ja Keski Amerikan sekä Afrikan rannikoilta on öljyesiintymiä löytynyt merien pohjasta yli 10 000 metrin syvyydestä. Venäjällä on tehty uusia öljylöytöjä mm. arktisilla alueilla. [44]

Öljy kuuluu fossiilisiin polttoaineisiin, jotka ovat syntyneet kasveista ja eloperäisistä polttoaineista maankuoren korkeassa paineessa lämmön vaikutuksessa. Prosessiin on kulunut miljoonia vuosia, jonka aikana öljy on muodostunut kallioperään taskuihin . Öljyn käyttäminen polttoaineena on alkanut jo 1800-luvun lopulla ja suurin osa Suomessa öljystä jalostetaan bensiiniksi, dieseliksi, lentokoneiden polttoaineeksi ja kolmasosa lämmitys öljyksi. Raskasta ja kevyttä polttoöljyä on käytössä voimalaitoksissa. Maailmanlaajuisesti öljyn kokonaiskäytön ennusteet ovat kasvamaan päin ja kasvu johtuukin liikennepolttoaineiden käytön lisäyksestä. Nykykulutuksella öljyvarantoja riittää 40 vuodeksi. [45]

#### **3.1.2 Liuskeöljy ja kaasu**

Liuskeöljyllä tarkoitetaan öljy- ja kaasuliuskeesta tuotettavia keveitä nestemäisiä hiilivetyjä ja sen englanninkielinen nimi on shale oil. Liuskeöljyä tuotetaan vaakasuoralla porauksella ja vesimurroksella (*eng. frackin*). Tuotantoa tehdään monissa esiintymissä yhteistuotantona liuskekaasun kanssa. Vesimurrostekniikka murtaa kahden kilometrin syvyydessä veden, hiekan, kemikaalien ja kovan paineen avulla öljyliuskeen tai hiekkakiven.[44]

Nykytekniikkaa alettiin käyttämään Yhdysvalloissa vuodesta 1998 lähtien. Liuskeöljy- ja liuskekaasuvarojen käyttäminen ja vaikutukset on maailman energiapolitiikan ajankohtaisin puheenaihe energiamarkkinoilla vuonna 2013. Tuotantotekniikan kehittyminen on mahdollistanut uuden tuotantotekniikan käyttämisen, jonka avulla on saatu käyttöön liuskeöljyvarat, jotka aiemmin olivat liian vaikeita ja kalliita hyödyntää. [44]

Nykyteknologian käyttäminen luo uuden tilanteen maailman energiamarkkinoille. Yhdysvallat tulee nousemaan näillä näkymin vuoteen 2017 mennessä maailman suurimmaksi öljyn tuottajaksi ja vientimaaksi vuoden 2035 paikkeilla. Yhdysvaltain oman öljy- ja maakaasutuotannon kasvaessa sekä oman biopolttoaine tuotannon lisääntymisen ansiosta maasta tulee omavarainen ja Lähi-idästä riippuvuus vähenee. Öljyntuottajamaidenjärjestön Opecin painoarvo markkinoilla tulee vähenemään, mutta Venäjän tuotantoon kasvu ei vaikuta oleellisesti, jos Venäjä pystyy pumppaamaan omia liuskeöljy varojaan. On arvioitu että liuskevarojen kasvamisen takia maailman tunnetut öljyvarat kasvavat 11 % ja kaasuarat 47 %. [44]

### 3.1.3 Öljyhiekka

Öljyhiekka nimitystä käytetään bitumista, joka on sitoutuneena hiekanjyvissä. Jos öljyhiekkaa verrataan maailmanlaajuisesti, öljy määrät ovat samaa suuruusluokkaa kuin tavanomaisessa maaöljyssä. Öljyhiekan tuotanto aloitettiin laajasti vasta 1900-luvun lopussa, koska se on tavallista öljyä hankalampaa hyödyntää. [46]

Bitumin muodostuminen maaöljystä on tapahtunut kun maaöljy on menettänyt kevyet hiilivetynsä ja jäljellä on jäänyt osittain bakteerien hajottama raskain osa. Bitumia öljyhiekassa on 1-20 prosenttia eli se on osittain hajonnutta raakaöljyä. Hiekanjyvien ympärillä on vesivaippa, mikä sisältää erilaisia pienhiukkasia esim. savea ja muita mineraaleja. Vesivaipan ympärillä on bitumikalvo, joka erotellaan hiekasta, vedestä ja pienhiukkasista ennen jalostusta. [46]

Uudella tekniikalla öljyhiekan talteen ottaminen ja käsittely raakaöljyksi on energiaa ja enemmän rahaa vievää kuin vastaavan öljymäärän poraaminen perinteisellä porauksella. Öljyhiekan laajamittainen hyödyntäminen ei ollut mahdollista aiemmin, mutta öljyn hinnan noustessa ja tekniikan kehittyessä on öljyhiekan hyödyntäminen kannattavampaa kuin aikaisemmin. [46]

Tulevaisuudessa öljylähteiden loppuessa voi öljyhiekan käyttö kasvaa, mutta öljyhiekan käyttö ei välttämättä estä maailman öljyntuotannon kääntymistä laskuun.

Ympäristövaikutukset öljyhiekasta valmistamisessa on vielä isommat kuin tavallisessa öljyntuotannossa. [46]

### **3.1.4 Öljyteollisuus projektit ja vaihteisto sovellutukset**

Arktinen Alue

Suomeen ollaan perustamassa ministerityöryhmää arktisen alueen hyödyntämiselle mahdollisimman kansantaloudellisesti. Pohdinnan alla on miten alueesta saataisiin hyötyä Suomen talouden kasvulle, koska Suomella on osaamista meriklusterissa, jäänmurtamisessa ja sen osaamisessa sekä erilaisissa mittauslaitteistoissa ja logistisessa osaamisessa. Arktiselle alueelle on tulossa miljardiluokan investoinnit. Seuraavaksi on listaa tehdyistä öljyliuskevoimaloista. [47]

Tehdyt öljyliuske voimat:

- Eesti Power Station Estonia 1,615 MW
- Balti Power Station Estonia 765 MW
- Huadian Oil Shale Plant China 100 MW
- Mishor Rotem Power Station Israel 13 MW
- Dotternhausen Rohrbach Zement Factory Germany 10 MW

## **3.2 KAASUTEOLLISUUS**

### **3.2.1 Yleisesti**

Maakaasu on luonnonkaasu, joka on väritön, myrkytön ja ilmaa lähes puolet kevyempi ja koostumukseltaan se on suurimmalta osaltaan metaania. Maakaasun poraaminen tapahtuu maan uumenista kuten öljynkin. Maakaasun parhaimmat esiintymät sijaitsevat Venäjällä, Lähi-idässä, Norjassa ja Pohjois-Amerikassa. Venäjä on kaasumaista suurin ja sen alueella on 33 % maailman todetuista kaasuvaroista ja ne ovat yli 48 000 miljardia kuutiometriä. [48]

Siirtohäviöt maakaasua käyttäessä ovat pieniä ja hyötysuhde korkea eli tuotannossa energia hyödynnetään melkein kokonaan. Maakaasun käyttö hyvällä hyötysuhteella muodostuu helposta säätämisestä, puhtaasta palamisesta ja savukaasuista sekä toimivasta lämmön talteenotosta. Maakaasun käyttö sopii hyvin kombivoimalaitoksiin, joissa käytetään höyry ja kaasuturbiinia. Näissä voimaloissa sähkön tuotannosta on mahdollisuus isompaan sähkön tuotantoon verrattuna tavallisiin voimalaitoksiin ja syntyvä lämpö voidaan hyödyntää kaukolämpönä. [48]

Maakaasu varojen riittävydestä on eri arviota, mutta useiden ennusteiden mukaan hyödynnettäviä varantoja on maapallolla enemmän kuin öljyllä ja maakaasua riittää 60 vuodeksi tämän hetkiselä kulutuksella. Maakaasu on fossiilisista polttoaineista ympäristöystävällisin ja sen poltossa ei synny ollenkaan rikkidioksidipäästöjä, hiukkas- ja raskasmetallipäästöjä eikä tuhkaa. hiilidioksidin ja typenoksidien määrä on myös pienempi muihin fossiilisiin polttoaineisiin nähden. [48]

### **3.2.2 Liuskekaasu**

Liuskeöljystä ja liuskekaasusta oli yleisesti kerrottu jo öljy osiossa. Yhdysvallat on liuskekaasun niin kuin liuskeöljynkin tuottajana tällä hetkellä omassa luokassaan sekä tekniikka ja talous osaamisessaan. Liuskekaasua käytetään jo nyt 30 % Yhdysvaltain sähköntuotannossa ja ennusteiden mukaan Yhdysvalloissa maakaasun tuotannossa liuskekaasun osuus vuonna 2025 on yli puolet ja kaasusta tulee tulevaisuudessa maan merkittävin energialähde. Samassa hiilituotanto on laskenut 35 % ja energiatuotannosta on tullut puhtaampaa. Vähemmän hiilen käytön ansiosta kasvihuonepäästöt ovat laskeneet ensimmäistä kertaa Yhdysvaltojen historiassa. Joissakin osavaltioissa Yhdysvalloissa ei kuitenkaan ympäristövaikutusten vuoksi hyväksytä liuskekaasun tuotantoa ollenkaan. [49]

Liuskekaasu varojen käyttäminen on nyt alkamassa Yhdysvaltojen ulkopuolella. Euroopassa on etsintöjä sekä koeporauksia tehty useassa Euroopan maassa ja merkittäviä esiintymiä löytynyt Puolassa, Turkissa ja Ukrainassa. Haasteina on etenkin porausvaiheen ympäristökysymykset, valtioiden rooli maankäytössä ja suhtautuminen liuskekaasun tuotantoon. Euroopan valtioissa ja osavaltioissa on jo muutamat kieltäneet liuskekaasun tuotannon. [49]

### 3.2.3 Maakaasu

Liuskekaasun käytön lisääntymisellä on ollut vaikutus maakaasun hintaan, jonka hinta on laskenut ja käyttö lisääntynyt. Maailmalla on maakaasun tuotantokapasiteettiä runsaasti vapaana. Maakaasun edullinen hinta on kilpailuetu raskailla teollisuussektoreilla ja investointeja on siirretty valtavasti takaisin Yhdysvaltoihin. [49]

### 3.2.4 Kaasuputkistot.

Maakaasu putkistojen jakaminen käyttötarkoitukseen perustuen [50]:

- siirtoputkistolla maakaasun siirto käyttöön jaettavaksi.
- jakeluputkisto, maakaasun jako siirtoputkesta alueelliselle kulutukselle vähennetty paine.
- käyttöputkistolla maakaasun johtaminen käyttäen vähennettyä painetta kaasulaite tai muu käyttökohde.

Putki merellä.

Rannikolla ja laivaväylien risteyksissä putket upotettu kaivantoon ja sen päällä on metri maata. Merellä putki kulkee ilman suojapintaa tasaisessa pohjassa. Muutamissa kohdissa putki ei voi kulkea tasaisesti ja se ei voi jäädä roikkumaan meren pohjaan. Putki täytyy reitittää uudelleen tai tasoitella meren pohja tasaisemmaksi kaivamalla ja täyttämällä. Tukipaalut tai muut rakennelmat ovat kalliita ja niitä vältetään asennuksen ja ylläpidon kalleuden takia. Putken asennus tapahtuu ankkuroitavilla tai dynaamisesti ohjatuilla asennusaluksilla. [51]

### 3.2.5 Kaasuteollisuus projektit ja vaihteisto sovellukset

Halvan energian kysyntä ei tule loppumaan maailmasta, jossa väkiluku kasvaa kokoajan. Öljyn hinta nousee ja ydinenergialla on omat ongelmat ydinjätteiden kanssa. Hiili saastuttaa pahasti ja uusiutuvalla energialla ei saada vielä tarpeeksi kapasiteettia ihmiskunnan energia tarpeisiin.[52]

Yhdysvallat on aloittanut jo kaasun viennin ja se voi ohittaa Venäjän suurimpana kaasuntuottajana lähiaikoina. Arvion mukaan Pohjois Amerikassa liuskekaasua on omaan käyttöön yli sadaksi vuodeksi. Pian uusia tuotantomaita on Australia, Kiina, Intia, Kanada, Argentiina ja Indonesia. Yhdysvaltojen liuskekaasubuumissa hinta on laskenut 80 prosenttia viiden vuoden aikana. Alalle on paljon syntynyt uusia työpaikkoja ja halvan energian käyttö hyödyttää taloutta teollisuudessa voimalähteenä ja kiinteistöjen lämmityksessä. [52]

Kansainvälinen energiajärjestö IEA mukaan on tulossa kaasun kultainen aikakausi ja siitä tulee öljyn ohella tärkein energialähde ennen vuotta 2035. Silloin Kaasu tuottaa neljännesosan maailman energia tarpeesta ja Euroopan kaasu esiintymien uskotaan tuotantomäärältä olevan samantasoisia kuin Pohjois-Amerikassa. Puolassa on isoja esiintymiä, joissa on aloitettu poraukset. Euroopan liuskekaasuvaroja on alustavasti arvioitu 20 000-35 000 miljardin m<sup>3</sup> välille kun nykyisiä kaasuvaroja on 5 700 miljardia m<sup>3</sup> ja Venäjän kaasuvarat on ennustettu 43 300 miljardia m<sup>3</sup>. [52]

Kuudesosan öljyn hinnasta maksavalle liuskekaasulle on jo Yhdysvalloissa kaavailtu käyttöä liikenteessä. Kaasua voidaan polttaa moottorissa ja tuottaa voimaloissa virtaa kaasusta. Taulukkoon 3 on listattu maailman liuskekaasu ja öljy varat verrattuna maakaasuun ja öljyyn. [52]

Taulukko 3. Tunnetut hyödynnettävissä olevat öljy ja kaasuvarat maittain. (Lähde U.S Energy information administration 2013 [EIA])

	Valtio	Liuskekaasu	Maakaasu		Valtio	Liuskeöljy	Maaöljy	Valtio	
1	Kiina	1,115	124	1	Venäjä	75	263	Saudi arabia	1
2	Argentiina	802	12	2	Argentiina	58	115	irak	2
3	Algeria	707	159	3	Algeria	32	99	iran	3
4	Yhdysvallat	665	318	4	Yhdysvallat	27	98	Yhd. Arabiem	4
5	Kanada	573	68	5	Kanada	26	96	Kuwait	5
6	Meksiko	545	17	6	Meksiko	18			6
7	Etelä Afrikka	485		7	Etelä Afrikka	13			7
8	Australia	437	43	8	Australia	13			8
9	Venäjä	285	1,688	9	Venäjä	9			9
10	Brasilia	245	14	10	Brasilia	9			10
	Yhteensä (x6)	4745	757		Yhteensä	280	671	Yhteensä (x6)	
	Koko Maailma (4)	7299	1800		Koko Maailma	345	1067	Koko Maailma	

## Kaasuputki projekteja

Nord Stream selvittää Itämerelle kahden uuden putkistolinjan tekemistä Venäjältä Eurooppaan. Nord Stream uskoo, että Euroopan unionin kaasuntuontitarve kasvaa koko ajan. Ensimmäinen jo toimitettu kahden putken linja on otettu käyttöön marraskuussa 2011. Kumpikin putkilinja pituus on noin 1 220 kilometriä, jossa vuosittainen kuljetaan kaasua 27,5 miljardia kuutiometriä yhdellä putkella.[50]

Gasumilla on suunnitelma tehdä kaasuputki virosta suomeen Viron siirtoverkkoyhtiön kanssa. Putki yhdistää Suomen ja Baltian maiden kaasuverkot. [52] Statoil on suunnittelemassa Norjan meren pohjaan 481 kilometriä pitkää kaasuputkea polarled hankkeessa. Putki asennetaan syvemmälle kuin koskaan aiemmin eli 1265 metriin ja putken halkaisija on 36 tuumaa. Uuden putken sijainti on muinaisten jäävuorten uurtamassa epätasaisessa merenpohjassa. [53]

### Putkilinjojen hitsaus ja tarkastusvaunut

Kun putket on laskettu meren pohjaan kokonaiselta matkaltaan. Laitetaan putken sisään kulkemaan vaunu, joka hitsaa saumat, tarkistaa saumat, putken muodot, epäsuoruudet ja lähettää ne sähköisesti analysoitavaksi.

## **3.3 MUUT TEOLLISUUDEN ALAT.**

### **3.3.1 Avaruusteollisuus**

Seuraavalla sivulla on listattu avaruudessa käytettäviä laitteita ja välineitä, joissa on mahdollisuus olla vaihdeteknologiaa.

Avaruudessa käytettäviä laitteita ja välineitä [54]:

- Jo 1960-luvulla sääsatelliitit, tietoliikennesatelliitit
- 1970-luvun jälkeen paikannussatelliitit, joilla muodostettu kaupallinen avaruustoiminta.
- 1980-luvulta suunniteltiin avaruusasemia, lyhyitä sukkulalentoja, lääkkeiden teollisista valmistusta sekä johtavien tutkimusten tekemistä avaruudessa, mutta silloin teknologia ei ollut vielä kypsää siihen.
- 1990-luvulla kaupalliset miehitetyt avaruuslennot eli avaruusturismi venäjän toimesta.

Mahdollisia vaihteita tarvitsevaa avaruustekniikkaa ovat satelliitit, avaruusluotaimet, laskeutujat, avaruusalukset, avaruusasemat, raketit, kantoraketit, avaruus matkailualukset ja avaruusajoneuvot. [54]

### 3.3.2 Energian varastointi

Sähkön varastoinnilla pystytään tasaamaan sähkön kulutus huippuja. Aiemmin sähkön varastoinnissa oli ongelmia ja se oli harvinaista, mutta alan tutkimista on viime vuosien aikana lisätty paljon. Pienessä sähkön varastoinnissa on käytössä esim. akut ja superkondensaattorit ja ne turvaavat hyvin sähkön laadun ja tuotannon keskeytymättömyyden. Suuri varastointi edellyttää esim. paineilmaparastoja ja ne turvaavat sähkön kulutuksen kausivaihtelut. Ongelmia ei tule vain tekniikassa, vaan myös taloudessa esim. tuulivoimalat tuottavat sähköä väärinä aikoina ja siitä voi syntyä ylituotantoa. [55]

Viime vuosien aikana korvaavina vaihtoehtoina on myös tullut esim. polttokennotekniikkaan perustuvat virtausakut. Uudella akkutekniikalla hyötysuhde paranee, huoltotarve vähenee ja varastointi ajat kasvavat. [55]

Varastointitekniikan huippumaana pidetään Japania, jossa saarien energiaa varastoidaan natrium-rikki-akustoihin ja ensimmäisiä virtaus akkuja testataan. Myös Irlantiin rakennetaan 1 MW virtausakkujärjestelmää. [55]

Japanissa vuoristoinen maasto mahdollistaa pumppuvoimaloiden käytön, kun edullisen yösähkön aikana korkeammalla sijaitsevat varastoaltaat voidaan täyttää vedellä ja korkean sähkön kysynnän aikana vesi lasketaan sähköturbiinista. [55]



Toisena vaihtoehtona on esim. vanhojen kaivostunneleiden käyttäminen paineilman pumppaamiseen maanalaisiin varastoihin. Varastointitekniikoiden kehittämisessä varastoinnin hinta laskee ja käytettävyys lisääntyy. Seuraavaksi on lueteltu käytettävät varastointitekniologiat ja lueteltu kolme erilaista varastointitekniologiaa tuulivoimaloille. [55]

Erilaisia varastointitekniologioita ovat [56]:

- lämpövarastot
- paineilma- varastot
- pumpatut vesivarastot
- energian varastoiminen synteettisenä polttoaineena esim. Vety
- energian varastointi akuissa.
- polttokennot ja regeneroitavat polttokennot
- vauhtipyörät
- suprajohtavat magneettisen energian varastot
- sähkökemialliset kondensaattorit
- mikro ja nanotekniikka

Kolme erilaista varastointitekniikka tuulivoimaloihin, joissa on mahdollisuutta vaihteistojen käyttöön [56]:

1. Vauhtipyörän käyttäminen energian varastointiin tuulivoimalan yhteydessä on tasoittamassa tehon vaihtelua ja tuulivoimala-dieselmoottori-generaattori yhdistelmässä vähentämässä dieselmoottorin käynnistymiskertoja. Vauhtipyörän käyttö on huolto vapaata ja saasteetonta.
2. Pumpatun vesivaraston käyttäminen on tuulivoimalan kanssa. Tuulivoimala valmistaa sähköä vesivoimalan pumpulle, joka pumppaa vettä ylös altaalle ja vesi lasketaan turbiinigenaattorin läpi korkeiden sähkön kuormitusten aikana. Vedellä voi olla varastoaltaita tai säiliöitä käytössä.
3. Paineilma- varaston käyttäminen on tuulivoimalan yhteydessä polttoturbiinilla. Tuulivoimala ilmakompressorilla täyttää paineilmatankkia, josta korkean sähkön kuormituksen aikana paineilmaturbiinigenaattorijärjestelmän sähkön tuottaminen.

Energian varastointiprojektit ovat käynnissä.

Vesivarastojen käyttäminen tuulivoimaloiden yhteydessä 32728 MW. Paineilmavarastojen käyttäminen tuulivoimaloiden yhteydessä 21210 MW. Vauhtipyörän käyttäminen tuulivoimaloiden yhteydessä 7 MW. [57]

### **3.3.3 Haitallisten aineiden puhdistaminen**

Haitallisten aineiden päästöjä voidaan vähentää siirtymällä tuotantomuotoihin, joilla ei ole hiilidioksidipäästöjä tai toisena vaihtoehtona syntyneen hiilidioksidin talteen ottaminen. Ilman talteen ottamista ja varastointia ilmakehässä tapahtuva lämpötilan nousemisen rajoitus ei onnistu ja jää kahteen asteeseen, mistä on sovittu ilmastoneuvotteluissa. [58]

Hiilidioksidin talteen ottaminen sekä hyötykäyttö ja loppusijoitus on vuosikymmenien kehityksen tulosta, mutta edessä on vielä monia teknisiä, taloudellisia ja ympäristöllisiä haasteita. Päästöistä voidaan saada talteen otettua 90 prosenttia. Kaupallisissa menetelmissä palamisprosessin hiilidioksidi nesteytetään savukaasupesurissa tai sidotaan kemiallisesti sopivaan materiaaliin. Kaasutusprosesseissa polttoainekaasusta on poistettavissa hiilidioksidi pesurissa ennen palamisprosessia. [58]

Nesteytetyn hiilidioksidin kuljettaminen tapahtuu putkistossa tai loppusijoituspaikkaan pumpattuna kaasuna. Hyviä loppusijoituspaikkoja on loppuun käytetyt kaasut ja öljylähteet sekä merien syvänteet. Sitomista materiaaleihin käytetään pienemmissä laitoksissa, missä kuljetusmatkat ovat pieniä [58]

Rikin poistaminen savukaasuista tapahtuu rikinpoistolaitoksessa (FDG) ja ennen sen vapautumista ilmakehään. FGD - tekniikassa on käytössä kemiallinen reaktio, kun hiilikattilassa kalkkikiveen kosketuksessa on lämpimän poistoilman kaasut ja prosessilla saadaan poistettua 92% rikkidioksidi savukaasuista. [58]

## Haitallisten aineiden projektit ja vaihteistosovellutukset

Pilottihankkeita voimalaitosten hiilidioksidin talteen ottamiseksi ja loppusijoittamiseksi on käynnissä useita. Euroopan unioni tavoittelee usean koelaitoksen käyttöön ottamista ennen vuotta 2015. Teknologian kaupallinen saatavuus on tällä hetkellä arvioitu vuoteen 2030. Kaupallisessa käytössä hiilidioksidin talteenotto on öljyn tuotannossa ja pienemmän kokoisena teollisissa prosesseissa. Rikin poistamisessa savukaasuista on käytössä vaihteita jo nyt. [58]

### 3.3.4 Jätteiden käsittely

Jäteveden käsittelyn vaiheet on listattu seuraavaksi, joissa on mukana vaihdeteknologiaa.

Jäteveden puhdistusprosessin vaiheet ovat [59]:

- Kiintoaineiden erottaminen
- Biologisesti hajoavien aineiden erottaminen eli jäteveden orgaanisen kuorman puhdistavat bakteerit.
- Ravinteiden erottaminen esim. fosfori ja typpi

Biologinen vaihe tarvitsee bakteerit tarvitsevat paljon happea ja ravinteita. Happea saadaan tuotettua ilmastuksella eli ilmaa puhalletaan jäteveteen korkeapainekompressoreilla. Ilmastuksessa kuluu energiaa kaikista eniten jätevedenpuhdistusprosessissa eli tehokkuus ja energiataloudellisuus on oltava hyvä kompressoreissa. [59]

Vaarallisten eli ongelma jätteiden käsitteleminen [60]:

Vaarallisten jätteiden kuljetus ja käsittely on tehtävä erityisillä vaatimuksilla vaarallisille jätteille. Vaaralliset jätteet tulee sijoittaa niitä varten suunnitelluille kaatopaikoille ja ongelmajätteiden käsittelylaitoksiin. Vaarallisten jätteiden poltossa noudatetaan erityisohjeita.

Kiinteät jätteiden käsitteleminen [61]:

Kiinteitä jätteitä syntyy energiantuotannossa ja polttoaineiden jalostusprosesseissa eniten, mutta isoimmat jätemäärät syntyvät pääasiassa kiinteiden polttoaineiden louhinnasta, hankinnasta sekä jalostuksesta. Kivihiili ja turve ovat merkittävimmät jätteiden synnyttäjät. Myös energiantuotannon materiaalien valmistamisessa ja käytöstä poistamisessa syntyy jätteitä. Tuotannossa syntyviä jätteitä ovat tuhkat sekä erilaiset jäteliemet ja niiden uudelleen käyttöä pyritään hyödyntämään erittäin tehokkaasti. Tuhkaa voidaan uusiokäyttää rakennuksilla, tierakennus ja maanparannusaineena. Ne jätteet, joita ei voi uudelleen käyttää sijoitetaan kaatopaikalle tai haitallisten aineiden leviämiseksi varastoidaan.

### **3.3.5 Kaivosteollisuus**

Kaivosteollisuudessa laatuvaatimukset ovat korkeat käytetyille laitteille ja komponenteille, riippumatta siitä mitä ollaan kaivamassa. Olosuhteiltaan kaivos on hyvin vaativa lämpötilojen vaihdella talvella kovista pakkasista kesän lämpimiin. Laitteiden altistuminen on tärinälle, pölylle sekä mekaanisille vaaroille. Suurien käyttötuntien ansiosta energiatehokkuus, varalaitteet sekä varaosat koko elinkaaren ajan on kestävyysden jälkeen merkittävin asia. Seuraavaksi on lueteltu kaivosteollisuuden vaihteistosovellutukset kaivoksille. [62]

Kaivosteollisuuden vaihteistosovellutukset kaivoksille [63]:

#### **Louhiminen**

Kuljetin systeemit.

Isojen kaivuskoneiden komponentit.

#### **Prosessit**

Horisontaalinen pallomylly ja hitaat koneistot.

Valssimyllyn vaihteet

Liete ja putkimyllyt

Täristimet ja mikserit

#### **Kuljetus**

Pinoamislaitteet (esim. satamat)

Kuljetin systeemit

### 3.3.6 Meriteollisuus.

Öljy ja kaasuteollisuus ovat siirtyneet kokoajan maalta merille ja uusille aluksille on tarvetta. Arktisten alueiden hyödyntäminen ja sovellusten tarve on nousemassa kun luonnonvarat otetaan käyttöön ilmastonmuutoksen vuoksi. Venäjä on uusimassa pian vanhaa jäänmurtaja kalustoa ja myös jäämereltä laivoilla tavaroiden kuljetus Eurooppaan lyhenee 1 viikkoon nykyisen reitin 3 viikosta. Suomen valtio aloittaa meriteollisuuden tukiprojektin, jolla se tukee suomalaisia yrityksiä monella miljoonalla eurolla ja tukirahojen haku-aika on tammikuun loppuun asti. Seuraavaksi on lueteltu meriteollisuuden erityisvaatimuksia vaihteille sekä erilaisia meriteollisuuden vaihteistosovellutuksia. [64]

Meriteollisuuden erityisvaatimuksia vaihteille [65]:

- erilaiset mitoituslaskelmat eri käytöille
- raaka-aine luokitus (esim. pinionit)
- pintakäsittelyllä on suolavesien ja lämpötilan vaihteluiden kesto.
- värinöiden huomioon ottaminen.
- erikseen spesifioidun momentin käyttäminen ruuvien kiristäminen ja lukitus.
- vaihteiden toimitus ilman öljyä (kiertovoitelu)

Meriteollisuuden vaihteistosovellutukset:

- jack up vaihteet ja vinssit

Kääntöpotkurit:

- laivat ja hinaajat
- dieselmoottorit

### 3.3.7 Puhaltimet.

Teollisuuspuhaltimien osina ovat sähkömoottori, vaihde ja puhallin runkoineen. Vaihteita ei käytetä malleissa, joissa sähkömoottorin teho riittää pyörittämään puhallinta oikealla pyörimisnopeudella. Seuraavaksi on lueteltu erilaisia puhallin tyyppisiä sekä sovellusaloja, joissa vaihteita tarvitaan. [66]

Erilaisia puhallin tyyppejä on [66]:

- Aksiaalipuhallin
- Keskipakopuhallin
- Kiertomäntäpuhallin
- Matalapaine puhaltimet
- Radiaalipuhallin
- Sivukanavapuhallin

Sovellusaloja, joissa puhallin on käytössä [66]:

- Paperi- ja selluteollisuus
- Voimalaitokset ja kattilat
- Soodakattilat
- Metallin ja kaivosteollisuus
- Lasin valmistus
- Haihdutinlaitokset
- Leijupetikattilat
- Flotaatioprosessit
- Mineraalivillan tuotanto
- Vakuumijärjestelmät
- Kemianteollisuus
- Paineilmajärjestelmät

### 3.3.8 Puolustusteollisuus.

Nykyinen moventaksen tuotannollinen tilanne vaatisi sellaisten asiakkaiden saamista, joille menisi kokoajan pientä ns. peruskuormaa tuotannosta. Yhtenä vaihtoehtona voi olla puolustusvälineteollisuuden saaminen asiakkaaksi. Aiempina vuosina Valmetin telavaihteet oli tuotannossa sellainen peruskuorman tuote. Seuraavaksi on lueteltu vaihteiden käyttökohteita puolustusvälineteollisuudessa.

Puolustusvälineteollisuuden vaihteiden käyttökohteita [63]:

- Aseistus (esim. tykit)
- Helikopterit
- Laivat
- Lentokoneet
- Panssarivaunujen planeettavaihteistot
- Siirtovälineet
- Sukellusveneet
- Taistelurobotit.

### 3.3.9 Rautatieteollisuus.

Erilaisia vaihteita on käytössä rautateillä ja niiden jako tapahtuu käyttötarkoituksen ja tärkeyden mukaan, jotka ovat [67]:

- pääradat
- yhdysradat eli poikkiradat
- rinnakkaisradat
- sivuradat
- pistoradat
- kaupunkirata (kaupungin lähiliikenne)
- metrorata (kaupunkien sisäinen liikenne)

Myös maaston (tasanko, mäkimaa, vuoristo ja vuorirata) voidaan rautatiet jakaa. Rakenteiden perusteella erotellaan adheesio eli tartuntaradat ja hammasradat. Seuraavassa on lueteltu rautatieteollisuuden vaihteiden käyttökohteita. [63]

Rautatieteollisuuden vaihteiden käyttökohteita [63]:

- Raiteet ja siirtimet
- Junat
- Luotijunat
- Metrot
- Rautateiden kunnostuslaitteet

### **3.3.10 Rautateollisuus.**

Rautaa käytetään eniten materiaaleista ja sen tuotto on maailmalla yli miljardi tonnia vuodessa eli vuodessa yhtä maapallon ihmistä kohti lähes 200 kg. Teollistuneiden maiden on vielä puolet suurempi kulutus ja myös kehitysmaiden kulutus kasvaa talouden kasvaessa. Maailman maista Kiinassa tuotetaan ja käytetään eniten rautaa ja muita suuria kasvualueita on Intia, Etelä-Amerikka ja Afrikka. Erilaisten metallien valmistaminen, jalostaminen ja tuotanto toiminta tarvitsee paljon tehoa sekä energiaa ja energiataloudellisuus sekä suorituskyky nousevat tärkeään asemaan. Seuraavassa on lueteltu vaihteiden käyttökohteita rautateollisuudessa. [68]

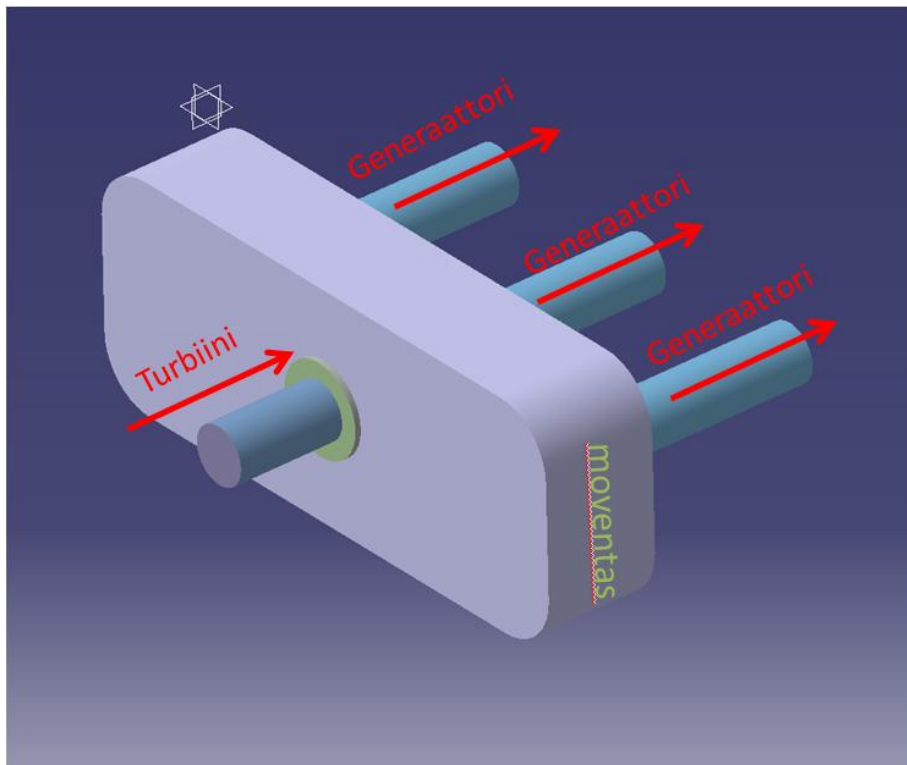
Rautateollisuuden vaihteiden käyttökohteita:

- Sekoittimet
- Valssit
- Pumput
- Puhaltimet
- Kuljettimet ja kuljetinradat
- Linjakäytöt
- Nosturitekniikka
- Materiaalin käsittely



### 3.3.11 Vaihteisto turbiinin jälkeen.

Omana ideana esitän vaihdetta, joka jakaa turbiinien pyörittämän voiman yhden generaattorin sijasta kolmelle generaattorille. Vaihdetta ei yleensä ole ollenkaan ollut näissä sovellutuksissa vaan turbiini on pyörittänyt suoraan generaattoria. Nyt vaihteen jälkeen voidaan liittää yhden sijasta monta generaattoria.



Kuva 3. Generaattori vaihde. (Piirtänyt Kari Romppanen)

### 3.3.12 Venäjän markkinat.

Monissa yrityksissä venäjän markkinoita pidetään tärkeänä ja haastavana markkina-alueena.

Venäjän viennissä on suomesta 4 000 yhtiötä ja tuonnissa

1 300 yhtiötä. Venäjälle toimintojaan suunnittelevat yritykset ja siellä toimivat yritykset

työskentelevät vaikeammassa ympäristössä, koska liiketoiminnan lainsäädäntö,

liiketoimintatapa ja viranomaismenettelyt ovat erilaisia ja niistä syntyy paljon ylimääräisiä

tehtäviä. Venäjän markkinat on haasteellinen paikka samalla tavalla kaikille ulkomaisille

yrityksille. Ulkomaisilla kauppaketjuilla on useasti toimintamallinsa muutos Venäjän

markkinoille eri lailla kuin Suomessa, ulkomaalaiset yritykset tulevat samalla konseptilla.

Yritykset ovat monesti Venäjällä vaikeuksissa kun ovat ottaneet käyttöön nopeasti

luottamukseen ja tiimityöskentelyyn korostavat toimintamallinsa. [69]

Venäjä markkina-alueena.

Venäjän markkinat alueena ovat valtavat ja kokonaisen venäjän kattava liiketoiminta vaatisi kattavia investointeja. Alkuun on parempi keskittyvä jonkin tietyn markkina-alueen hoitamiseen ja sisäisetkin markkina-alueet muodostuvat erilaisista eroista. [69]

### **3.3.13 Suomessa tuotteiden valmistus.**

Suomalaisia yrityksiä ja vaihdealoja [70]:

#### **Steerprop**

Valmistaa Raumalla kääntöpotkureita 800 kW - 8500 kW tehoalueella mm. jokialuksiin, jäänmurtajiin, matkustus aluksiin, väylänhoito aluksiin, offshore apualuksiin ja tutkimusaluksiin sekä laivoihin ohjaavia potkurijärjestelmiä. Steerpropilla on vahva markkina-asema offshore markkinoilla sekä jääolosuhteissa työskentelevien laivojen potkurijärjestelmä toimittajana.

#### **Wärtsilä**

Wärtsilä power plant toimittaa dieselmoottori voimalaitoksia energian tuotantoon mm. olkiluodon ydinvoiman 1 ja 2 yksiköille uudet varavoimadiesel generaattorit. Teollisuuden voiman tiedotuksen mukaan hinta on 100 miljoonaa.

Wärtsilä Ship Power toimittaa meriteollisuudelle kokonaisen moottorin, merivaihteen ja kääntyväläpaisen potkurin sisältäviä kokonaisuuksia akseleineen, laakereineen ja ohjausjärjestelmineen.

#### **Rolls-Royce**

Offshore ankkurinkäsittelyalusten isot vintturit valmistetaan suomessa. Azimuth potkurilaitteita asennetaan aluksiin, joihin tarvitaan hyvää ohjattavuutta ja ne kääntyvät pystyakseliin nähden kokonaan ympäri. Dieselkäyttöisillä azimuth laitteilla on omat markkinat sähkökäyttöisiin verrattuna.

**Konecranes**

Toimittaa isoja ja pieniä nostureita ympäri maailmaa esim. satamiin ja terästehtaiden vaativiin oloihin.

**Metso/Valmet**

Metso Minerals toimittaa liikuteltavia Lokotrack murskauslaitoksia, joita voidaan käyttää esim. kiven murskaukseen louhoksissa.

Valmet toimittaa energialaitoksia energia tuotantoon sekä paperikoneita. Uusi bioenergia ala on biohiilivoimaloiden valmistaminen.

**ABB**

Tehtävinä on isojen ja pienien pumppumoottorien valmistaminen veden pumppauslinjoille. Myös valmistaa sähkökäyttöisiä azimuth laitteita sekä sähkömoottoreita ja generaattoreita.

**Kone**

Kone valmistaa hissejä ympäri maailman. Se on juuri kehittänyt komposiittisen hissiköyden, jolla on mahdollista rakentaa hissien kannalta korkeampia pilvenpiirtäjiä kuin nykyisin.

Aiemmassa historiassa Moventas valmisti hissien kierukoita koneelle.

**Arctic Machine**

valmistaa lumen poisto sekä tienhoitolaitteita ja sillä on hyvä kokemus esim. lentokenttien putsaamisesta. Suomalaisella lumen käsittely osaamisella on nyt ja tulevaisuudessa markkinoita, kun lunta voi sataa useita 10 senttejä ja sellaisille alueille maailmassa, jossa ei ole kunnollisia lumen luonti välineitä. Mielestäni sellaisille alueille pitäisi kehitellä kalliista lumenluonti välineistä sellaisia, joilla pystyisi myös mahdollisesti käyttämään muiden töiden tekemiseen, kun lunta ei ole. Tässä on sama juttu kuin muussakin kehityksessä, että laitteiden kannattaisi olla mahdollisimman monikäyttöisiä.

## 4. ANALYSOINTI

Analysointia käytetään tutkittaessa tietyn kohteen rakennetta, käyttäytymistä tai erilaisien mielikuvia tutkimuksen kohteista. Analysointiperiaatteet ovat nimeltään staattinen, dynaaminen ja kuvitteellinen eli symbolinen analysointi. Seuraavaksi on listattu huomioitava asioita aineistojen analysoinnissa sekä aineiston tarkistamisesta. [71]

Yleisien asioiden huomiointia on aineiston analysoinnissa [72]:

- Paljon on erilaisia menetelmiä laadulliseen ja määrälliseen aineistojen keräämiseen ja analysointiin.
- Aiemmat valinnat riippuvaisia siitä, miten aineiston käsittely ja tulkitseminen tapahtuvat.
- tutkimusongelmat vaikuttavat; minkälaiset vastaukset ongelmilla on. Onko vastaukset asetettuihin kysymyksiin ja ongelmiin.
- aineiston kerääminen ja analysointi voidaan tehdä samanaikaisesti.

Aineiston tarkistaminen kahden seikan osalta [72]:

1. Onko siinä virheellisyyksiä
2. Onko kaikkia tietoja.
3. Jos osa tiedoista puuttuu, miten jatketaan.

## 4.1 KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT.

Tutkittujen lähteiden pohjalta tehtiin analysointi taulukko, johon listattiin seuraavat alat:

- Aaltoenergia
- Aurinkoenergia
- Fissio ja Fuusioenergia
- Geoterminen energia
- Tuulivoimaenergia
- Vesiteknologia
- Vuorovesienergia
- Vesivoima
- Vetyteknologia
- Bioenergia
- Liuske kaasu ja öljy
- Öljyhiekka

Alakohtaisesti etsittiin seuraavat tiedot:

- Vaihteen tarve ja toiminto
- Voimalan teho (Pienin MW Suurin MW)
- Asennettu kapasiteetti MW (Puistot)
- Rakennettava kapasiteetti (Puistot)
- Liiketoimintapotentiaali/ MW 2020 (Puistot)
- Saatava energiamäärä potentiaali
- Tuotetun energian hinta 2007 (MW USD LCOE)
- Tuotetun energian hinta 2012 (MW USD LCOE)
- Tuotetun energian hinta 2020 (MW USD LCOE)
- Vaihteiden lukumäärä 2020
- Vuosi milloin kannattava kapasiteetti
- Muut Huomiot

- LCOE lukema eli Levelized Cost of Electricity menetelmällä voidaan vertailla erilaisten sähköntuotantotapojen kustannustehokkuutta keskenään. Menetelmällä saadaan sähköntehotuoton ja vastaavien kustannusten suhde laskettua. Menetelmällä saadaan voimaloiden investointi, operatiiviset, käyttöiän sekä voimalan sijainnin kustannukset tuotettuun sähkötehoon verrattuna. Teho sekä kustannus määreet on ilmoitettava nykyarvon mukaan, jolloin otetaan huomioon oikea diskonttauskorko. LCOE arvon laskeminen ja käytettävä kaava. [73]

$$LCOE = \frac{SCI + SLD}{87.6 \cdot LF} \cdot \frac{r \cdot (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1} + \frac{OM}{87.6 \cdot LF}$$

LCOE= Tuotetun energian hinta (c€KWh)

SCI= Pääomakustannus voimalaitos (€KW)

SLD= Käytöstä poisto kustannukset (€KW)

LF= Kuormituskerroin

r= Diskonttaus korko

n= Laitoksen elinikä (vuosina)

OM= Vuositason O&M kustannukset (€KW)

#### 4.2 ANALYSOINNIN TEKEMINEN.

Seuraavassa on kokonainen analysointitaulukko, johon tiedot kerättiin eri lähteistä sekä pisteytetty analysointitaulukko pääenergia aloista.

Taulukko 4. Kokonainen analysointi taulukko.

Energia/Sovellus ala	Vaihte	Vaihteen toiminto	Voimalkan teho Pienin MW	Voimalkan teho Suurin MW	Asennettu kapasiteetti MW	Rakennettava kapasiteetti (Puistot)	Liiketoimintapotentiaali MW-na	Saatava Energiamäärä kWh	Tuotettu energia n hinta 2020	Tuotetun energian hinta 2020	Tuotettu MW /MWh	USD /MWh	Yhteisten vaihteiden lukumäärä 2020	Yuosi milloin kannattava kapasiteetti	Muut Huomiot	
<b>Aaltoenergia</b>																
Aaltovoimalat	Ei/On	Ennen generaattoria	250kW	2,5MW	5,5MW	52,5MW	60MW	611	370	350	330	1616	120kpl/10MW	Yli 10 vuotta.	Vähän vaihteita, si-oocean.eu	
<b>Aurinkoenergia</b>																
Aurinkosähkö	Ei	Ei	0,25 MW	2000 MW	7988 MW	7537 MW	35180 MW	312	300	300	224,4	145,3	5603kpl/10MW			
Aurinkolämpövoimalaitos	Ei/On	Ennen generaattoria	250kW	354MW	1559MW	5074MW	26055MW	312	590	280	244,4	144,3	0kpl			
Keskittävä aurinkolämpövoimalaitos	Ei/On	Ennen generaattoria	1MW	2000MW	63MW	609MW	402MW	312	300	200	417,6	261,5	190,2	4683kpl/210MW		
Aurinkotorni	Ei/On	Ennen generaattoria	27,5MW	200MW	50MW	27,5MW	200MW	312	300	200	417,6	261,5	190,2	2kpl/10MW	Solar updraft tower	
Stirling lämpövoimainnosto (ISCC)	Ei/On	Ennen generaattoria	14MW	75MW	157MW	15MW	15MW	312	300	200	417,6	261,5	190,2	15kpl/10MW		
Pellien Kääninjät	On	Pellien kääninjät	1kW	7,5kW	7988MW	7537MW	35180MW	312	300	200	417,6	261,5	190,2	13178kpl	Cone Drive	
<b>Fisio ja Fuusioenergia</b>																
Fisio eli ydinen energia	Ei/On	Ennen generaattoria	1000MW	8212MW	267359 MW	34629 MW	25850 MW	67	120	60	40	115,3	108	104	163kpl/160MW	
Fuusioenergia	Ei/On	Ennen generaattoria	500MW	500MW	500MW	500MW	500MW	67	120	60	40	115,3	108,4	104,4	16kpl/160MW	
Ydinvoimalaitteen lopputuotteen tuottaminen	Ei/On	Ennen generaattoria	1000MW	8212MW	266889MW	34623MW	25850MW	67	120	60	40	115,3	108,4	104,4	1kpl	Yli 10 vuotta.
<b>Geoterminen energia</b>																
Geoterminen lämpö	On	Ennen generaattoria	50MW	303 MW	10960 MW	500 MW	1000 MW	67	140	60	40	100,3	89,6	81,4	100kpl/10MW	
<b>Tuulivoimaenergia</b>																
Onshore Wind	On	Ennen generaattoria	1MW	10 MW	287587 MW	13179 MW	32110 MW	60	120	60	40	99,8	86,6	73,5	4803kpl/3MW	
Offshore wind	On	Ennen generaattoria	1MW	10 MW	5000 MW	3248 MW	17700 MW	100	200	100	70	170,9	105,5	88,4	5900kpl/3MW	
<b>Yestiteknologia</b>																
Veden pumppaaminen	On	Veden pumppaus	1 MW	4,7 MW			97 PROJEKTIA	67	120	20	20	149,2	90,3	58,4	300kpl	www.water-technology.net
Veden puhdistus	On	Seostus altaat	1 MW	4,7 MW			131 PROJEKTIA	67	120	20	20	149,2	90,3	58,4	524kpl	
<b>Vuoroenergia</b>																
Vuorovesipadot	On	Ennen generaattoria	1MW	87000 MW	633 MW	2314 MW	121060 MW	611	210	220	230	138	135	132	19846kpl	Pallon vaihteita, si-oocean.eu
Vuorovesiturbiinit	On	Ennen generaattoria	250kW	2,5MW	111MW	7944MW	16000MW	611	210	220	230	138	135	132	1600kpl/10MW	Pallon vaihteita
Siltarakenteet	On	Ennen generaattoria			1MW	200MW	70000MW	611	210	220	230	138	135	132	7000kpl/10MW	
<b>Vesivoima</b>																
Pumparava varastoinen vesivoimala	On	Ennen generaattoria	1000MW	3003MW	428490 MW	9346 MW	16400 MW	67	120	20	20	149,2	90,3	58,4	11089kpl	
Vesivoimala	On	Ennen generaattoria	1000MW	22500MW	62562MW	2265,2MW	9228MW	67	120	20	20	149,2	90,3	58,4	922kpl/10MW	Pumped-storage hydroelectric
Juokseva vesivoimala	On	Ennen generaattoria	120MW	2620MW	35303MW	5700MW	93421MW	67	120	20	20	149,2	90,3	58,4	9342kpl/10MW	Hydroelectric power
<b>Yteknologia</b>																
Polttoainne	Ei	Ei						98,5	140	120	100	150	140	130		
<b>Bioenergia</b>																
Fossiliset polttoaineet	On	Prosessit	1	750	500000	10000	120000	82	170	70	10	130,8	111	98	12000kpl/10MW	REVALENTIA/BB/BIOSOLAR POWER
Hilli	On	Prosessit			571215MW			81	95	82	69	116,3	99,6	90,1		
Kaasu	On	Prosessit			3546034MW		799400000 Tonn	94	92	78	65	83,3	85,5	58,9		
Liuskekaasu	On	Prosessit			5764 BIL m3	16443 BIL m3 TON		94	110	100	90	110,9	92,8	82,8		
Öljy	On	Prosessit			13138MW			45	60	50	70	80	70	90		
Luskeöljy	On	Prosessit			41 gigatonni	2500MW		1	110	100	90	100	90	110		
Öljyhiikka	On	Prosessit			9270000tpd	1850000tpd	8000000tpd	75	70	80	90	110,9	92,8	82,8		

Taulukko 5. Pisteytetty analysointi taulukko.

Energiä/Sovellus ala	Vaihteen tarve	Asennetun kapasiteetin määrä MW (Puistot) Tulevien huoltojen kannalta.	Rakennett ava kapasiteetti i (Puistot)	Liiketoimintapote ntiaali/ MW-na 2020 (Puistot)	Tuotetun energian hinta ngt. (LCOE- USD/MWh)	Tuotetun energian hinta vuonna 2020. (LCOE-USD/MWh)	Vaihteiden lukumäärä 2020	Kommentti. Milloin kannattava kapasiteetti.	3	2	1
Aaltoenergia	Vähän vaihteita	5,5	52,5	60	350	215	120kpl	Kannattava 2025 jälkeen.	0	2	6 10
Aurinkoenergia	On/EI	7988	7537	35180	200	144,3	5603kpl	Paljon uusia puistoja tulossa.	3	4	1 18
Fissio ja Fuusioenergia	Vähän vaihteita	267399	34629	25850	60	108,4	163kpl	Vähän vaihteita. Ei vaihteita Clyde Blowers Raportissa.	3	3	2 17
Geoterminen energia	On	10960	500	1000	60	89,6	100kpl	Vähän tulossa projekteja.	3	4	1 18
Tuulivoimaenergia	On/EI	287587	13179	32110	60	86,6	10700kpl	Merituliivoima kalliimpaa.	6	1	1 21
Ysäteknologia	On/EI	200 projektia käynnissä.			20	90,3	824kpl	Maailman parhaiten kasvava ala maailmassa.	7	1	0 23
Yuorovesienergia	On/EI	633	2314	121060	220	135	19846kpl	Kannattavaa noin 5-10 vuoden päästä.	2	4	2 16
Vesivoima	On/EI	428490	9346	110896	70	90,3	11089kpl	Hyvä energialähde. Energian varastointi.	6	2	0 22
Yetgiteknologia	On/EI	1	3	1	98	150	10kpl	Tulevaisuudessa. Stirling Moottori-Generaattori.	0	2	6 10
Bioenergia	On/EI	500000	10000	120000	70	111	12000kpl/10MW	Paljon Kasvupotentiaalia eri sovelletuissa.	6	2	0 22
Fossiilit polttoaineet											
Liuske kaasu ja öljy	On/EI		411 gigatonnia	2503MW	90	92,8	5000kpl	Maakaasunföjijän verrattuna monenkertaisesti	5	2	1 20
Öljybielikka	On/EI		921000(bpd)	185000(bpd)	90	92,8	100kpl	Uusi teknologia.On Potentiaalia	2	5	1 17



Tutkittujen lähteiden pohjalta analysointitaulukon tekeminen.

Pisteytyssä analysointi taulukossa alojen parhaat arvot pisteytettiin ja laskettiin yhteen, josta ne saatiin paremmuusjärjestykseen kahden paremmin tutkittavan alan löytämiseksi. Jokainen taulukon laatikon arvo pisteytettiin väreihin vihreä, keltainen ja punainen. Vihreästä värin arvo oli paras eli kolme pistettä ja annoin sen hyvälle laatikon arvolle suhtautettuna toisiin laatikon arvoihin sillä sarakkeella. Vertailuna oli hyvä käyttää tuulivoima energia alan lukemia.

### **4.3 SAADUT TULOKSET.**

Analysoinnin perusteella päädyin seuraaviin alakohtaisiin tuloksiin.

#### **AALTOENERGIA**

Vähäiset markkinat on vielä tässä vaiheessa alalla ja vaihteiden koot pieniä. Vaihteistoja käytetään erittäin vähän ja kaikista aloista korkein LCOE lukema eli tuotetun energian hinta.

#### **AURINKOENERGIA**

Liiketoiminta potentiaali vuonna 2020 sama kuin offshore tuulivoimalla. LCOE lukema vielä hieman kallis, mutta pienentyy kokoajan aurinkoenergia laitteiden määrän kasvaessa. Uusia aurinkoenergian tuotantotapoja tulossa markkinoille ja myös niiden kannatus kasvaa. Vaihteistoja on monessa aurinkolämpö sovellutuksissa.

#### **BIOENERGIA**

Paljon on asennettua kapasiteettiä huoltojen kannalta. Liiketoiminta potentiaali kolminkertainen offshore tuulivoimaan verrattuna vuonna 2020. LCOE lukema on pieni. LCOE lukema on pieni.

Paljon on projekteja tulossa. Paljon erilaisia sovellutuksia ja paikkoja, joissa vaihteita tarvitaan. Biovoimalaitoksia menee hyvin kaupaksi ympäri maailman.

## **FISSIO JA FUUSIOENERGIA**

Paljon kapasiteettiä on nyt ja tulevaisuudessa. LCOE luku pieni. Vähän on vaihteita käytössä. Moventaksen omistaja Blyde Blowersin uskoo ettei ole vaihteiden tarvetta tälle alalle. Ydinvoimajätteen loppusijoittaminen on tutkimisen arvoinen ala tulevaisuudessa.

## **GEOTERMINEN ENERGIA**

Yhdessä laitoksessa tarvitaan useampaa vaihdetta. Asennetun kapasiteetin määrä on kohtalainen nyt ja tulevaisuudessa. LCOE luku pieni.

## **TUULIVOIMA ENERGIA**

Vahvasti mukana Moventaksen nykyisessä liiketoiminnassa. Vaaka-akselisia voimaloita on käytössä paljon ja pystyakseliset tuulivoimalat tulossa käyttöön laajemmin. Pysty akselisten teho vielä matala.

Hydrauli tuulivoimaloiden valmistettavuutta mietittävä. Suurien ja pienien tuulivoimaloiden valmistus mm. maatilat on tulevaisuudessa kasvava ala.

## **VESITEKNOLOGIA**

Vesiteknologia on maailman parhaiten kasvava ala tällä hetkellä. Mukana Clyde Blowersin esitteessä. LCOE lukema on pieni. Paljon on projekteja käynnissä. Kasvupotentiaalia on maailman laajuisesti paljon.

## **VUOROVESIENERGIA**

Valmistetusta määrästä on aika monessa vaihteen kautta voimansiirto. Asennetun kapasiteetin määrä pieni.

Vuonna 2020 offshore tuulivoimaan verrattuna vuorovesivoimalla on kolmen kertainen kapasiteetti. LCOE lukema vielä hieman korkea, mutta laskee kokoajan.

## **VESIVOIMA**

Paljon kapasiteettiä on nyt käytössä ja vuonna 2020 rakennetaan neljä kertaa enemmän kuin offshore tuulivoimaa. Tuotetun energian hinta on pieni. Kaikissa vesivoimaloissa ei tarvita vaihteita.

## **VETYTEKNOLOGIA**

Vähän tehtyä kapasiteettiä ja vaihteita on vähän käytössä. Vaihteita käytössä stirling moottorin jälkeen ennen generaattoria. LCOE lukema on pieni.

## **LIUSKEKAASU JA- ÖLJY SEKÄ ÖLJYHIEKKA.**

Liuskekaasun ja öljyn tuottaminen on kasvavia aloja maailmanlaajuisesti.

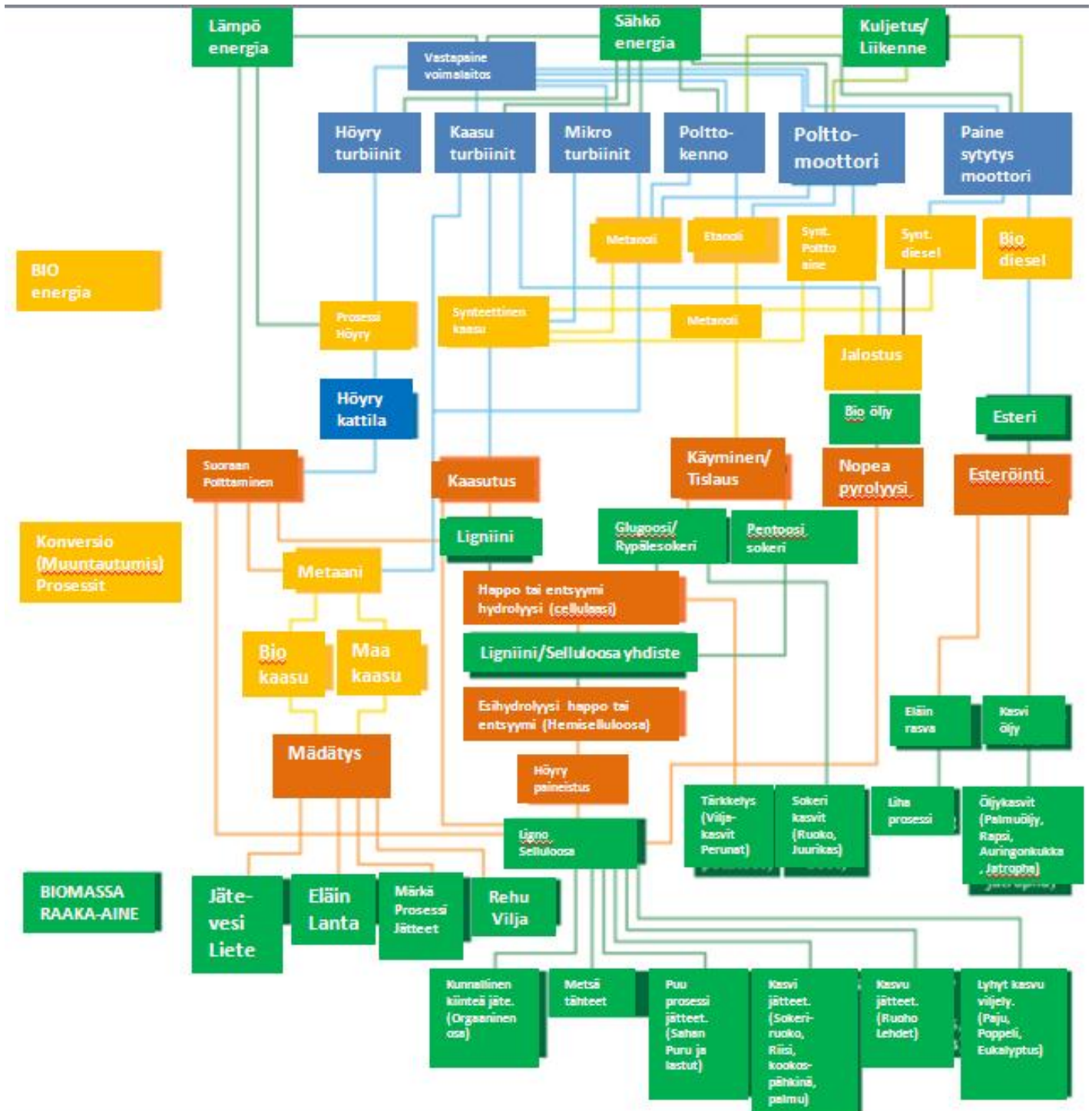
Liuskekaasua ja öljyä on nykyisiin varantoihin verrattuna moninkertainen määrä yhdysvalloissa ja muissa maissa missä tuotanto vasta alkaa eli nämä kaksi alaa tulevat tulevaisuudessa kasvamaan entisestään. Öljyhiekkaa on paljon Kanadassa, mutta muihin öljy tuotantoihin verrattuna vielä liian kallista ja LCOE lukema korkeahko.

### **Jatkoon valittiin analysoinnin perusteella bioenergia ja vesiteknologia, koska:**

- kummatkin ovat kasvavia aloja ja potentiaalia paljon. Vesiteknologia tällä hetkellä eniten kasvavin ala maailmassa
- kummankin alan LCOE luku on pieni.
- Bioenergialla on kolminertainen kasvupotentiaali vuonna 2020 offshore tuulivoimaan verrattuna.
- aloista ei saatu alkututkimuksessa tarpeeksi tietoja selville.

## 5. BIOENERGIA- JA VESITEKNOLOGIAN TARKEMPI TARKASTELU.

### 5.1 BIOENERGIA



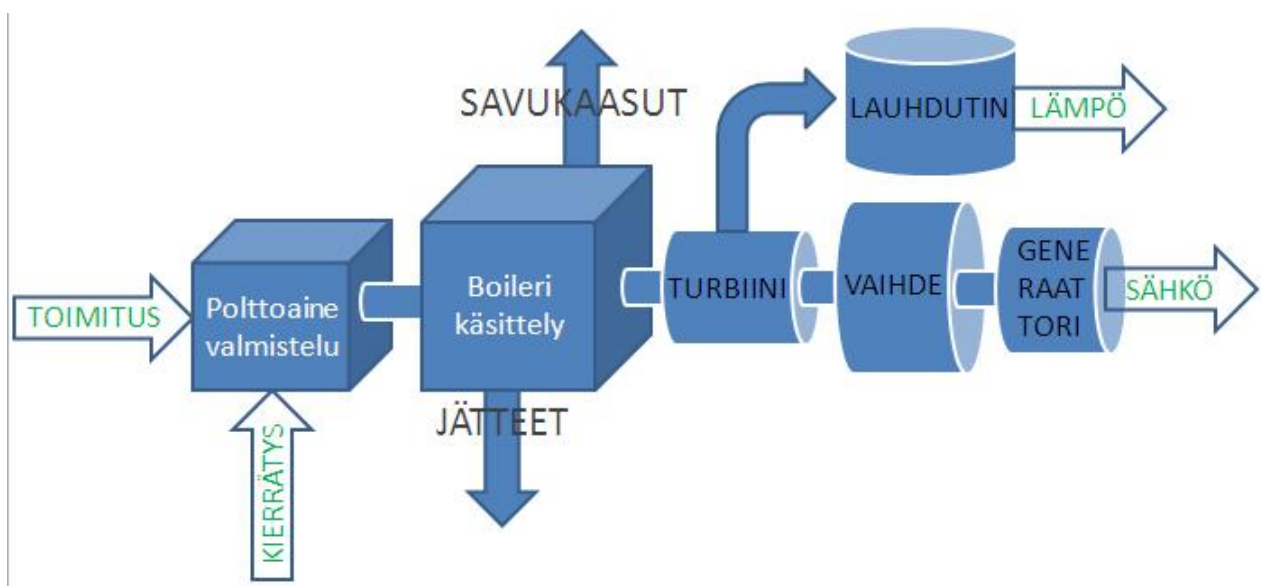
Kuva 4. Bioenergian käyttämisen taulukko. (Muokattu lähteen pohjalta: Bioenergy project development & biomass supply 2014 [IEA])

Kuvassa 4 on esitetty bioenergian erilaisia käyttö kohteita ja muuttamista eri muotoon sekä loppukäyttämistä energian aikaan saamiseksi. EU:n ja kansallisen tason ilmasto- ja energiapolitiikassa vaaditaan bioenergian käyttämisen nostamista (21 PJ) ja kierrätyspolttoaineiden sekä biokaasun käytön lisäys (14 PJ) on vaatimuksena monessa. Biopolttoaineiden käyttämistä liikennepolttoaineina sekä bioenergian osuutta energialähteenä täytyy kasvattaa. Aiemmin tehdyssä uusiutuvan energialähteiden edistämishjelmassa isoimmat kasvupotentiaalit olivat neljällä bioenergiälähteellä [74]:

- metsähakkeen käytön lisääminen (42 PJ)
- puun pienkäytön lisääminen (21 PJ) (ei metsähaketta)
- kierrätyspolttoaineiden ja biokaasun käytön lisääminen (7 PJ)
- peltobiomassojen käytön lisääminen (15 PJ).

Toisen polven biopolttoaineiden valmistaminen pystytään tekemään energiatehokkaammin ja energiatehokkuuden kannalta parhaiten biojalostamoissa, joissa tuotetaan muitakin laatuja. [74]

Kuvassa 5 on esitetty biovoimalaitos prosessi.

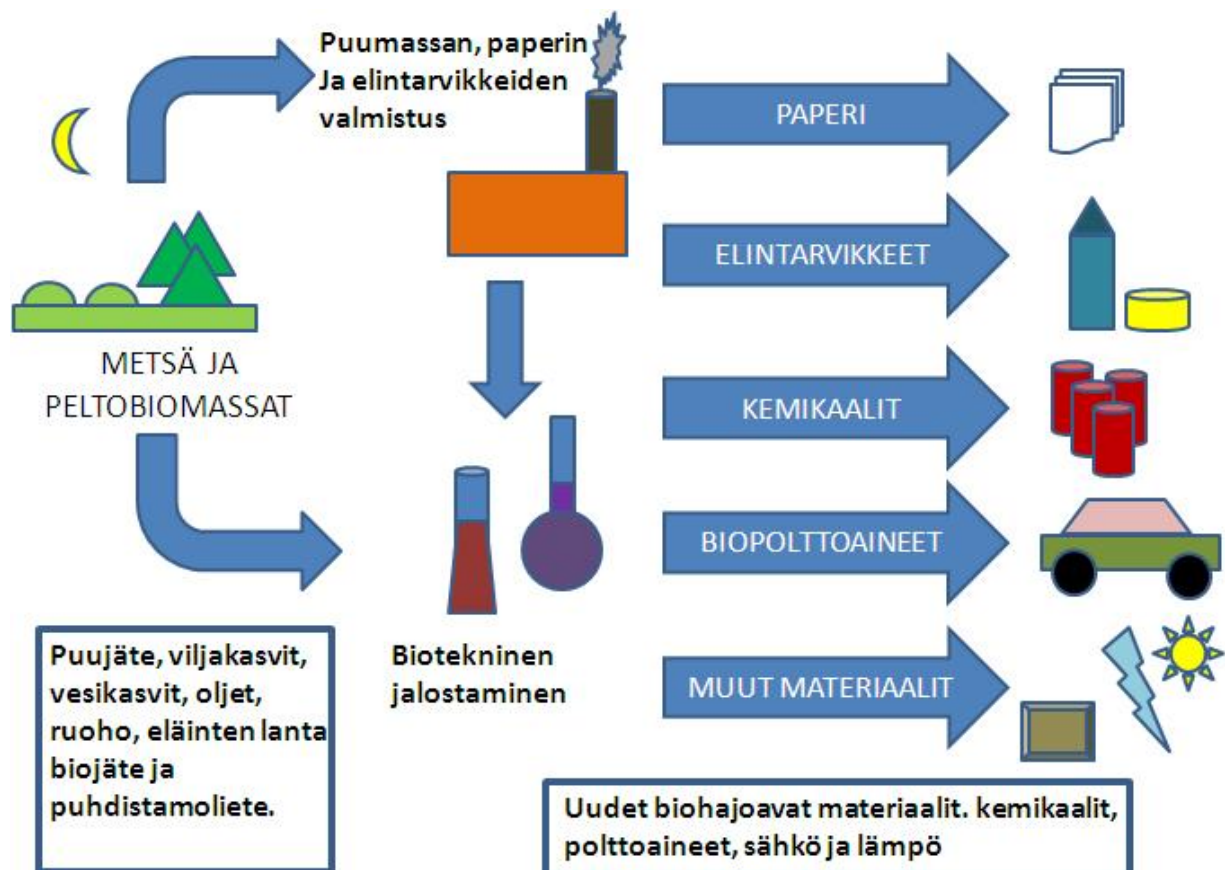


Kuva 5. Biovoimalaitos Prosessi. (Lähde: Bioteknologia info 2014 [Tekes])

## Biomassa

Bio- ja kemianteollisuuden merkitys on uudessa biomassan jalostamisessa suuri ja alan kehitys kulkee eteenpäin kovalla vauhdilla, että sille ennustetaan laajoja liiketoimintamahdollisuuksia. Biomassan käyttäminen maailmalla on kasvussa tulevan öljypulan sekä sähkön hinnan ja ilmastonmuutos päästöjen vähentämisen takia. Maailmalla etsitään kokoajan korvaavia valmistusmuotoja energialle, polttoaineille, muovituotteille ja kemikaaleille. NykYTEKNIKOILLA biomassan käyttäminen tulee mahdolliseksi paljon monipuolisemmin uusiin tarkoituksiin ja kehityksen myötä näistä uusiutuvista raaka-aineista käytetään nimitystä biomassa. [75]

Kaikki biomassan valmistaminen ei ole suoraan luonnosta saatavaa eloperäistä ainesta, kun esim. biojätteet ja teollisuuden jätevedet eivät kuulu tähän ryhmään. Biomassa nimitystä voidaan käyttää kaikista eloperäisistä aineista, joissa on yhteyttämisen sitoutunutta auringon energiaa. Kuvassa 6 on esitetty biomassan valmistamisprosessi. [75]



Kuva 6. Biomassan valmistaminen. . (Lähde: Bioteknologia info 2014 [Tekes])

## Biokaasu

Biokaasu syntyy biomassa-aineista (esim. lietteet, lannat, jätteet ja peltobiomassat) biokaasureaktorilla tuottamalla kaasua tai kaatopaikka kaasuista. Biokaasua käytetään lämmön- ja sähkön- tuotannossa sekä sitä jalostetaan ajoneuvojen polttoaineeksi. Koostumukseltaan biokaasu on samanlainen kuin maakaasu ja kummassakin metaania on paljon. Biokaasussa metaania on 40-70 prosenttia ja hiilidioksidia 30-60 prosenttia. (tilavuusprosenttia). [76]

Syy, miksi maakaasua pidetään fossiilisena polttoaineena, on hiilidioksidin maan alle varastoituminen aivan kuin kivihiilessä ja öljyssä. Biokaasun hiilidioksidi vapautuu ilmakehään aina riippumatta käytetäänkö se energiaksi joten käyttäminen ei lisää ilmakehän hiilidioksidimäärää puuperäisen energian tavoin. Metaani on hiilidioksidia 20 - 70 kertaa enemmän voimakkaampi kasvihuonekaasu, siksi kaatopaikkojen biometaanin käyttäminen ja talteenotto on perusteltua. Etuina on myös jätteiden määrän väheneminen ja mädätyksessä parhaiten ravinteiden säilyminen eri biojätteiden käsittelymuodoista. [76]

## Biodiesel

Biodieselillä tarkoitetaan rasvahappojen metyyli ja etyyliestereiden yhdisteistä koostuvia poltonesteitä. Biodieselin valmistus tapahtuu alkoholilla esteröimällä kasvi ja eläinrasvat. Kustannussyistä käytetään yleensä metanolia, mutta käytössä on myös etanolia ja muita lyhyt ketjuisia alkoholeja. Liikenteessä käytön lisäksi biodieseliä voidaan käyttää dieselagrekaateissa ja lämmityskattiloissa. [76]

Sivutuotteena puristuksessa syntyy puristuskakku. Raaka-aineista puristuskakkuun jäljelle jää kuiva-aine joka on valkuaispitoista ja käy rehukäyttöön tai mädätykseen. Suurimmat osat biodieselin valmistuksesta tehdään auringonkukka, rypsi, rapsi, palmu tai soijaöljystä tai muista ruoka-aineiksi käyvistä kasviöljyistä sekä pieneltä osin käytetyistä paistorasvoista ja öljyistä sekä teurasjätteistä ja eläinrasvoista. Jatropa pensaiden hedelmä on myös yksi biodieselin valmistukseen käytetty raaka-aine, jonka kasvu on myös kuivissa ja karuissa joutomaissa mm. teiden varsilla. Ruoka tuotantoon jatropan hedelmä on myrkyllinen. Myös suomessa bioste valmistaa levää kasvattamalla biodieseliä. Levän kasvattaminen voi onnistua kuivilla mailla altaissa ja merellä. [77]

## Etanoli

Etanoli on alkoholijuomissa yleisesti käytetty etyylialkoholi, joka on nesteenä väritön, tulenarka ja antiseptinen. Veteen sekoittuessaan etanoli tuottaa lämpöä ja kokonaistilavuus pienenee. Etanolia käytetään monesti liuottimena ja monien yhdisteiden lähtöaineena. Etanoli liukenee hyvin veteen ja muihin liuottimiin. Etanolin hiilivety mahdollistaa myös sen liukenemisen orgaanisiin yhdisteisiin, joita on bensiini ja dieselöljy. Etanoli on hyvin tulen arkaa ja sen palaminen tapahtuu nopeamptomalla sinertävällä liekillä. Etanolia voidaan käyttää ottomoottorin polttoaineena tai bioetanolina valmistettuna sokeriruo'osta tai maissista. [78]

## Pelletti

Puupelletin polttoaineeksi valmistaminen tapahtuu puusta ja sitä käytetään mm. alue ja kaukolämpölaitoksissa sekä lämmön ja sähkön tuotantolaitoksissa. Lämpöarvoltaan tonni pellettejä on 1,5 tonnia puuta tai 500 litraa öljyä. Pelleteillä korvataan fossiilisten käyttöä eli öljyn tai kivihiilen. Puupellettiä voidaan käyttää hyvin polttoaineena isoissa voimaloissa. Laajamittaisesti pelletti on käytössä sähkön ja lämmön tuotannossa Euroopassa ja se korvaa eniten kivihiilen käyttöä. Käyttö on lisääntymässä ja käyttökokemukset ovat myönteisiä. EU:n ilmastotavoitteet velvoittavat jäsenmaitansa parantamaan kaikenlaista energiantuotantoa. [79]

## Biohiili

Biohiilestä kehitetään kivihiilen korvaajaa. Kasvijätteistä kuumentamalla valmistetulla biohiilellä pystytään poistamaan parhaimmillaan 12 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä. Ilmaston kannalta on järkevämpää olla polttamatta kasvijätteitä energiaksi, vaan käyttää ne biohiilen valmistukseen. Biohiilellä energian tekeminen on harvoja tapoja hiilidioksidi päästöjen vähentämiseen ilmakehästä. Biohiilen muodostuminen tapahtuu prosessissa korkeassa lämpötilassa, joka on nimeltään pyrolyysi. Pyrolyysillä voidaan valmistaa myös biopohjaisia öljyjä. Biohiilen hiili kestää sidottuna satoja tai ehkä tuhansia vuosia ja hiilellä on myös parantava vaikutus maaperään. [80]



Metso on kehittämässä biohiilen käyttöä ja tehnyt asiassa merkittävän suunnan muutoksen. Aluksi Metsolla oli suunnitelma kehittää teollisuuteen puun paahtamista eli torrefiointia ruotsalaisen Bio Energy Development North yhtiön kanssa yhdessä. Yhtiö luopui enemmän kilpaillusta torrefioinnista ja alkoi kehittämään höyryräjäytys tekniikkaa, jossa käytetään hyväksi selluteknologiaa, modifioituna biohiilen valmistukseen. [81]

Torrefiointi prosessissa biomassasta poistetaan vesi. Reaktion tapahtuminen on 240 celsiusasteessa hapettomassa tilassa, joissa biomassan kuidut hajoavat helposti. Sen jälkeen raaka-aine puristetaan briketeiksi tai pelleteiksi. Höyryräjäytyksessä biomassalle käytetään 15-20 baarin painetta, jolla muutetaan materiaalien koostumusta. Biohiilen puhallus paineettomaan säiliöön venttiilin läpi, jolla rakenne rikkoutuu höyryn paisuessa. Höyryräjäytyksellä valmistettu biohiili ja siitä tehdyt pelletit ovat lujuudelta sekä kosteudenkestoltaan parempia kuin torrefioidut pelletit. [81]

Selluteollisuuden laitekannan ansiosta tekniikan kaupallistaminen on nopeaa ja valmista tekniikkaa on jo kasveista valmistava sellun reaktori. Kiinnostusta laitteiston käyttöön on Pohjoismaissa, Venäjällä ja Pohjois-Amerikassa ja Ostajina on yleensä metsäyhtiöt ja kaikki, jotka voivat hyödyntää biomassaa. 200000 tonnia vuosituotannoltaan tuottava kaupallisen kokoluokan voimalaitos maksaa 60-70 miljoonaa euroa. Hintaan tietenkin vaikuttaa pystyykö sellutehtaan tai voimalan integroimaan valmiiseen sellutehtaaseen tai voimalaan. [81]

Ratkaisuna öljypulaan on Yhdysvaltain energiaministeriön kehittämä levämassalla toimiva reaktorin, joka tuottaa jatkuvana kemiallisena prosessina raakaöljyä minuuteissa. Laboratorion henkilökunta on esitellyt ideaa algal research julkaisussa ja tekniikan lisenssin on ostanut Genifuel-yhtiö, jolla rakennuksen alla on pilottilaitos. [82]

Suomessa on käynnissä useita bioenergia hankkeita, joita on listattu seuraavaksi ja lisäksi on listattu mihin vaihteita käytetään bioenergia tuotannossa.

Suomessa käynnissä olevat biohankkeet [83]:

- UPM biopolttoaine jalostamo lappeenrantaan on suurin investointi hinnaltaan 150 miljoonaa ja valmistuu vuonna 2014.
- Vapo forest BTL Kemiin ja Kaskisiin kaavailut biodiesel hankkeet satoja miljoonia euroja.
- Biokaasu ja biovoimalaitoksia käynnissä Gasumilla, Fortumilla ja Stora Ensolla. Hinta on kymmeniä miljoonia euroja.
- Fortumilla on 20 miljoonan euron bioöljyhanke joensuun laitoksen yhteyteen.
- Stora Ensolla 32 miljoonan euron investointi biojalostamo sunilan sellutehtaaseen.
- Gasum rakentaa lahteen suomen suurimman biokaasun tuotanto ja jalostuslaitoksen. Hankkeen investointi arvo on 16 miljoonaa euroa. Ja yhtiöllä on paljon muita investointeja.
- Pienempiä hankkeita ympäri maata.

Vaihteistojen käyttäminen bioenergia tuotannossa [83]:

- Höyryturbiini vaihteet
- Kaasuturbiinivaihteet
- Mikroturbiinivaihteet
- Polttokennot (stirling moottori) vaihteet
- Polttomoottori vaihteet
- Dieselmoottori vaihteet
- Kuljettimet ja kuljetin käytöt
- Sekoittimet ja Mikserit
- Ilmastus
- Rummut
- Jalostus
- Voimalaitos prosessit
- Pyöritysprosessi
- Pumppaaminen
- Kuljetus
- Kompressori käytöt
- Yhteistuotanto (esim.kaasu ja diesel)

## 5.2 VESITEKNOLOGIA

Vesiteknologialla on merkitys useassa eri tyyppisessä veteen liittyvässä ratkaisussa ja se on käytettävissä usealla eri tekniikalla. Seuraavaksi on listattu tyypillisiä teknologisia ratkaisuja.

Teknologiset ratkaisut voidaan jakaa kolmeen osaan:

- Meriveden pumppaaminen ja suolan poisto merivedestä,
- Sadeveden kerääminen
- Veden kierrättäminen.

Merivesistä suolan poisto vie paljon energiaa ja on kallista. Vesien kierrätystä suositaan alalla eniten. Kunnallinen jätevesi voidaan nykypäivän tekniikalla puhdistaa todella hyvin ja se saadaan kierrätettyä halvemmalla kuin tehtyä meriveden puhdistusta. Teollisuus ja maatalous ei tarvitse yleensä juomavesikelpoista puhdistus menetelmää. Kehittyvät maat eivät käsittele jätevesiä, vaan ne päästävät yli 80 prosenttia luontoon ilman käsittelyä eli alalla riittää vielä paljon työtä. [84]

Toisella puolella maapalloa, jossa vesi tulee kotikraanoista, ei tule huomioitua, että jossakin on todellinen ongelma vesipula ja se aiheuttaa kärsimyksiä ja kuolleisuutta, miljoonille ihmisille ympäri maapallon. Veden puute vain kasvaa tulevaisuudessa suuremmaksi, kun vettä kuluu myös teollisuuden tarpeisiin. Uusia kestäviä ratkaisuja tarvitaan veden saannin varmistamiseksi ja sen käyttämisen tehostamiseen. Vesipula aiheuttaa maailmanlaajuisia merkittäviä haasteita. Alueilla, joilla teollisuus ja väestö kasvaa nopeasti on puutetta myös makeasta juoma- ja käyttövedestä. Teollisuus, jossa vettä kuluu valtavasti tarvitsee veden laadun hallintaan ja vedenkäytön tehostamiseen hyviä ratkaisuja. Maailmanlaajuisesti puhutaan 25 miljardin euron vesitehokkuus markkinoista. Vesiteknologian kasvu on tällä hetkellä nopeinta maailmalla kaikista aloista. [85]

Suomessa Sitran elinvoiman lähteet kehitysohjelma panostaa suomalaisen vesiosaamisen kehittämiseen. Kemira ja VTT ovat perustaneet SWEET - vesitutkimuskeskuksen, jolla tähdätään maailmassa vesiongelmiin parannus ratkaisuihin. Ratkaisuiden avulla voidaan tehostaa veden saatavuutta, käyttöä ja luodaan kierrätyksestä ympäristölle kestävämpi ratkaisu. [86]

Sekä tehdään energiatehokkaammat ratkaisut esim. energia ja kustannus tehokas merivesistä makeanveden valmistaminen sekä energian ja biopoltoaineiden tuotannossa biomassan hyödyntäminen. SWEET vesitutkimuskeskuksella on uusi toiminnan malli tutkimus ja innovaatio, jossa verkostaudutaan ja tehdään parhaiten osaamisten yhdistäminen. Mallissa tutkimustoiminta, sovellusten kehitys sekä kaupallistaminen toteutuu yhdessä ja sen avulla voivat muutkin yritykset ja tutkimuskumppanit kytkeytyä kansainväliseen liiketoimintaan mukaan. Tutkimuskeskuksissa Shanghaissa, Atlantassa ja Sao Paulossa tutkitaan kasvipohjaisia raaka-aineita mm. puut ja levät kansainvälisten tutkimusryhmien kanssa. [86]

Kemiralla on visiona olla johtava yritys vesikemian alalla maailmassa ja se on keskittymässä asiakkaihinsa, joiden tuotannossa käytössä paljon vettä. Tuotantoaloja on mm. paperiteollisuus, kunnallinen ja teollinen vedenpuhdistus, öljy ja kaivosteollisuus sekä elintarvike, rehu, lääke ja kemianteollisuus.

Kierrätystä suositetaan nykypäivänä ja se on megatrendi. Ongelmia muodostuu suurien kaupunkien jätevesien lietteistä, vesistöihin laskettavista jätteistä ja öljynporausta lauttojen veden puhdistuksesta. Myös asiakkaiden tarpeet, syvenevä vesipula, tiukentunut ympäristölain säädäntö vaatii uusien vesi innovaatioiden kehittämistä. Tuoreella kumppanuudella Outoteciin laitetaan vauhti päälle kaivosalan ja öljyhiekkan teollisuusvesien käsittelyyn. [86]

WATEC eli Kansainvälinen vesiteknologia ja ympäristötekniikka messut ja konferenssi on yksi johtavista maailmalla ja se järjestetään vuosittain. Siellä kohtaavat kaikki vesiosaamisen yritykset ja yhteisöt tuoteratkaisuineen, innovaatioineen ja palveluineen. Messuilla vesihuolto, kastelujärjestelmät, kierrätys ja jäteveden puhdistus, suolan poistaminen vedestä ja vaihtoehtoiset energialähteet kohtaavat. [87]

Sulzer Pumps on ABS EFFEX tuotevalikoimassa energiatehokkaat ja luotettavat jäteveden ratkaisut. ABS EFFEX kuuluu upotettava jäteveden upposekoitin ja virtauksen vahvistin sekä pumpun valvontajärjestelmä. Keskinopeissa versioissa oikosulkumoottoreissa on vaihteisto keskikorkeille nopeuksille. ABS flow booster XSB hitaasti pyörivä mikseri. Se on maailman suurin ja tehokkain hitaasti pyörivä upposekoitin. Komposiitista valmistetut teräsekoittimet on tehty suurille työntövoiman vaatimuksille ja muita ominaisuuksia on kolmivaiheinen vinohampainen vaihdelaatikko. Lisäksi pumppuja on jäteveden ilmastukseen sekä pakokaasupesureihin. [88]

Valtavia makeanveden varannoja on löytynyt valtamerien pohjan alta mannerjalustoilta ja etupäässä rannikoilla, joilla voidaan selvittää maailmanlaajuisesta vesikriisistä. Joulukuussa 2013 julkaistussa raportissa on makeaa vettä 500000 km<sup>3</sup> varastoituneena pohjan alla.

Löytöjä on Australiassa, Kiinassa, Pohjois-Amerikassa ja Etelä-Afrikassa rannikoilla. Nämä varannot on sata kertaa suuremmat kuin pohjavettä on maanpinnalle nostettu vuodesta 1900. Vesivarantoja voidaan käyttää vuosikymmeniä alueilla, jotka kärsivät vesipulasta. Tutkijat luulivat että vesivarantoja on vain harvassa, mutta nyt niiden tiedetään olevan aika yleisiä. Vesivarantojen muodostuminen on tapahtunut monien tuhansien vuosien aikana ja merenpinta oli nykyiseen verrattuna alempana sekä rantaviiva kauempana. Silloin sateella vesi kulkeutui maahan, mihin pohjavesi alueet ovat muodostuneet. Kun jäätiköt alkoivat sulaa 20000 vuotta sitten, alueet jäivät merenpinnan alle ja varannot ovat säilössä savikerrosten ja sedimentin alla. Vesivarannot eivät ole uusiutuvia eli niitä pitää käyttää järkevästi ja alueilla ei voi tehdä merenalaista öljyn tai kaasun porausta tai hiilidioksidin varastointia. [89]

Seuraavaksi on listattu vesiteknologian yrityksiä ja vaihteistojen käyttämistä vesiteknologisessa tuotannossa.

Vesiteknologian yritykset näiden aiemmin mainittujen lisäksi. [90]:

- Aqualyng.
- Aquamove.
- Australian Water Association (AWA)
- Beijing Hengju.
- Biwater.
- BW Plastics.
- CSO Technik.
- DHI Group.
- Endress+Hauser.
- GTI.
- Kisters.
- Lubrication Engineers.
- McBerns Odour Management.

- Membrana.
- NSF International.
- Parker Hannifin Corporation.
- Primozone Production.
- RA Materials.
- Romag AG.
- Rotork, Electric.
- Secura.
- Sirco Industrial.
- Slimline Manufacturing Ltd Canada.
- Small Hydro Latin America.
- Sulzer Pumps.
- Twin Filter BV.
- Verderflex.
- Wabag.
- Watson-Marlow Pumps Group.
- Wedeco.

Vaihteistojen käyttäminen vesiteknologia tuotannossa:

- Sekoittimet ja Mikserit
- Ilmastus
- Voimalaitos prosessit
- Pyöritysprosessi
- Pumput, Pumppaaminen ja pumppu käytöt ja moottorit
- Jäähdytystornit
- Kompressori käytöt
- Extruuderit
- Turbiini pyöritysvaihteet
- Venttiilien vaihteet ja tehostimet
- Jäteveden puhdistuslaitoksen planeettavaihte kaapimen pyöritys ja ilmastus.

➤ PUMPPUJEN PYÖRITTÄMINEN

- Höryturbiini vaihteet
- Kaasuturbiinivaihteet
- Mikroturbiinivaihteet
- Polttokennot (stirling moottori) vaihteet
- Polttomoottori vaihteet
- Dieselmoottori vaihteet
- Tuulivoimaloilla pyörítettävät vesipumput

### 5.3 KAUPALLINEN KIINNOSTAVUUS.

Moventaksen näkökulmasta kahdessa paremmin tutkittavalla alalla on vaihteita paljon käytössä. Bioenergia alalla Metson biohiilen valmistuksessa käytettävät vaihteistot olisivat uudelle alalle pääseminen ja mahdollisesti uuden vaihteistoteknologian luomista, niin kuin aiemmin Metsolle tehdyt Vertimill vaihteistot, joista saadaan yhtiölle hyvää katetta.

Ennustettu on että biomassan valmistus lisääntyy ja biovoimalaitoksia tehdään maailmalle enemmän, kun ilmaston muutos, fossiilisten loppuminen ja uusiutuvan energian käyttö vaativat enemmän bioenergian käyttöä. Voimalaitokset toimivat eri biopolttoaineilla mm. biodiesel, biokaasu, biohiili, etanoli ja metanoli. Biopoltto aineita voidaan käyttää energian valmistukseen höyry, kaasu ja mikroturbiineissa, polttokennoissa, poltto, diesel ja stirlingmoottoreissa, joiden jälkeen vaihdetta tarvitaan.

Lisäksi vaihteita tarvitaan useissa eri prosesseissa mm. kuljettimet, nosturit, polttoaineiden valmistelu, boilerin jälkeiset savukaasut ja jätteet, ennen generaattoria sijaitseva vaihde, biomassojen käsittely, jalostus ja erilaiset prosessit, biokaasuturbiinit. Alalla on menossa monenlaisia projekteja ja biovoimalahankkeita Suomessa sekä ulkomailla ja erilaisia vaihteiden tarpeita pienistä vaihteista isoihin. kolminkertainen kapasiteetti offshore tuulivoimaan vuonna 2020 ja LCOE lukema on pieni.

Vesiteknologia ala on tällä hetkellä parhaiten kasvava ala maailmassa, jossa on myös käyttöä erilaisille vaihteille ja paljon erilaisia osajia alalla. Vaihteiden käyttökohteita sekoittimet, mikserit, ilmastus. pumput, extruuderit sekä planeettavaihteita käytetään jätevesien puhdistuslaitoksilla. Erilaisia sovellutuksia alalla on mm. merivesien pumppaaminen tuhannen kilometrin päähän ja suolan poistaminen, sadevesien kerääminen, vesien kierrättäminen, teollisuus vesien käsittely ja tulevaisuudessa makean veden pumppaaminen rannikoilta.

Vesiteknologia alalla on 25 miljardin euron markkinat ja vaihteita on käytössä erilaisissa sovellutuksissa. Makean veden kulutus on nyt jo isompi kuin veden saanti ja 2030 tarve kasvaa jo melkein kaksinkertaiseen. Kuivat jaksot koettelevat maanviljelijöitä ja veden pumppausta tarvittaisiin alueille. Vesivoimaloiden rakennustöitä on tulevaisuudessakin hyvin ja siinä on 4-kertainen kapasiteetti offshore tuulivoimaan vuonna 2020 ja LCOE lukema pieni.

## **6. TULOKSIEN YHTEENVETO.**

### **6.1 KÄYTETYT MENETELMÄT.**

Suoritin tämän gradutyön kirjallisuuskatsauksena. Etsin tietoa kirjoista ja internetistä sopivien alojen löytämiseksi, joissa käytetään vaihteistoja. Useasta erilaisesta alasta analysoitiin alat ja taulukoitiin ne exceliin. Excelissä alat pisteytettiin ja annettiin arvostelu pisteissä jokaiseen taulukon sarakkeeseen. Taulukon pisteet laskettiin yhteen, josta saatiin kaksi parempaan tarkasteluun otettavaa alaa.



## 6.2 TULOKSET.

Työn tuloksena kartoitin monia aloja, joissa käytetään vaihteita ja on mahdollisuutta saada lisää liiketoimintaa. Kahdeksi paremmin tutkittavaksi alaksi otin bioenergian ja vesiteknologian. Näillä aloilla on kovaa kasvua näkyvissä ja vaihteiden tarpeita monessa eri sovellutuksessa, joita kävin läpi jo kaupallinen kiinnostavuus osiossa. Muita tutkittavina aloina pitäisin näiden kahden lisäksi:

- Liuskekaasun ja öljyn tuotantoa, jossa liuskekaasua on enemmän kuin tavallista maakaasua ja tuotanto alkamassa muissa maissa kuin yhdysvalloissa. Näillä aloilla on LCOE lukema pieni ja kasvua ennustetaan olevan rajusti tulevaisuudessa.
- Vesivoiman kapasiteetti nelinkertainen offshore tuulivoimaan verrattuna vuonna 2020 ja LCOE lukema on pieni.
- Vuorovesivoiman kapasiteetti kolminkertainen offshore tuulivoiman vuonna 2020 ja LCOE lukema pienenee kokoajan. Vaihteita käytetään paljon eri rakenteiden tuulivoimaloissa. Asennettujen voimaloita vielä vähän, mutta kapasiteetti kasvaa rajusti tulevaisuudessa.
- Aurinkovoimassa kapasiteetti 2020 sama kuin offshore tuulivoimaloissa 2020. Erilaisia sovellutuksia paljon ja LCOE lukema nyt hieman korkea, mutta se laskee kokoajan. Vähemmän auringon energiaa saatavissa maissa on myös vaihteen käyttö suositeltavaa.
- Tuulivoimaenergiassa on tulossa eri rakenteilla toimivia voimaloita vuosien päästä kannattavaan tuotantoon. Kääntökehien ja lapakulmien säädön komponenttien on tuotannossa valmistaminen. Tuulivoimaan epäsuorasti vaikuttavien töiden tekeminen mm. Jack upit, Semisubit, vinssit ja nosturit. Tuulivoimaloiden on kolmen erilaisen varastointitekniikkaa mahdollisuudet.
- Geotermisissä voimalaitoksissa on myös paljon vaihteiden tarpeita ja 24 maassa tuotanto käynnissä.

- Aaltoenergiassa ja ydinenergiassa on vähän vaihteita. Ydinvoima jätteen loppusijoittaminen on tutkimisen arvoinen ala lähi tulevaisuudessa.
- Mitkä on aiemmin mainittujen alojen huoltotarpeet tulevaisuudessa. Onko service tarpeita ja mahdollisia c-mas asennuksia uusiin tai huoltovaihteisiin.

### 6.3 PÄÄTELMÄT.

Bioenergia alalla on paljon erilaisia sovellutuksia ja niissä vaihteiden tarpeita. Biohiilen valmistus voisi olla hyvän katteenala, jos vaihde markkinoille pääsisi ensimmäisenä ilman toisia kilpailijoita. Vesiteknologiassa on myös paljon vaihteiden tarpeita mm. planeettavaihteiden valmistamista. Liuskekaasun ja öljyn tuotanto jatkuu voimakkaana ja ala tulee vielä kasvamaan lisää. Alan potentiaali otettava huomioon ja selvitettävä mahdolliset vaihteiden tarpeet.

Vesivoimaloiden potentiaalisia vaihteiden tarpeita selvitettävä, koska alalla on paljon kuormaa lähi tulevaisuudessa. Vuorivesivoimaloiden vaihteita tulee paljon tuotantoon tulevaisuudessa ja niissä on paljon vaihteita käytössä. Aurinkovoimaloita rakennetaan muutaman vuoden päästä yhtä paljon kuin tuulivoimaa. Aurinkovoimaloissa on tehtävä vaihteiden tarpeiden selvitys.

Tuulivoimaloissa on uusien rakenteiden vaihdekannan selvitys tehtävä ja kääntökehien sekä lapakulman säädön tuotannon tekemisen mahdollisuudet. Tuulivoimaloiden epäsuorasti vaikuttavat alat sekä varastointitekniikoiden selvitys, olisiko niissä vaihteistotöitä.

Geotermisistä vaihteista on saatava selville vaihteiden tarve sekä huoltotarpeiden selvitys. Huoltotarpeista on tehtävä selvitys jo rakennettujen voimaloiden osalta. Fissio energiassa on ydinjätteen loppusijoittamisen vaihteiden käytön kartoitus sekä muiden teollisuus alojen vaihteiden kartoitus on tehtävä.

Varmaan ihan kaikkia vaihteistosovellutuksia ei tässä työssä tullut tutkittua ja aika pienesti vain pintaa raapaistua, mutta aiheita täytyy vielä avata syvällisemmin, jos päätetään että joku näistä aloista voi olla potentiaalinen vaihteistoala.

## LÄHTEET

[1] Kokko, Elina. Energiaa meren pinnalta ja pohjalta. Fortumin aaltovoima esite. Viitattu 3.8.2013

<http://verkkojulkaisu.viivamedia.fi/fortumesfi/aaltovoima>

[2] Uusitalo, Mikko. Aaltosorvi. Tampereen ammattikorkeakoulu tutkintotyö. 2005. Viitattu 20.8.2013

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8828/TMP.objres.200.pdf?sequence=2>

[3] Hellgren, Matti. Heikkinen, Lauri. Suomalainen, Lauri. Energia ja ympäristö. Opetushallitus. Helsinki 1996.

[4] Simola, Kaisa. Semkina, Soili. Aurinkoenergia jo halvempaa kuin ydinenergia. Tekniikka ja talous. Viitattu 10.8.2013

<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article482272.ece>

<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article538253.ece>

[5] DiPaola, Anthony. Solar Power Cost to Equal Fossil Fuel Expense Within Decade. Bloomberg. Viitattu 14.8.2013

<http://www.bloomberg.com/news/2010-11-24/solar-power-cost-to-equal-fossil-fuel-expense-in-decade-bp-says.html>

[6] Energiateollisuus ry. Energiateollisuuden internet sivut. Viitattu 20.8.2013

<http://energia.fi/energiateollisuus/energiateollisuus-info>

[7] U.S. Department of Energy. EIA. Today in energy. Viitattu 27.8.2013

<http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=530>

[8] Simola, Kaisa. Semkina, Soili. Aurinkotorni tavoittelee taivaita. Tekniikka ja talous . Viitattu 10.8.2013

<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/aurinkotorni%20tavoittelee%20taivaita/a39540?fail=f>

[9] Smart education foundation 2014. Program guide electricity. Internet sivut. Viitattu 3.9.2013

<http://www.smartcompetition.org/program-guide-electricity>

[10] U.S. Department of Energy. EIA. Today in energy. Viitattu 5.9.2013

<http://www1.eere.energy.gov/solar/sunshot/index.html>

[11] National Renewable Energy Laboratory. Solarspaces. Internet sivut. Viitattu 9.9.2013

[http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/by\\_country.cfm](http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/by_country.cfm)

[12] Cone drive. Industries solar energy. Internet sivut. Viitattu 15.9.2013

<http://www.conedrive.com/Industries/solar-energy.php>

[13] Flaktwoods. Flaktwoodin haihdutinpuhaltimet. Internet sivut. Viitattu 17.9.2013

<http://www.flaktwoods.fi/ba7d6393-addd-4dbc-b58f-a46d63dae38d>

[14] Bioteknologia. Mitä biomassa on. Internet sivut. Viitattu 19.9.2013

[http://www.bioteknologia.info/etusivu/ymparisto/Biomassa/fi\\_FI/Mita\\_biomassa\\_on/](http://www.bioteknologia.info/etusivu/ymparisto/Biomassa/fi_FI/Mita_biomassa_on/)

[15] Areva. Areva bioenergy projects. Internet sivut. Viitattu 22.9.2013

<http://www.areva.com/EN/operations-3924/areva-bioenergy-projects.html>

[16] Simola, Kaisa. Semkina, Soili. Kiinaan kolmekymmentä biomassa voimalaa. Tekniikka ja talous . Viitattu 10.8.2013

<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article39540.ece>

[17] Forisk Consulting. Wood bioenergy project. Internet sivut. Viitattu 27.9.2013

<http://www.forisk.com/blog/2013/08/02/wood-bioenergy-projects-in-the-us-rankings-by-state/>

[18] United Kingdom Quality ash association. Power station. Internet sivut. Viitattu 1.10.2013

<http://www.ukqaa.org.uk/PowerStation.html>

- [19] Kara, Mikko. Energia Suomessa. Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset. Edita. Helsinki 1999.
- [20] Diffen. Nuclear fission vs nuclear fusion. Internet sivut. Viitattu 3.10.2013  
[http://www.diffen.com/difference/Nuclear\\_Fission\\_vs\\_Nuclear\\_Fusion](http://www.diffen.com/difference/Nuclear_Fission_vs_Nuclear_Fusion)
- [21] Silvan, Sini. Suomen kuvalehti. Fuusioenergia on jo työmaavaiheessa. Internet sivut. Viitattu 4.10.2013  
<http://suomenkuvalehti.fi/jutut/ulkomaat/fuusioenergia-on-jo-tyomaavaiheessa>
- [22] Suomen turvakeskus. Ydinturvallisuus. Internet sivut. Viitattu 6.10.2013  
<http://www.stuk.fi/ajankohtaista/ukk/ydinturvallisuus/ydinjatteen/>
- [23] Suomen turvakeskus. Ydinjätteet maailmalla. Internet sivut. Viitattu 7.10.2013  
[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteen/ydinjatteen\\_maailmalla/fi\\_FI/maailmalla\\_print/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteen/ydinjatteen_maailmalla/fi_FI/maailmalla_print/)
- [24] Mikkonen, Anni. Suomen tuulivoimayhdistys. Internet sivut. Viitattu 8.10.2013  
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi>
- [25] Nurmi, Matti. Jyväskylän Yliopisto. Uusia keksintöjä uusiutuvan energian tuotantoon. Internet sivut. Viitattu 11.10.2013  
<https://www.jyu.fi/ajankohtaista/arkisto/2010/07/tiedote-2010-07-15-11-18-55-071552>
- [26] National fluid power association. Hydraulics and pneumatics at work in your world. Internet sivut. Viitattu 13.10.2013 <http://www.nfpa.com/>
- [27] Sandvik. Windpower. Internet sivut. Viitattu 15.10.2013  
<http://www.sandvik.coromant.com/fifi/industrysolutions/windpower/pages/slewing-ring.aspx>
- [28] Medvind tuulivoimaportaali. Pientuulivoimalat. Internet sivut. Viitattu 16.10.2013  
[http://wind.vei.fi/public/index.php?cmd=smarty&id=67\\_lfi](http://wind.vei.fi/public/index.php?cmd=smarty&id=67_lfi)
- [29] Luoma-Aho, Rami. Moventas esitys. Marine & offshore workshop Karkkila 19.10.2009

- [30] Global Wind Energy Council. Global wind statistics 2012. Internet sivut. Viitattu 16.10.2013  
[http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2013/02/GWEC-PRstats-2012\\_english.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2013/02/GWEC-PRstats-2012_english.pdf)
- [31] American Wind Energy Association AWEA. Windpower. Internet sivut. Viitattu 18.10.2013  
<http://www.awea.org/>
- [32] Earthmill the green company. The World's Top 4 Most Amazing Wind Farms. Internet sivut. Viitattu 20.10.2013  
<http://www.earthmill.co.uk/blog/2012/08/03/the-worlds-top-4-most-amazing-wind-farms/>
- [33] Aho, Arto. Kauppalehti. Vesiteknologia luo uusia bisnesmahdollisuuksia. Internet sivut. Viitattu 22.10.2013  
<http://www.kauppalehti.fi/etusivu/vesiteknologia+luo+uus+bisnesmahdollisuuksia/20110993269>
- [34] Ilmatieteenlaitos. Energia ja teollisuus. Internet sivut. Viitattu 22.10.2013  
[http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedotarkisto//journal\\_content/56/30106/1216560](http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedotarkisto//journal_content/56/30106/1216560)
- [35] ESA. Electricity storage association. Electricity storage. Internet sivut. Viitattu 23.10.2013  
<http://www.electricitystorage.org/about/welcome>
- [36] Xylem. Jäteveden pumppaaminen. Internet sivut. Viitattu 24.10.2013  
<http://www.xylemwatersolutions.com/scs/finland/fi/applications/jaeteveden-pumppaaminen/Sivut/default.aspx>
- [37] Kainuun portaali. Kyläteemaohjelma. Internet sivut. Viitattu 26.10.2013  
<http://www.kainuu.fi/UserFiles/kylateemaohjelma/File/Vesivoima.pdf>
- [38] Sitra. Lähienergia 100 kertainen energiakäännös. Internet sivut. Viitattu 27.10.2013  
<http://www.sitra.fi/artikkelit/lahienergia/100-x-energiakaanne>

- [39] Scribd. Makeavesi on elinehto. Internet sivut. Viitattu 28.10.2013  
<http://www.scribd.com/doc/110523205/ABB-asiakaslehti-Power-3-2012-Makea-vesi-on-elinehto>
- [40] Kemira. Vesi luonnonvarana globaalin liiketoiminnan mahdollistajana. Internet sivut. Viitattu 29.10.2013  
<http://www.helsinki.fi/henvi/yvv/esitykset/gron.pdf>
- [41] Renewables Global status report. Internet sivut. Viitattu 1.11.2013  
[http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21\\_GSR2011.pdf](http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf)
- [42] Tieteen kuvalehti. Energiaa merestä. Internet sivut. Viitattu 3.11.2013  
<http://tieku.fi/tekniikka/energiaa-meresta>
- [43] Open Hydro. Sea to future. Internet sivut. Viitattu 4.11.2013  
<http://www.openhydro.com/home.html>
- [44] Öljyalan keskusliitto. Öljyvarojen määrä. Internet sivut. Viitattu 5.11.2013  
<http://www.oil.fi/fi/oljyvarat/oljyvarojen-maara>
- [45] Energiateollisuus. Energialähteet öljy. Internet sivut. Viitattu 6.11.2013  
<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/oljy>
- [46] Ekofocus. Kanadan öljyhiikka. Internet sivut. Viitattu 7.11.2013  
<http://www.ekofokus.com/2009/04/kanadan-oljyhiikka.htm>
- [47] Tekniikka ja talous. Suomi ei saa jäädä lähtökuoppiin pohjoisen hyödyntämisessä. Internet sivut. Viitattu 8.11.2013  
<http://www.tekniikkatalous.fi/talous/ihalainen+demarissa+suomi+ei+saa+jaada+lahtokuoppi+n+pohjoisen+hyodyntamisessa/a948008>
- [48] Energiateollisuus. Energialähteet maakaasu. Internet sivut. Viitattu 9.11.2013  
<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/maakaasu>

- [49] Öljyalan keskusliitto. Liuskeöljy ja kaasu. Internet sivut. Viitattu 10.11.2013  
<http://www.oil.fi/fi/tietoa-oljyista-oljy-energialahteenä/liuskeoljy-ja-kaasu>
- [50] Suomen kaasuyhdistys. Finish gas accosiation. Internet sivut. Viitattu 11.11.2013  
<http://www.maakaasu.fi/kirjat/maakaasukasikirja/maakaasuputkistot>
- [51] Tekniikka ja talous. Betoni pitää kaasuputken pohjassa. Internet sivut. Viitattu 12.11.2013  
<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/betoni+pitaa+kaasuputken+pohjassa/a35489>
- [52] Tekniikka ja talous. Suunnitteilla 110 miljoonan kaasuputki suomen ja baltian välille. Internet sivut. Viitattu 14.11.2013  
<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/suunnitteilla+110+miljoonan+kaasuputki+suomen+ja+baltian+valille+ndash+merenpohjatutkimukset+kaynnistyvat/a948672>
- [53] Ramboll. Polarled. Internet sivut. Viitattu 16.11.2013  
<http://www.ramboll-analytics.fi/projects/rog/polarled>
- [54] Phys Org. Space news. Internet sivut. Viitattu 17.11.2013  
<http://phys.org/space-news/>
- [55] Tekniikka ja talous. Sähkön varastointiin on useita tekniikoita. Internet sivut. Viitattu 18.11.2013  
[http://www.tekniikkatalous.fi/energia/sahkon+varastointiin+on+useita+tekniikoita/a121870?s=bu\\_arvopaperi](http://www.tekniikkatalous.fi/energia/sahkon+varastointiin+on+useita+tekniikoita/a121870?s=bu_arvopaperi)
- [56] Alanen, Raija. Koljonen, Tiina. Hukari, Sirpa. Pekka, Saari. Energian varastoinnin nykytila.VTT. Espoo 2003
- [57] International energy agency. World energy outlook 2014. Internet sivu. Viitattu 19.11.2013  
<http://www.worldenergyoutlook.org/>



- [58] Energiateollisuus. Haitallisten aineiden puhdistaminen. Internet sivut. Viitattu 21.11.2013  
<http://energia.fi/>
- [59] Flaktwood. Erityisosaamisemme jäteveden käsittely. Internet sivut. Viitattu 22.11.2013  
<http://www.flaktwoods.fi/erityisosaamisemme/jateveden-kasittely/>
- [60] Ympäristöhallinto. Vaaralliset jätteet. Ympäristö.fi. Internet sivut. Viitattu 23.11.2013  
[http://www.ymparisto.fi/fiFI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Jatteet\\_ja\\_jatehuolto/Jatehuollon\\_vastuut\\_ja\\_jarjestaminen/Vaaralliset\\_jatteet](http://www.ymparisto.fi/fiFI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto/Jatehuollon_vastuut_ja_jarjestaminen/Vaaralliset_jatteet)
- [61] Energiateollisuus. Kiinteät jätteet. Internet sivut. Viitattu 25.11.2013  
<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/ymparisto-ja-kestava-kehitys/ymparistovaikutukset/kiinteat-jatteet>
- [62] Vem electric motor. Kaivosteollisuus. Internet sivut. Viitattu 26.11.2013  
<http://www.vem.fi/toimialaratkaisut/kaivosteollisuus>
- [63] David Brown gearsystem. Business unit. Internet sivut. Viitattu 26.11.2013  
<http://www.davidbrown.com/business-units>
- [64] Steerprop. The azimuth propulsion company. Internet sivut. Viitattu 27.11.2013  
<http://www.steerprop.com/>
- [65] Vem electric motor. Toimialaratkaisut. Internet sivut. Viitattu 28.11.2013  
<http://www.vem.fi/toimialaratkaisut/marine>
- [66] Flaktwood. Teollisuuspuhaltimet. Internet sivut. Viitattu 28.11.2013  
<http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/solyvent-flakt-teollisuuspuhaltimet/>
- [67] Railway technical web pages. Railway system. Internet sivut. Viitattu 29.11.2013  
<http://www.railway-technical.com/track.shtml>

- [68] Teknologia ja yhteiskunta. Tärkein materiaalimme teräs. Internet sivut. Viitattu 30.11.2013  
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/teknologia/html/06-2.html>
- [69] Airaksinen, Joni. Husu, Jukka. Etabloituminen venäjän markkinoille. Opinnäytetyö Lahden ammattikorkeakoulu. 2002.
- [70] Hernesniemi, Hannu. Nikinmaa, Timo. Koneteollisuuden menestys tarttuu verkostoihin. Sitra. Edita primis oy. Helsinki 2009. Viitattu 1.12.2013  
<http://www.sitra.fi/julkaisut/sitra281.pdf>
- [71] Ongelman ratkaisun tekniikat. Analyysi: Mitä tarkoittaa analysointi. Internet sivu. Viitattu 1.12.2013  
<http://ongelmanratkaisutekniikat.wordpress.com/2010/02/26/mita-tarkoittaa-analysointi/>
- [72] Hiltunen, Leena. Graduaineiston analysointi. Jyväskylän yliopisto 2012.
- [73] Hevosmaa, Mikko. Aurinkovoimalan liittäminen mikroverkkojärjestelmään. Opinnäytetyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2012. Viitattu 2.12.2013  
[http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/77121/mikon\\_kandi\\_final.pdf?sequence=1](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/77121/mikon_kandi_final.pdf?sequence=1)
- [74] Ilmasto-opas. Ilmaston muutoksen hillintä. Internet sivut. Viitattu 3.12.2013  
<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/c14a79cd-d384-41f4-a422-32338ecb35ca/bioenergia.html>
- [75] Bioteknologia Info. Mitä biomassa on. Internet sivut. Viitattu 3.12.2013  
[http://www.bioteknologia.info/etusivu/ymparisto/Biomassa/fi\\_FI/Mita\\_biomassa\\_on/](http://www.bioteknologia.info/etusivu/ymparisto/Biomassa/fi_FI/Mita_biomassa_on/)
- [76] Motiva. Biokaasu. Internet sivut. Viitattu 4.12.2013  
[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/biokaasu](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/biokaasu)
- [77] Bioste. Biodiesel. Internet sivut. Viitattu 5.12.2013  
[http://www.bioste.fi/index.php?option=com\\_content&task=view&id=8&Itemid=11](http://www.bioste.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=8&Itemid=11)

[78] Meriläinen, Kaila. Ojala, Pihko. Salo: Reaktio 1 - Ihmisen ja elinympäristön kemia, s. 99-100. Hämeenlinna, Tammi, 2010.

[79] Motiva. Lämpöä puusta puhtaasti ja uusiutuvasti pellettilämmityksellä. Internet sivut. Viitattu 6.12.2013

[http://www.motiva.fi/files/1375/Lampoa\\_puusta\\_puhtaasti\\_ja\\_uusiutuvasti\\_-\\_pellettilammitys.pdf](http://www.motiva.fi/files/1375/Lampoa_puusta_puhtaasti_ja_uusiutuvasti_-_pellettilammitys.pdf)

[80] Amonette, Jim. Tekniikka ja talous. Biohiili voi hidastaa ilmaston lämpenemistä. Internet sivut. Viitattu 7.12.2013

<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/biohiili+voi+hidastaa+ilmaston+lampenemista/a486165>

[81] Tekniikka ja talous. Metso teki biohiilessä täyskäännöksen. Internet sivut. Viitattu 8.12.2013

<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/kivihiilen+korvaajaksi+ndash+metso+teki+biohiilessä+tayskaannoksen/a939269>

[82] Tekniikka ja talous. Ratkaisu öljypulaan tuotetaan reaktorissa. Internet sivut. Viitattu 10.12.2013

<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/ratkaisu+oljypulaan+tuotetaan+reaktorissa+ndash+onni+stuu+minuuteissa+vuosimiljoonien+sijaan/a954910>

[83] Bioenergia. Suomessa ennätysmäärä bioneste ja kaasuhankkeita. Viitattu 11.12.2013 Internet sivut.

<http://www.bioenergia.fi/default.asp?sivuId=29792>

[84] Kauppalehti. Vesiteknologia luo uusia bisnesmahdollisuuksia. Internet sivut. Viitattu 12.12.2013

<http://www.kauppalehti.fi/etusivu/vesiteknologia+luo+uusia+bisnesmahdollisuuksia/20110993269>

[85] MTV 3. Sitran ideaehdotus. Suomesta vesiteknologian huippumaa. Internet sivut.

Viitattu 14.12.2013

[http://www.mtv.fi/ohjelmat/sivusto2008.shtml/uutiset/tehtava\\_suomelle/uutiset?1091668](http://www.mtv.fi/ohjelmat/sivusto2008.shtml/uutiset/tehtava_suomelle/uutiset?1091668)

[86] Insinööri-lehti. Suomesta vesiteknologian huippumaa. Internet sivut. Viitattu 15.12.2013

<http://www.insinööri-lehti.fi/insinööri-ilmastonvartijana/sweet-dreams-%E2%80%93-suomesta-vesiteknologian-huippumaa>

[87] Treehugger. Israel's WATEC: Call Out For Water Technology.

Internet sivut. Viitattu 16.12.2013

<http://www.treehugger.com/culture/israelatms-watec-call-out-for-water-technology.html>

[88] Water technology. Edge Wastewater Products, Completing the ABS EffeX Range.

Internet sivut. Viitattu 17.12.2013

<http://www.water-technology.net/contractors/equipment/sulzer-pumps-solutions-water-applications/presssulzer-pumps-completing-abs-effex-range.html>

(89) Ekofokus. Valtavat makean veden varannot löytyivät. Internet sivut. Viitattu 17.12.2013

<http://www.ekofokus.com/2013/12/valtavat-makeanveden-varannot-loytyivat.html>

[90] Tidaltoday. Industry. Internet sivut. Viitattu 18.12.2013 [http://tidaltoday.com/industry-](http://tidaltoday.com/industry-insight)

[insight](http://tidaltoday.com/industry-insight)