

Seinäjoen
ammattikorkeakoulun
julkaisusarja

B

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ismo Makkonen

PÄÄSTÖKAUPPA JA SEN VAIKUTUKSET ETELÄ- JA KESKI-POHJANMAALLE

Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja
B. Raportteja ja selvityksiä 79

Ismo Makkonen

PÄÄSTÖKAUPPA JA SEN VAIKUTUKSET ETELÄ- JA KESKI-POHJANMAALLE

SeAMK 
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Seinäjoki 2014

Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja
Publications of Seinäjoki University of Applied Sciences

- A. **Tutkimuksia** Research reports
- B. **Raportteja ja selvityksiä** Reports
- C. **Oppimateriaaleja** Teaching materials
- D. **Opinnäytetöitä** Theses

SeAMK julkaisujen myynti:

Seinäjoen korkeakoulukirjasto
Kalevankatu 35, 60100 Seinäjoki
puh. 020 124 5040 fax 020 124 5041
seamk.kirjasto@seamk.fi

ISBN 978-952-5863-77-2 (verkkojulkaisu)
ISSN ISSN 1797-5573 (verkkojulkaisu)

KIITOSSANAT

Kiitokset Tuomas Hakoselle ja Risto Lauhaselle tekstin kommentoinnista. Lisäksi haluan kiittää lausunnonantajia Ossi Vuorta ja Varpu Hulsia parannusehdotuksista. Erityiskiitos kuuluu Kestävä metsäenergia -hankkeen rahoittajalle: Manner-Suomen maaseutuohjelmalle.

ESIPUHE

Tutkimuksessa tarkasteltiin päästökauppaa ja sen aiheuttamia vaikutuksia Etelä- ja Keski-Pohjanmaalle. Työssä haluttiin selvittää miten päästökauppa toimii ja kuinka paljon sillä on vaikutusta käytettävän polttoaineen valintaan energiakäytössä. Tutkimuksen aineisto kerättiin tutkimuksista, alan kirjallisuudesta ja haastattelulla Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla sijaitsevien kahden merkittävän voimalaitoksen toimihenkilöitä. Tutkimuksessa haluttiin selvittää mitkä laitokset kuuluvat päästökaupan piiriin Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla ja kuinka paljon ne saavat sekä käyttävät päästöoikeuksia. Tutkimuksessa laskettiin arvioidut tuotantokustannukset eri polttoaineille sähkön- ja lämmöntuotannossa. Tuotantokustannusten laskelmien perusteella voitiin arvioida päästökaupan vaikutusta eri polttoaineilla tuotettavan sähkön- ja lämmöntuotannon kokonaiskustannuksiin. Tutkimuksen sähkön- ja lämmöntuotannon tuotantokustannukset ovat suuntaa antavia ja soveltuvat havainnollistamaan eri polttoaineilla tuotettavan energian kustannuseroja.

Tämä raportti on yksi Kestävä metsäenergia -hankkeen tutkimuksista. Kestävä metsäenergia -hanke on Suomen metsäkeskuksen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun yhteinen kolmivuotinen (2011–2013) hanke. Hanketta rahoittaa Manner-Suomen maaseutuohjelma ja rahoituksen on myöntänyt Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskukset. Hankkeen tavoitteena on tuottaa tutkimustietoa metsäenergian tuotannosta, hankinnasta ja käytöstä Suomen metsäkeskuksen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön alueella. Lisäksi tavoitteena on välittää tutkimustietoa ja muuta metsäenergiatietoa alueen toimijoiden tarpeisiin.

Seinäjoella 20.12.2013

Ismo Makkonen

SISÄLLYS

KIITOSSANAT

ESIPUHE

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

1 JOHDANTO	9
2 PÄÄSTÖKAUPPA.....	11
2.1 Päästökauppajärjestelmä ja -laki	11
2.2 Velvoitekaudet	15
2.2.1 Ensimmäinen velvoitekausi 2005 - 2007	15
2.2.2 Toinen velvoitekausi 2008 - 2012	16
2.2.3 Kolmas velvoitekausi 2013 - 2020.....	17
2.3 Päästöjen kehitys Suomessa.....	19
2.4 Päästökaupan vaikutus yritystoimintaan	20
2.5 MARPOL -yleissopimuksen rikkidirektiivin vaikutus ulkomaankauppaan	22
2.6 Päästöoikeuden hinta	24
2.7 Päästökaupassa mukana olevat polttoaineet	25
2.7.1 Öljy	25
2.7.2 Kivihiili.....	25
2.7.3 Maakaasu.....	26
2.7.4 Energiaturve	26
2.8 Päästökaupasta vapautetut polttoaineet	27
2.8.1 Metsäenergia	27
2.8.2 Tuulivoima.....	27
2.8.3 Vesivoima	28
2.8.4 Ydinvoima	29
2.9 Polttoaineiden ominaisuuksia	29
2.9.1 Polttoaineiden päästökertoimet ja hiilidioksidipäästöt.....	29
2.9.2 Polttoaineiden kustannukset	30
2.10 Sähkön ja kaukolämmön tuotanto Suomessa	33
2.10.1 Kaukolämmön hinta	36

2.10.2 Sähkön hinta	37
2.10.3 Sähkövero	39
2.10.4 Uusiutuvan sähkön tuotantotuki	39
3 HANKEALUEEN ENERGIAVARAT JA VOIMALAITOKSET	42
3.1 Hankealueen energiavarat	42
3.2 Hankealueelta päästökaupassa mukana olevat voimalaitokset	43
3.2.1 Adven Oy ja Altia Oy	45
3.2.2 Vapo Oy ja Vaskiluodon voima Oy	45
3.2.3 Seinäjoen energia Oy	45
3.2.4 Isojoen lämpö Oy	46
3.2.5 Kannuksen kaukolämpö Oy	46
3.2.6 Kauhavan kaukolämpö Oy	47
3.2.7 Kokkolan energia Oy	47
3.2.8 Kokkolan voima Oy	48
3.2.9 Lapuan energia Oy	48
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	50
5 TULOKSET	52
5.1 Hankealueen voimalaitokset ja polttoaineet	52
5.2 Päästöoikeuden hinnan vaikutus polttoaineiden kilpailukykyyn	55
5.3 Energiantuotannon kustannukset	56
5.4 Hankealueen voimalaitosten päästöt ja niiden tarvitsemat päästöoikeudet	57
5.5 Lämmön tuotantokustannukset	63
5.6 Lämmön tuotantokustannukset ilman päästökauppaa	65
5.7 Lämmön tuotantokustannukset päästökaupassa	66
5.8 Sähkön tuotantokustannukset	67
5.9 Sähkön tuotantokustannukset ilman päästökauppaa	69
5.10 Sähkön tuotantokustannukset päästökaupassa	71
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	72
LÄHTEET	76

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Laitokset ja kattilat:

KPA

= Kiinteän polttoaineen kattila

Leijukerroskattila

= Kattilassa poltetaan kiinteitä polttoaineita ilmavirranleijuttamassa hiekkapatjassa.

Kiertoleijukattila

= Kattilassa käytetään leijukerroskattilaa suurempia kaasujen virtausnopeuksia ja ulkokiertoa.

CHP

= Sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitos

POK

= Kevyttä polttoöljyä käyttävä kattila

POR

= Raskasta polttoöljyä käyttävä kattila

Lyhenteet:

MWh

= Megawattitunti

GWh

= Gigawattitunti

TWh

= Terawattitunti

t/CO₂

= Hiilidioksiditonni

MtCO₂

= Miljoonaa tonnia hiilidioksidia

m³

= Kiintokuutiometri

i-m³

= Irtokuutiometri

1 JOHDANTO

Päästökauppa on osa laajempaa järjestelmää, jonka tarkoituksena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä Euroopan unionin alueella aiheuttamalla lisäkustannuksia voimalaitoksille, jotka käyttävät fossiilisia polttoaineita. Päästökauppajärjestelmässä päästöjen vapautumiselle on asetettu katto, joka määrittää kuinka monta hiilidioksiditonnia kasvihuonekaasuja päästökaupan piiriin kuuluvat laitokset saavat tuottaa. Laitokset voivat ostaa päästöoikeuksia markkinoilta, mikäli niille jaetut päästöoikeudet eivät riitä kattamaan niiden aiheuttamia päästöjä. Laitosten on myös mahdollista myydä niille jaettuja päästöoikeuksia toisille laitoksille, mikäli ne eivät tarvitse kaikkia oikeuksia (Nykänen 2006).

Päästöoikeudella tarkoitetaan julkishallinnon myöntämää lupaa päästää jotain tiedossa olevaa päästöä ympäristöön ennalta sovittu määrä. Päästökaupalla tarkoitetaan edellä mainittujen päästöoikeuksien kaupankäyntiä. Päästökaupan tarkoituksena on vähentää päästöjä siellä, missä niiden vähentäminen on kustannustehokkainta. Yhden päästöyksikön vähentämisestä aiheutuvat kustannukset vaihtelevat paljon laitosten välillä, joten päästökaupan ideana on vähentää halvimman vaihtoehdon päästöjä (Nykänen 2006).

Päästökauppaa on käyty ensimmäisen kerran jo vuonna 1974 Yhdysvalloissa, jolloin luotiin maailman ensimmäinen päästökauppajärjestelmä environmental protection agency (EPA). Vuonna 1995 alkanut "Acid rain program" Yhdysvalloissa oli ensimmäinen todella laajamittainen päästökauppajärjestelmä, jolla rajoitettiin teollisuuden rikkipäästöjä. Vuonna 1992 päästökauppa otettiin ajatuksena mukaan YK:n ilmastopöytäkirjaan. Ajatus päästökaupasta toteutui vuonna 1997 Kioton sopimuksen pöytäkirjassa, jolloin teollisuusmaat sitoutuivat rajoittamaan kasvihuonekaasupäästöjään. Vuonna 2005 Euroopan unioni käynnisti maailman suurimman päästökauppajärjestelmän, jotta unioni saavuttaisi sille Kioton sopimuksessa asetetut tavoitteet päästöjen vähentämiseksi (Nykänen 2006).

Euroopan unionin jäsenmaat ovat sitoutuneet vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään 20 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Vuonna 2003 Euroopan unionissa säädettiin direktiivi kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kaupasta (2003/87/EY), jonka tarkoituksena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja auttaa Euroopan unionia saavuttamaan omat tavoitteet sekä Kioton pöytäkirjan velvoitteet ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi. Kaikki EU:n jäsenmaat ovat mukana päästökaupassa ja Suomessa päästökaupan piiriin kuuluu noin 600 energiantuotanto- ja teollisuuslaitosta, joiden aiheuttamat päästöt ovat noin puolet Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Koko EU:n alueella päästökauppa koskee noin 12 000 laitosta, joista aiheutuvat päästöt ovat yli 40 % EU-maiden aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöis-

tä. Ensimmäisellä ja toisella kaudella direktiivi koski vain hiilidioksidipäästöjä, koska järjestelmä haluttiin pitää mahdollisimman yksinkertaisena. Kolmannella kaudella päästökauppaa käydään hiilidioksidilla, typpioksiduulilla ja perfluorihilivedyllä. Päästökauppaan liitetään lisää teollisuusaloja kolmannen päästökauppakauden alussa vuonna 2013 (Euroopan unionin...2012, Ilmasto-oikeus 2011).

EU:n päästöoikeuksien ensimmäinen päästökauppa tehtiin helmikuussa 2003. Ensimmäisen päästökauppavuoden aikana kauppaa käytiin vähän, ja kaupankäynti oli pääasiassa lähinnä yritysten halua hankkia kaupankäyntikokemusta. Kaupankäynti oli seuraavanakin vuonna kokemuksen kartuttamista sillä erolla, että yrityksiä oli mukana huomattavasti ensimmäistä vuotta enemmän. Päästökaupan voidaan katsoa virallisesti alkaneeksi vasta vuonna 2005, jolloin EU:n päästökaupan ensimmäinen velvoitekausi alkoi. Päästökauppaa alettiin käydä silloin tosissaan ja kaupat olivat huomattavasti ensimmäisiä vuosia suurempia (Nykänen 2006).

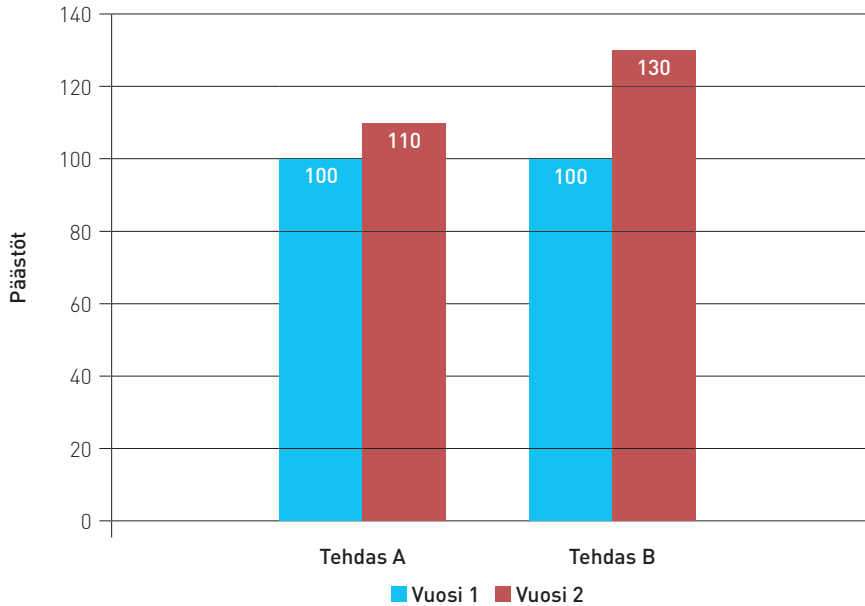
2 PÄÄSTÖKAUPPA

2.1 Päästökauppajärjestelmä ja -laki

Euroopan unionin päästökauppajärjestelmä (European emissions trading system, EU ETS) ja Kioton pöytäkirjan mukainen valtioiden välinen päästökauppa pohjautuu ns. cap-and-trade-järjestelmään, jota kuviot 1 – 3 esittävät. Kuviot havainnollistavat päästökaupan vaikutusta kahden kuvitteellisen tehtaan päästöjen kustannuksiin sekä kuinka päästökauppa käytännössä toimii ja kuinka päästöjä on kustannuksien kannalta halvinta rajoittaa. Nykäsen (2006) teoksessa päästökauppajärjestelmä pohjautuu kuuteen peruselementtiin:

1. Ensimmäisenä määritetään päästökaupan piiriin kuuluvat laitokset ja niiden toimijoille jaettavien päästöoikeuksien määrä. Tällä tavalla määritetty katto (cap) muodostaa ylärajan kokonaispäästöille. Katto voidaan määrittää yksittäisen maan viranomaisten toimesta tai kansainvälisessä sopimuksessa. Katto voidaan määrittää koskemaan tiettyä aikaa kuten Kioton pöytäkirjassa vuodet 2008 – 2012 tai määrittäminen voi kestää kauas tulevaisuuteen.
 2. Päästökaupan piiriin kuuluville laitoksille jaetaan päästöoikeudet. Oikeudet voidaan jakaa ilmaiseksi tai huutokaupalla. Yleensä on käytetty ilmaisjakoa. Ilmaisjako voidaan toteuttaa useammalla tavalla. Jako voi perustua aikaisempiin päästöihin ja tarkasteltava vuosi voi olla vakio tai päivittyvä. Päästöoikeuksien jako voidaan tehdä joko suljetusti tai avoimesti. Suljetussa järjestelmässä on yksi taho joka jakaa päästöoikeudet, kuten Yhdysvaltojen "Acid rain program". Avoimessa järjestelmässä on useampi taho, jotka jakavat päästöoikeudet optimaalisesti omalle teollisuuden alalle, kuten EU:n päästökauppajärjestelmässä.
 3. Päästökaupassa mukana olevat laitokset joko vähentävät päästöjään tai ostavat päästöoikeuksia päästömarkkinoilta päästökauppakauden aikana. Toimijoilla on oltava kauden päättyessä riittävä määrä päästöoikeuksia kattamaan laitoksen aiheuttamat päästöt.
 4. Päästökauppajärjestelmään kuuluvat toimijat seuraavat laitostensa päästöjä.
 5. Päästöoikeuksien kauppaa on kontrolloitava esim. ulkopuolisen tahon toimesta, jotta jokaisella toimijalla on päästöjä vastaava määrä oikeuksia.
 6. Laitoksille voidaan määrätä sanktioita, mikäli niillä ei ole riittävästi päästöoikeuksia. Sanktio voi olla sakko, sakko ja velvoite hankkia puuttuva määrä päästöoikeuksia tai aiempaa tiukempi päästökatto seuraavalle päästökauppakaudelle.
-

Alla olevassa kuviossa 1 on esitetty tilanne ennen päästökaupan alkua, jolloin tehdas A tuottaa päästöjä ensimmäisenä vuotena 100 t/vuosi ja toisena vuotena päästöt kasvavat 110 t/vuosi. Tehdas B tuottaa päästöjä ensimmäisenä vuotena 100 t/vuosi ja toisena vuotena tehtaen päästöt kasvavat 130 t/vuosi erilaisesta talouskehityksestä johtuen (Nykänen 2006).



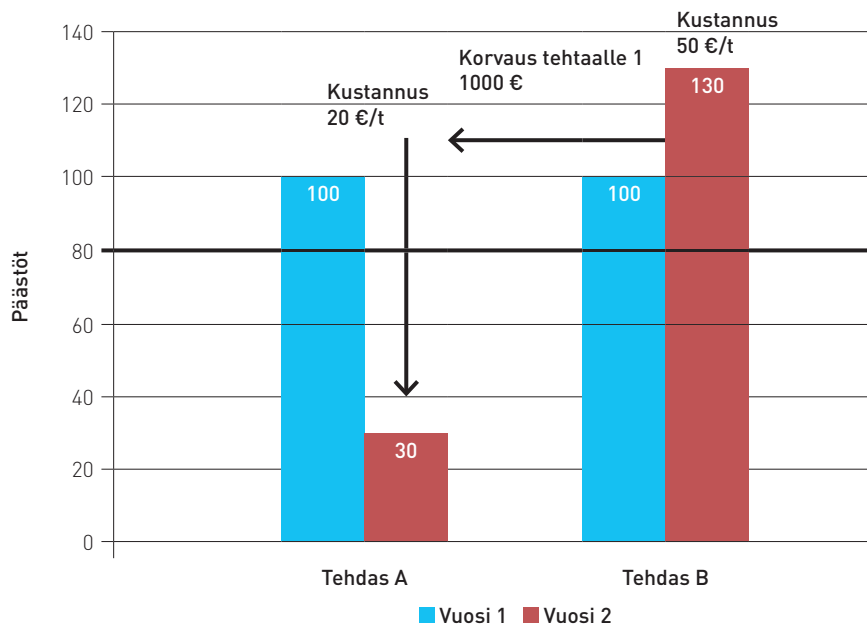
Kuvio 1. Tehtaiden päästöjen kehitys vuodesta yksi vuoteen kaksi.

Seuraavan sivun kuviossa 2 on havainnollistettu tilannetta, jolloin tehtaiden aiheuttamia päästöjä aletaan rajoittaa päästövähennystoimin, jotta tehtaas saavuttavat esimerkissä vaaditun 80 t vuositason vuoteen 2 mennessä. Tehtaissa suoritetaan kustannusselvitys, josta ilmenee, että tehtaalle A päästöjen vähentäminen maksaa 20 €/t ja tehtaalle B päästöjen vähentäminen maksaa 50 €/t. Vuonna 2 tehtaiden yhteenlaskettu päästömäärä päästövähennystoimenpiteiden jälkeen on $80 \text{ t} + 80 \text{ t} = 160 \text{ t}$. Tehtaan A kustannukset ovat $30 \text{ t} \times 20 \text{ €/t} = 600 \text{ €}$ ja tehtaan B kustannukset $50 \text{ t} \times 50 \text{ €/t} = 2500 \text{ €}$. Kokonaiskustannukset ovat siis 3100 €. Päästökaupan tarkoituksena on vähentää kustannuksia siellä, missä se on edullisinta ja edellä mainittu tapa ei ole kustannustehokkain tapa vähentää päästöjä (Nykänen 2006).



Kuvio 2. Tehtaiden päästövähennyksien kustannukset (€/t) ja päästörajoituksen tavoite.

Päästökaupan kannalta järkevin ja kustannustehokkain tapa vähentää päästöjä on, että tehdas A rajoittaa omia päästöjään 80 t vuodessa (Kuvio 3). Tehtaan vuotuisiksi päästöiksi muodostuu 30 t ja tehtaan A kustannukset olisivat tässä tapauksessa $80 \text{ t} \times 20 \text{ €/t} = 1600 \text{ €}$. Tehdas B ei rajoita lainkaan omia päästöjään, vaan maksaa tehtaalle A rahallisen korvauksen päästöjen rajoittamisesta ($1600 \text{ €} - 600 \text{ €} = 1000 \text{ €}$). Kustannukset ovat kaksi kolmasosaa edullisemmat ($3100 \text{ €} - 1000 \text{ €} = 2100 \text{ €}$), kuin aiemmin esitetystä esimerkistä. Tehtaiden yhteenlaskettu päästöjen määrä on tässä esimerkissä sama kuin aiemmin ($30 \text{ t} + 130 \text{ t} = 160 \text{ t}$), mutta päästöjen rajoittamisesta aiheutuvat kustannukset ovat huomattavasti pienemmät. Tällä tavalla voidaan saavuttaa samat päästövähennykset siellä, missä rajoitukset ovat edullisinta toteuttaa (Nykänen 2006).



Kuvio 3. Tehtaan A toteuttama päästörajoitus ja tehtaan B maksama korvaus.

Suomen päästökauppalaain tarkoituksena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä kustannustehokkaasti ja taloudellisesti. Päästökauppalailla pannaan täytäntöön Euroopan unionin päästökauppadirektiivi. Suomessa laadittiin päästökauppalaki (683/2004) Kioton pöytäkirjan myötä, jonka ensimmäinen versio tuli voimaan 4.8.2004. Uusittu päästökauppalaki (L 311/2011) tuli voimaan 1.5.2011 ja se muutettiin vastaamaan paremmin kolmannen päästökauden (2013 - 2020) tarpeita. Toisen kauden loppuun asti sovelletaan vanhaa päästökauppalakia (683/2004). Sellaiset laitokset, jotka kuuluvat päästökaupan piiriin, eivät saa toimia ilman päästökauppaviranomaisen myöntämää päästölupaa. Päästökaupan piiriin kuuluvat kaikki yli 20 MW suuremmat polttolaitokset ja samaan kaukolämpöverkkoon kytketyt pienemmät laitokset, joiden yhteenlaskettu teho on vähintään 20 MW. Suomessa energiamarkkinavirasto jakaa päästölupia laitoksille. Luvan myöntämisen edellytyksenä on, että laitos toimittaa vuosittain päästöraportin ja se tarkkailee hiilidioksidipäästöjä luotettavalla tavalla. Päästökauppalaki ei kuitenkaan koske sellaisia jätteenpolttolaitoksia, joissa noudatetaan ympäristönsuojelulain (86/2000) mukaisesti jätteiden polttolaitoksia koskevia vaatimuksia (Euroopan unioni...2012, Finlex 2011, Linnainmaa ym. 2005).

Päästöluvan myöntämisen edellytyksenä on, että laitoksen toiminnanharjoittajalla on riittävät ja asianmukaiset suunnitelmat päästöjen tarkkailemiseksi ja päästöistä laadittavien selvitysten toimittamiseksi. Toiminnanharjoittajalla on oltava oikeus

toiminnan harjoittamiseen ympäristönsuojelua koskevien säännösten nojalla. Päästölupa on kuitenkin mahdollista myöntää, vaikkei päätös ympäristönluvasta olisi vielä voimassa. Päästöoikeus tarkoittaa sitä, että luvan saajalla on oikeus päästää ympäristöön tiettyä kasvihuonekaasua päästöoikeuden sallima määrä (Euroopan unioni...2012, Linnainmaa ym. 2005).

Laitosten on palautettava sille myönnettyjä päästöjä vastaava määrä päästöoikeuksia kerran vuodessa, jonka jälkeen päästöoikeudet mitätöidään. Laitoksen on joko vähennettävä päästöjään tai ostettava lisää päästöoikeuksia, mikäli sen tuottamat päästöt ylittävät sille myönnettyjen päästöoikeuksien määrän. Yritys voi myös myydä päästöoikeuksiaan tai säästää ne lisääntyvien päästöjen varalle. Laitosta voidaan sakottaa, mikäli se ei palauta riittävää määrää päästöoikeuksia. Ensimmäisellä päästökaupakaudella sakko oli 40 euroa hiilidioksiditonnilta ja toisella kaudella 100 euroa hiilidioksiditonnilta (Euroopan unioni...2012).

2.2 Velvoitekaudet

Päästökaupakaudet on jaettu kolmeen velvoitekauteen, joiden aikana päästökaupan ehdot ja vaatimukset kiristyvät siirryttäessä velvoitekaudelta toiselle. Ensimmäinen päästökaupakausi käsitti vuodet 2005 – 2007, toinen velvoitekausi vuodet 2008 – 2012 ja kolmas velvoitekausi käsittää vuodet 2013 – 2020. Neljännen päästökaupakauden ehdoista ei ole vielä sovittu, mutta päästökauppa tulee jatkumaan direktiivin mukaan myös vuoden 2020 jälkeen (Päästökauppadirektiivi...2013).

2.2.1 Ensimmäinen velvoitekausi 2005 - 2007

Euroopan unionin päästökaupparjestelmä on suurin päästöjä rajoittava järjestelmä, joka luo yhtenäiset markkinat päästöoikeuksille. Päästökaupan ensimmäinen velvoitekausi alkoi vuonna 2005. Ensimmäisen velvoitekauden ja sitä edeltäneen valmistelutyön oli tarkoitus antaa arvokasta kokemusta ja tietoa laajamittaisen päästökaupparjestelmän suunnittelusta ja toteuttamisesta. Ensimmäistä päästökaupakautta voidaan pitää harjoittelukautena, koska koskaan aiemmin ei ole saatu kokemusta samaa suuruusluokkaa olevasta päästökaupparjestelmästä. Ensimmäisellä päästökaupakaudella jaettavat päästokiintiöt jaettiin ilmaiseksi ja ne olivat ylisuuret, koska päästökauppaan osallistuvien toimijoiden aiheuttamista päästöistä ei ollut riittävästi historiatietoa (ETC 2007).

Päästökaupan ensimmäisellä velvoitekaudella ei ollut juurikaan päästöjä rajoittavaa vaikutusta, koska päästöoikeuksia jaettiin runsaasti. Ensimmäisellä velvoitekaudella

vuotuiset päästöt olivat noin 2084 MtCO₂, kun päästöoikeuksia jaettiin 2155 MtCO₂ noin 11 000 toimijan kesken koko Euroopassa. Sähkön myyjät saivat ensimmäisellä velvoitekaudella ansiotonta arvonnousua eli windfall -voittoa riippumatta siitä, tuotettiinkö sähkö uusiutuvilla vai uusiutumattomilla polttoaineilla, koska päästöoikeuksia jaettiin toteutuneita päästöjä suurempi määrä (EEA 2008).

Päästöoikeuden hinta vaihteli suuresti ensimmäisellä velvoitekaudella 1 – 30 €/tCO₂ välillä (EEA 2008). Päästöoikeuksien hintojen korkea volatilitteetti johtui pääasiassa epätietoisuudesta liittyen uuteen markkinaan, sääoloista ja pienistä kauppamääristä. Vuoden 2005 alussa kaupankäynti oli vähäistä myyntimäärien vaihdellessa muutamasta tuhannesta tonnista miljooniin tonneihin. Vuoden lopussa kaupankäynti alkoi vilkastua ja sitä käytiin jo 7 miljoonalla tonnilla ja OTC -kauppaa (Over the counter) noin 30 miljoonalla tonnilla (OTC -kauppa = on kauppa suoraan kahden osapuolen välillä pörssin ohi). Vuoden 2006 kaupankäyntiarvo oli yli 18 miljardia euroa ja vuonna 2007 jo 37 miljardia euroa, jolloin kauppa käytiin paljon jo seuraavan kauden päästökauppaoikeuksista pääosin OTC -kaupalla (ETC 2007).

Päästöoikeuksien hinta reagoi voimakkaasti maakaasun ja hiilen hintakehitykseen. Päästöoikeuksien hintakehitykseen vaikuttavat monet tekijät. Päästöoikeuksien hinnat nousivat alkuvuodesta 2005, koska normaalia kylmempi kevät ja kuiva kesä lisäsivät energiankulutusta, kun samaan aikaan vesivoiman tuotanto väheni Keski-Euroopassa. Öljyn ja kaasun hintojen nousun takia energiateollisuus käytti hiiltä korvaamaan vesivoiman tuotannosta aiheutunutta energiantuotantovajetta, mikä lisäsi päästöoikeuksien hintojen nousua (Kara 2006).

Vuonna 2006 päästökäyttöiden määrä markkinoilla oli liian suuri, minkä takia päästöoikeuden arvo vajosi alle 10 €/tCO₂. Vuosien 2006 – 2007 välinen leuto talvi lisäsi entisestään markkinoilla olevien päästöoikeuksien määrää. Päästöoikeuden hinta romahti alle 1 €/tCO₂, koska yritykset olivat jo varmistaneet päästötavoitteensa ja yli jääneiden päästöoikeuksien tallettaminen seuraavalle päästökaupakaudelle ei ollut mahdollista (EEA 2008, World Bank 2007).

2.2.2 Toinen velvoitekausi 2008 - 2012

Päästökaupan toinen kausi oli viisivuotinen ja se alkoi vuonna 2008. Toiselle päästökaupakaudelle rajoituksia kiristettiin vähentämällä päästökäyttöitä ja lisäämällä päästökaupan piirin kuuluvien toimijoiden määrää. Päästöoikeudet jaettiin Suomessa myös toisella kaudella ilmaiseksi. Euroopan unionin alueella jaettiin vuosittain noin 2080 MtCO₂ päästöoikeuksia. Ensimmäisen päästökaupakauden toteutuneisiin päästöihin verrattuna päästörajaa oli laskettu 6 % alemmalle tasolle, mikä tarkoitti vuositasolla noin 127,2 MtCO₂ (EEA 2008, World bank 2008). Suomella oli toisella päästökaupakaudella käytössä vuosittain noin 71,1 ekvivalenttista hiilidi-

oksiditonnia. Suomen oli mahdollista hankkia vuosittain lisää päästöyksiköitä Kioton mekanismeista (puhtaan kehityksen mekanismi, yhteistoteutus ja kansainvälinen päästökauppa) (Nykänen 2006).

Päästökaupan tarkoituksena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä siellä, missä se on edullisinta. Päästöoikeudet on edullisinta hankkia päästökauppariikinoilta, mikäli omien päästöjen vähentämistoimenpiteet ovat kalliimmat kuin markkinoilta saatavat päästöoikeudet. Päästökauppa koskettaa toisena kautena yli 20 megawatin kattilatehon polttolaitoksia ja joidenkin teräs-, mineraali- ja metsäteollisuuden laitosten ja prosessien hiilidioksidipäästöjä. Suomessa myös osa pienistä kaukolämpölaitoksista kuuluu päästökauppaan. Lakia sovelletaan kaukolämpöverkon alle 20 megawatin laitoksiin, mikäli vähintään yksi kaukolämpöverkkoon liitettyistä laitoksista on nimellisteholtaan yli 20 megawattia ja se tuottaa lämpöä pääasiassa kaukolämpöverkkoon tai kaukolämpöverkkoon liitettyjen laitosten yhteisteho ylittää 20 MW. Päästökaupan ulkopuolelle jäävät liikenteestä, asumisesta, maataloudesta ja jätesektorista aiheutuvat päästöt (Ilmasto-oikeus 2011, Päästökauppalaki...2011, Euroopan unionin...2012).

Lentoliikenne otettiin mukaan päästökauppajärjestelmään vuonna 2008. Lentoliikennettä koskeva päästökauppajärjestelmä koskee Euroopan unionin sisäisiä lentoja, mutta myös Euroopan unionin alueelta lähteviä ja sinne saapuvia lentoja, vaikka päästökauppaa käydään vain Euroopan unionin rajojen sisäpuolella (Lentoliikenteen...2012).

2.2.3 Kolmas velvoitekausi 2013 - 2020

Euroopan unionin ilmastopolitiikka koki suuren muutoksen joulukuussa 2008, kun unioni hyväksyi ilmasto- ja energiapaketin. Ennusteiden mukaan Euroopan unionin on vähennettävä päästöjä paljon nykyistä enemmän vuodesta 2012 lähtien, jotta vuoden 2020 tavoitteet on mahdollista saavuttaa. Päästökauppasektorilla tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä kolmannella päästökauppakaudella 21 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (EY Komissio 2008, EEA 2008, Kolmannen päästökauppakauden...2009).

Kolmannella velvoitekaudella otettiin käyttöön koko Euroopan unionia kattava päästökatto ja jäsenmaiden väliset yhteiset säännöt päästöoikeuksien jaolle ja huutokaupalle. Päästökauppaan liitettiin mukaan uusina sektoreina kemianteollisuus ja entistä laajemmin metallin jalostusteollisuus. Kolmannella päästökauppakaudella päästöoikeudet jaetaan eri toimialoilla koko EU:n alueella yhtenäisin periaattein. Toiselta kaudelta säästyneet päästöoikeudet ovat siirrettävissä kolmannelle päästökauppakaudelle. Komission mielestä päästöoikeuksien huutokauppaa tulisi lisätä,

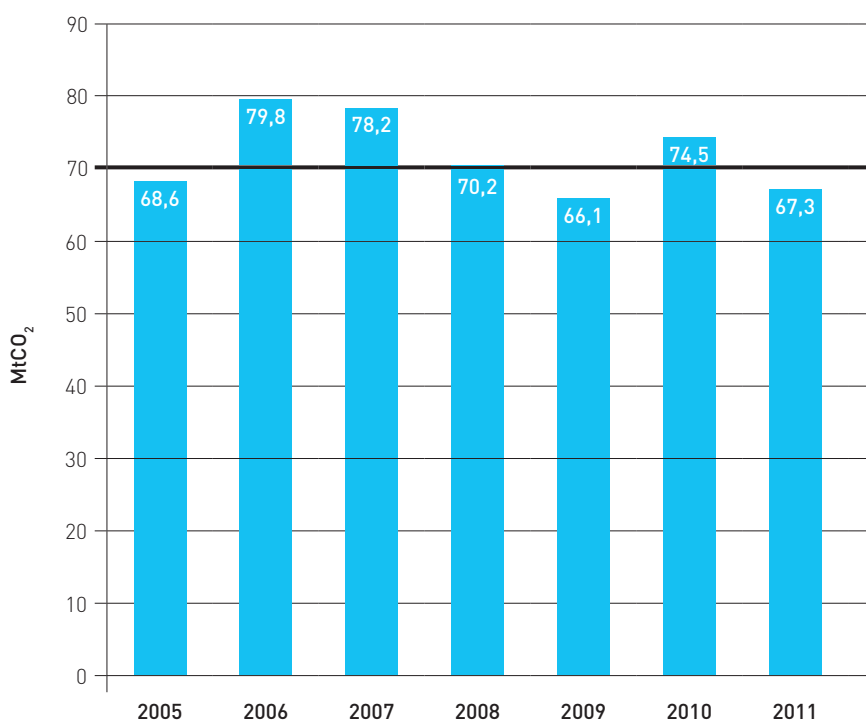
koska se katsoo päästöoikeuksien jakautuvan näin ilmaisjakoa tehokkaammin niitä eniten tarvitseville. Sähköä suunnitellusti tuottavat laitokset eivät saa enää ilmaisia päästöoikeuksia kolmannella päästökauppakaudella; poikkeuksena teollisuuden jätekaasuista tuotettu sähkö. Tehokkaat sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitokset voivat saada ilmaisia päästöoikeuksia ainoastaan päästökauppajärjestelmään kuulumattomille käyttäjille tuotetulle lämmölle. Muilla sektoreilla esimerkiksi kaukolämpöä ainoastaan tuottavilla laitoksilla huutokaupan osuutta lisättäisiin vaiheittain siten, että vuonna 2013 ilmaisten päästöoikeuksien osuus olisi 80 % ja vuonna 2020 enää 30 %. Komission tarkoituksena on, että ilmaisten päästöoikeuksien jako vähenee asteittain ja päättyy vuonna 2027. Hiilivuotoalaan kuuluva raskas teollisuus saa päästöoikeutensa pääosin ilmaiseksi, koska niiden CO₂-kustannukset ovat poikkeuksellisen korkeat ja ne toimivat kovassa kansainvälisessä kilpailussa. Tämän päätöksen taustalla on Euroopan unionin yksipuolinen ilmastopoliittika, jolla pyritään ehkäisemään raskaan teollisuuden siirtymistä kevyemmän ilmastopoliittikan maihin. Euroopan unionin hiilivuotoalaan kuuluu 160 teollisuustoimialaa, jotka ovat niiden korkeiden CO₂ kustannusten takia alttiita hiilivuotoriskille. Näille laitoksille jaetaan enemmän ilmaisia päästöoikeuksia, koska Euroopan unioni haluaa osittain kompensoida kilpailulähtökohtia. Suomesta hiilivuotoriskin piiriin lukeutuu metsä-, metalli- ja kemianteollisuus. Kolmannella päästökauppakaudella ilmaisia päästöoikeuksia jaetaan noin 500 laitokselle. Laitoksille jaetaan ilmaiseksi päästöoikeuksia noin 22,5 MtCO₂ vuodessa. Kaukolämmöntuotanto saa noin 6 MtCO₂, rauta- ja terästeollisuus noin 6 MtCO₂ sekä massa- ja paperiteollisuus noin 5 MtCO₂ (TEM 2008, EU:n päästökaupan...2012).

Kolmannella päästökauppakaudella on mukana noin 13 000 toimijaa ja Suomesta on mukana noin 570 laitosta. Päästökauppa kattaa kolmannella kaudella noin 45 % Euroopan unionin kasvihuonekaasupäästöistä. Päästökaupassa ovat mukana kolmannella kaudella öljynjalostamot, koksamot, rauta- ja terästehtaat, sementtitehtaat sekä paperi- ja kartonkitehtaat. Lentoliikenne otettiin mukaan päästökaupan piiriin 1.1.2012 alkaen ja se kesti 31.12.2012 asti. Seuraava lentoliikennettä koskeva päästökauppakauden piti olla yhdenmukainen kolmannen päästökauppakauden kanssa. Kolmannen päästökauppakauden alettua Euroopan unionin komissio päätti jättää Euroopan ulkopuolisen lentoliikenteen päästökaupan vuoden ajaksi Euroopan ulkopuolisten maiden vastustuksen takia (EU:n päästökaupan...2012, Lentoliikenteen...2012, Ajankohtaista lentoliikenteen...2013).

Kolmannen päästökauppakauden alussa Euroopan unionin parlamentin täysistunnossa äänestettiin komission ehdotuksesta poistaa markkinoilta 900 miljoonaa kappaletta päästöoikeuksia. Ehdotuksen perusteluna oli, että päästöoikeuksista on ylitarjontaa, minkä takia päästöoikeuden hinta on laskenut voimakkaasti. Parlamentti hylkäsi ehdotuksen, minkä jälkeen päästöoikeuden hinta romahti alle 3 €/tCO₂. Parlamentti hyväksyi komission uuden ehdotuksen toisella äänestyskerralla (Päästöoikeuksien leikkaaminen...2013, parlamentin päätös...2013).

2.3 Päästöjen kehitys Suomessa

Suomelta jäi käyttämättä päästöoikeuksia ensimmäiseltä päästökauppakaudella noin 13 %, koska päästöt alittivat ilmaiseksi jaettujen päästöoikeuksien määrän. Euroopan unionin jäsenmaiden tulisi alittaa Kioton ilmastopimuksessa määritetyn kunkin valtion vuoden 1990 päästötason. Suomen päästöjen tavoitetaso on 70,3 MtCO₂ vuodessa. Suomi saavutti tavoitteen ja toisen päästökauppakauden päätteeksi kokonaispäästöt olivat noin 5 % tavoitetasoa pienemmät. Kuviossa 4 on havainnollistettu Suomen hiilidioksidipäästöjä aikavälillä 2005 - 2011 (Suomen kasvihuonekaasupäästöt...2012).



Kuvio 4. Päästöjen kehitys Suomessa. Musta viiva havainnollistaa Kioton ilmastopimuksessa määritettyä vuoden 1990 päästötasoa.

Suomessa eniten päästöjä aiheuttava kasvihuonekaasu on hiilidioksidi, jonka osuus on kasvanut noin 11 % verrattuna vuoden 1990 tasoon. Kaikista päästöistä hiilidioksidin osuus on ollut noin 80 - 85 % vuosien 1990 ja 2010 aikana. Suurin osa Suomen hiilidioksidipäästöistä aiheutuu energian tuotantosektorilta fossiilisten polttoainien ja turpeen poltosta, joiden yhteenlasketut päästöt ovat noin 59 MtCO₂ vuodessa. Turve ei ole fossiilinen polttoaine, mutta sitä käsitellään ilmastopolitiikassa samalla

tavalla kuin fossiilisia polttoaineita. Puun poltosta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ei huomioida energian tuotantosektorin hiilidioksidipäästöihin. Metaanipäästöt ovat laskeneet noin 32 % vuoden 1990 tasosta ja typpioksiduulipäästöt ovat vastaavasti laskeneet noin 27 % samalla ajanjaksolla. Metaanipäästöt ovat pääasiassa peräisin maataloudesta ja jätesektorilta. Typpioksiduulipäästöjä aiheuttaa pääasiassa maataloussektori. F-kaasupäästöjen (fluorikaasut) osuus kokonaispäästöistä on noin prosentoin luokkaa. F-kaasujen päästöt ovat lisääntyneet vuoteen 2010 mennessä noin kaksitoistakertaiseksi vuoden 1990 päästötasoon verrattuna. F-kaasuja aiheutuu teollisuuden prosesseista (Suomen kasvihuonekaasupäästöt...2012).

Uusiutumattomien polttoaineiden poltosta aiheutuu runsaasti hiilidioksidipäästöjä. Tilastokeskuksen vuoden 2010 tilastojen mukaan öljytuotteiden poltosta aiheutuu kaikkein eniten hiilidioksidipäästöjä (24,6 MtCO₂). Toiseksi eniten hiilidioksidipäästöjä aiheutuu hiilen poltosta (16,2 MtCO₂). Kolmanneksi eniten hiilidioksidipäästöjä aiheutui turpeen poltosta (9,9 MtCO₂) ja neljänneksi eniten hiilidioksidipäästöjä aiheutui maakaasun poltosta (8,1 MtCO₂).

2.4 Päästökaupan vaikutus yritystoimintaan

Euroopan unionin päästökauppa aiheuttaa epävarmuutta yritysten investointihalukkuuteen. Päästöoikeuksien markkinahintojen heilahtelu vaikeuttaa hintojen kehityksen arvioimista, minkä takia investointien tekeminen on riskialtista. Ilmaiseksi jaettavien päästöoikeuksien lukumäärä vaikuttaa myös paljon yritysten investointihalukkuuteen. Sähkön, maakaasun ja puupolttoaineiden markkinahinnat reagoivat, mikäli päästöoikeuksien markkinahinta muuttuu. Tästä johtuen investointien tekeminen on riskialtista (Linnainmaa ym. 2005).

Yritysten toimintaan päästökauppa vaikuttaa keskeisesti siten, että niiden tulee hankkia ja luovuttaa päästöjä vastaava määrä päästöoikeuksia. Yritykset voivat käydä keskenään kauppaa päästöoikeuksilla. Yritys voidaan tuomita maksamaan sakkoja ja ostamaan lisää päästöoikeuksia, mikäli hankitut oikeudet eivät riitä kattamaan tuotettuja päästöjä (Linnainmaa ym. 2005).

Päästöoikeuksien hankkimisesta ja hallussapidosta aiheutuvat kustannukset vaikuttavat eniten yritysten toimintaan päästökaupassa. Fossiilisten polttoaineiden mm. turpeen käytön kustannukset nousevat päästökaupan takia, koska laitokset joutuvat ostamaan päästöoikeuksia kattaakseen niiden käytöstä aiheutuneet päästöt. Fossiilisten polttoaineiden kustannusten nousulla pyritään yrityksiä ohjaamaan käyttämään enemmän vähempipäästöisiä polttoaineita (Linnainmaa ym. 2005).

Sähkön pörssihinta määräytyy tuotannon rajakustannuksen mukaan. Rajakustannus taas määräytyy sähkön kysynnän ja tarjonnan mukaan. Sähköä tuotetaan kalliimmilla tuotantomenetelmillä, kun kysyntä kasvaa. Tällöin myös sähkön hinta nousee. Päästöoikeuksien hinta ja tuotannon ominaispäästöt määrittävät kuinka paljon päästökaupalla on vaikutusta tuotannon rajakustannuksiin. Ominaispäästöjen alentaminen aiheuttaa lisäkustannuksia, mutta päästöoikeuksien tarpeen pieneneminen kompensoi tilannetta. Tästä hyvänä esimerkkinä on Kauhavan kaukolämpö Oy:n toimenpiteet vuonna 2005, jolloin se kasvatti kattiloiden lämpötehon tasolle 20,5 MW, jotta se pääsi mukaan päästökaupan piiriin. Kauhavan kaukolämpö Oy on hyötynyt merkittävästi päästökaupasta. Yritykseltä jää käyttämättä paljon päästöoikeuksia, koska se tuottaa 92 % lämmöstä päästökertoimeltaan vapaalla hakkeella ja puun kuorella. Kattilatehon lisääminen maksoi yritykselle 19 000 €, mutta käyttämättä jääneiden päästöoikeuksien kaupalla vuonna 2006 yritys sai myyntituloja 144 798,40 € ja 22 100 € vuonna 2007 (Linnainmaa ym. 2005, Tuuri 2007).

Päästökauppa voi laskea tai nostaa yrityksen kannattavuutta. Laskevia tekijöitä ovat päästöoikeuksien hankinnasta aiheutuvat vaikutukset rajakustannuksiin, rajakustannuksen nousun aiheuttama vaikutus lopputuotteen hintaan, lopputuotteen kysynnän muutos hinnanmuutoksen jälkeen, päästökaupasta johtuva ominaispäästöjen alentaminen ja tästä aiheutuva yksikkökustannusten kasvaminen sekä pieni päästöoikeuksien alkujako. Kannattavuutta nostavia tekijöitä ovat päästöjen vähenemisen myötä pienempi tarve päästöoikeuksien hankkimiselle, suuri päästöoikeuksien alkujako ja päästöoikeuksien arvonnousu, kun laitokselta jää käyttämättä päästöoikeuksia. Liiketoimintaan muuten vaikuttavia tekijöitä ovat toisten maiden toimien vaikutus markkinahintoihin ja kysyntään sekä muiden alojen erityisesti energiasektorin kerrannaisvaikutukset (Linnainmaa ym. 2005).

Yrityksille pääosin ilmaisena jaettavat päästöoikeudet muodostavat varallisuuserän, joka on täysin rinnastettavissa arvopapereihin ja myytävissä markkinoilla. Päästöoikeuksien oman käytön vaihtoehtoiskustannuksena on oikeuksien myynti markkinahinnalla. Ilmaisjako ei ole vaikutusta rajakustannukseen, joka on riippuvainen ominaispäästöistä ja päästöoikeuksien markkinahinnasta. Päästöoikeuksien ilmaisjako laskee yrityksen keskimääräisiä kustannuksia ja tämän takia ilmaisjako on vaikutusta kannattavuuteen. Ilmaisjako hillitsee keskimääräisten kustannusten nousua, mikä kompensoi lisääntyneitä rajakustannuksia (Linnainmaa ym. 2005).

Päästökaupan vaikutus yrityksen kannattavuuteen on paljon kiinni myös yrityksen markkina-asemasta. Yrityksen kannattavuus ja kilpailukyky voi kärsiä kustannusten muutoksesta. Päästökaupan aiheuttamien lisäkustannusten siirtäminen lopputuotteen hintaan on vaikeaa, mikäli yrityksen markkinavoima on pieni. Tällaisessa tilanteessa päästökauppa heikentää yrityksen kannattavuutta nostamalla yrityksen kustannuksia ja vähentäen saatua tuloa. Lisäkustannukset siirtyvät ainakin osittain

lopputuotteen hintaan, mikäli yrityksen markkinavoima on suuri. Tällaisessa tilanteessa kannattavuus heikkenee ainoastaan siltä osin kuin hinnannousu vaikuttaa kysyntään ja myyntimääriin (Linnainmaa ym. 2005).

Päästökaupalla on vaikutusta sen vaikutuspiirissä olevien toimialojen kustannuksiin. Erityisesti sähkön hintaan päästökaupalla on suuri merkitys. Sähkön hinta määritetään sen tuottamiseen käytetyn kalleimman menetelmän mukaan. Markkinahintaan vaikuttavat monet tekijät. Vesivoima on Pohjoismaissa yleisemmin käytössä oleva sähköntuotantomuoto ja vuotuisella sademäärällä on suuri merkitys sähkön hintaan. Kivihiililauhteen kustannukset määrittävät useimmin sähkön hinnan. Kivihiililauhteen hiilidioksidipäästöt ovat tyypillisesti noin 8 miljoona tonnia tuotettua terawattituntia kohden. Päästöoikeudesta johtuva rajakustannuksen nousu on megawattituntia kohden noin 8 euroa, kun päästöoikeuden hinta on noin 10 euroa. Maakaasulauhteella kustannus on noin puolet pienempi (Linnainmaa ym. 2005).

Päästöjen hillitsemisellä on havaittu olevan yhteys öljyn hintaan. Aiemmissa tutkimuksissa päästökaupan on arvioitu laskevan öljyn kysyntää ja samalla pienentävän öljyn hinnannousua. Tosin öljyn kysyntä on koko ajan kasvanut kehittyvillä markkinoilla ja päästökauppaa käydään aktiivisesti vain EU:ssa, joten päästökaupan vaikutukset ovat rajalliset (Linnainmaa ym. 2005).

2.5 MARPOL -yleissopimuksen rikkidirektiivin vaikutus ulkomaankaupaan

Laivaliikenne ei vielä kuulu päästökaupan piiriin, mutta merenkulun alueellinen päästökauppa on suunnitteilla Euroopan unionin komissiossa. Meriliikenteen päästökaupan on arvioitu nostavan kuljetuskustannuksia 5 – 25 %. Rikkidirektiivin on arvioitu aiheuttavan lisäkustannuksia laivaliikenteelle jopa 30 – 50 % (EU tuo...2013).

Meriteitse tapahtuva tuonti ja vienti ovat Suomen elinkeinolle ensiarvoisen tärkeitä. Suomen viennistä noin 90 % ja tuonnista noin 80 % suoritetaan meriteitse, kun kuljetusmääriä mitataan tonneissa. Suomen vienti- ja tuontiliikenteelle merkittävimmät satamat sijaitsevat Itämerellä ja Pohjanmerellä. Vuonna 2011 koko Suomen tavaraviennin arvo oli noin 56,9 miljardia euroa ja tavaratuonnin arvo oli noin 60,5 miljardia euroa. Etelä-Pohjanmaan osuus koko Suomen ulkomaankaupan viennistä oli vuonna 2011 noin 1,1 %, eli noin 611 miljoonaa euroa. Kasvua vuoden 2010 viennistä oli tapahtunut noin 26,3 %. Keski-Pohjanmaan osuus koko Suomen ulkomaankaupan viennistä oli vuonna 2011 noin 2,7 %, mikä tarkoittaa noin 1551 miljoonaa euroa. Kasvua vuoden 2010 viennistä oli tapahtunut noin 5,6 %. EU-vientikaupan merkitys oli Suomen maakunnista suurin Keski-Pohjanmaalle, jonka viennistä jopa 77 % suuntautui Euroopan unionin alueelle. Etelä-Pohjanmaan tuon-

nin osuus koko Suomen tuonnista oli vuonna 2011 noin 0,9 %, eli noin 547 miljoonaa euroa. Kasvua vuoden 2010 tuonnista oli tapahtunut noin 24,5 %. Keski-Pohjanmaan tuonnin osuus koko Suomen tuonnista oli vuonna 2011 noin 2,2 %, mikä tarkoittaa noin 1314 miljoonaa euroa. Kasvua vuoden 2010 tuonnista oli tapahtunut 8,3 % (Varustamoelinkeino...2013, Tavaroiden...2012).

Kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO) on Yhdistyneiden kansakuntien (YK:n) alainen järjestö, jonka tehtävänä on kehittää merenkulun turvallisuutta ja ehkäistä merien saastumista. Meri- ja rannikkoalueita pyritään suojelemaan niiden herkästi vahingoittuvan ekosysteemin vuoksi. Itämeri kuuluu suojeltavien ja herkkien meri-alueiden joukkoon. MARPOL 73/78 -yleissopimus laadittiin entisen OILPOL -yleissopimuksen tilalle vuonna 1973. Uusi yleissopimus tuli voimaan vuonna 1983, ja se koostuu kuudesta liitteestä, joilla pyritään suojelemaan meriä. Yleissopimus sisältää seuraavat liitteet, joilla pyritään ehkäisemään päästöjen pääsemistä ilmaan ja meriin: Liite I: Öljy ja öljytuotteet, Liite II: Irtolastina kuljetettavat vaaralliset nestemäiset aineet, Liite III: Meriympäristölle vaaralliset pakatut aineet, Liite IV: Alusten käymälävedet, Liite V: Kiinteät jätteet ja Liite VI: Ilmansuojelu (Kansainväliset...2013).

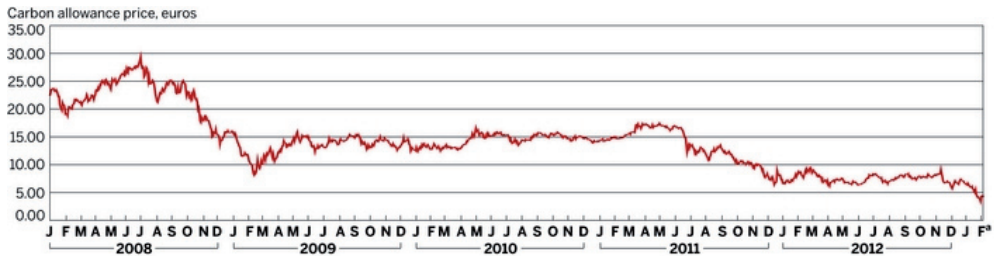
Vuonna 1997 hyväksytty liite VI on uusin MARPOL 73/78 -yleissopimuksen liitteistä. Liitteellä rajoitetaan halonien, CFC-yhdisteiden, typen oksidien, rikin oksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä. Halonien ja CFC -yhdisteiden käyttö on kielletty, mutta HCFC -yhdisteiden käyttö on sallittua vuoteen 2020 asti. Laivojen moottoreiden aiheuttamia typen ja rikin oksidipäästöjä pyritään vähentämään. Maailmanlaajuisesti polttoaineen rikkipitoisuuden rajana on vuoden 2012 alusta 3,5 % ja vuodesta 2020 alkaen 0,5 %. Rikkipäästöjen erityisalueilla (SECA) päästömääräykset ovat tiukemmat. SECA -alueita ovat Yhdysvaltojen ja Kanadan merialueella sijaitseva 200 merimailin alue, joka perustettiin 1.8.2011. Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin muodostama alue on ensimmäinen SECA -alue. MARPOL -yleissopimuksen liite uusittiin 1.7.2010, jolloin SECA -alueilla polttoaineen rikkipitoisuus pudotettiin 1 % ja vuodesta 2015 alkaen rikkipitoisuus putoaa alueilla 0,1 %. Rikkipitoisuutta voidaan vähentää uudella moottoritekniikalla, laivoihin asennettavilla rikkipesureilla ja vähentämällä polttoaineen rikkipitoisuutta (Kansainväliset...2013).

Vähärikkisen kevyen polttoöljyn valmistaminen raskaasta polttoöljystä ei ole kallista, mutta jalostamoissa tarvittavat investoinnit ovat. Kustannukset voivat nousta jopa 13 miljardiin euroon, jotta Pohjois-Euroopan laivaliikenne voidaan pitää yllä vuodesta 2015 alkaen. Polttoaineen hinnankorotukset siirtyvät suoraan rahtikustannuksiin polttoainelisien muodossa. Varustamoiden mielestä rikkipitoisuuden alentaminen 0,1 % on liian kova pudotus. Rikkipitoisuuden alentaminen 0,5 % tasolle on arvioitu laskevan rikkipäästöjä jopa 70 %, mutta rajan alentaminen 0,1 % on arvioitu lisäävän kustannuksia jopa 80 %. Rikkipitoisuuden alentamista 0,1 % on perusteltu sillä, että polttoaineen hinta ei ole huomattavasti edullisempaa rikkipitoisuuden ollessa

0,5 %, koska kyseessä on joka tapauksessa kevyt polttoaine. Rikkipitoisuusrajan tiukentumisen uskotaan nostavan polttoaineen hintoja, mikä siirtyy suoraan rahtikustannuksiin. Suomen kansainvälisen kilpailukyyn pelätään heikkenevän, koska olemme riippuvaisia viennistä ja kuljetusmatkat päämarkkina-alueille ovat kilpailijoita pidemmät. Pelkona on, että kuljetuskustannusten nousu siirtää tuotantoa Suomesta muihin maihin (Hirsso 2010).

2.6 Päästöoikeuden hinta

Päästöoikeuden hinta muodostuu kysynnän ja tarjonnan mukaan pörssissä. Päästökaupassa yhden ympäristöön päästetyn hiilidioksiditonin hinta on vaihdellut paljon (Kuvio 5). Päästökaupan alettua päästöoikeus maksoi noin 30 euroa tonnilta, mutta päästöoikeuksien ylitarjonnan vuoksi päästöoikeuden hinta on laskenut jopa lähelle 0 €/tCO₂. Päästöoikeuden hinta oli kolmannen päästökauppakauden alussa tammikuussa 2013 noin 7 €/tCO₂, mutta hiilidioksiditonin hinta laski kuukauden aikana alle 3 €/tCO₂. Päästöoikeuden hinta vaikuttaa yritysten päästöjen vähentämistoimenpiteisiin. Yritykset eivät vähentäisi päästöjään, mikäli oikeudet jaettaisiin aina ilmaiseksi. Päästökaupalla on vaikutusta yritysten kilpailukyyn ja tuotteiden hintoihin. Tuotteiden hinnoittelussa on otettava huomioon päästökaupan aiheuttama lisäkustannus tavanomaisten tuotantokustannusten lisäksi. Päästökaupan myötä joitakin tuotteita tai palveluja voi olla kannattamatonta tuottaa. Päästöoikeuden aiheuttama lisäkustannus siirtyy kokonaan esimerkiksi sähkön hintaan (Kauppa- ja teollisuusministeriö 2004, Laimi 2006, EU:n päästökaupan...2012, Hallivuori 2012, Sähkömarkkinaraportti 2013).



Kuvio 5. Päästöoikeuden hinnankehitys toisen päästökauppakauden aikana (EU carbon... 2013).

Päästökauppa mahdollistaa myös teollisuusmaiden välisen kaupan, jolloin päästötaavoitteensa alittanut maa voi myydä käyttämättä jääneitä päästöoikeuksia toiselle. Kaikki päästökaupassa mukava olevat teollisuusmaat pitävät rekisteriä, mistä selvi-

ää päästöoikeudet, niiden käyttö ja siirrot. Päästöoikeuksia saaneet yritykset voivat myös käydä keskenään kauppaa oikeuksista samalla periaatteella, millä valtiotkin tekevät kauppaa (Kuusisto & Käyhkö 2004).

2.7 Päästökaupassa mukana olevat polttoaineet

2.7.1 Öljy

Öljy on tunnetuin ja tärkein fossiilinen polttoaine, jota pumpataan maan kallioperään muodostuneista taskuista. Öljy ei ole uusiutuva polttoaine ja sen muodostumiseen kuluu aikaa miljoonia vuosia. Kymmenen merkittävintä öljyntuottajamaata vuonna 2012 olivat Saudi-Arabia, USA, Venäjä, Kiina, Kanada, Iran, Yhdistyneet arabiemiirikunnat, Irak, Meksiko ja Kuwait. Öljy on erittäin merkittävä polttoaine lämmitys- ja liikennekäytössä, mutta sähkön tuotannossa sen käyttö on vähentynyt. Öljy jalostetaan pääasiassa bensiiniksi, dieseliksi ja lentokoneiden polttoaineeksi. Kolmasosa Suomeen tuodusta öljystä käytetään lämmitykseen. Öljyllä on merkittävä asema varapolttoaineena ja energiahuollon turvaamisessa. Öljyn hinta on herkkä reagoimaan maailman kriiseihin, mutta öljyn saatavuus on aina ollut hyvä. Öljyn hinta vaikuttaa voimakkaasti maakaasun hintaan. Tiedossa olevat öljyvarat kestävät nykykulutuksella noin 40 vuotta (Energiälähteet 2012, Top World...2012).

2.7.2 Kivihiili

Kivihiili on maailman toiseksi tärkein energianlähde öljyn jälkeen ja se on eniten sähköntuotannossa käytetty polttoaine. Kivihiilellä tuotetaan noin kolmasosa maailman sähköntuotannosta ja viidesosa kaikesta energiantarpeesta. Suomessa kivihiiltä käytetään pääasiassa suurissa lauhde- ja kaukolämpövoimaloissa. Sähkön kokonaishankinnasta kivihiilen osuus on ollut 11 – 21 % viime vuosina. Kivihiilen osuus on vähentynyt kaukolämmössä ja siihen liittyvässä sähköntuotannossa 1990-luvun huippuvuosien 40 % osuudesta noin 26 %. Alhaiset vesivoimavarannot lisäävät kivihiilen käyttömääriä lauhdevoiman parissa pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Kivihiilen osuus lauhdevoimasta on noin 60 – 70 %. Päästökauppa on nostanut kivihiilen käyttökustannuksia merkittävästi. Kivihiilen hiilidioksidipäästöjä on mahdollista vähentää polttamalla lämpöarvoltaan korkeampiarvoista hiiltä sekä uudistamalla laitosteknologiaa. Hiilidioksidin talteenottoa on selvitetty kivihiilen parissa, mikä kuitenkin laskee hyötysuhdetta talteenoton aiheuttaman sähkön kulutuksen takia. Kivihiilen poltosta aiheutuu huomattavia päästöjä. Merkittävimmät päästöt ovat hiilidioksidi, rikkidioksidi, typen oksidi- ja hiukkaspäästöt. Nykyaikaiset kivihiililaitokset on varustettu polttoteknisesti ja savukaasujen puhdistamisen kannalta sellaisella teknologialla, joilla hiukkaspäästöjen päästömääräykset on mahdollista saavuttaa.

Kivihiilen suosion syynä on sen kohtuullinen hinta, hyvä saatavuus ja varastoimisen helppous. Edellä mainittujen seikkojen ansiosta kivihiilellä on Suomessa suuri merkitys energiahuoltovarmuuden ylläpitäjänä. Kivihiili ei ole kriisiherkkä polttoaine, koska sitä on saatavilla useista maista. Suomeen kivihiiltä tuodaan pääasiassa Venäjältä ja Puolasta. Joitakin kuljetuksia tuodaan myös Indonesiasta ja Etelä-Afrikasta. Kivihiilen hinta muodostuu rahdista, verosta ja kivihiilen hinnasta. Kivihiilen energiasisältövero on 47,10 €/t, hiilidioksidivero 84,43 €/t ja huoltovarmuusmaksu 1,18 €/t, eli yhteensä 132,71 €/t (Energialähteet 2012, Sähkön ja eräiden...2013).

2.7.3 Maakaasu

Maakaasu on luonnonkaasua, joka koostuu pääasiassa metaanista, mutta se sisältää myös tyypeä, etaania, propaania ja muita raskaita hiilivetyjä. Suomessa käytettävä maakaasu tulee pääasiassa Siperiasta, Venäjältä. Maakaasua saadaan poraamalla sitä maan uumenista. Maakaasua on merkittävästi Venäjällä ja Lähi-idässä. Joitakin suuria esiintymiä löytyy Norjasta ja Pohjois-Amerikasta. Suomessa maakaasua käytetään pääasiassa Kaakkois- ja Etelä-Suomessa sijaitsevilla maakaasuputkiverkostojen alueilla. Näillä alueilla primäärienergiankäytöstä maakaasulla tuotetaan noin 30 % sähköstä ja lämmöstä. Koko Suomen primäärienergiantuotannosta maakaasulla tuotetaan noin 10 % energiasta. Maakaasun osuus sähkönhankinnassa oli vuonna 2011 noin 13 %. Maakaasun energiasisältövero on 4,45 €/MWh, hiilidioksidivero 6,93 €/MWh ja huoltovarmuusmaksu 0,084 €/MWh (Energialähteet 2012, Sähkön ja eräiden...2013).

2.7.4 Energiaturve

Suomessa on noin 9,3 miljoonaa hehtaaria turvesoita josta ojitettuja soita on noin 4,8 miljoonaa hehtaaria. Ojittamattomia turvesoita on Suomessa noin 4,1 miljoonaa hehtaaria. Turvesoita on suojeluohjelmissa noin 1,1 miljoonaa hehtaaria ja aktiivisessa turvetuotannossa soita on noin 0,06 miljoonaa hehtaaria. Teknisesti turvetuotantoon soveltuu vain noin 13 % Suomen koko turvealasta. Turvetuotantoa alettiin laajasti kehittää energiakäyttöön 1970-luvun öljykriisin jälkeen. Turvetuotannon suurimpana haasteena oli turpeen nostoon soveltuviin soiden rakentaminen ja turvetuotannon käynnistäminen. Turvetuotantoteknologia on tänä päivänä kokonaan Suomessa kehitettyä ja valmistettua sekä turveteollisuus on voimakasta ja vakiintunutta. Turveteollisuus on merkittävä työllistäjä Suomessa. Flyktmanin (2009) mukaan turveteollisuuden työllistävä vaikutus Suomessa on suorina ja välillisin työpaikkoina noin 10 150 henkilötyövuotta 25 TWh käytöllä. Turvetuotannossa on paljon etuja energiakäytön näkökulmasta, mutta turpeen käyttö on herättänyt vastustusta sen korkeiden hiilidioksidipäästöjen ja vesistökuormitusten takia. Turpeen käyttö on ollut koko ajan kasvussa 1990-luvulta aina 2000-luvulle asti. Turpeen kilpailukyky

heikkeni vuonna 2005 alkaneen päästökaupan myötä. Päästökauppa on vähentänyt turpeen käyttöä, minkä takia sen kilpailukykyä on haluttu parantaa lämmöntuotannossa fossiilisia polttoaineita vastaan poistamalla siltä energiavalmistevero vuonna 2005 ja säätämällä laki turpeen syöttötariffista lauhdesähkön tuotannossa vuonna 2007. Turpeen syöttötariffista luovuttiin vuonna 2010. Turpeen verotus on muuttunut voimakkaasti 2000-luvun aikana. Turvetta verotettiin 1,59 €/MWh vuosien 2003 – 2005 aikana ja vero nousi tasolle 1,90 €/MWh vuonna 2010. Vuodesta 2013 lähtien turpeen vero on 4,90 €/MWh. Turpeen verotusta kiristetään entisestään vuoden 2015 alussa, jolloin vero nousee 5,90 €/MWh. Turpeen verotus ei perustu energiasisältöön eikä hiilidioksidipäästöihin (Leinonen 2010, Turvevarat...2011, Turve Suomen energiantuotannossa...2012).

2.8 Päästökaupasta vapautetut polttoaineet

2.8.1 Metsäenergia

Suomessa on totuttu käyttämään puuta pääasiassa kotitalouksien ja kiinteistöjen lämmittämiseen. Puun käyttö sähkölämmityksen yhteydessä on yleistynyt sähkön hinnannousun vuoksi. Puun käyttö kiinteistöjen ensisijaisena lämmitysmuotona on vähentynyt vuosikymmenten aikana kaukolämmön ja sähkölämmityksen yleistymisen myötä. Puupellettien käyttö on yleistynyt viime vuosina kotitalouksissa niiden energiatehokkuuden ja helppokäyttöisyyden ansiosta. Suomessa metsäenergiaa kertyy metsäteollisuuden tuotannon ja puunkäytön yhteydessä. Näistä yleisimmät ovat mustalipeä, puun kuori ja sahanpuru. Edellä mainitut energijakeet käytetään kokonaisuudessaan teollisuuden omissa voimalaitoksissa ja kattiloissa lämmön, prosessihöyryn ja sähköntuotantoon. Sahanpurua käytetään pellettien valmistamisen raaka-aineena. Metsästä saadaan puunkorjuun yhteydessä metsähaketta päätehakuiden sivutuotteista: latvusmassasta, oksista ja kannoista sekä harvennushakkuiden pienpuusta. Suomen esittämän pienpuun energiaturvakejärjestelmän hylkääminen Euroopan unionin komissiossa aiheutti epävarmuutta metsäenergiasektorille. Suomi päätti jatkaa kestävän metsätalouden rahoituslain (Kamera) mukaista tukea energiapuulle. Kameran korjuutukea maksetaan vuoden 2014 loppuun asti 7 €/m³ energiapuulle, joka on korjattu yksityismailta nuoren metsän hoidon yhteydessä. Tuen saannin ehtona on, että energiapuuta tulee kertyä kohteelta vähintään 20 m³ ja puut luovutetaan energiakäyttöön (Energiälähteet 2012, Pienpuun...2013).

2.8.2 Tuulivoima

Tuulivoima on hiilidioksiditon sähköntuotantomuoto, jossa käytetään hyväksi tuulen liike-energiaa sähkön tuottamiseksi generaattorissa. Suomessa tuulivoimaloita on vähän, mutta voimaloita rakennetaan koko ajan lisää. Suomessa on 144 tuuli-

voimalaa, joiden yhteenlaskettu tuulivoimakapasiteetti on 234 MW. Tuulivoimaloilla tuotetaan yhteensä noin 0,6 % Suomen sähköntuotannosta. Tuulivoimakapasiteettia on Suomessa mahdollista lisätä merkittävästi. Hallituksen tavoitteena on kasvattaa tuulivoimakapasiteetti 6 TWh:n tasolle vuoteen 2020 mennessä. Suomen tuulivoimalat sijoittuvat pääasiassa rannikoille, merialueilla ja Lapin tuntureille. Tyypillisimmät tuulivoimalaitokset ovat noin 2 - 3 MW:n suuruisia. Suurempien jopa 5 MW laitosten myyntimäärät ovat kuitenkin kasvussa. Merelle rakennettavien laitosten koko on kasvanut koko ajan. Tuulivoimalaitoksen käyttöikä on noin 20 – 40 vuotta. Vuonna 2009 tuulivoima oli rakennetuin sähköntuotantomuoto Euroopassa. Suomen sääolot asettavat omat haasteensa tuulivoimateknologialle, varsinkin merelle rakennettaessa. Tuulivoiman erityispiirteinä muihin sähköntuotantomuotoihin verrattuna on sen tuotannon ajallinen vaihtelu. Tuulisähkön tuotanto on riippuvaista tuulesta ja tästä syystä sähköntuotanto vaihtelee päivittäin ja jopa tunneittain. Tuulivoimaloiden vuotuiset käyttötunnit ovat tästä syystä muita sähköntuotantomuotoja selkeästi alhaisemmat. Tuulivoimaloita pidetään käynnissä aina kun tuuliolosuhteet ovat riittävät. Tuulivoimalla sähkön tuottaminen ei ole vielä kannattavaa ilman tukia. Tuulivoimaloiden käyttökustannukset ovat pienet, mutta investointikustannukset muodostavat suurimman osan tuulivoimaloiden kustannuksista (Energialähteet 2012).

2.8.3 Vesivoima

Vesivoima on Suomen merkittävin uusiutuva energiantuotantomuoto. Vesivoimalaitoksia on Suomessa 220 kappaletta joiden yhteenlaskettu teho on 3100 MW. Vesivoiman osuus Suomen sähköntuotannosta vaihtelee 10 – 20 % välillä riippuen vesitilanteesta. Vesivoimassa käytetään hyväksi kahden vesitason korkeuseroa, jossa alas virtaava vesi kulkee turbiinin läpi. Veden liike-energia muuttuu sähköksi, kun turbiini pyörittää generaattoria. Vesivoima on riippuvainen sääoloista. Runsassateisena vuotena vettä voidaan varastoida suuriin varastoaltaisiin, jolloin vesivoimaa voidaan käyttää sähkönkulutuksen huippujen tasaamiseen. Vedestä voi olla pulaa silloin, kun sataa vähän ja lumen sulamisvesiä on niukasti. Uusien vesivoimaloiden rakennuspotentiaalia on Suomessa vähän. Kannattavimmat kohteet on jo rakennettu, ja rakentamattomat paikat on suojeltu vesivoimarakentamiselta. Vesivoimaa on mahdollista lisätä jo rakennetuissa vesistöissä noin 400 MW ja suojelemattomissa vesistöissä vesivoiman lisäkapasiteettia on noin 270 MW. Vesivoiman tulevaisuus on ristiriitainen. Euroopan unionin vaativa vesipolitiikan puitedirektiivi on yksi vesivoiman kehittymisen esteistä. Samaan aikaan ilmaston lämpenemisen ehkäisemisen tavoitteiden saavuttaminen tukee vesivoiman käyttöä. Vesivoima on hiilidioksiditon ja puhdas energiantuotantomuoto. Vesivoima ei pilaa sen läpi virtaavaa vettä eikä siitä aiheudu kiinteitä jätteitä tai päästöjä ilmaan, veteen tai maaperään. Vesivoimalla voidaan jopa vähentää tulvia. Vesivoiman haitat aiheutuvat tuotantolaitosten padoista ja säännöstelyaltaista. Padot estävät kalakantojen liikkumisen, mikä vaikuttaa kala-

kantoihin ja kalastukseen. Säännöstelyaltaiden vedenkorkeuden vaihtelulla voi olla vaikutusta kalalantoihin, virkistystoimintaan ja ekologiaan (Energiälähteet 2012).

2.8.4 Ydinvoima

Ydinreaktiossa uraaniytimen halkeaminen aiheuttaa suuren määrän lämpöä, joka muutetaan turpiinin pyörimisenergialla generaattorissa sähköksi. Ydinvoima on merkittävin päästötön sähköntuotantomuoto vesivoiman ohella. Ydinvoiman osuus koko Euroopan päästöttömästä sähköntuotannossa on noin 60 %. Koko sähköntuotannosta ydinvoiman osuus on Euroopan unionissa 28 % ja Suomessa 25 %. Suomen ydinvoimaloiden yhteenlaskettu sähköntuotantomäärä on noin 2736 MW. Suomessa on yhteensä neljä ydinreaktoria Loviisassa ja Olkiluodossa. Viides reaktori on rakenteille Olkiluotoon (OL3). Suunnitelmassa on vielä rakentaa kaksi lisäreaktoria, toinen Olkiluotoon (OL4) ja toinen Pyhäjoelle. Suomen ensimmäinen ydinvoimalaitos käynnistyi vuonna 1977 Loviisassa, minkä jälkeen Loviisaan rakennettiin toinen reaktori vuonna 1981. Olkiluodon ensimmäinen reaktori valmistui vuonna 1979 ja toinen 1982. Suomen ydinvoimalaitoksia on huollettu säännöllisesti, ja niiden käyttökertoimet ovat korkealla tasolla. Olkiluodon kolmannen reaktorin rakentamisen kanssa on ilmennyt paljon ongelmia. Reaktorin rakennustyöt käynnistettiin vuonna 2005 ja voimalan oli alun perin tarkoitus olla toiminnassa jo neljän vuoden kuluttua rakennustöiden aloittamisesta. Vuonna 2012 Olkiluodon kolmannen reaktorin arvioitiin olevan käyttökunnossa vasta vuonna 2015. Olkiluodon kolmas reaktori on maailman suurimpia sen sähkötehon ollessa 1600 MW. Voimalaitos on niin sanottu kolmannen sukupolven ydinvoimalaitos. Perusratkaisultaan laitos perustuu jo olemassa olevaan tekniikkaan, mutta laitoksen energiatalous, polttoaineenkulutus, huollettavuus ja turvallisuus ovat uutta kehittyntä tekniikkaa. Olkiluodon kolmannen reaktorin rakennustöistä vastaa ranskalainen Areva. Olkiluodon kolmannen reaktorin alkuperäinen hinta-arvio oli 3,2 miljardia euroa. Kustannusarvio on kuitenkin noussut rakentamisessa ilmenneiden ongelmien myötä. Arevan ilmoittaman viimeisimmän kustannusarvion mukaan Olkiluodon kolmas reaktori tulee maksamaan jopa 8,5 miljardia euroa (Energiälähteet 2012, Olkiluoto 3..2012).

2.9 Polttoaineiden ominaisuuksia

2.9.1 Polttoaineiden päästökertoimet ja hiilidioksidipäästöt

Eniten hiilidioksidipäästöjä aiheuttava polttoaine on turve, sitten kivihiili ja raskas polttoöljy (Taulukko 1). Neljänneksi eniten hiilidioksidipäästöjä aiheutuu kevyen polttoöljyn poltosta. Vähiten hiilidioksidipäästöjä aiheutuu maakaasun poltosta. Uusiutuvien polttoaineiden hiilidioksidin päästökertoimeksi on määritetty nolla.

Taulukko 1. Polttoainekohtaiset CO₂-päästöt (Yksittäisen kohteen...2004).

Polttoaine	KgCO ₂ /MWh
Raskas polttoöljy	279
Kevyt polttoöljy	267
Maakaasu	202
Turve	382
Kivihiili	341
Uusiutuvat polttoaineet	0

Öljytuotteiden osuus Suomen hiilidioksidipäästöistä oli vuonna 2010 noin 42 % kokonaispäästöistä, mikä tarkoittaa noin 24,6 MtCO₂ päästöjä (Taulukko 2). Kivihiilen osuus Suomen hiilidioksidipäästöistä oli vuonna 2010 noin 20 %, mikä tarkoittaa noin 13,4 MtCO₂ päästöjä. Turpeen osuus Suomen energiantuotannossa on noin 5 – 7 % ja hiilidioksidipäästöistä noin 15 – 17 %. Turpeen poltosta aiheutui vuonna 2010 hiilidioksidipäästöjä noin 9,9 MtCO₂. Maakaasun osuus Suomen hiilidioksidipäästöistä oli vuonna 2010 tilastokeskuksen mukaan noin 13,7 %, mikä tarkoittaa noin 8,1 MtCO₂ päästöjä (Suomen kasvihuonekaasupäästöt...2013).

Taulukko 2. Polttoaineiden käytöstä aiheutuneet hiilidioksidipäästöt vuosina 2006 - 2011 (MtCO₂) (Suomen kasvihuonekaasupäästöt...2013).

	2008	2009	2010	2011
Öljytuotteet	24,3	23,3	24,4	23,3
Hiili	12,1	12,8	16,2	12,4
Kaasut	8,3	7,4	8,1	7,1
Turve	8,6	7,6	10,0	8,9
Yhteensä	53,3	51,1	58,7	51,7

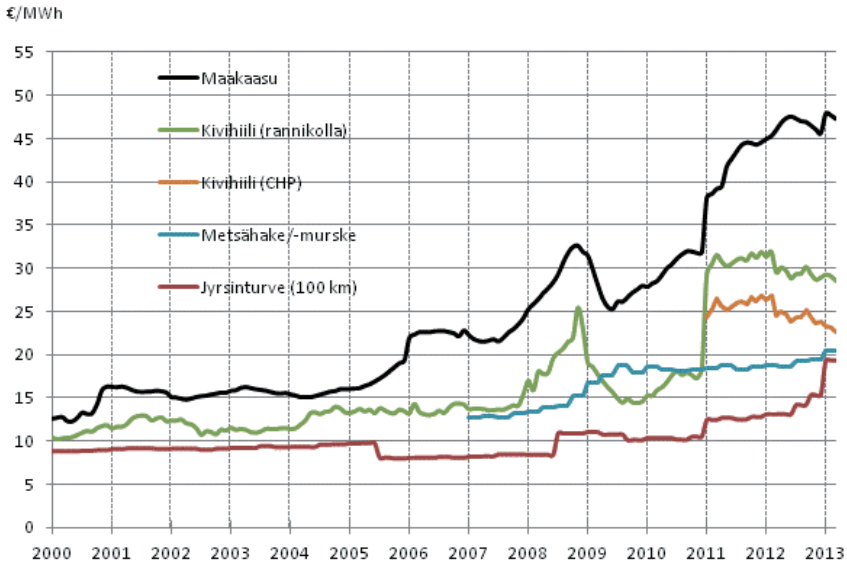
2.9.2 Polttoaineiden kustannukset

Päästökaupan vaikutus polttoaineiden kannattavuuteen, perustuu niiden sisältämän hiilidioksidin määrään. Kivihiili olisi ylivoimaisesti kilpailukykyisin polttoaine ilman nykyisin voimassa olevia toimenpiteitä, joilla yritetään parantaa vähän saastuttavien polttoaineiden kilpailuasemaa. Polttoaineverotus, veronalennukset ja puusähkön verotuki auttavat kotimaisten puupolttoaineiden sekä maakaasun kilpailuasemaa. Toimenpiteiden vaikutukset eroavat suuresti sähkön ja lämmön tuotannon välillä, koska sähkön tuotannossa käytettäviä polttoaineita ei veroteta, kun lämmöntuo-

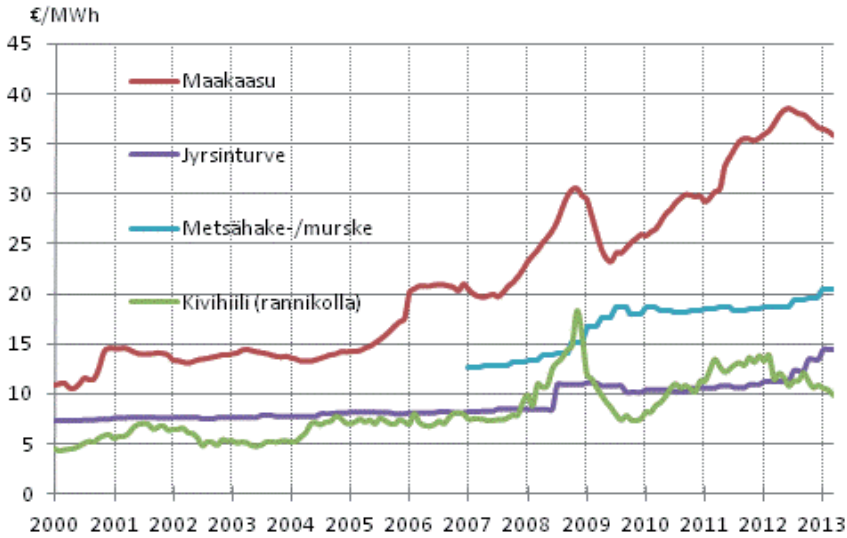
tantoon käytettäviä polttoaineita verotetaan. Tästä syystä sähkön tuottaminen on lämmön tuottamista edullisempaa (Kauppa- ja teollisuusministeriö 2004).

Ydinvoiman tuottaminen on taloudellisesti edullista, kun sitä verrataan muihin sähköntuotantotapoihin, kuten kivihiileen, maakaasuun tai uusiutuvaan energiaan. Päästökaupan aiheuttaman fossiilisten polttoaineiden tuotantokustannusten nousu parantaa ydinvoiman taloudellista kilpailukykyä, koska fissioon pohjautuva ydinvoima on lähes päästötön energiantuotantomuoto kasvihuonekaasujen osalta. Ydinvoima alentaa päästöoikeuskustannuksia koko energiasektorilla (Ohlström ym. 2008).

Sähkön ja lämmön tuotantoon käytettävien polttoaineiden kustannukset ovat nousseet voimakkaasti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Maakaasun kalleuteen vaikuttaa öljyn maailmanmarkkinahinnan nousu. Kivihiilen hintaan on vaikuttanut öljyn hinnannousu ja kivihiilen kysynnän kasvaminen. Kuvio 6 havainnollistaa lämmöntuotannossa käytettävien polttoaineiden hintojen kehitystä ja kuvio 7 sähköntuotannossa käytettävien polttoaineiden hintojen kehitystä. Kuvioista voidaan havaita, että maakaasun hinta on noussut kaikkein voimakkaimmin. Maakaasun hinta on ollut vuoden 2013 alussa lämmöntuotannossa noin 48 €/MWh ja sähköntuotannossa noin 37 €/MWh. Metsähakkeen hinta on noussut vuoden 2008 lopulla, mutta hinnannousu on tasaantunut noin 19 €/MWh tasolle. Kivihiilen hinta on elänyt voimakkaasti vuonna 2008 puhjenneen talouskriisin aikana. Kivihiilen hinta on vakiintunut tasolle 10 – 15 €/MWh sähköntuotannossa ja tasolle 20 – 30 € lämmöntuotannossa. Jyrsinturpeen hinta ei ole muuttunut kovin paljon kymmenen viime vuoden aikana. Vuoden 2013 alussa turpeen hinta nousi veronkorotuksesta johtuen 16 €/MWh lämmöntuotannossa, mutta sähköntuotannossa jyrsinturpeen hinta on noin 13 €/MWh (Energian hinnat...2013).



Kuvio 6. Lämmön tuotannossa käytettävien polttoaineiden hintojen kehitys (Energian hinnat 2013).



Kuvio 7. Sähkön tuotannossa käytettävien polttoaineiden hintojen kehitys (Energian hinnat 2013).

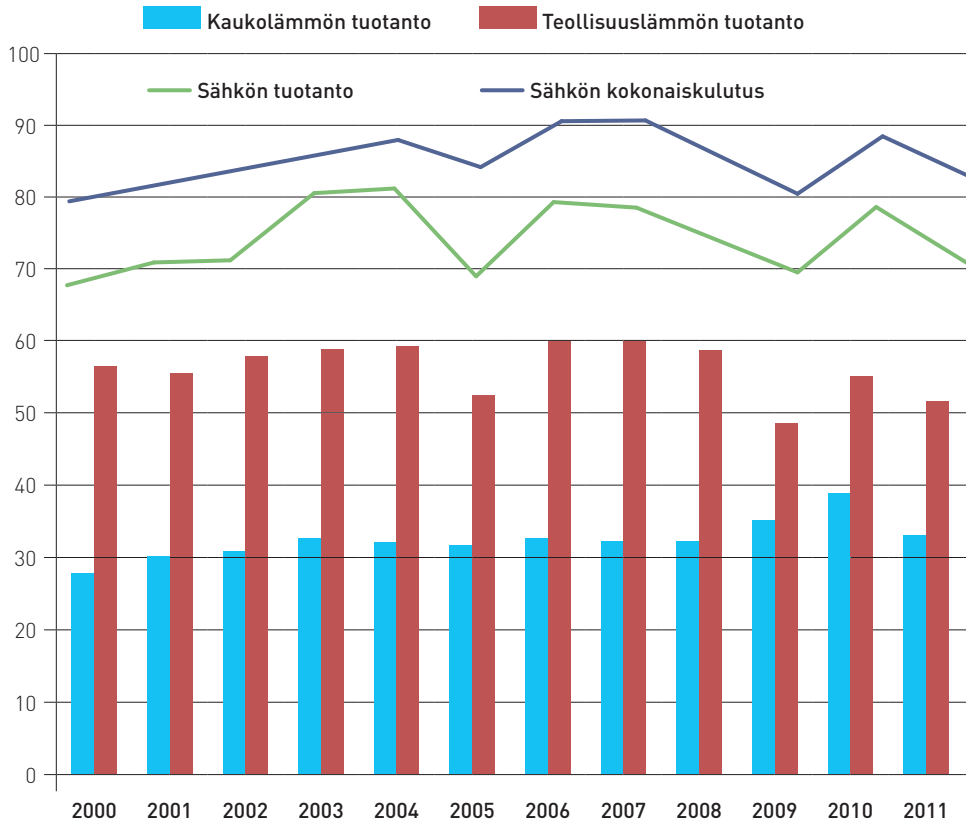
Päästöoikeuden ja turpeen hinta vaikuttavat oleellisesti metsähakkeen käytön kannattavuuteen. Kevään 2013 turpeen hinnalla 15 €/MWh ja päästöoikeuden hinnalla 5 €/tCO₂ metsähakkeen käytön rajahinnaksi saadaan 16,9 €/MWh. Laitoksen on kannattavampaa käyttää polttoaineena turvetta, mikäli metsähakkeesta maksettava hinta ylittää rajahinnan. Metsähakkeen käytön rajahinta olisi 18,8 €/MWh, jos päästöoikeuden hinta nousisi 10 euroon (Ihalainen & Niskanen 2010).

Rajahinta lasketaan seuraavalla kaavalla Ihalaisen ja Niskasen (2010) selvityksen mukaan:

$$\text{Rajahinta (€/MWh)} = \text{turpeen hinta (€/MWh)} + \text{päästöoikeuden hinta (€/t)} * 0,38 \text{ (t/MWh)}$$

2.10 Sähkön ja kaukolämmön tuotanto Suomessa

Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa 8 on esitettyinä sähkön ja kaukolämmön tuotantomäärät sekä sähkön kokonaiskulutus Suomessa välillä 2000 – 2011. Sähköä tuotettiin vuonna 2011 noin 70,4 TWh ja sähkön kokonaiskulutus oli noin 84,2 TWh. Sähköstä 84 % tuotettiin kotimaassa ja 16 % ulkomailla. Vuonna 2011 kaukolämpöä tuotettiin noin 34,0 TWh. Kaukolämmöstä 55 % tuotettiin fossiilisilla polttoaineilla. Maakaasun osuus fossiilisista polttoaineista oli noin puolet ja turpeen noin 18 %. Uusiutuvien polttoaineiden osuus lämmöntuotannosta oli vuonna 2011 noin 23 %. Teollisuuden lämpöä tuotettiin vuonna 2011 noin 56,2 TWh. Teollisuuden lämpöenergiasta 60 % tuotettiin uusiutuvilla polttoaineilla. Uusiutuvista polttoaineista metsäteollisuuden jäteliemien osuus oli 45 %. Fossiilissa polttoaineilla tuotettiin noin 19 % teollisuuden lämmöstä. Maakaasu oli merkittävin fossiilinen polttoaine 11 % osuudella. Turpeen osuus lämmöntuotannosta oli noin 9 % (Sähkön ja lämmön...2012).



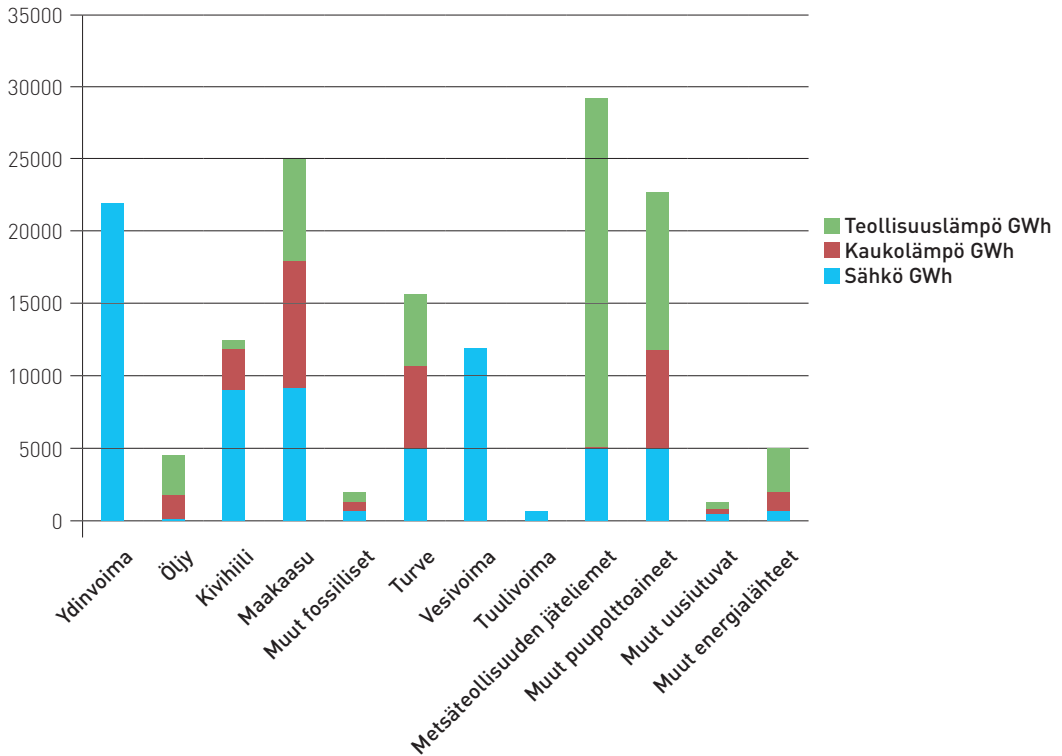
Kuvio 8. Sähkön ja lämmön tuotantomäärät ja sähkön kokonaiskulutus Suomessa (Sähkön ja lämmön...2012).

Kaukolämmön tuotanto on kehittynyt lämmön ja sähkön yhteistuotannon yleistyksen myötä metsäteollisuuden esimerkkiä seuraten. Suomessa kaukolämpöä tuotetaan pääasiassa lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa (CHP) ja ainoastaan lämpöä tuottavissa lämpökeskuksissa. Kaukolämmön tuotanto perustuu Suomessa paikkakuntaakohtaiseen lämmön tuottamiseen, jolloin polttoaineena käytetään alueella parhaiten saatavilla olevaa polttoainetta ottaen huomioon kustannukset ja ympäristönäkölumat. Kaukolämmön tuotannossa käytetyin polttoaine on maakaasu, jonka jälkeen tulevat kivihiili, turve ja biopolttoaineet. Puuperäisten polttoaineiden käyttö on lisääntynyt koko 2000-luvun ajan. Turpeen ja puun käyttö kaukolämmön tuotannossa tukee maakuntien paikallistaloutta. Kaukolämmön tuotannossa maantieteellinen sijainti vaikuttaa käytettävän polttoaineen valintaan. Etelä- ja Länsi-Suomen rannikkokaupungeissa käytetään paljon kivihiiltä, koska sen kuljettaminen meriteitse on edullista. Etelä-Suomen läänissä sekä Tampereella

ja Hämeenlinnassa käytetyin polttoaine kaukolämmön tuotannossa on maakaasu. Maakaasu toimitetaan voimalaitoksille siirtoputkistoa pitkin Venäjältä. Sisämaan kaupungit ja osa Länsi-Suomen rannikkokaupungeista käyttää pääasiallisena kaukolämmön polttoaineena turvetta ja puuta, koska polttoainetta on saatavilla hyvin niiden lähialueilta. Sateiset kesät vaikuttavat erityisesti turpeen saatavuuteen, jolloin monissa laitoksissa korvaavana polttoaineena joudutaan käyttämään kivihiiltä (Kaukolämmön asema...2011, Kaukolämmön tuotanto...2013).

Suomen kaukolämmöstä tuotetaan noin kolmannes yhteistuotantolaitoksissa ja loput paikallisissa lämpökeskuksissa. Suomen lämpökeskukset jakautuvat täydellä teholla mahdollisimman pitkään kaukolämpöä tuottaviin laitoksiin ja vara- ja huippulämpökeskuksiin, jotka on suunniteltu tuottamaan lisäenergiaa kulutushuippujen aikana, kuten talvella. Lämpöä koko ajan tuottavat laitokset käyttävät polttoaineena pääasiassa maakaasua, turvetta, hiiltä tai puupolttoaineita. Polttoaineiden käsittely vaatii investointeja kuljettimiin, seuloihin ja erottimiin, koska käyttötuntimäärät ja polttoainevolyymit ovat suuria. Vara- ja huippulämpökeskuksissa käytetään pääasiallisena polttoaineena öljyä sen helpon varastoitavuuden takia (Kaukolämmön tuotanto...2013).

Seuraavan sivun kuvioista 9 voidaan havaita, kuinka energian eri tuotantomuodot tuottivat sähköä, kaukolämpöä ja teollisuuslämpöä vuonna 2011. Ydinvoima, vesivoima ja tuulivoima tuottavat ainoastaan sähköä. Ydinvoiman osuus sähköntuotannosta on ylivoimaisesti suurin. Vesivoimalla tuotetaan toiseksi eniten sähköä, mutta kivihiilellä ja maakaasulla tuotetaan lähes yhtä paljon sähköä kuin vesivoimalla. Turpeen, metsäteollisuuden jäteliemien ja muiden puupolttoaineiden sähköntuotantomäärät ovat noin puolet kivihiilellä tuotetun sähkömäärästä. Kivihiili, maakaasu, turve ja muut puupolttoaineet tuottavat suurimman osan Suomen kaukolämmöstä. Öljy, muut fossiiliset polttoaineet, metsäteollisuuden jäteliemet, muut uusiutuvat ja muut energialähteet tuottavat pieniä määriä kaukolämpöä. Teollisuuslämmöstä suurimman osan tuottaa maakaasu, turve, selluteollisuuden jäteliemet ja muut puupolttoaineet (Sähkön ja lämmön...2012).



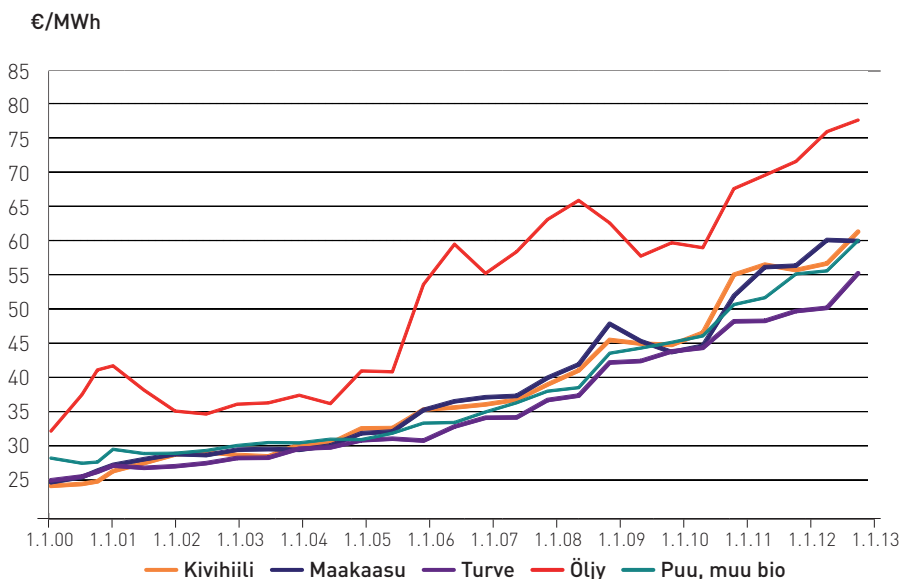
Kuvio 9. Sähkön, kaukolämmön ja teollisuuslämmön tuotanto Suomessa vuonna 2011 (Sähkön ja lämmön...2012).

2.10.1 Kaukolämmön hinta

Suomessa kaukolämmön hinta määräytyy liittymis-, teho- ja energiamaksusta. Kuviossa 10 on havainnollistettu kaukolämmön hinta aikavälillä 2000 – 2013. Kaukolämmitykseen liittymisestä maksetaan liittymismaksu, jonka hinta vaihtelee eri paikkakuntien välillä. Kaukolämmön käytöstä määräytyvä kuukausimaksu muodostuu energiamaksusta, tehomaksusta ja arvonlisäverosta. Asiakkaan tarvitsema lämpöenergia määrittää energiamaksun suuruuden. Energiamaksulla katetaan polttoainekustannukset ja esimerkiksi päästökaupan ja energiaveron aiheuttamat lisäkustannukset. Lämmönhankinnan kiinteät kustannukset katetaan tehomaksulla, mukaan luettuna lämmöntuotantolaitosten ja kaukolämpöverkon rakentamisesta ja ylläpidosta aiheutuvat kulut (Kaukolämmön hinta...2013).

Kilpailuviraston mukaan kaukolämpöyrittäjä on määräävässä markkina-asemassa kaukolämpöverkkoon liitettyjen asiakkaiden suhteen, joten kuluttaja-asiakkaita turvaa kuluttajasuojalaki ja kilpailulainsäädäntöön perustuva viranomaisvalvonta.

Hinnoittelua lisäksi säätelee energiaverotus ja päästökaupan vaikutus (Kaukolämmön hinta...2013).

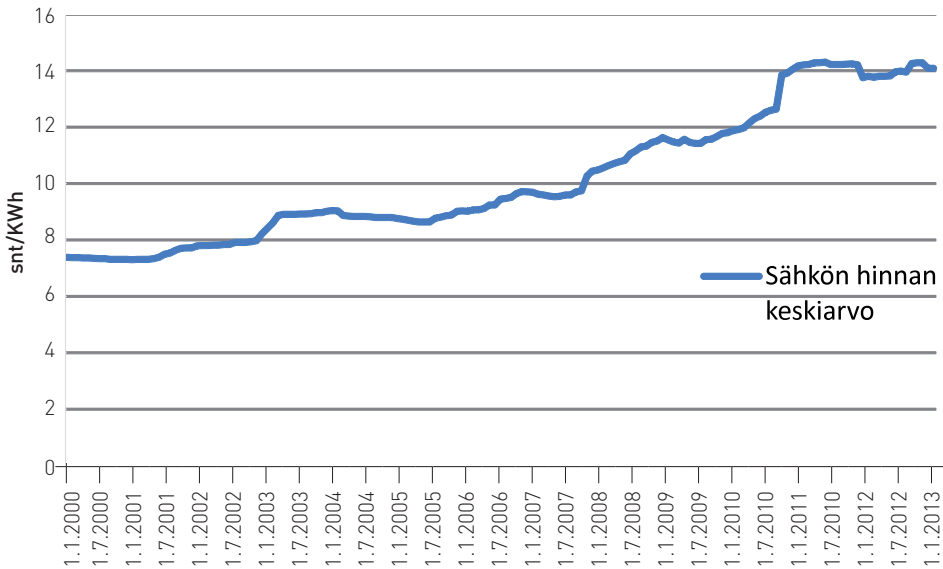


Kuvio 10. Kaukolämmön hinnankehitys vuosina 2000 – 2013 eri polttoaineilla tuotettuna (Kaukolämmön hinnat...2013).

2.10.2 Sähkön hinta

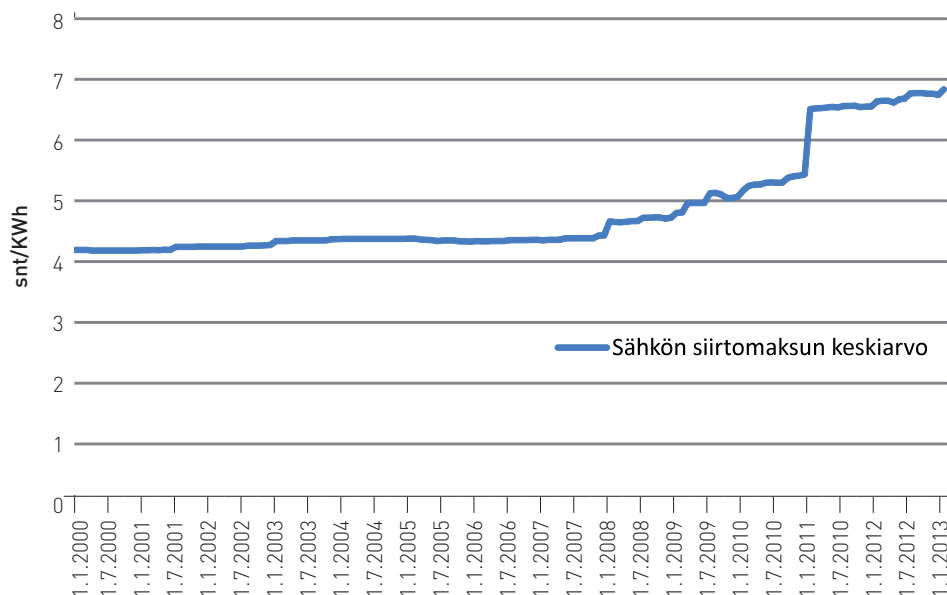
Päästökaupalla on suuri vaikutus sähkön hinnan kehitykseen. Päästöoikeuden hinta on siirtynyt lähes suoraan sähkön hintaan, vaikka Suomen saamat päästöoikeudet ovat pääasiassa riittäneet päästötavoitteiden saavuttamiseksi. Sähkön hintaan vaikuttaa päästöoikeuden hinnan kehitys ja sähköntuotannosta aiheutuvat päästöt, sekä kuinka voimakkaasti hinta siirtyy kuluttajahintaan. Sähkön hinnan kehitys Suomessa on esitettyä seuraavan sivun kuviossa 11. Hinta sisältää verot. Vesi- ja ydinvoimalla tuotetaan noin 70 % pohjoismaiden sähköstä. Näillä tuotantomuodoilla tuotetun sähkön hintaan päästökaupalla ei ole suoraa vaikutusta. Suurimman osan vuodesta toimivan suuripäästöisen hiililauhdevoiman tuotantokustannukset määrittävät pääasiassa sähkön pörssihinnan. Norjan ja Ruotsin vesivoimalla on myös suuri vaikutus sähkön pörssihinnan kehitykseen. Vesivoiman vaikutusta päästökaupan menekiin kuvastaa hyvin päästökaupan ylijäämä ensimmäisen päästökaupakauden jälkeen, mikä johtui hyvästä vesitilanteesta. Ylijäämään vaikuttivat myös metalli- ja metsäteollisuuden toimet. Seuraavana vuonna 2006 vesitilanne oli huono kuivan kesän johdosta, jolloin päästöoikeudet eivät riittäneet. Kuivina kesinä hiililauhteella tuotetun sähkön määrä ja vienti kasvavat Suomessa nostaen samalla sähkön hintaa (ETC 2007).

Hiililauhe voidaan korvata maakaasulla, mikäli päästöoikeuden hinta nousee yli 30 €/tCO₂. Ominaispäästökertoimeltaan pienemmän, mutta hinnaltaan kalliimman maakaasun käyttö vähentää edellä mainitussa tilanteessa päästöoikeuden vaikutusta sähkön hintaan. Maakaasun ja hiilen välinen hintakilpailu vaikuttaa erityisen paljon päästöoikeuden hintaan (Kara 2006).



Kuvio 11. Sähkön hintakehitys vuosina 2000 – 2013 (Sähkön hintatilasto 2013).

Kuvio 12 havainnollistaa sähkön siirtomaksun kehitystä vuosina 2000 - 2013. Hinta sisältää veron. Siirtomaksua sähkön ostaja ei voi kilpailuttaa, koska siirtomaksu maksetaan aina alueen sähköverkon omistavalle yhtiölle. Siirtomaksun kustannus on pysynyt pitkään hyvin tasaisena. Vuodesta 2008 lähtien siirtomaksun kustannus on noussut koko ajan. Siirtomaksujen kustannuksissa on suuria alueellisia eroja riippuen sähköverkon omistajasta (Sähkön hintatilasto 2013).



Kuvio 12. Sähkön siirtomaksun kehitys vuosina 2000 - 2013 (Sähkön hintatilasto 2013).

2.10.3 Sähkövero

Sähkömarkkinat vapautuivat Suomessa vuonna 1997 ja samana vuonna poistettiin valmistevero sähköntuotantoon käytetyltä polttoaineelta. Sähköveroa peritään kaikesta sähköstä riippumatta sen tuotantotavasta. Sähkön vero on jaettu yleiseen veroluokkaan I ja alempaan veroluokkaan II, jota käytetään kasvihuoneviljelyssä ja teollisuudessa. Ensimmäisen veroluokan sähkövero on 1.1.2013 alkaen 2,11172 snt/KWh sisältäen arvonlisäveron. Toisen veroluokan sähkövero on 1.2.2013 alkaen 0,87172 snt/KWh sisältäen arvonlisäveron. Lämmöntuotannossa käytetyt polttoaineet ovat verollisia, kun taas sähkön tuotannon polttoaineet ovat verottomia. Energiave-rotuksen tukijärjestelmä koostuu tiedossa olevista uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön tuotantotuista ja energiatehokkaan teollisuuden osittaisista veronpalautuksista. Sähköveron ulkopuolelle on vapautettu sairaaloiden varavoimat, sähköverkon ulkopuolella olevat alle 2 MW voimat, autojen, junien ym. liikkuvien kulkuneuvojen omat sähköntuotantojärjestelmät (Leinonen 2010, Sähkövero...2013).

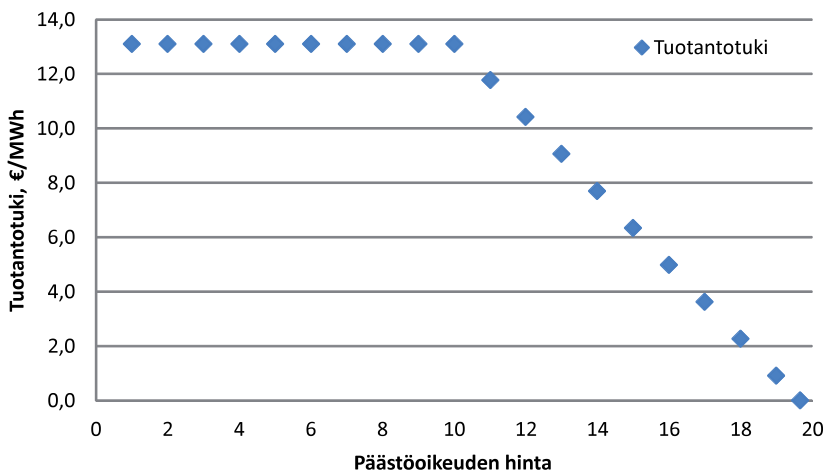
2.10.4 Uusiutuvan sähkön tuotantotuki

Syöttötariffilla tarkoitetaan tukijärjestelmää, jossa sähkön tuottajalle taataan tietty hinta sähkön tuottamisesta. Kuluttajat maksavat sähkön hinnan erotuksen, mikäli sähkön markkinahinta on tuottajalle luvattua hintaa alhaisempi. Suomessa syöttöta-

riffeja käytetään uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tukemiseen. Syöttötä-
riffin piiriin kuuluu Suomessa tuulivoima, biokaasu ja puusähkö [Syöttötariffi 2012].

Vuonna 2011 astui voimaan laki tuotantotuesta uusiutuvilla energialähteillä tuo-
tetulle sähkölle. Lain tarkoituksena on parantaa uusiutuvilla energialähteillä
tuotettavan sähkön asemaa. Syöttötariffia voidaan myöntää tuulivoimaloille, metsä-
hakevoimaloille ja puupolttoainevoimaloille (CHP). Syöttötariffia on saanut 1.7.2011
alkaen ja kiinteää tukea 25.3.2011 lähtien. Kiinteä tuotantotuki lakkautettiin vuoden
2012 alussa. Pienvesivoima ja osa tuulivoimasta jäivät tämän jälkeen ilman tuotan-
totukea. Syöttötariffia maksetaan erilaisille laitoksille eri perustein. Tuulivoimalle,
biokaasuvoimalle ja puupolttoainevoimalle (CHP) maksetaan sähkön tavoitehinnan
ja sähkön markkinahinnan erotuksen mukaista tukea. Metsähakevoimaloille mak-
setaan päästöoikeuden hinnan mukaan muuttuvaa tukea. Metsähakkeella tuotetulle
sähkölle myönnettävä tuotantotuki aleni vuoden 2013 alussa niin, että metsähakkeen
kilpailukyky suhteessa turpeeseen säilytettiin ennallaan CHP -laitoksissa. Tuotan-
totuen alentaminen johtui turpeen verotason nostosta 4,90 €/MWh, minkä takia
nykyinen metsähakkeella tuotetun sähkön energiatuki olisi jouduttu lakkauttamaan
1.1.2013 lähtien, mikäli muutoksia ei olisi tehty. Tukea maksetaan normaalisti myös
lauhdevoimalla tuotetulle sähkölle. Kuvio 13 havainnollistaa päästökaupan vaikutus-
ta tuotantotuen määrään (Laki uusiutuvilla...2010, Uusiutuvan sähkön tuotantotuet
2012).

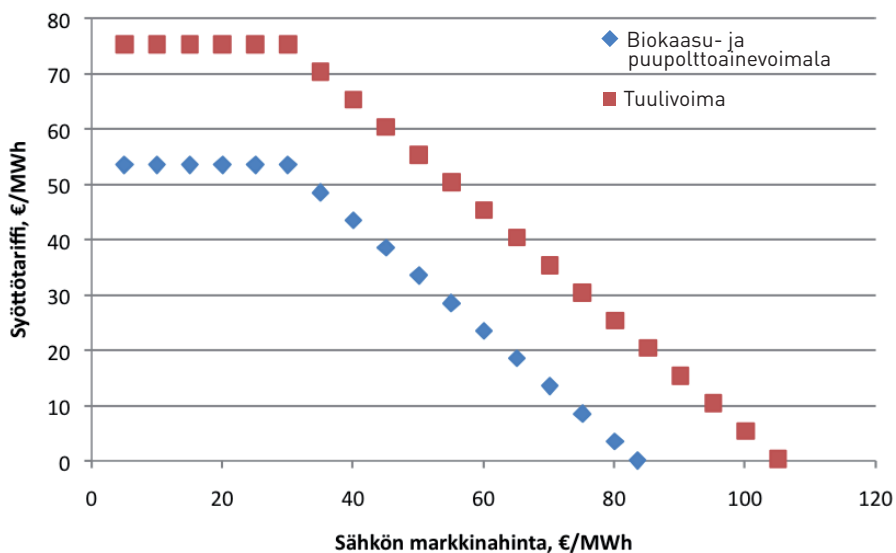
Metsähakevoimalalla tarkoitetaan laissa voimalaitosta, joka tuottaa sähköä yhdellä
tai useammalla generaattorilla sähköverkkoon. Puupolttoainevoimalalla (CHP) tar-
koitetaan laissa sellaista voimalaitosta, joka tuottaa lämpöä ja sähköä sähköverkkoon
puupolttoaineilla yhdellä tai useammalla generaattorilla (Laki uusiutuvilla...2010).



Kuvio 13. Metsähakkeella tuotetun sähkön tuotantotuki.

Metsähakevoimala voidaan hyväksyä syöttötariffijärjestelmään, mikäli sen generaattorien kokonaisteho on vähintään 100 kVA eikä se ole kuulunut aiemmin syöttötariffijärjestelmään. Päästöoikeuden hinta vaikuttaa tuotantotuen määrään. Tuotantotukea voidaan maksaa enintään 13,13 €/MWh, kun päästöoikeuden hinta on korkeintaan 10 €/tCO₂. Tukea ei makseta, kun päästöoikeuden hinta ylittää 19,67 €/tCO₂ turpeen verotason ollessa 4,90 €/MWh. Vuonna 2015, kun turpeen verotaso nousee 5,90 €/MWh tukea ei makseta, kun päästöoikeuden hinta on yli 18,33 €/MWh tai enemmän (Laki uusiutuvilla...2010).

Sähkön tavoitehintaa on 83,50 €/MWh biokaasu- ja puupolttoainevoimaloissa. Biokaasuvoimaloille voidaan maksaa syöttötariffin lisäksi lämpöpreemiota 50 €/MWh ja puupolttoainevoimaloille 20 €/MWh, mikäli ne tuottavat lämpöä hyötykäyttöön. Tuulivoimaloille tavoitehintaa on 105,30 €/MWh vuoden 2015 loppuun asti. Korotettua tukea maksetaan tuulivoimaloille enintään kolmen vuoden ajan. Yrittäjälle maksettavan syöttötariffin määrä lasketaan vähentämällä sähkön tavoitehinnasta sähkön kolmen kuukauden markkinahinnan keskiarvo. Kuvio 14 havainnollistaa biokaasu- ja puupolttoainevoimaloiden sekä tuulivoimaloiden syöttötariffin määräytymistä. Syöttötariffi on biokaasu- ja puupolttoainevoimaloille 53,5 €/MWh ja tuulivoimaloille 75,3 €/MWh, kun sähkön markkinahinnan kolmen kuukauden keskiarvo on 30 €/MWh tai vähemmän. Syöttötariffi pienenee kun sähkön kolmen kuukauden markkinahinnan keskiarvo kasvaa (Syöttötariffin...2013).



Kuvio 14. Biokaasu- ja puupolttoainevoimalaitosten sekä tuulivoiman syöttötariffi.

3 HANKEALUEEN ENERGIAVARAT JA VOIMALAITOKSET

3.1 Hankealueen energiavarat

Suomen puuston tilavuus on noin 2100 milj. m³ ja vuotuinen kasvu noin 100 milj. m³. Suomessa käytettiin metsähaketta vuonna 2011 noin 15 TWh, eli 7,5 milj. m³. Puukiintokuutiometrin energiasisällön on arvioitu olevan noin 2 MWh. Suomen metsäkeskus Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön teknis-taloudellisen metsäenergiapotentiaalin on laskettu olevan Laurilan ym. (2010) tutkimuksessa 1,6 TWh/v vuonna 2010, eli 0,8 milj. m³. Alueen teknis-taloudellinen energiapotentiaali kasvaisi 2,7 TWh/v tasolle, eli 1,35 milj. m³, mikäli männyn kannot hyödynnettäisiin energiakäyttöön. Metsäenergiapotentiaali on laskettu valtakunnan metsien inventointiaineistosta. Metsäkeskusalueen nuorten metsien hoitokohteiden vuotuinen metsäenergiapotentiaali oli laskelmissa 387 GWh/v eli 193 485 m³/v. Nuorten kasvatusmetsien metsäenergiapotentiaali ensiharvennuksilta oli laskelmissa 709 GWh/v eli 354 603 m³/v. Vuotuinen hakkuutähde-energiapotentiaali kuusivaltaisilla uudistusaloilla oli metsäkeskusalueella 251 GWh/v eli 125 708 m³/v. Alueen kuusien kantoenergiapotentiaali oli laskelmissa 297 GWh/v eli 148 563 m³/v. Laskelmien mukaan metsäkeskusalueella on kantoenergiapotentiaalia männynkannot mukaan lukien 1327 GWh/v. Metsäkeskusalueen keskimääräinen metsäenergiapotentiaali metsämaa hehtaaria kohti oli laskelmissa 1,4 MWh/ha/v. Metsäkeskusalueella käytettiin kiinteitä puupolttoaineita lämpö- ja voimalaitoksissa vuonna 2008 noin 430 000 m³, eli 848 GWh. (Ilvesniemi 2007, Laurila ym. 2010, Ylitalo 2011).

Suomen turvevarojen on arvioitu olevan noin 70 000 milj. m³ ja vuotuisen kasvun on arvioitu olevan hyvin karkeasti arvioituna noin 15 milj. m³. Turvetta käytetään Suomessa keskimäärin 23 TWh vuosittain. Turvekuution energiasisällön on arvioitu olevan noin 0,9 MWh. Turvetta käytetään energiakäytön lisäksi myös ympäristö- ja kasvaturpeena, jonka osuuden oletetaan jatkossa kasvavan. Primäärienergian kulutuksesta turpeen osuus on ollut viime vuosien aikana noin 6 %. Turpeen osuus on ollut 17 % kaukolämmöstä ja siihen liittyvästä sähköntuotannosta. Suomessa on aktiivisessa turvetuotantokäytössä soita noin 58 000 ha. Turve on erittäin merkittävä energialähde Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla. Etelä-Pohjanmaalla oli turvetuotantoalaa vuonna 2009 kaikkein eniten Suomen maakunnista, jopa 16 000 ha (6,3 TWh). Keski-Pohjanmaalla turvetuotantoalaa on noin 2000 ha (0,8 TWh). Etelä-Pohjanmaalla tuotettiin vuonna 2008 kaukolämmöstä ja yhteistuotantosähköstä noin 65 % turpeella, 30 % puulla ja 5 % öljyllä ja muilla polttoaineilla. Keski-Pohjanmaalla tuotettiin kaukolämmöstä ja yhteistuotantosähköstä noin 55 % turpeella, 35 % puulla ja 10 % muilla polttoaineilla ja öljyllä (Ilvesniemi 2007, Flyktman 2009, Mahdollisen turpeesta...2012).

Suomessa on paljon turvetta käyttäviä voimalaitoksia. Kattilatehot ovat 20 – 550 MW. Turvetta käytetään Suomessa CHP -tuotannossa 63 %, lauhdetuotannossa 31 % ja kaukolämmön tuotannossa 6 %. Turvetta käytetään seospolttona mm. puun kanssa, koska ne hyötyvät toisistaan. Ne palavat puhtaammin sekä säästävät kattilaa (Uusiutuvan sähkön tuotantotuet...2012, Puu ja turve...2013)

3.2 Hankealueelta päästökaupassa mukana olevat voimalaitokset

Hankealueen laitokset, joille on myönnetty päästöoikeuksia toisen päästökaupakauden (2008 – 2012) aikana, ovat taulukossa 3. Hankealueen voimalaitoksista 21 oli mukana päästökaupassa vuoden 2011 aikana. Hankealueelta päästökaupassa mukana olevien laitosten yhteenlaskettu teho on noin 1243 MW ja laitosten keskipituus on noin 56 MW. Hankealueen suurin voimalaitos on Seinäjoella sijaitseva Vaskiluodon voima Oy:n 315 MW voimalaitos. Taulukossa on pääasiassa lämpöä ja sähköä tuottavia voimalaitoksia, mutta siitä löytyy myös kolme voimalaitosta, jotka tuottavat elintarvikealan tehtaiden tuotannossa tarvitsemää lämpöä. Koskenkorvalla sijaitseva Altia Oy:n virvoketehdas, Nurmossa sijaitseva Atria Suomi Oy:n teurastamon alueella sijaitseva Vapo Oy:n omistama voimalaitos ja Seinäjoen Valio Oy:n tehdasalueella sijaitseva Adven Oy:n omistama voimalaitos tuottavat tuotannon tarvitsemää lämpöä ja ovat mukana päästökaupassa. Hankealueen suurimmat voimalaitokset käyttävät polttoaineena pääasiassa turvetta ja puupohjaisia polttoaineita. Varapolttoaineena laitokset käyttävät kivihiiltä, mikäli turvetta ei ole saatavilla. Monien suurien laitosten yhteydessä on vara- ja huippukattilana pääasiassa polttoöljyä käyttävä kattila (Päästöoikeustase...2012).

Taulukko 3. Hankealueen voimalaitokset (Päästöoikeustase...2012).

Laitoksen omistaja	Laitoksen sijainti	Pääkattilan polttoaine	Laitoksen teho
Adven Oy	Seinäjoen lämpöaitos lk 153	Jyrsinturve ja puu	48 MW
Altia Oyj	Koskenkorvan tehdas	Jyrsin- ja palaturve	39 MW
Isojoen Lämpö Oy	Isojoen voimalaitos	Palaturve ja puupohjaiset polttoaineet	20 MW
Kannuksen Kaukolämpö Oy	Riittasantien lämpökeskus	Palaturve ja puupohjaiset polttoaineet	28 MW
Kannuksen Kaukolämpö Oy	Suojatien lämpökeskus	Kevyt polttoöljy	3 MW
Kauhavan Kaukolämpö Oy	Päälämpökeskus	Puupohjaiset polttoaineet	21 MW
Kokkolan Voima Oy	Kaukolämpökeskus Kemiran tehdasalue	Raskas polttoöljy	12 MW
Kokkolan Voima Oy	Kokkolan lämmitysvoimalaitos	Turve ja puupohjaiset polttoaineet	85 MW
Lapuan Energia Oy	Aseman teollisuusalueen päälämpökeskus	Jyrsin- ja palaturve, metsähake	42 MW
Lapuan Energia Oy	Jouttikallion vara- ja huippulämpökeskus	Öljy	6 MW
Lapuan Energia Oy	Liuhтарin vara- ja huippulämpökeskus	Raskas ja kevyt polttoöljy	8 MW
Liikelaitos Kokkolan Energia	Koivuhaan lämpökeskus	Kevyt polttoöljy	20 MW
Liikelaitos Kokkolan Energia	Kosilan lämpökeskus	Raskas polttoöljy	62 MW
Oy Kokkola Power Ab	Kokkolan voimalaitos	Jyrsinturve	292 MW
Seinäjoen Energia Oy	Kapernaumin lämpökeskus	Jyrsin- ja palaturve, puupohjaiset polttoaineet	70 MW
Seinäjoen Energia Oy	Kasperin lämpökeskus	Raskas polttoöljy	8 MW
Seinäjoen Energia Oy	Puhdistamonkadun lämpökeskus	Raskas polttoöljy	45 MW
Seinäjoen Energia Oy	Sairaalan lämpökeskus	Raskas polttoöljy	60 MW
Seinäjoen Energia Oy	Vesitornin lämpökeskus	Raskas polttoöljy	14 MW
Vapo Oy	Nurmon tehtaas (Atria)	Turve	45 MW
Vaskiluodon Voima Oy	Seinäjoen voimalaitos	Turve ja puupohjaiset polttoaineet	315 MW
			1243 MW

3.2.1 Adven Oy ja Altia Oy

Adven Oy:n Seinäjoen lämpölaite koostuu kolmesta 12 MW:n kattilasta. Laitos tuottaa höyryä Seinäjoella sijaitsevalle Valio Oy:n tehtaalle. Laitos käyttää polttoaineena raskasta polttoöljyä. Laitoksen päästöt arvioidaan toimitettujen polttoainemäärien ja säiliön pinnankorkeuden perusteella (Päästöoikeustase...2012).

Altia Oyj:n Koskenkorvan tehtaalle toimittaa prosessihöyryä voimalaitos, jossa on kolme kattilaa. Leijupetikattilan teho on 20 MW ja raskasöljykattilan teho on 16 MW. Varavoimakattilana on 3 MW raskasöljykattila. Kattiloiden yhteisteho on 39 MW. Leijupetikattilassa poltetaan jyrshinturvetta, palaturvetta, ohran kuorta, viljanpuhdistusjätettä, sikunajakeita ja puupolttoaineita. Öljyä käytetään vähän. Turveautot punnitaan autovaa'alla. Öljyn kulutus arvioidaan seuraamalla polttoaineen kulutusta. Päästöt määritetään käyttämällä Tilastokeskuksen kertoimia (Päästöoikeustase...2012).

3.2.2 Vapo Oy ja Vaskiluodon voima Oy

Vapo Oy toimittaa prosessihöyryä ja lämpöä Atria Suomi Oy:lle. Atrian Nurmon tehtaan yhteyteen Vapo Oy:n rakennuttama höyrykattilalaitos käyttää pääpolttoaineena turvetta. Laitoksella on mahdollista polttaa myös puuta. Uuden laitoksen teho on 13 MW. Vapo Oy vastaa koko Atrian Nurmon tehtaan lämpöenergian tuottamisesta ja kattilalaitoksen käytöstä (Atria ja Vapo...2010). Laitosalueella on vara- ja huippukattiloina viisi raskasta polttoöljyä käyttävää kattilaa, joiden yhteisteho on 31,9 MW. Kaikkien kattiloiden yhteenlaskettu teho on 44,9 MW. Polttoöljyn kulutusta seurataan massasaldomenetelmällä. Kaikki laitokselle kiinteästi toimitettava polttoaine punnitaan auto vaa'alla. Päästöjen määrittämiseen käytetään Tilastokeskuksen päästökertoimia (Päästöoikeustase...2012).

Vaskiluodon voima Oy:n omistama Seinäjoen voimalaitos Kyrkösjärven rannalla on Etelä-Pohjanmaan suurin voimalaitos. Se käyttää pääpolttoaineena jyrshinturvetta, yli 90 % käytetystä vuotuisesta polttoaineesta. Laitoksen käyttämiä muita polttoaineita ovat palaturve ja biopolttoaineet, noin 10 % osuudella vuosittain. Varapolttoaineena laitos hyödyntää kivihiiltä, moottoripolttoöljyä sekä kevyttä että raskasta polttoöljyä. Laitoksen kattilateho on 315 MW ja kattilan hyötysuhde on 92 %. Laitoksen turbiini on lauhdeturbiini, jossa on säädetty väliotto kaukolämpöä varten. Lisäksi laitoksella 19 MW apukattila (Päästöoikeustase...2012).

3.2.3 Seinäjoen energia Oy

Seinäjoen energialla on viisi laitosta, jotka kuuluvat päästökauppaan. Seinäjoen Energia Oy:llä on Kapernaumissa 20 MW leijukerroskattila kiinteälle polttoaineelle. Leijukerroskattilassa käytetään polttoaineena jyrshinturvetta, puuta, kivihiiltä, ras-

kasta polttoöljyä ja viljan seulontajätettä. Alueella on myös kaksi POR-kattilaa (POR=Raskas polttoöljy), joiden tehot ovat 20 MW ja 30 MW. Laitoksen yhteenlaskettu lämpöteho on 70 MW. Laitoksen päästötiedot luetaan öljy- ja energiamittareista. Seinäjoen Energia Oy:llä on kaksi 4 MW raskasöljykattilaa Kasperin lämpökeskuksessa. Lämpökeskuksen polttoaineenkulutusta seurataan vertaamalla öljyntoimittajan laskuja ja öljyvarastonmuutosta. Seinäjoen Energia Oy:llä on lämpölaitos Seinäjoen keskussairaalan vieressä. Lämpölaitoksessa on 40 MW ja 12 MW raskasöljykattilat. Laitokselta löytyy lisäksi kolme pienempää raskaöljykattilaa, joiden yhteisteho on 8 MW. Öljymäärä- ja energiamittarit luetaan kuukausittain. Seinäjoen Energia Oy:llä on lämpökeskus Vesitornilla. Lämpökeskuksella on 6 MW ja 8 MW raskasöljypolttimet. Öljymäärä- ja energiamittarit luetaan kuukausittain. Seinäjoen Energia Oy on rakentanut uuden lämpölaitoksen Puhdistamonkadulle, jonka teho on 45 MW. Laitos on liittynyt päästökaupan piiriin vuoden 2012 alussa. Puhdistamonkadun lämpökeskus käyttää polttoaineena raskasta polttoöljyä (Päästöoikeustase...2012).

3.2.4 Isojoen lämpö Oy

Isojoen lämpö Oy:llä on pääkattilana vuonna 2005 valmistunut 9,9 MW palaturpeella ja puupohjaisilla polttoaineilla toimiva kattila. Pääkattilalla tuotetaan kaukolämpöä 35 000 MWh Isojoen Saha Oy:n käyttöön lämmitystä ja sahatavaran kuivaamista varten. Samalla kattilalla tuotetaan kaukolämpöä Isojoen kunnan alueen kaukolämpöverkkoon noin 7500 MWh vuodessa. Isojoen Lämpö Oy:llä on toisena kattilana siirrettävä 4 MW POK-öljykeskus (POK=Kevyt polttoöljy), jota käytetään vara- ja huippukäytössä. Kolmantena kattilana Isojoen Lämpö Oy:llä on 6,5 MW palaturpeella ja puupohjaisilla polttoaineilla toimiva kattila tasaamaan huippuja ja toimimaan varakattilana. Kaikki Isojoen Lämpö Oy:n kattilat sijaitsevat samalla tontilla. Kattiloiden yhteenlaskettu teho on 20,4 MW. Pääkattilan yhteyteen on asennettu 80 kW varavoima-aggregaatti. Isojoen Lämpö Oy:llä ei seurata hiilidioksidipäästöjä jatkuvatoimisella päästömittausjärjestelmällä. Lämpölaitoksella käytetään polttoaineena teollisuuden erittelemätöntä puutähdettä kuten kuorta, sahapurua ja haketta sekä palaturvetta. Kauhakuormaajilla polttolaitoksiin toimitettu polttoaine mitataan kuormaajissa olevilla tehdaskalibroituilla kaukavaa'oilla. Polttoaineiden lämpöarvoina käytetään tilastokeskuksen määrittämiä lämpöarvoja eri polttoaineille, joilla voidaan määrittää eri polttoaineiden energiamäärät vuosittain. Palaturpeen energiamäärä punnitaan ja lasketaan samalla periaatteella (Päästöoikeustase...2012).

3.2.5 Kannuksen kaukolämpö Oy

Kannuksen kaukolämpö Oy:llä on kaksi kiinteällä polttoaineella toimivaa pääkattilaa (K2, K3). Kattila K2 on teholtaan 2 MW ja se toimii palaturpeella, hakkeella, purulla ja kuorella. Kattila K3 on leijukerroskattila, jonka teho on 6,5 MW ja siinä käy-

tään polttoaineena jyrshinturvetta, haketta, purua, ruokohelpeä ja kuorta. Kattiloita käytetään vuoden aikana energiantuotantoon yhtäaikaisesti noin 6000 tuntia. Uusin laitoksen alueelle rakennettu kattila (K6) on kekoarinalla varustettu KPA-kattila (KPA= Kiinteän polttoaineen kattila), jonka teho on 5 MW. Kattilassa käytetään samoja polttoaineita kuin kattiloissa K2 ja K3. Lämpölaitoksen jyrsin- ja palaturve punnitaan autovaa'alla ja biopolttoaineet kauhavaa'alla. Päälämpölaitoksella on vara- ja huippukattiloina kolme POR-kattilaa (K1, K4, K5), joiden yhteenlaskettu teho on 14,4 MW. Päälämpökeskuksen kaikkien kattiloiden yhteenlaskettu teho on 27,9 MW. Kannuksen Kaukolämpö Oy:llä ei seurata hiilidioksidipäästöjä jatkuvatoimisella päästömittausjärjestelmällä. Päästöjen määrittäminen tapahtuu raskaalla polttoöljyllä vuosi-inventoinnin yhteydessä öljysäiliön pinnanmittauksella saatuun kulutuslukumäärään. Polttoaineen ostomäärät saadaan polttoainetoimittajan laskuista. Moottoripolttoöljy määritetään kattiloiden omilla määrämittareilla. Turpeen ja biopolttoaineiden päästöt määritetään punnitsemalla polttoaine ja käyttämällä tilastokeskuksen lämpöarvoja. Kannuksen Kaukolämpö Oy:llä on päälämpökeskuksen alueen lisäksi kaksi kattilaa Suojatien lämpökeskuksella, jossa siirrettävä POK-lämpökeskus sisältää kaksi kevytpolttoöljykattilaa (K7, K8), joiden yhteenlaskettu teho on 3 MW. Suojatien laitos on varavoimalaitos, jonka käyttö on ollut vähäistä (Päästöoikeustase...2012).

3.2.6 Kauhavan kaukolämpö Oy

Kauhavan kaukolämpö Oy:n päälämpökeskuksen pääkattilana on KPA-kattila, jonka teho on 8,5 MW. Kattilassa käytetään pääpolttoaineena puupohjaisia polttoaineita ja niukasti palaturvetta. Vara- ja huippukattiloina laitoksella on 3 MW, 4 MW ja 5 MW POR-kattilat ja 28 kW varavoima-generaattori. Generaattori tuottaa ainoastaan laitokselle hätäsähköä sähkökatkokkien aikana. Öljykattiloissa polttoaineena on raskas polttoöljy. Voimalaitoksen kaikkien kattiloiden yhteenlaskettu teho on 20,5 MW. Laitokselle tuleva polttoaine punnitaan joko auto- tai kauhavaa'alla. Polttoaineiden päästöt määritetään punnitsemalla polttoaine ja käyttämällä tilastokeskuksen polttoaineiden lämpöarvoja. Kauhavan Kaukolämpö Oy:n vuotuisten kokonaispäästöjen on arvioitu olevan alle 50 000 tCO₂. Kauhavan Kaukolämpö Oy:llä ei seurata hiilidioksidipäästöjä jatkuvatoimisella päästömittausjärjestelmällä (Päästöoikeustase...2012).

3.2.7 Kokkolan energia Oy

Kokkolan energialla on kaksi lämpövoimalaitosta, jotka tuottavat sähköä ja lämpöä kaukolämpöverkkoon. Kokkolan energialla on varalämpökeskus Koivuhaassa, jossa on kaksi 10 MW kattilaa. Lämpökeskus käyttää polttoaineena kevyttä polttoöljyä.

Laitoksen päästöjä seurataan kattiloiden polttoaineiden virtausmäärämittareilla. Hiilidioksidipäästöjä ei mitata jatkuvatoimisella päästöjenmittausjärjestelmällä (Päästöoikeustase...2012).

Kokkolan energialla on kolme kattilaa käsittävä lämpökeskus Kosilassa. Niiden yhteenlaskettu teho on 62 MW. Lämpölaitos käyttää polttoaineena raskasta polttoöljyä ja laitos toimii vara- ja huippulämpölaitoksena. Päästöjä tarkkaillaan kattiloiden polttoaineen virtausmäärämittareilla.

Oy Kokkola power Ab:n Kokkolan voimalaitos koostuu neljästä kattilayksiköstä. Kolmen öljykattilan (C4, C6, C7) yhteenlaskettu teho on 195 MWth ja kiertoleijukattilan (C5) teho on 97,4 MWh. Voimalaitoksella on kolme turbiinia. Kaksi turbiineista on lauhdeturbiineja ja yksi on vastapaineturbiini. Laitoksella on pääasiallisessa käytössä kiertoleijukattila (C5) ja vastapaineturbiini. Kiertoleijukattilassa käytetään polttoaineena pääsääntöisesti jyrshinturvetta. Kattilassa käytetään myös biomassaa kuten haketta, purua ja kuorta. Kattilassa on mahdollista käyttää varapolttoaineena myös kivihiiltä. Kivihiiltä poltetaan ainoastaan varapolttoaineena, mikäli turvetta ei ole saatavilla. Päästöjä laitoksessa vähennetään syöttämällä tulipesään kalkkikivi-jauhetta, joka reagoi savukaasujen rikkidioksidin kanssa. Kiertoleijukattilassa myös hyödynnetään tulistamalla sinkkitehtaalta tuleva kylläinen höyry, joka sekoitetaan kattilan omaan höyryvirtaan. Öljykattiloita käytetään ainoastaan vikatilanteissa ja kesäseisokeissa. Öljykattiloiden päästöjä seurataan polttoaineen kulutuksen ja laadun seurannalla. Biomassat tuodaan laitokselle kuorma-autoilla ja ne punnitaan autovaa'alla. Saapuneista biomassoista otetaan kosteusarvot, joista saadaan lämpöarvotiedot. Hiilidioksidipäästöt saadaan biomassan painon ja lämpöarvon perusteella (Päästöoikeustase...2012)."

3.2.8 Kokkolan voima Oy

Kokkolan voima Oy:llä on kaksi lämpövoimalaitosta. Kemiran tehdasalueella oleva lämpökeskus tuottaa lämpöä ja sähköä kaukolämpöverkkoon. Lämpökeskuksessa on raskasöljykattila. Laitoksen polttoaineen kulutusta seurataan virtausmäärämittarilla. Kokkolan lämmitysvoimalaitos tuottaa myös sähköä ja lämpöä kaukolämpöverkkoon ja aiheuttaa päästöjä noin 67 092 tonnia vuodessa. Kokkolan Voima Oy:n toinen lämpökeskus on Kokkolan lämmitysvoimalaitos. Laitoksen lämpöteho on 50 MW ja sähköteho 20 MW (Päästöoikeustase...2012).

3.2.9 Lapuan energia Oy

Lapuan Energia Oy:llä on päälämpökeskus Aseman teollisuusalueella. Laitoksen pääkattilana toimii 21,3 MW kattila. Laitoksen sähköteho on 4 MW ja kaukolämpö-

teho 14 MWh. Laitos käyttää polttoaineena jyrsinturvetta, palaturvetta, kevyttä polttoöljyä, haketta, kuorta, sahanpurua ja teollisuuden puutähdettä. Kevyttä polttoöljyä käytetään 3,5 MW sytytysöljypolttimessa ja 5 MW tukiöljypolttimessa. Laitoksen toiseksi suurin kattila on vuodesta 1981 asti toiminut 12 MW KPA-kattila, jossa voidaan polttaa jyrsinturvetta, haketta, kuorta, purua, teollisuuden puutähdettä ja ruokohelviä jyrsinturpeeseen sekoitettuna. Laitokselle saapuva polttoaine punnitaan autovaa'alla. Tehollinen lämpöarvo määritetään Tilastokeskuksen tiedoista. Lapuan Energia Oy:llä on Jouttikalliassa vara- ja huippulämpökeskuksessa kolme öljykattilaa, joiden yhteenlaskettu teho on 5,58 MW. Polttoaineen kulutus määritetään laitoksen öljymäärämittareilla. Hiilidioksidipäästöjen määrittämiseen käytetään Tilastokeskuksen päästökertoimia. Lapuan Energia Oy:llä on Kiviristin Liuhtarissa 8 MW:n vara- ja huippulämpökeskus, joka toimii raskaalla ja kevyellä polttoöljyllä. Öljyn kulutus saadaan öljymäärämittarilla. Päästöjen määrittämiseen käytetään apuna Tilastokeskuksen päästökertoimia (Päästöoikeustase...2012).

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusaineistona on käytetty päästökauppaa ja ilmastonmuutosta käsittelevää kirjallisuutta ja alan tutkimuksia. Sähkön- ja lämmöntuotantokustannusten laskelmien teossa on käytetty apuna Tarjanteen ja Kivistön (2008) tutkimusta sähkön tuotantokustannusvertailusta. Laskelmia on tarkennettu vastaamaan tämänhetkisiä sähkön- ja lämmöntuotantokustannuksia. Sähkön tuotantokustannuksien vertailuun otettiin tässä tutkimuksessa mukaan myös vesivoima, joka ei ollut mukana Tarjanteen ja Kivistön tutkimuksessa. Karkeasti arvioituna voidaan todeta, että mitä tehokkaampi sähkö- ja lämpöteho, sitä kalliimpi on laitoksen investointikustannus.

Ydinvoiman sähköteho, investointikustannus ja polttoaineen hinta arvioitiin rakenteilla olevan olkiluodon kolmannen reaktorin tietojen pohjalta (Olkiluoto 3... 2012). Sähkön tuotantokustannuksien laskelmissa vesivoiman kustannustiedot kerättiin vesivoimaa käsittelevistä tutkimuksista (Hydropower 2010). Suomessa sijaitsevien vesivoimalaitosten investointikustannuksia on vaikea arvioida, koska uusia suuria yli 20 MW vesivoimalaitoksia ei ole rakennettu 1970-luvun jälkeen (Vesivoimalat Suomessa 2012). Tässä tutkimuksessa käytetyt sähkön ja lämmön eri tuotantomuotojen polttoainekustannukset selvitettiin Tilastokeskuksen aineistoista (Energian hinnat...2013). Voimalaitosten rakennuskustannukset ovat pysyneet viime vuosina tasaisina, johtuen maailmanlaajuisesta lamasta. Rakennuskustannusten nousu arvioitiin Tilastokeskuksen rakennuskustannuksien hintakehityksen mukaan (Rakennuskustannusindeksi 2012). Käyttö- ja kunnossapitokustannukset saatiin vesivoimaa lukuun ottamatta Tarjanteen ja Kivistön (2008) tutkimuksesta. Ydinvoiman taloudellinen elinikä arvioitiin tässä tutkimuksessa 60 vuodeksi. Vesivoiman taloudellinen elinikä arvioitiin 70 vuodeksi. Molempia sähköntuotantomuotoja voidaan kuitenkin käyttää kauemmin. Kaikkien muiden sähköntuotantomuotojen elinikä arvioitiin Tarjanteen ja Kivistön (2008) tutkimuksen pohjalta 25 vuodeksi. Huippukäyttöajaksi arvioitiin Tarjanteen ja Kivistön (2008) mukaan tuulivoimalle 2200 tuntia sekä muille paitsi vesivoimalle 8000 tuntia. Vesivoiman huippukäyttöajaksi arvioitiin 5000 tuntia Suomen vesivoimalaitosten vuotuisten sähköntuotantomäärien pohjalta (Vesivoimalat Suomessa 2012). Lämmöntuotannon tuotantomuotojen taloudelliseksi eliniäksi on tässä tutkimuksessa arvioitu 25 vuotta, ja huippukäyttöajaksi arvioitiin kaikille tuotantomuodoille 6000 tuntia. Lämmöntuotannossa käytettävien voimalaitosten hyötysuhteet määritettiin Flyktmanin ja Helysen (2004) tutkimuksen pohjalta. Laskelmien on tarkoitus havainnollistaa päästöoikeuden hinnan vaikutusta eri tuotantomenetelmien kokonaiskustannuksiin. Puu-, aurinko- ja tuulivoimalaitosten valtiolta saamia tukia ei ole otettu huomioon laskelmissa eikä eri voimalaitoksiin kohdistuvia veroja. Metsähakkeen energiasisällöksi määritettiin valtion teknillisen tutkimuskeskuksen arvioon pohjautuen $0,8 \text{ MWh}/\text{i-m}^3$ ja jyrsinturpeen $0,9 \text{ MWh}/\text{i-m}^3$ (Alakangas, E. 2000).

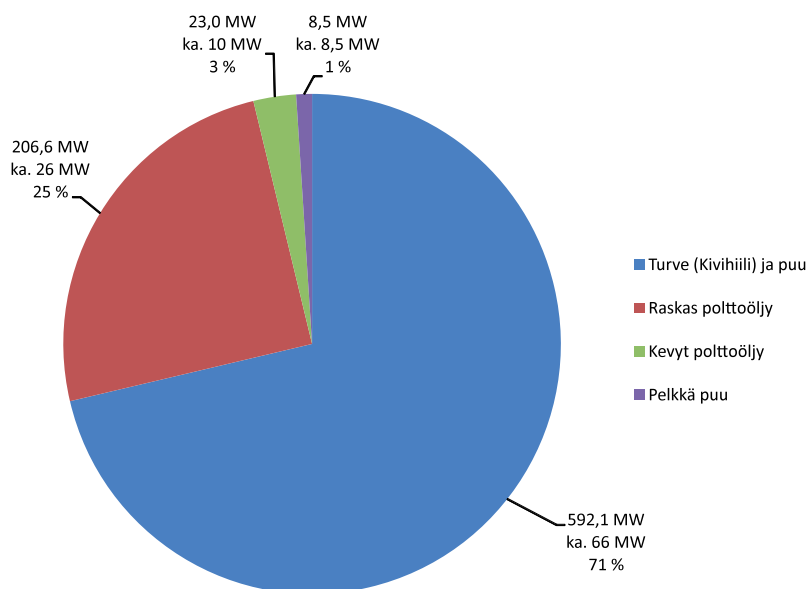
Hankealueen voimalaitosten päästöoikeustiedot ja tuotetut hiilidioksidipäästöt selvitettiin Energiamarkkinaviraston tietokannasta. Hankealueen laitosten sähkön, kaukolämmön ja teollisuuden lämmön tuotantomäärät arvioitiin energiamarkkinaviraston päästöoikeuspäätöksien ja laitosten ilmoittamien määrien perusteelta. Päästöoikeuden hinta on tällä hetkellä niin matala, ettei sillä ole juurikaan vaikutusta käytettävän polttoaineen valintaan. Tästä johtuen päästöoikeuden hinnan vaikutusta sähkön- ja lämmöntuotannon kustannuksiin kuvaavissa laskelmissa päästöoikeuden hintana käytettiin 30 €/tCO₂, jotta päästökaupan vaikutus olisi helpommin havaittavissa. Päästöoikeuden hinta on ollut korkeimmillaan noin 30 €/tCO₂ ja alimmillaan lähes 0 €/tCO₂.

5 TULOKSET

5.1 Hankealueen voimalaitokset ja polttoaineet

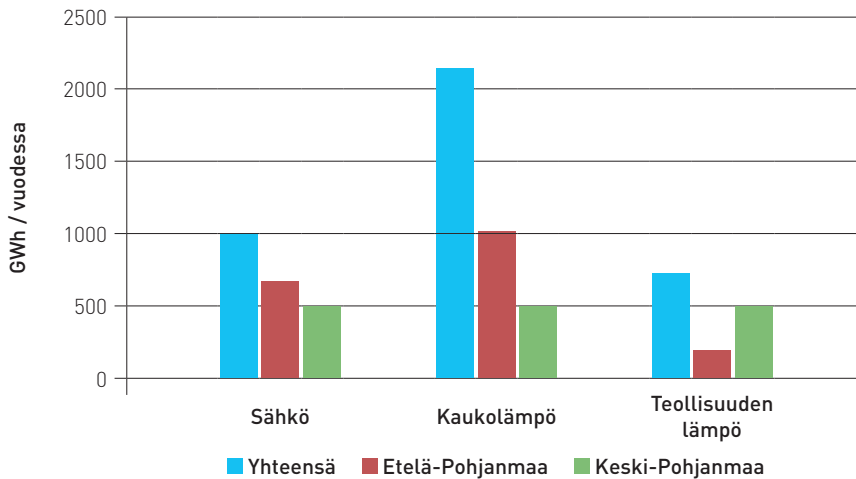
Hankealueen voimalaitokset käyttävät pääkattiloiden polttoaineena pääasiassa turvetta. Kattiloissa käytetään myös haketta, kuorta, purua ja teollisuuden puutähdettä. Varapolttoaineena monet laitokset polttavat kivihiltä, mikäli turvetta ei ole riittävästi saatavilla. Kivihiltä on kuitenkin käytetty pääasiallisena polttoaineena viime vuosina sen edullisen hinnan ja turpeen heikon saatavuuden vuoksi. Päästöoikeuden edullinen hinta on edesauttanut kivihillen käytön lisääntymistä. Hankealueen voimalaitosten vara- ja huippukattiloissa käytetään pääasiallisena polttoaineena raskasta polttoöljyä.

Päästökaupassa mukana olevien voimalaitosten yhteenlaskettu teho on noin 1242 MW, josta pääkattiloiden osuus on noin 830 MW ja vara- ja huippukattiloiden noin 412 MW. Turvetta pääpolttoaineena käyttäviä laitoksia on 9 kpl, joiden pääkattiloiden yhteenlaskettu teho on noin 592 MW ja vara- ja huippukattiloiden teho on noin 356 MW. Pääkattiloiden keskiteho on noin 66 MW ja vara- ja huippukattiloiden keskiteho on noin 40 MW. Osa turvetta pääpolttoaineena käyttävistä pääkattiloista käyttää polttoaineena sekä puuta että muita biopolttoaineita. Kivihiltä käytetään erikoistapauksissa, mikäli turvetta ei ole riittävästi saatavilla. Vara- ja huippukattiloissa käytetään pääasiallisena polttoaineena raskasta polttoöljyä. Pelkkää puuta pääpolttoaineena käyttäviä laitoksia on hankealueella ainoastaan yksi, jonka pääkattilan teho on 8,5 MW (kuvio 15). Laitoksen vara- ja huippukattilan teho on 12 MW, missä käytetään polttoaineena raskasta polttoöljyä. Raskasta polttoöljyä pääpolttoaineena käyttäviä laitoksia on hankealueella 8 kpl, ja näiden pääkattiloiden yhteenlaskettu teho on 207 MW. Pääkattiloiden keskiteho on noin 26 MW. Ainoastaan yhdellä raskasta polttoöljyä pääpolttoaineena käyttävällä laitoksella on varakattila. Varakattilassa käytetään polttoaineena raskasta polttoöljyä. Kevyttä polttoöljyä pääkattilassa käyttäviä laitoksia on hankealueella 3 kpl, joiden yhteenlaskettu teho on 31 MW. Kattiloiden keskiteho on noin 10 MW. Raskasta polttoöljyä pääpolttoaineena käyttävät laitokset ovat pääasiassa huippu- ja varalaitoksia.



Kuvio 15. Hankealueen pääkattiloiden käyttämät polttoaineet (%), kattiloiden yhteenlaskettu teho ja keskiarvo.

Hankealueen kaikkien päästökaupassa mukana olevien kattiloiden yhteenlaskettu energiantuotantomäärä on 6000 tunnin käyttöajalla noin 6845 GWh. Pääkattiloiden yhteenlaskettu energiantuotantomäärä 6000 tunnin vuotuisella käyttöajalla on noin 4588 GWh ja vara- ja huippukattiloiden 2256 GWh. Hankealueen sähkö- ja lämpöenergiasta tuotetaan 67,9 % turpeella ja puupohjaisilla polttoaineilla, 28,4 % raskaalla polttoöljyllä, 2,7 % kevyellä polttoöljyllä ja 1 % pelkällä puulla. Kuvio 16 havainnollistaa Etelä- ja Keski-Pohjanmaan laitosten energiantuotannon jakautumista sähköön, kaukolämpöön ja teollisuuden lämpöön. Laitokset tuottavat sähköä 1000 GWh, kaukolämpöä 2117 GWh ja teollisuuslämpöä 722 GWh. Etelä-Pohjanmaalla olevat laitokset tuottavat sähköä 640 GWh, kaukolämpöä 1016 GWh ja teollisuuslämpöä 192 GWh. Keski-Pohjanmaalla olevat laitokset tuottavat sähköä 360 GWh, kaukolämpöä 1101 GWh ja teollisuuslämpöä 500 GWh. Laskelmissa ei ole otettu huomioon niitä laitoksia, jotka eivät ole käyttäneet lainkaan päästöoikeuksia tai ovat käyttäneet niitä vain pienen osan. Nämä laitokset ovat vara- ja huippuvoimalaitoksia, joiden käyttö on satunnaista.



Kuvio 16. Sähkön, lämmön ja teollisuuden lämmön tuottamisen jakautuminen Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla.

Mikäli kaikkien hankealueelta päästökaupassa mukana olevien kattiloiden energiantuotantomäärä haluttaisiin korvata puulla, tarvittaisiin haketta noin 8,6 milj. i-m³. Pääkattiloiden energiantuotantomäärän korvaamiseen tarvittaisiin haketta noin 5,7 milj. i-m³ ja vara- ja huippukattiloiden energiantuotantomäärän korvaamiseen tarvittaisiin haketta noin 2,8 milj. i-m³. Kaikkien kattiloiden energiantuotantomäärän korvaamiseksi turpeella tarvittaisiin noin 7,6 milj. i-m³ jyrshinturvetta. Pääkattiloiden energiantuotantomäärän korvaamiseen tarvittaisiin noin 5,1 milj. i-m³ jyrshinturvetta ja vara- ja huippukattiloiden energiantuotantomäärän korvaamiseen tarvittaisiin jyrshinturvetta noin 2,5 milj. i-m³. Turpeen pienempi määrä hakkeeseen verrattuna selittyy sen suuremmalla energiasisällöllä. Kuutio turvetta sisältää energiaa noin 0,9 MWh, kun kuutio haketta sisältää energiaa noin 0,8 MWh.

Maakunnan kaikkien kattiloiden polttoaineen korvaaminen hakkeella ei ole mahdollista, jos käytetään polttoaineena nuorista metsistä korjattavaa energiapuuta ja uudistusaloilta korjattavaa hakkuutähdettä ja kantoja. Laskelmien mukaan Etelä- ja Keski-Pohjanmaalta haketta on teknis-taloudellisesti saatavissa noin 2 000 000 i-m³. Haketta on saatavilla noin 3 375 000 i-m³, kun otetaan huomioon myös korjattavissa olevat kannot. Kokkolan sataman kautta toimitetaan lisäksi tuontipuuta, jolla korvataan energiapuuvajetta.

5.2 Päästöoikeuden hinnan vaikutus polttoaineiden kilpailukykyyn

Päästöoikeuden hinnalla on merkittävä vaikutus sähkön- ja lämmöntuotannon kustannuksiin polttoainekustannusten myötä. Fossiiliset ja hitaasti uusiutuvat polttoaineet hyötyvät matalasta päästöoikeuden hinnasta, jolloin niiden kustannukset ovat edullisemmat. Uusiutuvat polttoaineet hyötyvät korkeasta päästöoikeuden hinnasta, koska niiden kustannuksiin päästökaupalla ei ole vaikutusta.

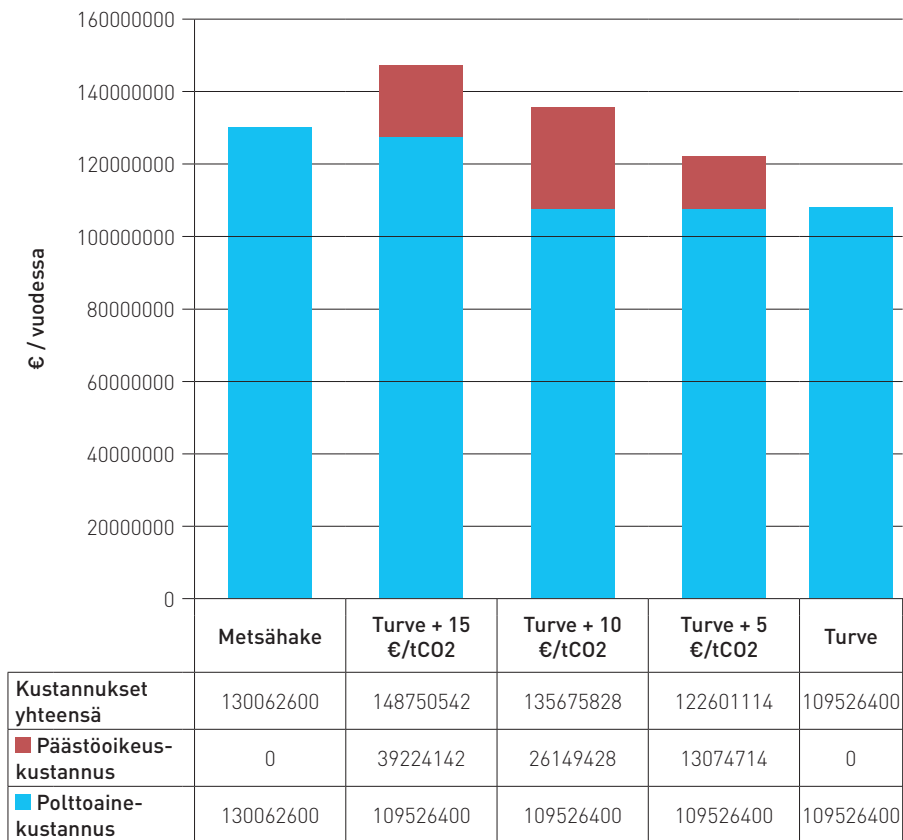
Taulukko 4. Päästöoikeuden hinnan vaikutus polttoaineiden kokonaiskustannukseen.

Polttoaine	Hiilidioksidi päästöt, CO ₂ (t/MWh)	Polttoaineen veroton hinta (€/MWh)	Päästöoikeuden aiheuttama lisäkustannus				
			2 €/tCO ₂ (€/MWh)	5 €/tCO ₂ (€/MWh)	10 €/tCO ₂ (€/MWh)	20 €/tCO ₂ (€/MWh)	30 €/tCO ₂ (€/MWh)
Turve	0,382	13,2	0,8	1,9	3,8	7,6	11,5
Kivihiili	0,341	9,3	0,7	1,7	3,4	6,8	10,2
Raskas polttoöljy (vähä rikkinen)	0,279	39,0	0,6	1,4	2,8	5,6	8,4
Kevyt polttoöljy	0,267	52,0	0,5	1,3	2,7	5,3	8,0
Maakaasu	0,202	34,8	0,4	1,0	2,0	4,0	6,1
Metsähake	0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Päästökaupan aiheuttama lisäkustannus fossiilisille ja hitaasti uusiutuville polttoaineille muodostuu niiden käytöstä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen määrästä. Mitä enemmän kasvihuonekaasupäästöjä aiheutuu, sitä korkeampi on päästökaupan aiheuttama lisäkustannus. Turve ja kivihiili kärsivät kaikkein eniten päästöoikeuden hinnannoususta (taulukko 4). Turpeen kilpailukyky kärsii huomattavasti muita polttoaineita enemmän, koska sen poltosta aiheutuu kaikkein eniten hiilidioksidipäästöjä. Kivihiilen, raskaan ja kevyen polttoöljyn polttamisesta aiheutuu myös paljon hiilidioksidipäästöjä, minkä vuoksi niiden kilpailukyky heikkenee huomattavasti päästöoikeuden hinnan noustessa. Maakaasu on vertailun fossiilisista polttoaineista vähäpäästöisin, jolloin sen poltosta aiheutuvat lisäkustannukset ovat muihin fossiilisiin polttoaineisiin nähden pienemmät. Maakaasun hiilidioksidipäästöt jäävät reilun puoleen turpeen aiheuttamista päästöistä. Metsähake tulkitaan hiilidioksidineutraaliksi polttoaineeksi, koska sen poltosta aiheutuva hiilidioksidi palautuu kasvavaan metsään. Metsähaketta käytetään seospolttoaineena turpeen kanssa pääasiassa lämmön tuotannossa sekä lämmön ja sähkön yhteistuotannossa.

5.3 Energiantuotannon kustannukset

Karkeasti arvioituna kaikkien hankealueelta päästökaupassa mukana olevien kattiloiden polttoaineen korvaaminen hakkeella maksaisi noin 130 000 000 € ja turpeella noin 109 000 000 €, kun hakkeen hinta on 19 €/i-m³ ja turpeen hinta 16 €/i-m³. Turpeen hankintakustannukset ovat hakkeen kustannuksia edullisemmat, mistä turpeen edullisempi hinta osaksi johtuu. Turpeen kustannuksiin täytyy kuitenkin lisätä päästökaupan aiheuttama lisäkustannus. Päästökaupan vaikutus turpeen käyttökustannuksiin on havainnollistettu kuviossa 17. Turpeen vuotuiset käyttökustannukset ovat selkeästi metsähakkeen kustannuksia suuremmat, kun päästöoikeuden hinta on 15 €/tCO₂, jolloin päästökaupan kustannus on noin 39 000 000 € ja kokonaiskustannus noin 149 000 000 €. Turpeen kustannukset ovat vain hieman hakkeen kustannuksia suuremmat, kun päästöoikeuden hinta on 10 €/tCO₂, jolloin päästökaupasta aiheutuu kustannuksia noin 26 000 000 € ja kokonaiskustannus on noin 136 000 000 €. Turpeen hankintakustannukset ovat hieman hakkeen kustannuksia edullisemmat, kun päästöoikeuden hinta on 5 €/tCO₂, jolloin päästökaupan kustannus on noin 13 000 000 € ja kokonaiskustannus on noin 123 000 000 €. Ilman päästökaupan vaikutusta turpeen hankintakustannukset ovat selkeästi hakkeen kustannuksia edullisemmat ollen noin 110 000 000 € vuodessa. Laskelmissa turpeen hinta sisältää vuoden 2013 alussa voimaan astuneen veronkorotuksen ja hakkeen hinta sisältää korjuutuen mutta ei sähkön syöttötariffia. Laskelmissa ei ole otettu huomioon investointikustannuksia eikä muita kuluja.



Kuvio 17. Päästökaupan vaikutus turpeen käyttökustannuksiin.

5.4 Hankealueen voimalaitosten päästöt ja niiden tarvitsemat päästöoikeudet

Taulukossa 5 on havainnollistettu hankealueelta päästökaupassa mukana oleville voimalaitoksille myönnetty päästöoikeudet toisella päästökaupakaudella (2008 – 2012). Päävoimalaitokset ovat saaneet huomattavasti enemmän päästöoikeuksia suurempien hiilidioksidipäästöjen vuoksi. Vara- ja huippuvoimalaitokset ovat saaneet paljon vähemmän päästöoikeuksia, koska niiden oletetaan aiheuttavan paljon vähemmän hiilidioksidipäästöjä. Eniten päästöoikeuksia on myönnetty Vaskiluodon voiman omistamalle Seinäjoen voimalaitokselle, noin 407 100 t/CO₂ vuodessa. Toiseksi eniten päästöoikeuksia on myönnetty Kokkolan suurimmalle voimalaitokselle Oy Kokkola Power Ab:lle noin 154 600 t/CO₂ vuodessa. Kolmanneksi eniten päästöoi-

keuksia on myönnetty Kokkolan Voima Oy:n omistamalle lämmitysvoimalaitokselle noin 94 100 t/CO₂ vuodessa. Seuraavaksi eniten päästöoikeuksia on myönnetty Adven Oy:n voimalaitokselle noin 40 000 t/CO₂ vuodessa, joka toimittaa energiaa Valio Oy:n Seinäjoen tehtaalle. Lähes yhtä paljon päästöoikeuksia on myönnetty Koskenkorvalla sijaitsevalle Altia Oyj:n tehtaalle noin 37 000 t/CO₂ vuodessa. Lapuan energian Oy:n aseman teollisuusalueen päälämpökeskukselle on myönnetty päästöoikeuksia noin 34 100 t/CO₂ vuodessa. Muille päästökaupassa mukana oleville pienemmille pää- tai varavoimalaitoksille jaettiin päästöoikeuksia arvioitujen päästöjen mukaan aina 11 400 t/CO₂ asti. Hankealueen kaikille laitoksille vuosittain myönnetyt päästöoikeudet ovat vaihdelleet toisella päästökaupakaudella noin 777 000 – 840 000 t/CO₂ välillä.

Taulukko 5. Hankealueen voimalaitoksille myönnetty päästöoikeudet toisella päästökauppa-kaudella (Päästöoikeustase...2012).

		Myönnetty päästöoikeudet (tCO ₂)				
		2008	2009	2010	2011	2012
Adven Oy	Valio Oy	27700	48147	39965	39965	39965
Altia Oyj	Koskenkorvan viinatehdas	37013	37012	37012	37012	37012
Isojoen Lämpö Oy	Isojoen voimalaitos	11392	11390	11390	11390	11390
Kannuksen Kaukolämpö Oy	Riittasantien lämpökeskus	6562	12664	11137	11137	11137
Kannuksen Kaukolämpö Oy	Suojatien lämpökeskus	52	50	50	50	50
Kauhavan Kaukolämpö Oy	Päälämpökeskus	2291	2288	2288	2288	2288
Kokkolan Voima Oy	Kaukolämpökeskus Kemiran tehdasalue	446	443	443	443	443
Kokkolan Voima Oy	Kokkolan lämmitysvoimalaitos	67096	89626	94130	94130	94130
Lapuan Energia Oy	Aseman teollisuusalueen päälämpökeskus	33687	34118	34118	34118	34118
Lapuan Energia Oy	Jouttikallion vara- ja huippulämpökeskus	17	16	16	16	16
Lapuan Energia Oy	Liuhтарin vara- ja huippulämpökeskus	0	0	0	0	0
Liikelaitos Kokkolan Energia	Koivuhaan lämpökeskus	7	6	6	6	6
Liikelaitos Kokkolan Energia	Kosilan lämpökeskus	839	835	835	835	835
Oy Kokkola Power Ab	Kokkolan voimalaitos	152491	155493	154609	154609	154609
Seinäjoen Energia Oy	Kapernaumin lämpökeskus	7664	7662	7662	7662	7662
Seinäjoen Energia Oy	Kasperin lämpökeskus	3	1	1	1	1
Seinäjoen Energia Oy	Puhdistamonkadun lämpökeskus	0	0	0	0	2543
Seinäjoen Energia Oy	Sairaalan lämpökeskus	3471	3465	3465	3465	3465
Seinäjoen Energia Oy	Vesitornin lämpökeskus	173	169	169	169	169
Vapo Oy	Nurmon tehtaas (Atria)	18921	23045	28819	28819	28819
Vaskiluodon Voima Oy	Seinäjoen voimalaitos	407114	407111	407111	407111	407111
		776939	833541	833226	833226	835769

Taulukosta 6 nähdään päästökaupassa mukana olevien laitosten käyttämät päästöoikeudet toisen päästökaupakauden (2008 – 2012) aikana. Suurin osa laitoksista on käyttänyt päästöoikeuksia päästökaupakauden aikana melko lailla yhtä paljon

jokaisena vuotena. Kokkolan Voima Oy:n lämmitysvoimalaitos on puolittanut käytettyjen päästöoikeuksien määrän vuodesta 2008 vuoteen 2012 mennessä. Syynä tähän on ollut turpeen korvaaminen puulla ja energiantuotannollinen yhteistyö Oy Kokkola Power Ab:n voimalaitoksen kanssa, jolloin Kokkolan Voima Oy:n lämmitysvoimalaitoksen vuosittaista ajoaikaa on voitu vähentää. Kokkolan Voima Oy:n lämmitysvoimalaitoksen käyttämästä polttoaineesta 70 % on puuta ja 30 % turvetta. Oy Kokkola Power Ab:n voimalaitoksen käyttämästä polttoaineesta turpeen osuus on 70 % ja puun osuus 30 %. Voimalaitoksessa puun osuutta pyritään nostamaan entisestään. Seinäjoen Energia Oy:n Kapernaumin ja sairaalan lämpökeskukset ovat sen sijaan moninkertaistaneet käytettyjen päästöoikeuksien määrän toisen päästökauppakauden aikana. Päästöoikeuksien käytön lisääntymiseen ovat vaikuttaneet poikkeuksellisen kylmät talvet sekä Vaskiluodon voimalaitoksen turbiinin rikkoontuminen.

**Taulukko 6. Hankealueen voimalaitosten käyttämät päästöoikeudet toisella päästökauppa-
kaudella (Päästöoikeustase...2012).**

		Käytetyt päästöoikeudet (tCO ₂)				
		2008	2009	2010	2011	2012
Adven Oy	Valio Oy	2077	25265	29521	24245	25720
Altia Oyj	Koskenkorvan viinatehdas	44623	38862	45956	44977	39107
Isojoen Lämpö Oy	Isojoen voimalaitos	325	153	131	321	341
Kannuksen Kaukolämpö Oy	Riittasantien lämpökeskus	4067	3845	3320	3113	3130
Kannuksen Kaukolämpö Oy	Suojatien lämpökeskus	0	0	0	0	0
Kauhavan Kaukolämpö Oy	Päälämpökeskus	93	776	2862	1139	1187
Kokkolan Voima Oy	Kaukolämpökeskus Kemiran tehdasalue	355	625	703	678	697
Kokkolan Voima Oy	Kokkolan lämmitysvoimalaitos	78873	65384	64075	41513	38750
Lapuan Energia Oy	Aseman teollisuusalueen päälämpökeskus	22817	24342	25486	22404	24544
Lapuan Energia Oy	Jouttikallion vara- ja huippulämpökeskus	1	0	0	2	4
Lapuan Energia Oy	Liuhтарin vara- ja huippulämpökeskus	1	0	0	0	1
Liikelaitos Kokkolan Energia	Koivuhaan lämpökeskus	1	14	2	5	59
Liikelaitos Kokkolan Energia	Kosilan lämpökeskus	340	1162	621	893	1749
Oy Kokkola Power Ab	Kokkolan voimalaitos	165509	145944	212181	192687	153267
Seinäjoen Energia Oy	Kapernaumin lämpökeskus	6416	9855	29320	31250	43037
Seinäjoen Energia Oy	Kasperin lämpökeskus	152	0	83	55	0
Seinäjoen Energia Oy	Puhdistamonkadun lämpökeskus	0	0	0	454	6429
Seinäjoen Energia Oy	Sairaalan lämpökeskus	4671	4071	8041	5093	9848
Seinäjoen Energia Oy	Vesitornin lämpökeskus	327	3	76	431	2428
Vapo Oy	Nurmon tehtaat (Atria)	19749	25775	31235	30485	31701
Vaskiluodon Voima Oy	Seinäjoen voimalaitos	665146	733466	782755	591893	342970
		1015543	1079542	1236368	991638	724969

Taulukosta 7 voidaan havaita kuinka laitoksille myönnetyt päästöoikeudet ovat riittäneet niiden tuottamiin päästöihin nähden. Myönnetyt päästöoikeudet eivät ole riittäneet kattamaan aiheutettuja päästöjä, kun verrataan kaikkien laitosten aiheuttamia päästöjä toisella päästökauppaudella. Vuosi 2012 on ollut selvä poikkeus, jolloin päästöoikeuksia on jäänyt käyttämättä 11 800 t/CO₂. Taulukosta on havaittavissa, että tuona vuotena poikkeuden on aiheuttanut hankealueen suurimman voimalaitoksen Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitos, jolta on jäänyt poikkeuksellisesti käyttämättä päästöoikeuksia 64 100 t/CO₂. Päästöoikeuksien käyttämättä jättäminen on vaikuttanut oleellisesti turpiinirikko, joka aiheutti noin kuukauden käyttökatkoksen sähkön tuotannossa. Lisäksi sähkön tuottamisen kannalta huono hinta on vähentänyt laitoksen käyttöä ja päästöoikeuksien tarvetta. Taulukosta voidaan havaita selvä poikkeama myös vuoden 2010 kohdalla, jolloin moni laitos on aiheuttanut hiilidioksidipäästöjä normaalia enemmän. Poikkeama on johtunut vuoden 2010 poikkeuksellisen kylmästä alku- ja loppuvuodesta.

Taulukko 7. Hankealueen voimalaitosten päästöoikeuksien erotus (Päästöoikeustase...2012).

		Käytetyt päästöoikeudet (tCO ₂)				
		2008	2009	2010	2011	2012
Adven Oy	Valio Oy	25623	22882	10444	15720	14245
Altia Oyj	Koskenkorvan viinatehdas	-7610	-1850	-8944	-7965	-2095
Isojoen Lämpö Oy	Isojoen voimalaitos	11067	11237	11259	11069	11049
Kannuksen Kaukolämpö Oy	Riittasantien lämpökeskus	2495	8819	7817	8024	8007
Kannuksen Kaukolämpö Oy	Suojatien lämpökeskus	52	50	50	50	50
Kauhavan Kaukolämpö Oy	Päälämpökeskus	2198	1512	-574	1149	1101
Kokkolan Voima Oy	Kaukolämpökeskus Kemiran tehdasalue	91	-182	-260	-235	-254
Kokkolan Voima Oy	Kokkolan lämmitysvoimalaitos	-11777	24242	30055	52617	55380
Lapuan Energia Oy	Aseman teollisuusalueen päälämpökeskus	10870	9776	8632	11714	9574
Lapuan Energia Oy	Jouttikallion vara- ja huippulämpökeskus	16	16	16	14	12
Lapuan Energia Oy	Liuhtarin vara- ja huippulämpökeskus	-1	0	0	0	-1
Liikelaitos Kokkolan Energia	Koivuhaan lämpökeskus	6	-8	4	1	-53
Liikelaitos Kokkolan Energia	Kosilan lämpökeskus	499	-327	214	-58	-914
Oy Kokkola Power Ab	Kokkolan voimalaitos	-13018	9549	-57572	-38078	1342
Seinäjoen Energia Oy	Kapernaumin lämpökeskus	1248	-2193	-21658	-23588	-35375
Seinäjoen Energia Oy	Kasperin lämpökeskus	-149	1	-82	-54	1
Seinäjoen Energia Oy	Puhdistamonkadun lämpökeskus	0	0	0	-454	-3886
Seinäjoen Energia Oy	Sairaalan lämpökeskus	-1200	-606	-4576	-1628	-6383
Seinäjoen Energia Oy	Vesitornin lämpökeskus	-154	166	93	-262	-2259
Vapo Oy	Nurmon tehtaat (Atria)	-828	-2730	-2416	-1666	-2882
Vaskiluodon Voima Oy	Seinäjoen voimalaitos	-258032	-326355	-375644	-184782	64141
		-238604	-246001	-403142	-158412	110800

5.5 Lämmön tuotantokustannukset

Taulukossa 8 on eri voimalaitosten arvioidut lämmöntuotannon käyttö- ja kustannustiedot. Hiilivoima on tämän laskelman tehokkain lämmöntuotantomuoto 175

MW teholla ja samalla sen vaatimat laitosinvestoinnit ovat vertailun kalleimmat 240 miljoonalla eurolla. Hiilivoiman hyötysuhteena on käytetty 92 %. Kaasuvoiman on toiseksi tehokkain lämmöntuotantomuoto 100 MW:n teholla ja se on investointikustannuksiltaan vertailun toiseksi edullisin laitos 75 miljoonalla eurolla. Kaasuvoiman hyötysuhteena on käytetty 93 %. Turvevoima on kolmanneksi tehokkain lämmöntuotantomuoto 80 MW teholla, mutta se on samalla myös vertailun toiseksi kallein voimalaitos 130 miljoonalla eurolla. Turvevoiman hyötysuhteena on käytetty laskelmissa 90 %. Puuvoima on laskelmien heikoin ja edullisin laitos 20 MW:n teholla ja 53 miljoonalla eurolla. Puuvoiman hyötysuhteena on käytetty laskelmissa 89 %.

Lämmöntuotannossa käytettävien polttoaineiden hinnat ovat sähkötuotannossa käytettäviä polttoaineita kalliimpia, koska ne sisältävät verot. Polttoaineiden hinnat ovat koko ajan nousseet. Polttoainekustannuksiltaan kaasuvoimalaitos on kaikkein kallein 48 €/MWh:n kustannuksella. Hiilivoiman polttoainekustannus on selvästi kaasulaitoksen kustannuksia edullisempi ollen vertailun toiseksi kallein, 30 €/MWh. Puuvoimalaitoksen polttoainekustannus on vain euron verran turpeen kustannuksia kalliimpi ollen vertailun toiseksi edullisin 20 €/MWh:n kustannuksella. Turvevoiman polttoainekustannus on vertailun edullisin, 19 €/MWh.

Puuvoimalaitoksen ominaisinvestointikustannus on vertailun korkein ollen 2650 €/kW. Puuvoimalaitos vaatii turvevoimalaitosta laajemmat polttoaineenkäsittelyjärjestelmät, mikä osaltaan vaikuttaa myös laitoksen kustannuksiin. Turvevoimalaitoksen ominaisinvestointikustannukset ovat vertailun toiseksi kalleimmat, 1625 €/kW. Hiilivoimalaitoksen ominaisinvestointikustannukset ovat hieman turvevoimalaitoksen kustannuksia edullisemmat, 1371 €/kW. Kaasuvoimalaitoksen ominaisinvestointikustannukset ovat vertailun edullisimmat ollen 750 €/kW, kun voimalaitos oletetaan rakennettavaksi olemassa olevan kaasuputken läheisyyteen.

Käyttö- ja kunnossapitokustannuksiltaan hiili-, turve- ja puuvoimalaitokset ovat lähes yhtä kalliita. Puuvoiman käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat 11,5 €/MWh, turvevoiman 11,4 €/MWh ja hiilivoiman 11,2 €/MWh. Kaasuvoiman käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat 7 €/MWh, jolloin ne ovat vertailun edullisimmat. Hiilivoiman kokonaiskustannuksista käyttö- ja kunnossapitokustannuksien osuus on vertailun suurin 5,70 % osuudella. Hiilivoiman kokonaiskustannuksista käyttö- ja kunnossapitokustannuksien osuus on vertailun toiseksi suurin 4,90 % osuudella kustannuksista. Turvevoiman käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat vertailun toiseksi edullisimmat 4,20 % osuudella kokonaiskustannuksista. Puuvoiman käyttö- ja kunnossapitokustannuksien osuus kokonaiskustannuksista on vertailun pienin 2,60 % osuudella.

Puuvoimalle aiheutuu tässä vertailussa kaikkein eniten pääomakustannuksia 31,3 €/MWh. Toiseksi eniten pääomakustannuksia aiheutuu turvevoimalle noin 19,2 €/

MWh. Kolmanneksi eniten pääomakustannuksia aiheutuu hiilivoimalle noin 16,2 €/MWh. Kaasuvoimalle aiheutuu pääomakustannuksia noin 8,9 €/MWh, mikä on tämän vertailun vähiten.

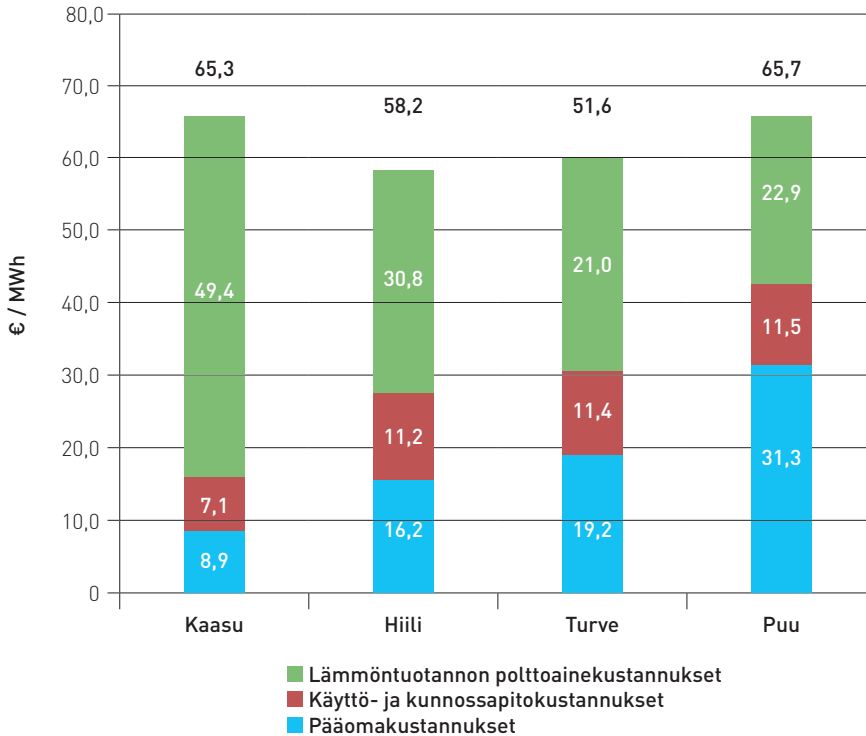
Taulukko 8. Voimalaitosten arvioidut lämmöntuotannon käyttö- ja kustannustiedot.

	KAASU	HIILI	TURVE	PUU
LÄMPÖTEHO (MW)	100	175	80	20
VUOSIHYÖTYSUHDE (%)	93,00 %	92,00 %	90,00 %	89,00 %
INVESTOINTIKUSTANNUS (MILJ. €)	75	240	130	53
OMINAISINVESTOINTIKUSTANNUS (€/kW)	750	1371	1625	2650
POLTTOAINEEN HINTA (€/MWh)	45,9	28,3	18,9	20,4
LÄMMÖNTUOTANNON POLTTOAINEKUSTANNUS (€/MWh lämpö)	49,4	30,76	21,0	22,92
KÄYTTÖ- JA KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET (€/MWh)	7	11	11	11
KÄYTTÖ- JA KUNNOSSAPIDON OSUUS KUSTANNUKSISTA	5,7 %	4,9 %	4,2 %	2,6 %
MUUTTUVIEN KÄYTTÖ- JA KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSIEN OSUUS (%)	65 %	70 %	50 %	40 %
TALOUDELLINEN ELINIKÄ (a)	25	25	25	25
REAALIKORKO (%)	5,0 %	5,0 %	5,0 %	5,0 %
ANNUITEETTITEKIJÄ (%)	7,1 %	7,1 %	7,1 %	7,1 %
PÄÄSTÖOIKEUDEN HINTA (€/t CO2)	5	5	5	5
HUIPPUKÄYTTÖAIKA (h/a)	6000	6000	6000	6000
KÄYTTÖKERROIN (%)	91,3 %	91,3 %	91,3 %	91,3 %
PÄÄOMAKUSTANNUS	8,9	16,2	19,2	31,3

5.6 Lämmön tuotantokustannukset ilman päästökauppaa

Tämän tutkimuksen laskelmissa (Kuvio 18) kaikkein edullisimmat lämmöntuotantokustannukset ovat turvevoimalla noin 51,7 €/MWh. Toiseksi edullisimmat tuotantokustannukset ovat lämmöntuotannossa tämän tutkimuksen laskelmien mukaan hiilivoimalla 60,0 €/MWh. Laskelmien mukaan kolmanneksi edullisimmat lämmöntuotannon kustannukset ovat puuvoimalla 65,3 €/MWh. Kalleimmat lämmöntuotantokustannukset ovat kaasuvoimalla 67,6 €/MWh. Polttoainekustannus muodostaa suurimman osan kaasu- ja hiilivoiman tuotantokustannuksista. Kaasuvoiman polttoainekustannus lämmöntuotannossa on noin 49,4 €/MWh ja hiilivoiman

polttoainekustannus on noin 30,8 €/MWh. Turve- ja puuvoiman polttoainekustannukset lämmöntuotannossa ovat lähellä toisiaan. Puuvoiman polttoainekustannus on noin 22,9 €/MWh ja turvevoiman polttoainekustannus on noin 21,0 €/MWh. Laskelmissa on otettu huomioon ainoastaan energian tuottamisen kustannus.



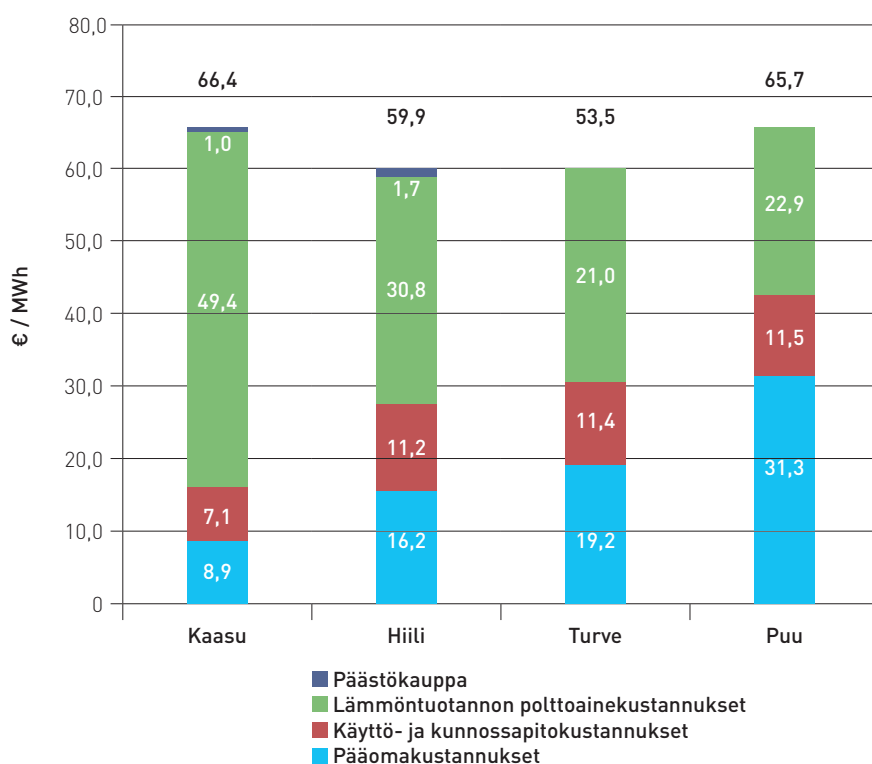
Kuvio 18. Lämmön tuotantokustannukset eri tuotantomuodoilla.

5.7 Lämmön tuotantokustannukset päästökaupassa

Kuviossa 19 on esitetty lämmön tuottamisen kustannukset, kun päästökaupan hinta on otettu huomioon tuotantokustannuksissa. Laskelmissa päästöoikeiden hintana käytettiin vuoden 2013 loppupuolen päästöoikeuden hintaa 5 €/tCO₂. Kaasuvoiman lämmön kustannukset ovat suurimmat, jolloin tuotantokustannukset nousevat päästökaupan vaikutuksesta 66,4 €/MWh. Hiilivoimalla tuotetun lämmön kustannukset nousevat päästökaupan vaikutuksesta 59,9 €/MWh. Turvevoiman lämmöntuotannon kustannuksiin päästökauppa vaikuttaa eniten, jolloin tuotantokustannukset nousevat 53,5 €/MWh. Puuvoiman kustannuksiin päästökaupalla ei ole vaikutusta. Turpeen poltosta aiheutuu kaikkein eniten hiilidioksidipäästöjä, jolloin päästökaupan kustan-

nus on 1,9 €/MWh. Toiseksi eniten päästökaupasta aiheutuu kustannuksia hiilivoimalle, jolloin päästökaupan vaikutus on 1,7 €/MWh. Kaasuvoima aiheuttaa vertailun kolmesta päästökaupassa mukana olevasta polttoaineesta vähiten päästöjä, jolloin päästökaupan vaikutus lämmöntuotannon kokonaishintaan on 1,0 €/MWh.

Kaasu- ja hiilivoiman tuotantokustannukset nousevat päästökaupan vaikutuksesta puuvoimaa kalliimmiksi. Turvevoiman tuotantokustannukset ovat selkeästi puuvoiman kustannuksia edullisemmat. Kuviosta 19 on havaittavissa kuinka vähän tämän hetkisellä päästöoikeuden hinnalla on vaikutusta fossiilisten polttoaineiden käyttökustannuksiin.



Kuvio 19. Päästökaupan vaikutus lämmön tuotantomuotojen kustannuksiin.

5.8 Sähkön tuotantokustannukset

Taulukossa 9 on eri voimalaitosten arvioidut sähköntuotannon käyttö- ja kustannustiedot. Ydinvoima on kaikkein tehokkain sähköntuotantomuoto tässä vertailussa 1600

MW:n teholla, mutta samalla se on investointikustannuksiltaan selkeästi kallein 8,5 miljardilla eurolla. Hiilivoima on sähköteholtaan toiseksi tehokkain 500 MW:n teholla ja myös kustannuksiltaan toiseksi kallein 900 miljoonalla eurolla. Kaasuvoima on kolmanneksi tehokkain sähköntuotannossa 400 MW:n teholla ja se on samalla kolmanneksi kallein investointikustannuksiltaan reilulla 400 miljoonalla eurolla. Puu- ja turvevoiman rakentaminen on lähes yhtä kallista. Niiden kustannukset ovat noin 300 miljoonaa euroa. Puu- ja turvevoima on tämän tutkimuksen laskelmissa yhtä tehokkaita 150 MW teholla. Vesivoiman investointikustannukset ovat toiseksi edullisimmat reilulla 200 miljoonalla eurolla voimalan sähköteho ollessa 100 MW. Tuulivoiman investointikustannus on vertailun edullisin noin 4 miljoonalla eurolla, mutta sähköteho on myös vertailun heikoin 3 MW teholla. Laitosten tehot ovat samaa kokoluokkaa aiempien tutkimusten laskelmien kanssa, mutta rakennuskustannukset ovat tässä tutkimuksessa hieman korkeammat kohonneiden rakennuskustannusten vuoksi.

Ominaisinvestointikustannukseen vaikuttaa voimalan investointikustannus ja sähköteho. Ydinvoiman ominaisinvestointikustannus on kallein. Toiseksi kallein ominaisinvestointikustannus on vesivoimalla ja kolmanneksi kallein puuvoimalla. Turvevoiman ominaisinvestointikustannus on hieman hiilivoimaa kalliimpi. Tuulivoiman ominaisinvestointikustannus on vertailun toiseksi edullisin. Kaasuvoiman ominaisinvestointikustannus on selkeästi edullisin tässä tutkimuksessa.

Kaikkien muiden sähköntuotantomuotojen paitsi kivihillen polttoainekustannukset ovat nousseet, kun kustannuksia verrataan aiempiin tutkimuksiin. Ydinvoiman polttoainekustannus on tässä tutkimuksessa sama kuin aiemmissä tutkimuksissa. Kaasuvoiman polttoainekustannus on tässä tutkimuksessa selkeästi kallein. Puuvoiman polttoainekustannukset ovat tämän vertailun toiseksi kalleimmat. Turvevoiman polttoainekustannus on tässä tutkimuksessa kolmanneksi kallein. Hiilivoiman kustannukset ovat laskeneet entisestään aiempien tutkimuksien laskelmista ja tässä tutkimuksessa sen polttoainekustannus on toiseksi edullisin. Ydinvoiman polttoainekustannus on edullisin. Tuuli- ja vesivoimalla ei ole polttoainekustannuksia.

Kaikkien tässä vertailussa mukana olevien sähkön tuotantomuotojen käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat nousseet, kun kustannuksia verrataan aiempiin tutkimuksiin. Käyttö- ja kunnossapitokustannuksilta ydinvoima on tässä tutkimuksessa kallein, jolloin käyttö- ja kunnossapitokustannusten osuus investointikustannuksista on noin 2,9 %. Toiseksi kallein sähkön tuotantomuoto on tässä vertailussa tuulivoima, jolloin sen kustannukset ovat noin 1,7 % investointikustannuksista. Kolmanneksi kalleinta käyttö- ja kunnossapito on tässä tutkimuksessa puuvoimalla, jolloin investointikustannuksien osuus on noin 2,6 %. Hiili- ja turvevoiman käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat yhtä kalliit. Hiilivoiman käyttö- ja kunnossapitokustannuksien osuus investointikustannuksista on noin 4,9 %, joka on vertailun

toiseksi korkein. Turvevoiman käyttö- ja kunnossapitokustannuksien osuus investointikustannuksista on 4,2 %. Vesivoiman käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat toiseksi edullisimmat, jolloin niiden osuus investointikustannuksista on vertailun alhaisin ollen noin 1,5 %. Kaasuvoiman käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat joukon edullisimmat. Niiden osuus investointikustannuksista on kuitenkin vertailun korkein ollen noin 5,7 %.

Taulukko 9. Voimalaitosten käyttö- ja kustannustiedot.

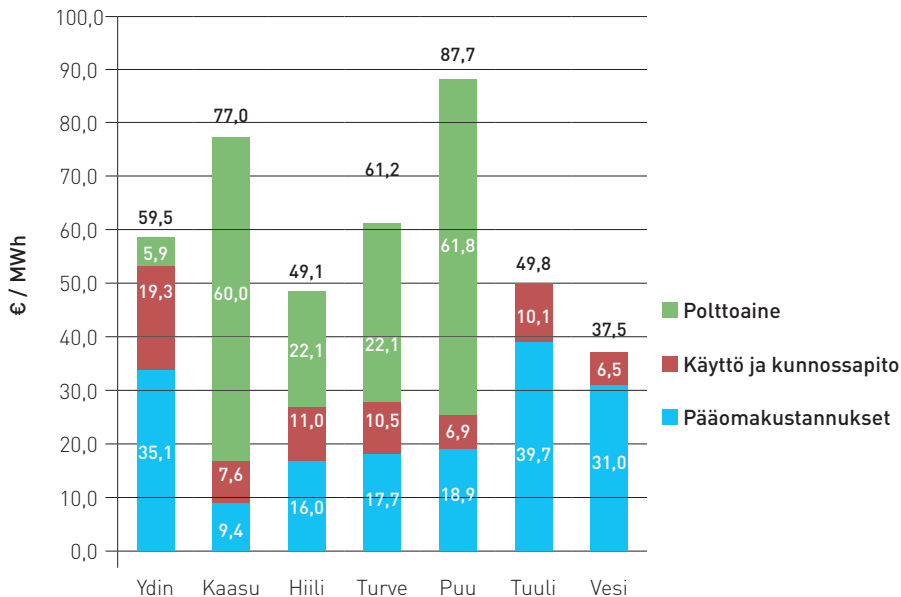
	YDIN	KAASU	HIILI	TURVE	PUU	TUULI	VESI
SÄHKÖTEHO (MW)	1600	400	500	150	150	3	100
VUOSIHYÖTYSUHDE (%)	37,00 %	58,00 %	42,00 %	40,00 %	33,00 %	-	85,00 %
INVESTOINTIKUSTANNUS (MILJ. €)	8500	425	900	300	320	4	218
OMINAISINVESTOINTIKUSTANNUS (€/kW)	5313	1063	1800	2000	2133	1400	2180
POLTTOAINEEN HINTA (€/MWh)	1,9	34,8	9,3	13,2	20,4	0	0
SÄHKÖNTUOTANNON POLTTOAINEKUSTANNUS (€/MWh sähkö)	5,1	60,0	22,14	33,0	61,82	0	0
KÄYTTÖ- JA KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET (€/MWh)	19	8	11	11	7	10	7
KÄYTTÖ- JA KUNNOSSAPIDON OSUUS KUSTANNUKSISTA	2,90 %	5,70 %	4,90 %	4,20 %	2,60 %	1,70 %	1,50 %
MUUTTUVIEN KÄYTTÖ- JA KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSIEN OSUUS (%)	50 %	65 %	70 %	50 %	40 %	40 %	50 %
TALOUDELLINEN ELINIKÄ (a)	60	25	25	25	25	25	70
REALIKORKO (%)	5,00 %	5,00 %	5,00 %	5,00 %	5,00 %	5,00 %	5,00 %
ANNUITEETTITEKIJÄ (%)	5,28 %	7,10 %	7,10 %	7,10 %	7,10 %	7,10 %	7,10 %
PÄÄSTÖOIKEUDEN HINTA (€/t CO2)	5	5	5	5	5	5	5
HUIPPUKÄYTTÖAIKA (h/a)	8000	8000	8000	8000	8000	2500	5000
KÄYTTÖKERROIN (%)	91,3 %	91,3 %	91,3 %	91,3 %	91,3 %	25,1 %	80,0 %
PÄÄMAKUSTANNUS (€/MWh)	35,1	9,4	16,0	17,7	18,9	39,7	31,0

5.9 Sähkön tuotantokustannukset ilman päästökauppaa

Tämän tutkimuksen laskelmissa (kuvio 20) kaikkein edullisimmat sähköntuotantokustannukset ovat vesivoimalla. Toiseksi edullisin sähköntuotantomuoto on yllättäen

hiilivoima, jonka kustannukset eivät ole olleet näin edulliset aiemmissä tutkimuksissa. Kolmanneksi edullisimmat sähköntuotantokustannukset on ydinvoimalla. Hieman yllättäen neljänneksi edullisin sähköntuotantomuoto tässä tutkimuksessa on tuulivoima. Turvevoiman sähkön tuotantokustannukset ovat vertailun kolmanneksi kalleimmat. Toiseksi kallein sähköntuotantomuoto on kaasuvoima. Kaikkein kallein sähköntuotantomuoto on puusähkö. Puusähkön kustannuksissa ei ole otettu huomioon puuhakkeelle myönnettyä tuotantotukea, joka on nykyisellä alhaisella päästöoikeuden hinnalla (<math><10 \text{ €/tCO}_2</math>) 13,3 €/MWh. Puusähkön hinnaksi muodostuu tuotantotuen myötävaikutuksella 74,4 €/MWh. Tämä hinta pätee ainoastaan puuhaketta käyttäville laitoksilla. Pien- CHP -laitokset saavat sähköntuotantoon syöttötäriä. Puusähkön korkea hinta johtuu osaksi myös sen tuottamisen huonosta hyötysuhteesta. Pääomakustannus muodostaa suurimman osan tuuli- ja vesivoiman kustannuksista. Puu- ja ydinvoiman pääomakustannukset ovat samaa tasoa. Hiili- ja turvevoiman pääomakustannukset ovat myös samaa luokkaa. Pienin pääomakustannus on kaasuvoimalla.

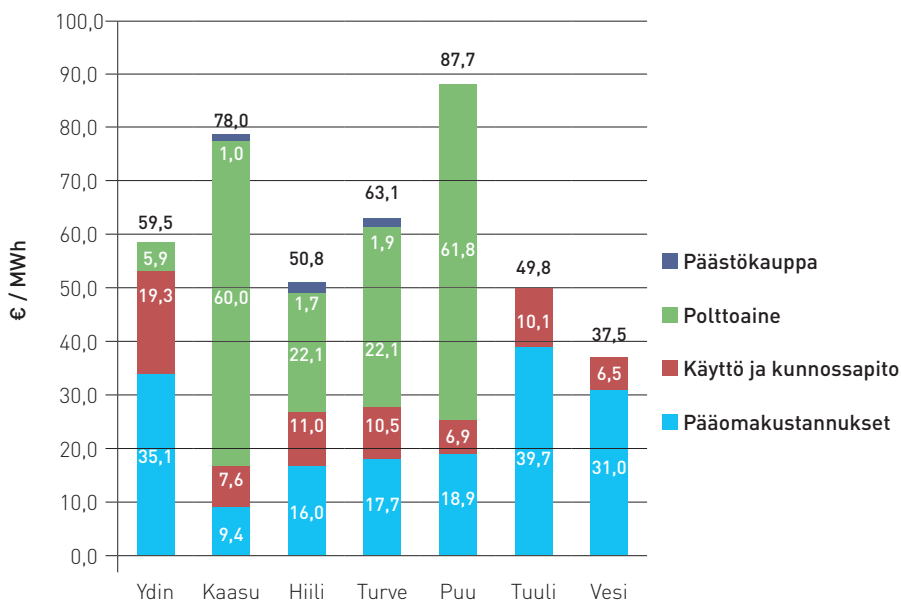
Kaasusähkön polttoainekustannus on vertailun kallein. Puusähkön polttoainekustannus on tässä tutkimuksessa myös kallis ja se erottuu kaasuvoiman lisäksi selkeästi muiden sähkön tuotantomuotojen polttoainekustannuksista. Hiili- ja turvevoiman polttoainekustannukset ovat tässä vertailussa suunnilleen samalla tasolla. Ydinvoiman polttoainekustannukset ovat edullisimmat. Tuuli- ja vesivoimalle ei polttoainekustannuksia aiheudu lainkaan.



Kuvio 20. Sähkön eri tuotantomuotojen tuotantokustannukset ilman päästökauppaa.

5.10 Sähkön tuotantokustannukset päästökaupassa

Kuviossa 21 on esitetty sähkön tuotantokustannukset eri sähköntuotantomuodoille, kun päästökaupan vaikutus on otettu huomioon kustannuksissa. Päästöoikeuden hintana on käytetty kuvion 21 laskelmissa 5 €/tCO₂, mihin päästöoikeuden hinta laski vuoden 2013 lopulla. Kaasuvoiman sähköntuotantokustannus päästökaupalla on fossiilisista polttoaineista pienin vaikutus. Päästökauppa aiheuttaa kaasuvoiman tuotantokustannuksiin nousua 1,0 €/MWh. Hiilivoiman sähköntuotantokustannuksiin päästökaupalla on toiseksi eniten vaikutusta fossiilisista polttoaineista. Päästökauppa aiheuttaa hiilivoiman tuotantokustannuksiin nousua 1,7 €/MWh. Turvevoiman sähköntuotantokustannuksiin päästökauppa vaikuttaa kaikkein eniten, koska sen poltosta aiheutuu eniten hiilidioksidipäästöjä fossiilisista polttoaineista. Päästökauppa aiheuttaa turvevoiman tuotantokustannuksiin nousua 1,9 €/MWh. Tämän tutkimuksen laskelmissa käytetty päästöoikeuden hinta on huomattavasti edullisempi aiempien tutkimuksien laskelmiin verrattuna. Kuvioista 21 voidaan hyvin havaita kuinka pieni vaikutus matalalla päästöoikeuden hinnalla on fossiilisten polttoaineiden tuotantokustannuksiin. Päästöoikeuden hinnan tulisi olla vähintään 10 €/tCO₂, jotta sillä olisi aidosti vaikutusta käytettävän polttoaineen valintaan energialaitoksilla.



Kuvio 21. Sähkön tuotantokustannusten jakautuminen tuotantomuotojen välillä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Päästökaupalla tavoitellaan hiilidioksidipäästöjen vähenemistä Euroopan unionin alueella fossiilisten polttoaineiden kilpailuasemaa heikentämällä, jolloin uusiutuvien polttoaineiden kilpailukyky paranisi. Ensimmäinen päästökauppauskausi 2005 – 2007 oli niin sanottu opettelukausi. Päästökaupalla saavutettiin kannustavia tuloksia toisella päästökauppauskaudella 2008 – 2012. Kolmannen päästökauppauskauden 2013 – 2020 alussa hiilidioksiditonin hinta romahti päästöoikeuksien ylitarjonnasta johtuen, minkä vuoksi odotukset kolmannen päästökauppauskauden kasvihuonekaasupäästöjen vähennysvaikutuksiin ovat vähäiset. Päästöoikeudella ei ole sen alhaisen hinnan vuoksi kolmannella päästökauppauskaudella juuri vaikutusta lämmön- ja sähköntuotannon kustannuksiin. Päästöoikeuden ja kivihiilen matala hinta sekä turpeen huono saatavuus edesauttavat kivihiilen ja puun tuontia Suomeen. Yhä useampi turvetta käyttävä laitos polttaa kivihiiiltä turpeen sijaan, mikäli se on teknisesti mahdollista. Venäjältä ja Baltian maista tuodaan puuta niille laitoksille, jotka eivät sovellu kivihiilen polttoon. Kolmannen päästökauppauskauden alussa korotettu turpeen vero sekä huono saatavuus että epävarma energiapuupolitiikka kannustavat laitoksia panostamaan jatkossa yhä enemmän ulkomaisen energian käyttöön.

Suomessa käytettiin haketta vuonna 2011 noin 17 000 000 i-m³, joten energiapuun käytön tulisi kasvaa huomattavasti suuremmaksi, jotta puulla voitaisiin korvata täysin muut polttoaineet energiantuotannossa (Ylitalo 2011). Kaikkien hankealueelta päästökaupassa mukana olevien kattiloiden energiantuotantomäärän korvaamiseksi puulla tarvittaisiin haketta noin 8,6 milj. i-m³. Puulla korvataan tuskin koskaan kaikkia muita polttoaineita, mutta puuperäisillä polttoaineilla on potentiaalia kasvaa todella merkittävään rooliin energiantuotantosektorilla. Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevien laajojen turvealueiden ansiosta maakunnan kaikkien päästökaupassa mukana olevien kattiloiden energiantuotanto olisi mahdollista korvata täysin turpeella. Turpeen käyttö kärsii veronkorotuksista, mutta matala päästöoikeuden hinta ylläpitää sen kilpailukykyä suhteessa muihin polttoaineisiin. Turvetta tuotetaan Suomessa runsaasti, mutta alan kannattavuus on riippuvainen turpeen noston sääolosuhteista ja uusien turvesoiden luvista. Metsäenergian käyttö hyötyy runsaspäästöisten polttoaineiden veronkorotuksista ja korkeasta päästöoikeuden hinnasta, mutta haketustuen loppuminen on heikentänyt puun asemaa energiamarkkinoilla. Pienpuun energiatukijärjestelmän voimaantulon viivästyminen on myös heikentänyt metsähakkeen käyttöä.

Keski-Pohjanmaan maakunta on huomattavasti Etelä-Pohjanmaan maakuntaa riippuvaisempi ulkomaankaupasta. Vaikka Etelä-Pohjanmaan viennin ja tuonnin osuus on kasvanut selkeästi, on Keski-Pohjanmaan maakunnan vienti ja tuonti huomattavasti suurempaa. Suomen maakunnista Keski-Pohjanmaalta Euroopan

unioniin suuntautuvan vientikaupan osuus on merkittävin. Se oli vuonna 2011 noin 77 % koko maakunnan tavarann viennistä. Keski-Pohjanmaan ulkomaankaupan suurempi osuus selittyy maantieteellisellä sijainnilla ja erilaisella elinkeinorakenteella. Kokkolan sataman ansiosta maakunnan yritysten on helpompaa käydä ulkomaankauppaa. Etelä- ja Keski-Pohjanmaan viennin ja tuonnin kustannukset tulevat nousemaan vuoden 2015 alusta, jolloin laivaliikenteessä käytettävän raskaan polttoöljyn rikkipitoisuus laskee tasolle 0,1 %. Vienti ja tuonti tulevat kärsimään jonkin verran kohoavista meriliikenteen kuljetuskustannuksista.

Meriliikenteen kustannuksiin vaikuttaa MARPOL -yleissopimuksen liitteen VI rikki-direktiivi. Laivayhtiöt ovat pakotettuja käyttämään kevytrikkistä polttoainetta Itämerellä vuodesta 2015 lähtien. Kevytrikkinen polttoaine on huomattavasti suuririkkistä polttoainetta kalliimpaa. Kohonneiden kuljetuskustannusten oletetaan siirtyvän suoraan tuotteiden hintaan. Suunnitteilla oleva meriliikenteen päästökauppa lisännee entisestään kohonneita kuljetuskustannuksia. Rikkidirektiivillä ja meriliikenteen päästökaupalla voi olla myönteinen vaikutus uusiutuvien energiamuotojen asemaan, koska tällä hetkellä halvan kivihiilen tuonti saattaisi merkittävästi vähentyä kohonneiden kuljetuskustannusten vuoksi.

Kivihiltä kuljetetaan pääasiassa meriteitse, joten sen tuonti lisääntynee Kokkolan sataman kautta vuoden 2014 loppuun asti, mikäli päästöoikeuden ja kivihiilen hinta pysyy matalana. Keski-Pohjanmaan alue hyötyy kivihiilen ja päästöoikeuden alhaisesta hinnasta. Turpeen käyttö kärsii veronkorotuksista, mutta matala päästöoikeuden hinta ylläpitää turpeen kilpailukyyn hyvänä suhteessa muihin polttoaineisiin. Turvetta tuotetaan runsaasti hankealueella ja erityisesti Etelä-Pohjanmaalla on laajat turvevarannot. Metsäenergian käyttö hyötyy runsaspäästöisten polttoaineiden veronkorotuksista ja mikäli päästöoikeuden hinta kohoaa Euroopan unionin päästöoikeuksien leikkauksen myötä.

Puupolttoaineilla tuotettavan sähkön kustannukset ovat hyvin korkeat johtuen osaksi siitä, että sähkön tuotannossa käytettävien polttoaineiden hinnat ovat verottomia ja sähköntuottamisen hyötysuhde puusta on huono. Tämän tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että puulla sähkön tuottaminen ei ole kovin kannattavaa nykyisellä päästöoikeuden hinnalla. Kustannukset ovat liian korkeat, vaikka puusta tuotetulle sähkölle maksetaankin tukea. Tehokkain ja halvin rakennettavissa oleva sähköntuotantomuoto pitkällä tähtäimellä on ydinvoima, vaikkakin sen kilpailukyky on heikentänyt kohonneet rakennuskustannukset. Tässä tutkimuksessa käytettiin ydinvoiman laskelmien arvoina arvioituja Olkiluodon kolmannen reaktorin rakennuskustannusarvioita. Laskelmien mukaan uusien ydinvoimaloiden rakennuskustannukset ovat nousseet niin suuriksi, ettei niissä tuotettu sähkö ole enää niin edullista, mitä se aiemmin rakennetuissa ydinvoimaloissa on. Lisäksi ydinvoimaloihin liittyy muita energiantuotantomuotoja suurempi riski mahdollisen ydinonnettomuuden

tapahtuessa. Ydinonnettomuudesta aiheutuvat kustannukset ovat niin valtavat, ettei niitä pystytä ennustamaan. Puupolttoaineita on kuitenkin kannattavaa käyttää lämmöntuotannossa, koska lämmön tuottamisessa käytettävien polttoaineiden hinnat sisältävät verot, jolloin puupolttoaineiden kilpailukyky on huomattavasti parempi korkeaveroisiin fossiilisiin polttoaineisiin nähden. Puun kilpailukykyä heikentävät korkeat hankintakustannukset, energiapolitiikan epä johdonmukaisuus ja päästöoikeuden alhainen hinta.

Päästöoikeuden hinnan romahtaminen toisen päästökauppakauden lopussa aiheutti päästöoikeuksien myyntipainetta johtuen markkinoilla vallitsevasta päästöoikeuksien ylitarjonnasta. Päästöoikeuden hinnan laskun takia kolmannen päästökauppakauden alussa puupolttoaineiden käyttö on vähentynyt ja muun muassa kivihiilen ja tuontipuun käyttö on lisääntynyt. Euroopan unionin komission keväällä 2013 tekemän päätöksen vuoksi päästöoikeuden hinta laski alle 4 €/tCO₂. Kesällä 2013 komissiossa toisella äänestyskerralla hyväksymä päästöoikeuksien siirto pois markkinoilta antoi toivoa päästökaupalle. Etelä-Pohjanmaan maakunta hyötynee tämänhetkisestä päästöoikeuden hinnasta laajojen turvealueiden ansiosta, mikäli tulevat turvetuotantovuodet ovat suotuisat. Etelä-Pohjanmaalla on laajat energiapuuvarannot ja turvetuotantoalueet, joiden ansiosta maakunta voisi tuottaa energiaa lähes omavaraisesti. Keski-Pohjanmaalla on runsaat energiapuuvarat, joilla se voisi korvata tuontipuuta, mikäli puupolttoaineita saataisiin hankittua ja varastoitua riittävästi. Energiapuun tulevaisuus merkittävänä polttoaineena energiantuotantosektorilla on paljon kiinni tulevasta pienpuun energiatukijärjestelmästä. Suomessa tullaan jatkossakin käyttämään runsaasti ulkomaista energiaa, mikäli päästöoikeuden hinta pysyy matalana ja tulevilla pienpuun energiatuella ei saada lisättyä metsänomistajien energiapuun myyntihalukkuutta.

Tämän hetkisen alhaisen päästöoikeuden hinnan on aiheuttanut päästöoikeuksien ylitarjonta ja heikko kysyntä, mikä osaksi johtuu Euroopan talouskriisistä. Päästökauppajärjestelmä toimisi tarkoitetulla tavalla, mikäli päästöoikeuksia olisi markkinoilla huomattavasti vähemmän ja kannustimet (Pienpuun korjuutuki) metsäenergian käyttöön olisivat paremmat. Selvää on, ettei päästökauppajärjestelmä toimi tällä hetkellä niin kuin sen pitäisi toimia, koska kivihiiltä poltetaan Suomessa enemmän kuin koskaan aiemmin 2000-luvulla. Euroopan unionin parlamentin hyväksymä päätös päästöoikeuksien kiristämisestä nostanee päästöoikeuksien hintaa ja samalla parantaa uusiutuvien polttoaineiden kilpailukykyä, mutta päästöoikeuden hintaa nostava vaikutus jäänee lyhytaikaiseksi. Mikäli kotimaisten polttoaineiden käyttöä halutaan lisätä nopeasti, tulisi fossiilisten polttoaineiden asemaa heikentää poliittisilla päätöksillä. Päästökaupalla on todellista vaikutusta käytettävän polttoaineen valintaan mahdollisesti vasta vuoden 2020 jälkeen, kun ilmaisten päästöoikeuksien jaon oletetaan loppuvan. Euroopan unionin komissio ehdotti tammikuussa 2014, että unionin tulisi vähentää kasvihuonekaasupäästöjään 40 %

vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Metsähake on Suomen ensisijainen keino lisätä uusiutuvien polttoaineiden osuutta energian loppukulutuksessa. Päästökaupan aiheuttama lisäkustannus kokonaiskustannuksiin olisi suurempi, mikäli päästöoikeuden hinta olisi korkeampi. Päästöoikeuden hinnan oletetaan nousevan tulevaisuudessa huomattavasti nykyistä korkeammalle tasolle, jolloin päästökau-palla olisi selvästi nykyistä enemmän vaikutusta käytettävän polttoaineen valintaan sekä kasvihuonekaasupäästöihin.

LÄHTEET

- Ajankohtaista lentoliikenteen päästökaupasta. 2013. [Verkkojulkaisu]. Trafi. [Viitattu 20.8.2013]. Saatavana: http://www.emvi.fi/files/Joonas%20Laukia_Trafi.pdf
- Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. [Verkkojulkaisu]. Espoo: VTT. [Viitattu 12.4.2013]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>
- Atria ja Vapo yhteistyöhön energiatoimituksissa. 2010. [Verkkodokumentti]. Jyväskylä: Vapo Oy. [Viitattu 15.1.2013]. Saatavana: http://www.vapo.fi/media/ajankohtaista/1740/atria_ja_vapo_yhteistyohon_energiatoimituksissa
- EEA. 2008. Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008. [Verkkodokumentti]. EEA. [Viitattu 17.9.2012]. Saatavana: <http://www.eea.europa.eu/publications/ghg-trends-and-projections-2012>
- Energialähteet. 2012. [Verkkodokumentti]. Helsinki: Energiateollisuus ry. [Viitattu 17.12.2012]. Saatavana: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet>
- Energian hinnat 2. vuosineljännes. 2013. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 25.3.2013]. Saatavana: http://www.stat.fi/til/ehi/2013/02/ehi_2013_02_2013-09-18_fi.pdf
- ETC. European Topic Centre on air and climate change. 2007. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.11.2009]. Saatavana: http://air-climate.eionet.europa.eu/docs/ETCACC_TechPaper_2007_2_CITL_analysis
- EU carbon emissions trading scheme in freefall. 2013. [Verkkodokumentti]. Chemical & engineering news. [Viitattu 19.8.2013]. Saatavana: <http://cen.acs.org/articles/91/i7/EU-Carbon-Emissions-Trading-Scheme.html>
- EU tuo päästökaupan merille. 2013. [Verkkojulkaisu]. Helsingin Sanomat. [Viitattu 31.7.2013]. Saatavana: <http://www.hs.fi/paivanlehti/#kotimaa/EU+tuo+p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6kaupan+merille/a1134819692251>
- EU:n päästökaupan 3. kausi – mikä muuttuu? 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Elinkeinoelämän keskusliitto. [Viitattu 7.1.2013]. Saatavana: http://www.ek.fi/ek/fi/energia_ym/toimittajaseminaariaineisto2012/Ruohomaki_EU_paastokauppa.pdf
-

- EU:n päästökaupan, energiaverotuksen ja energiatuotannon tukien yhteensovittaminen. 2004. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö. Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja 35/2004. [Viitattu 6.8.2012]. Saatavana: [http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/F5E0C0886CCF4749C2256F6A004AF890/\\$file/jul35eos_2004.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/F5E0C0886CCF4749C2256F6A004AF890/$file/jul35eos_2004.pdf)
- Euroopan unionin päästökauppa. 2012. [Verkkodokumentti]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 6.8.2012]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=81079>
- Flyktman, M. & Helynen, S. 2004. Hyötysuhteiden määrittäminen päästökaupan alkujakoa varten. [Verkkojulkaisu]. Espoo VTT. [Viitattu 16.8.2012]. Saatavana: [http://julkaisurekisteri.ktm.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/a8c79e11f75754f6c2256ba4002dbfa1/e1f0feb56dfd0f7c225716b003b526c/\\$FILE/hyotysuhteiden_maarittaminen_04.pdf](http://julkaisurekisteri.ktm.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/a8c79e11f75754f6c2256ba4002dbfa1/e1f0feb56dfd0f7c225716b003b526c/$FILE/hyotysuhteiden_maarittaminen_04.pdf)
- Flyktman, M. 2009. Turpeen kansantaloudelliset vaikutukset. VTT, esitelmä 26.6.2009. 18 s.
- Hallivuori, J. 2012. Energiamarkkinakatsaus joulukuu 2012. [Verkkodokumentti]. Turku energia. [Viitattu 8.1.2013]. Saatavana: <http://www.turkuenergia.fi/index.php?page=bb3267ec5104576520cbb67bb8ad2d3>
- Hirsso, J. 2010. [Verkkojulkaisu]. Marpol 73/78 –yleissopimuksen vuosien 2010 ja 2015 muutoksien vaikutus rahtikustannuksiin. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Logistiikka. Opinnäytetyö. [Viitattu 11.3.2013]. Saatavana: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16809/Hirsso_Jenni.pdf?sequence=1
- Hollo, E., Kuokkanen, T. & Utter, R. 2011. Ilmasto-oikeus. Helsinki: Talentum.
- Hydropower. 2010. [Verkkojulkaisu]. Iea Etsap. [Viitattu 20.11.2012]. Saatavana: <http://www.iea-etsap.org/web/e-techds/pdf/e07-hydropower-gs-gct.pdf>
- Ihalainen, T. & Niskanen, A. 2010. Kustannustekijöiden vaikutukset bioenergian tuotannon arvoketjuissa. [Verkkojulkaisu]. Vantaa: Metla. [Viitattu 16.8.2013]. Saatavana: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp166.pdf>
- Ilvesniemi, H. 2007. Biopolttoaineita puusta ja suosta. [Verkkojulkaisu]. Metla. [Viitattu 21.3.2013]. Saatavana: <http://www.metla.fi/tapahtumat/2007/metsabioenergia/esitykset/ilvesniemi-ppt.pdf>

Kansainväliset sopimukset. 2013. [Verkkodokumentti]. Trafi. [Viitattu 25.3.2013].
Saatavana: http://www.trafi.fi/merenkulku/saadokset/kansainvaliset_sopimukset

Kara, M. 2005. Päästökaupan vaikutus pohjoismaiseen sähkökauppaan. [Verkkojulkaisu]. Espoo: VTT. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2280.pdf>

Kara, M. 2006. Electricity and emission allowance markets from Finnish viewpoint. [Verkkojulkaisu]. Espoo: VTT. [Viitattu 16.8.2013]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2341.pdf>

Kaukolämmön hinta. 2013. [Verkkodokumentti]. Energiateollisuus Ry. [Viitattu 5.7.2013]. Saatavana: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys/kaukolammon-hinta>

Kaukolämmön hinnat tyypitaloissa eri paikkakunnilla. 2013. [Verkkodokumentti]. Energiateollisuus Ry. [Viitattu 16.8.2013]. Saatavana: <http://energia.fi/tilastot/kaukolammon-hinnat-tyypitaloissa-eri-paikkakunnilla>

Kaukolämmön tuotanto ja polttoaineet. 2013. [Verkkodokumentti]. Energiateollisuus Ry. [Viitattu 12.4.2013]. Saatavana: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/kaukolampo-ja-kaukojaahdytys/tuotanto-ja-polttoaineet>

Kolmannen päästökaupakauden 2013 - 2020 valmistelu etenee. 2009. [Verkkodokumentti]. Helsinki: Elinkeinoelämän keskusliitto. [Viitattu 20.11.2013]. Saatavana: http://www.ek.fi/ek/fi/ajankohtaista/uutiset/kolmannen_paastokaupakauden_20132020_valmistelu_etenee-2078

Komission ehdotus KOM(2008/17). Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös jäsenvaltioiden pyrkimyksistä vähentää kasvihuonekaasupäästöjään osana yhteisön kasvihuonekaasupäästöjen vähentämissitoumusten täyttämistä vuoteen 2020 mennessä. 2008. [Verkkojulkaisu]. EY komissio. [Viitattu 19.8.2013]. Saatavana: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0017:FIN:FI:PDF>

Kuusisto, E. & Käyhkö, J. 2004. Globaalimuutos: Suomen Akatemian Figareohjelma. Helsinki: Otava.

L 30.12.2010/1396. Laki uusiutuville energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta.

L 8.4.2011/311. Päästökauppalaki.

- Laimi, J. 2006. Päästökaupan vaikutukset sähkön hintaan. Vaasa: Vaasan yliopisto.
- Laurila, J., Tasanen, T. & Lauhanen, R. 2010. Metsäenergiapotentiaali ja energiapuun korjuun resurssitarpeet Etelä-Pohjanmaan metsäkeskusalueella. [Verkkolehtiartikkeli]. Metsätieteen aikakauskirja 4, 355-365. [Viitattu 19.8.2013]. Saatavana: <http://www.metsantutkimuslaitos.fi/aikakauskirja/full/ff10/ff104355.pdf>
- Leinonen, A. 2010. Turpeen tuotanto ja käyttö. [Verkkojulkaisu]. Espoo: VTT. [Viitattu 16.8.2013]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2550.pdf>
- Lentoliikenteen päästökauppa. 2012. [Verkkodokumentti]. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 2.7.2013]. Saatavana: <http://www.tem.fi/?s=1879>
- Linnainmaa, T., Mälkki, H. & Laurikka, H. (toim) 2005. Päästökauppaopas, Kaupankäynti EU:n päästöoikeuksilla. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin julkaisuja 6/2005.
- Mahdollisen turpeesta luopumisen vaikutuksia Suomen energian tuotannossa. 2012. [Verkkojulkaisu]. Energiateollisuus Ry, Metsäteollisuus Ry. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavana: http://energia.fi/sites/default/files/turpeesta_luopuminen_raportti_.pdf
- Nykänen, J. 2006. Päästökauppa ja ympäristöhyödykkeiden markkinat. Helsinki: Edita.
- Ohlström, M., Savolainen, I., Similä, L. & Syri, S. 2013. Teknologiapolut 2050. [Verkkojulkaisu]. Espoo: VTT. [Viitattu 15.8.2013]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2432.pdf>
- Ikiluoto 3 -ydinvoimalan rakennusprojekti. 2012. [Verkkodokumentti]. Wikipedia. [Viitattu 21.11.2012]. Saatavana: http://fi.wikipedia.org/wiki/Olkiluoto_3_-_ydinvoimalan_rakennusprojekti
- Parlamentin päätös kiristi backloading -ehtoja. 2013. [Verkkodokumentti]. Energiateollisuus Ry. [Viitattu 19.8.2013]. Saatavana: <http://energia.fi/ajankohtaista/lehdistotiedotteet/parlamentin-paatos-kiristi-backloading-ehtoja>
- Pienpuun energiaturkijärjestelmä edelleen komission käsittelyssä – energiapuun korjuuta tuetaan v.2014 loppuun asti kemeran korjuutuella. 2013 [Verkkodokumentti]. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. [Viitattu 9.8.2013]. Saatavana: http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/hankkeet_tyoryhmat/lainsaadantohankkeet_0/pienpuunenergiaturki.html

Päästökauppadirektiivi ja päästökauppalaki. 2013. [Verkkodokumentti]. Energiamarkkinavirasto. [Viitattu 19.8.2013]. Saatavana: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/ilmastonmuutos/paastokauppa/paastokauppadirektiivi-ja-laki>

Päästöoikeuksien leikkaaminen. 2013. [Verkkodokumentti]. Finunions. [Viitattu 22.5.2013]. Saatavana: http://www.finunions.org/www/fi/ajankohtaista/index.php?we_objectID=943

Päästöoikeuksien myöntämispäätös vuosille 2008 – 2012. 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 14.8.2012]. Saatavana: http://www.tem.fi/files/18534/LIITE_1.pdf

Päästöoikeustase 2012 toiminnanharjoittajat. 2012. [Verkkojulkaisu]. Energiamarkkinavirasto. [Viitattu 9.8.2013]. Saatavana: http://www.emvi.fi/files/paastooikeustase_toiminnanharjoittajat2012.pdf

Rakennuskustannusindeksi. 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 27.11.2012]. Saatavana: http://www.stat.fi/til/rki/2012/10/rki_2012_10_2012-11-12_fi.pdf

Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2010. 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 9.1.2013]. Saatavana: http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/suominir_2012.pdf

Syöttötariffi. 2012. [Verkkodokumentti]. Wikipedia. [Viitattu 20.11.2012]. Saatavana: http://fi.wikipedia.org/wiki/Sy%C3%B6tt%C3%B6tariffi#Sy.C3.B6tt.C3.B6tariffit_Suomessa

Syöttötariffin määräytyminen. 2013. [Verkkojulkaisu]. Energiamarkkinavirasto. [Viitattu 16.5.2013]. Saatavana: <http://www.emvi.fi/files/Sy%C3%B6tt%C3%B6tariffin%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ytyminen%202013-01-16%20FI.pdf>

Sähkön hintatilasto. 2013 [Verkkodokumentti]. Energiamarkkinavirasto. [Viitattu 16.8.2013]. Saatavana: <http://www.energiamarkkinavirasto.fi/alasivu.asp?gid=67&languageid=246>

Sähkön ja eräiden polttoaineiden verotaulukot 1.1.2013 alkaen. 2013. [Verkkojulkaisu]. Tulli. [Viitattu 19.8.2013]. Saatavana: http://www.tulli.fi/fi/yrityksille/verotus/valmisteverotettavat/energia/lisatietoa/sahko_etc_verotauluver.pdf

-
- Sähkön ja lämmön tuotanto 2011. 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 16.8.2013]. Saatavana: https://www.tilastokeskus.fi/til/salatuo/2011/salatuo_2011_2012-10-16_fi.pdf
- Sähkömarkkinaraportti. 2013. [Verkkodokumentti]. Vantaa: Vantaan Energia. [Viitattu 19.2.2013]. Saatavana: http://www.vantaanenergia.fi/fi/yritykset/sahkoiset_palvelut/Sivut/Sahkomarkkinaraportti.aspx
- Sähkövero. 2013. [Verkkodokumentti]. Wikipedia. [Viitattu 16.8.2013]. Saatavana: <http://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6vero>
- Tarjanne, R. & Kivistö, A. 2008. Sähkön tuotantokustannusvertailu. [Verkkojulkaisu]. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. [Viitattu 18.10.2012]. Saatavana: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/38219/isbn9789522145444.pdf>
- Tavaroiden ulkomaankauppa maakunnittain vuonna 2011. 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tullihallitus. [Viitattu 25.3.2013]. Saatavana: http://www.tulli.fi/fi/tiedotteet/ulkomaankauppatilastot/katsaukset/maakunnat/maakunnat11/liitteet/2012_M19.pdf
- TEM. 2008. Pitkän aikavälin energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 8.1.2013]. Saatavana: http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf
- Top World Oil Producers. 2012. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.8.2014]. Saatavana: <http://www.eia.gov/countries/index.cfm>
- Turve ja puu tukevat toisiaan energiakäytössä. 2013. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.8.2013]. Saatavana: <http://www.turveinfo.fi/kayttotavat/energiakaytto/turve-ja-puu-yhdessa>
- Turve Suomen energiantuotannossa. 2012. [Verkkodokumentti]. Wikipedia. [Viitattu 16.8.2012]. Saatavana: http://fi.wikipedia.org/wiki/Turve_Suomen_energiantuotannossa
- Turvevarat, turvemaiden käyttö ja turpeen energiakäyttö Suomessa. 2011. [Verkkolehtiartikkeli]. Geologi 63. [Viitattu 30.12.2013]. Saatavana: <http://www.geologinenseura.fi/geologi-lehti/3-2011/turve.pdf>
- Tuuri, J. 2007. Päästökaupan vaikutukset Kauhavan kaukolämpö Oy:n toimintaan vuosina 2005-2007. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
-

Uusiutuvan sähkön tuotantotuet. 2012. [Verkkodokumentti]. Energiateollisuus Ry. [Viitattu 30.11.2012]. Saatavana: <http://energia.fi/uusiutuvan-sahkon-tuotantotuet>

Uutiskirje päästökauppalaista. 2011. [Verkkodokumentti]. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 6.8.2012]. Saatavana: http://www.tem.fi/index.phtml?102488_m=102489&s=4368

Varustamoelinkeino. 2013. [Verkkodokumentti]. Meriliitto. [Viitattu 31.7.2013]. Saatavana: http://www.meriliitto.fi/?page_id=32

Vesivoimat Suomessa. 2012. [Verkkodokumentti]. Wikipedia. [Viitattu 26.11.2012]. Saatavana: http://fi.wikipedia.org/wiki/Vesivoimat_Suomessa

World Bank. 2007. State and trends of the carbon market 2007. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 17.9.2012]. Saatavana: <http://siteresources.worldbank.org/NEWS/MiscContent/21319781/StateCarbon.pdf>

Yksittäisen kohteen CO₂ -päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂ -päästökertoimet. 2004. [Verkkojulkaisu]. Motiva Oy. [Viitattu 8.8.2013]. Saatavana: http://www.motiva.fi/files/209/Laskentaohje_CO2_kohde_040622.pdf

Ylitalo, E. 2011. Puun energiakäyttö 2011. [Verkkodokumentti]. Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavana: <http://www.metla.fi/tiedotteet/metsatilastotiedotteet/2012/puupolttoaine2011.htm>

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUSARJA

A. TUTKIMUKSIA

1. Timo Toikko. Sosiaalityön amerikkalainen oppi. Yhdysvaltalaisen caseworkin kehitys ja sen yhteys suomalaiseen tapauskohtaiseen sosiaalityöhön. 2001.
 2. Jouni Björkman. Risk Assessment Methods in System Approach to Fire Safety. 2005.
 3. Minna Kivipelto. Sosiaalityön kriittinen arviointi. Sosiaalityön kriittisen arvioinnin perustelut, teoriat ja menetelmät. 2006.
 4. Jouni Niskanen. Community Governance. 2006.
 5. Elina Varamäki, Matleena Saarakkala & Erno Tornikoski. Kasvuyrittäjyyden olemus ja pk-yritysten kasvustrategiat Etelä-Pohjanmaalla. 2007.
 6. Kari Jokiranta. Konkretisoituva uhka. Ilkka-lehden huumekirjoitukset vuosina 1970–2002. 2008.
 7. Kaija Loppela. ”Ryhmässä oppiminen - tehokasta ja hauskaa”: Arviointitutkimus PBL-pedagogiikan käyttöönotosta fysioterapeuttikoulutuksessa Seinäjoen ammattikorkeakoulussa vuosina 2005-2008. 2009.
 8. Matti Ryhänen & Kimmo Nissinen (toim.). Kilpailukykyä maidontuotantoon: toimintaympäristön tarkastelu ja ennakointi. 2011.
 9. Elina Varamäki, Juha Tall, Kirsti Sorama, Aapo Länsiluoto, Anmari Viljamaa, Erkki K. Laitinen, Marko Järvenpää & Erkki Petäjä. Liiketoiminnan kehittyminen omistajanvaihdoksen jälkeen –Case-tutkimus omistajanvaihdoksen muutostekijöistä. 2012.
 10. Merja Finne, Kaija Nissinen, Sirpa Nygård, Anu Hopia, Hanna-Leena Hietaranta-Luoma, Harri Luomala, Hannu Karhu & Annu Peltoniemi. Eteläpohjalaisten elintavat ja terveystietoisuus : TERVAS – terveelliset valinnat ja räätälöidyt syömisen ja liikkumisen mallit 2009 – 2011.2012.
-

11. Elina Varamäki, Kirsti Sorama, Anmari Viljamaa, Tarja Heikkilä & Kari Salo. Eteläpohjalaisten sivutoimiyrittäjien kasvutavoitteet sekä kasvun mahdollisuudet. 2012.
12. Janne Jokelainen. Hirsiseinän tilkemateriaalien ominaisuudet. 2012.
13. Elina Varamäki & Seliina Päälyssaho (toim.) Tapio Varmola – suomalaisen ammattikorkeakoulun rakentaja ja kehittäjä. 2013.
14. Tuomas Hakonen. Bioenergiaterminaalin hankintaketjujen kantavuus eri kuljetusetäisyyksillä ja -volyymeilla. 2013.
15. Minna Zechner (toim.). Hyvinvointitieto: kokemuksellista, hallinnollista ja päätöksentekoa tukevaa? 2014.
16. Sanna Joensuu, Elina Varamäki, Anmari Viljamaa, Tarja Heikkilä & Marja Katajavirta. Yrittäjyysaikomukset, yrittäjyysaikomusten muutos ja näihin vaikuttavat tekijät koulutuksen aikana. 2014.

B. RAPORTEJA JA SELVITYKSIÄ

1. Seinäjoen ammattikorkeakoulusta soveltavan osaamisen korkeakoulu -tutkimus- ja kehitystoiminnan ohjelma. 1998.
 2. Elina Varamäki - Ritva Lintilä - Taru Hautala - Eija Taipalus. Pk-yritysten ja ammattikorkeakoulun yhteinen tulevaisuus: prosessin kuvaus, tuotokset ja toimintaehdotukset. 1998.
 3. Elina Varamäki - Tarja Heikkilä - Eija Taipalus. Ammattikorkeakoulusta työelämään: Seinäjoen ammattikorkeakoulusta 1996-1997 valmistuneiden sijoittuminen. 1999.
 4. Petri Kahila. Tietoteollisen koulutuksen tilanne- ja tarveselvitys Seinäjoen ammattikorkeakoulussa: väliraportti. 1999.
-

-
5. Elina Varamäki. Pk-yritysten tuleva elinkaari - säilyykö Etelä-Pohjanmaa yrittäjämaakuntana? 1999.
 6. Seinäjoen ammattikorkeakoulun laatujärjestelmän auditointi 1998–1999. Itsearviointiraportti ja keskeiset tulokset. 2000.
 7. Heikki Ylihärtilä. Puurakentaminen rakennusinsinöörien koulutuksessa. 2000.
 8. Juha Ruuska. Kulttuuri- ja sisältötuotannon koulutusselvitys. 2000.
 9. Seinäjoen ammattikorkeakoulusta soveltavan osaamisen korkeakoulu. Tutkimus- ja kehitystoiminnan ohjelma 2001. 2001.
 10. Minna Kivipelto (toim.). Sosionomin asiantuntijuus. Esimerkkejä kriminaalihuolto-, vankila- ja projektityöstä. 2001.
 11. Elina Varamäki - Tarja Heikkilä - Eija Taipalus. Ammattikorkeakoulusta työelämään. Seinäjoen ammattikorkeakoulusta 1998–2000 valmistuneiden sijoittuminen. 2002.
 12. Varmola T., Kitinoja H. & Peltola A. (ed.) Quality and new challenges of higher education. International Conference 25.-26. September, 2002. Seinäjoki Finland. Proceedings. 2002.
 13. Susanna Tauriainen & Arja Ala-Kaupilla. Kivennäisaineet kasvavien nautojen ruokinnassa. 2003.
 14. Päivi Laitinen & Sanna Välisaari. Staphylococcus aureus -bakteerian aiheuttaman utaretulehduksen ennaltaehkäisy ja hoito lypsykarja tiloilla. 2003.
 15. Riikka Ahmaniemi & Marjut Setälä. Seinäjoen ammattikorkeakoulu - Alueellinen kehittäjä, toimija ja näkijä. 2003.
 16. Hannu Saari & Mika Oijennus. Toiminnanohjaus kehityskohteena pk-yrityksessä. 2004.
 17. Leena Niemi. Sosiaalisen tarkastelua. 2004.
-

18. Marko Järvenpää (toim.) Muutoksen kärjessä. Kalevi Karjanlahti 60 vuotta. 2004.
 19. Suvi Torkki (toim.). Kohti käyttäjäkeskeistä muotoilua. Muotoilijakoulutuksen painotuksia SeAMK:ssa. 2005.
 20. Timo Toikko (toim.). Sosiaalialan kehittämistyön lähtökohta. 2005.
 21. Elina Varamäki & Tarja Heikkilä & Eija Taipalus. Ammattikorkeakoulusta työelämään. Seinäjoen ammattikorkeakoulusta v. 2001–2003 valmistuneiden sijoittuminen opiskelun jälkeen. 2005.
 22. Tuija Pitkäkoski, Sari Pajuniemi & Hanne Vuorenmaa (ed.). Food Choices and Healthy Eating. Focusing on Vegetables, Fruits and Berries. International Conference September 2nd – 3rd 2005. Kauhajoki, Finland. Proceedings. 2005.
 23. Katariina Perttula. Kokemuksellinen hyvinvointi Seinäjoen kolmella asuinalueella. Raportti pilottihankkeen tuloksista. 2005.
 24. Mervi Lehtola. Alueellinen hyvinvointitiedon malli – asiantuntijat puhujina. Hankkeen loppuraportti. 2005.
 25. Timo Suutari, Kari Salo & Sami Kurki. Seinäjoen teknologia- ja innovaatiokeskus Frami vuorovaikutusta ja innovatiivisuutta edistävänä ympäristönä. 2005.
 26. Päivö Laine. Pk-yritysten verkkosivustot – vuorovaikutteisuus ja kansainvälistyminen. 2006.
 27. Erno Tornikoski, Elina Varamäki, Marko Kohtamäki, Erkki Petäjä, Tarja Heikkilä, Kirsti Sorama. Asiantuntijapalveluyritysten yrittäjien näkemys kasvun mahdollisuuksista ja kasvun seurauksista Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla –Pro Advisor –hankkeen esiselvitystutkimus. 2006.
 28. Elina Varamäki (toim.) Omistajanvaihdosnäkömät ja yritysten jatkuvuuden edistäminen Etelä-Pohjanmaalla. 2007.
 29. Beck Thorsten, Bruun-Schmidt Henning, Kitinoja Helli, Sjöberg Lars, Svensson Owe and Vainoras Alfonsas. eHealth as a facilitator of transnational cooperation on health. A report from the Interreg III B project "eHealth for Regions". 2007.
-

-
30. Anmari Viljamaa, Elina Varamäki (toim.) Etelä-Pohjanmaan yrittäjyyskatsaus 2007. 2007.
 31. Elina Varamäki - Tarja Heikkilä - Eija Taipalus - Marja Lautamaja. Ammattikorkeakoulusta työelämään. Seinäjoen ammattikorkeakoulusta v.2004–2005 valmistuneiden sijoittuminen opiskelujen jälkeen. 2007.
 32. Sulevi Riukulehto. Tietoa, tasoa, tekoja. Seinäjoen ammattikorkeakoulun ensimmäiset vuosikymmenet. 2007.
 33. Risto Lauhanen & Jussi Laurila Bioenergian hankintalogistiikka. Tapaustutkimuksia Etelä-Pohjanmaalta. 2007.
 34. Jouni Niskanen (toim.). Virtuaalioppimisen ja -opettamisen Benchmarking Seinäjoen ammattikorkeakoulun, Seinäjoen yliopistokeskuksen sekä Kokkolan yliopistokeskuksen ja Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakouluun Averkon välillä keväällä 2007. Loppuraportti. 2007.
 35. Heli Simon & Taina Vuorela. Ammatillisuus ammattikorkeakoulujen kielten- ja viestinnänopetuksessa. Oulun seudun ammattikorkeakoulun ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun kielten- ja viestinnänopetuksen arviointi- ja kehittämishanke 2005–2006. 2008.
 36. Margit Närvä - Matti Ryhänen - Esa Veikkola - Tarmo Vuorenmaa. Esiselvitys maidontuotannon kehittämiskohteista. Loppuraportti. 2008.
 37. Anu Aalto, Ritva Kuoppamäki & Leena Niemi. Sosiaali- ja terveysalan yrittäjyyspedagogisia ratkaisuja. Seinäjoen ammattikorkeakoulun Sosiaali- ja terveysalan yksikön kehittämishanke. 2008.
 38. Anmari Viljamaa, Marko Rossinen, Elina Varamäki, Juha Alarinta, Pertti Kinnunen & Juha Tall. Etelä-Pohjanmaan yrittäjyyskatsaus 2008. 2008.
 39. Risto Lauhanen. Metsä kasvaa myös Länsi-Suomessa. Taustaselvitys hakkuumahdollisuuksista, työmääristä ja resurssitarpeista. 2009.
 40. Päivi Niiranen & Sirpa Tuomela-Jaskari. Haasteena ikäihmisten päihdeongelma? Selvitys ikäihmisten päihdeongelman esiintyvyydestä pohjalaismaakunnissa. 2009.
-

41. Jouni Niskanen. Virtuaaliopetuksen ajokorttikonsepti. Portfoliotyyppinen henkilöstökoulutuskokonaisuus. 2009.
 42. Minttu Kuronen-Ojala, Pirjo Knif, Anne Saarijärvi, Mervi Lehtola & Harri Jokiranta. Pohjalaismaakuntien hyvinvointibarometri 2009. Selvitys pohjalaismaakuntien hyvinvoinnin ja hyvinvointipalveluiden tilasta sekä niiden muutossuunnista. 2009.
 43. Vesa Harmaakorpi, Päivi Myllykangas ja Pentti Rauhala. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatio toiminnan arviointiraportti. 2010.
 44. Elina Varamäki (toim.) Pertti Kinnunen, Marko Kohtamäki, Mervi Lehtola, Sami Rintala, Marko Rossinen, Juha Tall ja Anmari Viljamaa. Etelä-Pohjanmaan yrittäjyyskatsaus 2010. 2010.
 45. Elina Varamäki, Marja Lautamaja & Juha Tall. Etelä-Pohjanmaan omistajanvaihdosbarometri 2010. 2010.
 46. Tiina Sauvula-Seppälä, Essi Ulander ja Tapani Tasanen (toim.). Kehittyvä metsäenergia. Tutkimusseminaari Seinäjoen Framissa 18.11.2009. 2010.
 47. Autio Veli, Björkman Jouni, Grönberg Peter, Heinisuo Markku & Ylihärtilä Heikki. Rakennusten palokuormien inventaariotutkimus. 2011.
 48. Erkki K. Laitinen, Elina Varamäki, Juha Tall, Tarja Heikkilä & Kirsti Sorama. Omistajanvaihdokset Etelä-Pohjanmaalla 2006-2010 - ostajayritysten ja ostokohteiden profiilit ja taloudellinen tilanne. 2011.
 49. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä & Marja Lautamaja. Nuorten, aikuisten sekä ylemmän tutkinnon suorittaneiden sijoittuminen työelämään - seuranta tutkimus Seinäjoen ammattikorkeakoulusta v. 2006-2008 valmistuneille. 2011.
 50. Vesa Harmaakorpi, Päivi Myllykangas and Pentti Rauhala. Evaluation Report for Research, Development and Innovation Activities. 2011.
 51. Ari Haasio & Kari Salo (toim.). AMK 2.0 : Puheenvuoroja sosiaalisesta mediasta ammattikorkeakouluissa. 2011.
-

-
52. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä, Juha Tall & Erno Tornikoski. Eteläpohjalaiset yrittäjät liiketoimintojen ostajina, myyjinä ja kehittäjinä. 2011.
 53. Jussi Laurila & Risto Lauhanen. Pienen kokoluokan CHP -teknologiasta lisää voimaa Etelä-Pohjanmaan metsäkeskusalueelle. 2011.
 54. Tarja Keski-Mattinen, Jouni Niskanen & Ari Sivula. Ammattikorkeakouluopintojen ohjaus etätyömenetelmillä. 2011.
 55. Tuomas Hakonen & Jussi Laurila. Metsähakkeen kosteuden vaikutus polton ja kaukokuljetuksen kannattavuuteen. 2011.
 56. Heikki Holma, Elina Varamäki, Marja Lautamaja, Hannu Tuuri & Terhi Anttila. Yhteistyösuhteet ja tulevaisuuden näkymät eteläpohjalaisissa puualan yrityksissä. 2011.
 57. Elina Varamäki, Kirsti Sorama, Kari Salo & Tarja Heikkilä. Sivutoimiyrittäjyyden rooli ammattikorkeakoulusta valmistuneiden keskuudessa. 2011.
 58. Kimmo Nissinen (toim.) Maitotilan prosessien kehittäminen : Lypsy-, ruokinta- ja lannankäsittely- sekä kuivitusprosessien toteuttaminen ; Maitohygienian turvaaminen maitotiloilla ; Teknologisia ratkaisuja, rakennuttaminen ja tuotannon ylösajo. 2012.
 59. Matti Ryhänen & Erkki Laitila (toim.). Yhteistyö ja resurssit maitotiloilla : Verkostomaisen yrittämisen lähtökohtia ja edellytyksiä. 2012.
 60. Jarkko Pakkanen, Kati Katajisto & Ulla El-Bash. Verkostoitunut älykkäiden koneiden kehitysympäristö : VÄLKKY-projektin raportti. 2012.
 61. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä, Juha Tall, Aapo Länsiluoto & Anmari Viljamaa. Ostajien näkemykset omistajanvaihdoksen toteuttamisesta ja onnistumisesta. 2012.
 62. Minna Laitila, Leena Elenius, Hilikka Majasaari, Marjut Nummela, Annu Peltoniemi (toim.). Päihdetyön oppimista ja osaamista ammattikorkeakoulussa. 2012.
-

63. Ari Haasio (toim.). Verkko haltuun! - Nätet i besittning! : Näkökulmia verkostoituvaan kirjastoon. 2012.
 64. Anmari Viljamaa, Sanna Joensuu, Beata Taijala, Seija Rått, Tero Turunen, Kaija-Liisa Kivimäki & Päivi Borisov. Elävästä elämästä: Kumppaniyrityspedagogiikka oppimisympäristönä 2012.
 65. Kirsti Sorama. Klusteriennakointimalli osaamistarpeiden ennakointiin: Ammatillisen korkea-asteen koulutuksen opetussisältöjen kehittäminen. 2012.
 66. Anna Saarela, Ari Sivula, Tiina Ahtola & Antti Pasila. Mobiilisovellus bioenergiaalan oppimisympäristöksi: Bioenergia-asiantuntijuuden kehittäminen työelämälähtöisesti -hanke. 2013
 67. Ismo Makkonen. Korjuri vs. koneketju energiapuunkorjuussa. 2013.
 68. Ari Sivula, Risto Lauhanen, Anna Saarela, Tiina Ahtola & Antti Pasila Bioenergia-asiantuntijuutta kehittämässä Etelä-Pohjanmaalla. 2013.
 69. Juha Tall, Kirsti Sorama, Piia Tulisalo, Erkki Petäjä & Ari Virkamäki. Yrittäjyys 2.0. – menestyksen avaimia. 2013.
 70. Anu Aalto & Salla Kettunen. Hoivayrittäjyys ikääntyvien palveluissa - nyt ja tulevaisuudessa. 2013
 71. Varpu Hulsi, Tuomas Hakonen, Risto Lauhanen & Jussi Laurila. Metsänomistajien energiapuun myyntihalukkuus Etelä- ja Keski-Pohjanmaan metsäkeskusalueella. 2013
 72. Anna Saarela. Nuoren metsän hoitokohteen ympäristönhoito ja työturvallisuus: Suomen metsäkeskuksen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön alueella toimivien energiapuuyrittäjien haastattelu. 2014
 74. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä, Juha Tall, Anmari Viljamaa & Aapo Länsiluoto. Omistajanvaihdoksen toteutus ja onnistuminen ostajan ja jatkajan näkökulmasta. 2013
 75. Minttu Kuronen-Ojala, Mervi Lehtola & Arto Rautajoki. Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan hyvinvointibarometri 2012: ajankohtainen arvio pohjalaismaakuntien väestön hyvinvoinnin ja palvelujen tilasta sekä niiden muutossuunnista. 2014
-

-
76. Elina Varamäki, Juha Tall, Anmari Viljanmaa, Kirsti Sorama, Aapo Länsiluoto, Erkki Petäjä & Erkki K. Laitinen Omistajanvaihdos osana liiketoiminnan kehittämistä ja kasvua - tulokset, johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset. 2013.
 77. Kirsti Sorama, Terhi Anttila, Salla Kettunen & Heikki Holma. Maatilojen puurakentamisen tulevaisuus : Elintarvikeklusterin ennakointi. 2013
 78. Hannu Tuuri, Heikki Holma, Yrjö Ylkänen, Elina Varamäki & Martti Kangasniemi. Kuluttajien ostopäätöksiin vaikuttavat tekijät ja oheispalveluiden tarpeet huonekaluhankinnoissa : Eväitä kotimaisen huonekaluteollisuuden markkina-aseman parantamiseksi. 2013
 82. Sarita Ventelä, Heikki Koskimies & Juhani Kesti. Lannan vastaanottohalukkuus kasvinviljelytiloilla Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla. 2014
 80. Tarja Heikkilä, Marja Katajavirta & Elina Varamäki. Nuorten ja aikuisten tutkinnon suorittaneiden sijoittuminen työelämään – seurantatutkimus Seinäjoen ammattikorkeakoulusta v. 2009–2012 valmistuneille. 2014.
 84. Janne Jokelainen. Log construction training in the Nordic and the Baltic Countries. PROLOG Final Report. 2014.

C. OPPIMATERIAALEJA

1. Ville-Pekka Mäkeläinen. Basics of business to business marketing. 1999.
 2. Lea Knuuttila. Mihin työohjausta tarvitaan? Oppimateriaalia sosiaalialan opiskelijoiden työnohjauskurssille. 2001.
 3. Mirva Kuni & Petteri Männistö & Markus Välimaa. Leikkauspelot ja niiden hoitaminen. 2002.
 4. Kempas Ilpo & Bartens Angela. Johdatus portugalilaisen kielen ääntämiseen: Portugali ja Brasilia. 2011.
-

5. Ilpo Kempas. Ranskan kielen prepositio-opas : Tavallisimmat tapaukset, joissa adjektiivi tai verbi edellyttää tietyn preposition käyttöä tai esiintyy ilman prepositiota. 2011.

D. OPINNÄYTETÖITÄ

1. Hanna Halmesmäki – Merja Halmesmäki. Työvoiman osaamistarvekartoitus Etelä-Pohjanmaan metalli- ja puualan yrityksissä. 1999.
 2. Tiina Kankaanpää – Maija Luoma-aho – Heli Sinisalo. Kymmenen metrin kävelytestin suoritusohjeet CD-rom levyllä: aivoverenkiertohäiriöön sairastuneen kävelyn mittaaminen. 2000.
 3. Laura Elo. Arvojen rooli yritysmaailmassa. 2001.
 4. Nina Anttila. Päälle käyvää – vaatemallisto ikääntyvälle naiselle. 2002.
 5. Jaana Jeminen. Matkalla muotoiluyrittäjyyteen. 2002.
 6. Päivi Akkanen. Lypsääkö meillä tulevaisuudessa robotti? 2002.
 7. Johanna Kivioja. E-learningin alkutaival ja tulevaisuus Suomessa. 2002.
 8. Heli Kuntola – Hannele Raukola. Naisen kokemuksia minäkuvan muuttumisesta rinnanpoistoleikkauksen jälkeen. 2003.
 9. Jenni Pietarila. Meno-paluu –lauluillan tuottaminen. Produktion tuottajan käsikirja. 2003.
 10. Johanna Hautamäki. Asiantuntijapalvelun tuotteistaminen case: ´Avaimet markkinointiin, kehittyvän yrityksen asiakasohjelma -pilottiprojekti´. 2003.
 11. Sanna-Mari Petäjistö. Teollinen tuotemuotoiluprosessi – Sohvapöydän ja sen oheistuotteiden suunnittelu. 2004.
-

12. Susanna Patrikainen. Nuorekkaita asukokonaisuuksia Mode LaRose Oy:lle. Vaatemallien suunnittelu teolliseen mallistoon. 2004.
 13. Tanja Rajala. Suonikohjuleikkaukseen tulevan potilaan ja hänen perheensä ohjaus päiväkirurgisessa yksikössä. 2004.
 14. Marjo Lapiolahti. Maksuvalmiuslaskelmien toteutuminen sukupolvenvaihdostiloilla. 2004.
 15. Marjo Taittonen. Tutkimusmatka syrjäytymisen maailmaan. 2004.
 16. Minna Hakala. Maidon koostumus ja laatutekijät. 2004.
 17. Anne Uusitalo. Tuomarniemen ympäristöohjelma. 2004.
 18. Maarit Hoffrén. Vaihtelua kasviksilla. Kasvisruokalistan kehittäminen opiskelijaravintola Risetiin. 2004.
 19. Sami Karppinen. Tuomarniemen hengessä. Arkeista antologiaksi. 2005.
 20. Elina Syrjänen – Anne-Mari Uschanoff. Messut – ideasta toimintaan. Messutoteutus osana yrityksen markkinointiviestintää. 2005.
 21. Ari Sivula. Metahakemiston ja LDAP-hakemiston asennus, konfigurointi ja ohjelmointi Seinäjoen koulutuskuntayhtymälle. 2006.
 22. Johanna Väliniemi. Suorat kaaret – kattaustekstiilien suunnittelu yhteistyössä tekstiiliteollisuuden kanssa. 2006.
-

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Seinäjoen korkeakoulukirjasto
Kalevankatu 35, PL 97, 60101 Seinäjoki
puh. 020 124 5040 fax 020 124 5041
seamk.kirjasto@seamk.fi

ISBN 978-952-5863-77-2 (verkkojulkaisu)
ISSN ISSN 1797-5573 (verkkojulkaisu)