

Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset

Kirjoittajat: Göran Koreneff, Antti Lehtilä, Markus Hurskainen, Esa Pursiheimo, Eemeli Tsupari, Tiina Koljonen, Janne Kärki

Luottamuksellisuus: julkinen

Raportin nimi	
Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot	Asiakkaan viite
Valtiovarainministeriö Leo Parkkonen PL 28 00023 Valtioneuvosto	VM/2459/02.07.01/2015
Projektin nimi	Projektin numero/lyhytnimi
Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset	VTT-V-109005-15/ CHP veroselvitys
Raportin laatija(t)	Sivujen/liitesivujen lukumäärä
Göran Koreneff, Antti Lehtilä, Markus Hurskainen, Esa Pursiheimo, Eemeli Tsupari, Tiina Koljonen, Janne Kärki	64/-
Avainsanat	Raportin numero
CHP-veroleikkuri, hiilidioksidivero, yhdistetty sähkön- ja lämmön tuotanto	VTT-R-01173-16
Tiivistelmä	
<p>Sähkön ja lämmön yhteistuotanto eli CHP on keskeisessä asemassa Suomen energiahuollossa. Fossiilisista lämmityspolttoaineista, eli kevyestä ja raskaasta polttoöljystä, maakaasusta ja kivihielestä kannetaan energiasisältöön (eli lämpöarvoon) perustuvaa energiasisältöveroa ja syntyvään hiilidioksidipäästöön perustuvaa hiilidioksidiveroa. Nykyisessä verojärjestelmässä CHP-tuotannon lämmityspolttoaineiden hiilidioksidivero on puolitettu päällekkäisen ohjauksen pienentämiseksi päästökauppasektorilla ja toisaalta CHP:n kilpailukyvyä parantamiseksi. Tätä on kutsuttu ns. CHP-veroleikkuriksi. Hallitusohjelman veropoliittisessa liitteessä on esitetty, että sähkön ja lämmön yhteistuotantoa halutaan ohjata vähäpäästöisemmäksi poistamalla portaittain hiilidioksidiveron alennus. Tässä selvityksessä on arvioitu CHP-veroleikkurin poiston vaikutuksia Suomen energiatalouteen ja valtiontalouteen sekä kasvihuonekaasupäästöihin ja energiaomavaraisuuteen.</p> <p>Yleisesti ottaen suunnitellun verotusmuutoksen vaikutukset sähkön ja lämmön hankintarakenteeseen ovat energijärjestelmämallin tulosten mukaan suhteellisen pieniä verrattuna jo nykyverotuksella tapahtuviin merkittäviin muutoksiin. Verotuksen lisäksi hankintarakenteeseen vaikuttavat päästöoikeuden hinta sekä erityisesti käytetyn polttoaineen veroton hinta ja sähkön hinta.</p> <p>Selvityksen mukaan CHP-veroleikkurin poistolla olisi seuraavia vaikutuksia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CHP-laitoksille jäisi veromuutoksen jälkeenkin noin 20 % verohyöty samaa polttoainetta käyttäviin lämmön erillistuotantolaitoksiin verrattuna (polttoaineiden verotekninen laskenta). • Suurin veronousu kohdistuisi kivihieen yhteistuotantolämmölle, mutta maakaasun yhteistuotantolämpö pysyisi edelleenkin tätä kalliimpana. Yhteistuotannon kilpailukyvyä heikentymisen vaikutuksesta kaukolämmön yhteistuotanto siten pienenesi veromuutoksen seurauksena selvästi. • Veromuutos vaikuttaisi pääasiassa maakaasun käyttöön, mutta ei kivihieen käyttöön. Arvion mukaan maakaasun yhteistuotantolämmön kallistuessa se korvautuisi veroleikkurin poiston jälkeen entistä useammin esimerkiksi kivihieen erillislämmön tuotannolla. • Kaukolämpö kallistuisi selvästi Etelä-Suomen suurissa kaupungeissa ja sen kilpailuasema muihin lämmitysmuotoihin verrattuna heikkenisi ja käyttö arvion mukaan vähenisi. • Metsähake ja turve ovat jo nyt muuttuvilta kustannuksiltaan kilpailukykyisiä kivihieen tai maakaasun verrattuna, joten veromuutos ei lisäisi hakkeen tai turpeen käyttöä monipolttoainelaitoksilla. Kaikilla laitoksilla ei kuitenkaan ole mahdollisuutta hyödyntää 	

haketta tai turvetta teknisistä syistä.

- Veromuutoksella ei olisi juurikaan vaikutusta energiaomavaraisuuteen, sillä arvion mukaan fossiilisen tuontipolttoaineen vähenemisen vastapainona sähkön tuonti lisääntyisi. Suuriin rannikkokaupunkeihin biomassaa voitaisiin tuoda myös ulkomailta, jolloin kivihiiltä kalliimpi tuontibiomassa vaikuttaisi negatiivisesti kauppataseeseen.
- CHP-veroleikkurin poiston ollessa täysimääräinen arvioitu verokertymän kasvu olisi noin 70 M€, josta yli 60 % kannettaisiin pääkaupunkiseudulta ja yli 90 % Etelä-Suomen suurista kaupungeista.
- Lyhyellä aikavälillä CHP-veroleikkurin poistolla ei todennäköisesti ole ohjausvaikutusta vähäpäästöisempään yhteistuotantoon, vaan Suomen CO₂-päästöt saattaisivat jopa kasvaa, mikäli siirrytään yhteistuotannosta lämmön erillistuotantoon fossiilisilla polttoaineilla.
- Yleisemmin, päästökauppasektorilla kohdistettu paikallinen erityistoimi ei välttämättä vähennä päästöjä EU-tasolla, koska EU:n päästökatto ei muutu ja vapautuvat päästöoikeudet tulevat kaupattavaksi muille toimijoille.

Luottamuksellisuus	julkinen	
Espoo 15.3.2016 Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä
Göran Koreneff, projektipäällikkö	Tiina Koljonen, tutkimustiimin päällikkö	Tuula Mäkinen, tutkimusalueen päällikkö
VTT:n yhteystiedot		
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Valtiovarainministeriö (Leo Parkkonen); VTT (Kirjaamo)		
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>		

Alkusanat

Valtiovarainministeriö yhdessä työ- ja elinkeinoministeriön kanssa tilasi loppuvuonna 2015 tämän selvityksen CHP-veroleikkurin poiston vaikutuksista. Toimeksiannossa arvioidaan CHP-veroleikkurin poiston vaikutuksia Suomen energiatalouteen ja valtiontalouteen sekä kasvihuonekaasupäästöihin ja energiaomavaraisuuteen. Arviointi toteutettiin useaa lähestymistapaa hyödyntäen.

Veromuutoksen vaikutusta voimalaitosten ja lämpökattiloiden keskinäiseen kilpailukykyyn arvioitiin muuttuviin tuotantokustannuksiin pohjautuvan yleistarkastelun avulla. Tarkastelua lavennettiin esimerkkikaupunkiin, jonka tuotantomuutosta veromuutoksen johdosta arvioitiin mallintamalla ja optimoimalla tuotantolaitokset ja niiden käyttö. Veromuutoksen vaikutusta Suomen koko energiajärjestelmään, mukaan lukien energiahyödykkeiden kauppa ja Suomen kasvihuonekaasupäästöt, tarkasteltiin TIMES-VTT-energiajärjestelmämallin avulla. Verokertymävaikutusta arvioitiin Tullin verotilastojen, Tilastokeskuksen energiatilastojen ja TIMES-VTT-mallin tulosten avulla.

Selvityksen ohjaajana on toiminut ryhmä, jonka puheenjohtajana toimi Leo Parkkonen valtiovarainministeriöstä. Muita ryhmän jäseniä olivat Veli Auvinen, Merja Sandell, Krista Sinisalo ja Jenni Oksanen valtiovarainministeriöstä ja Petteri Kuuva, Pentti Puhakka ja Bettina Lemström työ- ja elinkeinoministeriöstä. VTT Oy:ssä projektipäällikkönä toimi Göran Koreneff. Selvitystyöhön osallistuivat VTT:stä myös Antti Lehtilä, Markus Hurskainen, Esa Pursiheimo, Eemeli Tsupari ja Janne Kärki. Työtä ohjasivat Tiina Koljonen ja Tuula Mäkinen.

Kiitämme kaikkia selvitykseen osallistuneita yhteistyöstä.

Espoo 15.3.2016

Tekijät

Sisällysluettelo

Alkusanat	3
Sisällysluettelo	4
1. Johdanto.....	5
1.1 Selvityksen tavoite	5
1.1.1 Aiempi tutkimus	6
1.1.2 Rajaukset.....	6
1.2 Voimalaitossanasto.....	6
1.3 Menetelmät.....	7
1.3.1 Energiajärjestelmämalli TIMES-VTT	8
1.3.2 VTT:n markkinahintamalli VTT-EMM.....	9
1.4 Lämmityspolttoaineiden verotus.....	9
1.5 Metsähakkeen tuotantotuki	11
2. Ajojärjestystarkastelut.....	12
2.1 Kuvaus	12
2.2 Tyyppilaitosten keskinäinen kilpailukyky	13
2.3 Case-tarkastelukohteet.....	19
2.3.1 Monipolttoainelaitos	20
2.3.2 Pellettien seospoltto kivihiihen pölypoltto-CHP-laitoksissa	23
2.3.3 Maakaasu- ja kivihiihi-CHP:n kilpailukyky erillistuotantoon nähden	25
2.4 Esimerkkikaupungin kaukolämmön tuotannon simulointi	28
2.4.1 Optimointimalli ja parametrit.....	28
2.4.2 Tulokset ja johtopäätökset	31
2.4.3 Esimerkkikaupungin simulointi hiukan erilaisella laitoskokoopanolla	38
2.5 Kaukolämmön kilpailukyky suhteessa lämpöpumppuratkaisuihin.....	40
3. Kokonaisvaltainen energiajärjestelmätarkastelu.....	42
3.1 Vaikutukset sähkön ja kaukolämmön tuotantoon ja teollisuuden energiajärjestelmiin.....	42
3.2 Vaikutukset Suomen energiaomavaraisuuteen	46
3.2.1 Sähkön markkinahinnan tarkastelu	48
3.3 Vaikutukset Suomen kasviuonekaasupäästöihin.....	49
3.4 Verotusmuutoksen vaikutukset Suomen energiaverokertymään	51
3.4.1 Energiajärjestelmämallin mukainen arvio verokertymämuutoksesta vuosina 2020 ja 2030	51
3.4.2 Nykyisen tuotantorakenteen mukainen verokertymämuutos	52
3.4.3 Lähivuosien muutostekijät verokertymään.....	55
3.4.4 Yhteenveto verokertymämuutoksista	56
4. Yhteenveto ja johtopäätökset.....	57
Lähdeviitteet.....	63

1. Johdanto

Nykyiseen lämmön ja sähkön tuotantokapasiteettiin kohdistuu enenevässä määrin suuria toimintaympäristön muutoksia, muun muassa EU:n tavoite parantaa energiatehokkuutta, vähentää kasvihuonepäästöjä ja lisätä uusiutuvan energian käyttöä vuoteen 2020 mennessä sekä tavoite vähentää polttolaitosten rikki-, typpi- ja pienhiukkaspäästöjä (IED¹). Voimalaitoskapasiteetin muutokseen vaikuttavat myös pohjoismaisten hallitusten sekä kaupunkien päätökset. Esimerkkeinä mainittakoon Ruotsin ydinvoimaveron korotus ja Helsingin päätös luopua ennenaikaisesti Hanasaaren kivihiiltä käyttävästä yhteistuotantolaitoksesta (Helen 2015). Merkittävä määrä fossiilisia polttoaineita käyttävää voimalaitoskapasiteettia, varsinkin lauhdevoimalaitoksia, on jo poistunut ja poistuu lähivuosina samalla, kun uusiutuviin energialähteisiin pohjautuva tuotantokapasiteetti kasvaa.

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP, combined heat and power) on keskeisessä asemassa Suomen energiahuollossa. Lämmityspolttoaineista, eli kevyestä ja raskaasta polttoöljystä, maakaasusta ja kivihiilestä kannetaan energiasisältöön eli lämpöarvoon perustuvaa energiasisältöveroä ja syntyvään hiilidioksidipäästöön perustuvaa hiilidioksidiveroa. Päälekkäisen ohjauksen vähentämiseksi päästökauppasektorilla sekä CHP:n kilpailukyvyyn parantamiseksi CHP-tuotannon lämmityspolttoaineiden hiilidioksidivero on puolitettu (ns. CHP-veroleikkuri). Turpeesta kannetaan matalaa (1,9 €/MWh) veroa ja kaasumaiset ja kiinteät biopolttoaineet ovat verottomia. Sähköntuotannon polttoaineet ovat verottomia EU:n pakottavan energiaverolainsäädännön johdosta.

Pääministeri Sipilän hallitusohjelmassa on esitetty useita energiapoliittisia tavoitteita vuoteen 2030 mennessä, joita ovat uusiutuvan energian lisääminen 50 prosenttiin energiantuotannosta, energiaomavaraisuuden lisääminen yli 55 prosentin, hiilen käytöstä luopuminen ja öljyn tuonnin puolittaminen. Hallitusohjelman veropoliittisessa liitteessä halutaan ohjata sähkön ja lämmön yhteistuotantoa vähäpäästöisemmäksi poistamalla portaittain hiilidioksidiveron alennus. Hallitusohjelman mukaan valtiovarainministeriö (VM) sekä työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) valmistelevat CHP-veroleikkurin poistoa.

1.1 Selvityksen tavoite

Ehdotetulla CHP-veroleikkurin poistolla on vaikutuksia Suomen energiatalouteen ja valtiontalouteen sekä mahdollisesti myös kasvihuonekaasupäästöihin ja energiaomavaraisuuteen. Tämän selvityksen tavoitteena on arvioida CHP-veroleikkurin poiston vaikutuksia:

- polttoaineiden käyttöön kaukolämmön tuotannossa ja teollisuudessa,
- kaukolämmön ja prosessihöyryn tuotantokustannuksiin, CHP:n ja erillisen kaukolämmön (lämpökattila, sähkökattila, lämpöpumput) tuotannon keskinäiseen asemaan ja CHP:n kilpailukykyyn suhteessa kiinteistökohtaisiin lämpöpumppuihin perustuviin lämmitysratkaisuihin,
- sähköntuotantoon, sähköntuotantokapasiteettiin, sähkön tuontiin, sähkön tuotantokustannuksiin/-hintaan ja uusinvestointeihin,
- hiilidioksidipäästöihin ottaen huomioon, että CHP-tuotanto kuuluu EU:n päästökauppaan,
- valtiontalouteen sekä staattisella, muuttumattomalla polttoainekulutuksella että dynaamisella polttoainekoostumuksella,

¹ IED, Industrial emissions directive, rajoittaa suurten polttolaitosten rikkidioksidi-, typpioksidi- ja hiukkaspäästöjä.

- huoltovarmuuteen ja energiaomavaraisuuteen sekä kauppataseeseen.

1.1.1 Aiempi tutkimus

VTT on aiemmin tehnyt vastaavia yhteistuotannon polttoainekäyttöön liittyviä selvityksiä, joiden tietotaitoa hyödynnetään tässä työssä. Vuoden 2013 energia- ja ilmastostrategian päivitykseen VTT teki työ- ja elinkeinoministeriölle taustaselvitykset kivihiilen korvaamisesta biomassalla yhteistuotannon pölypolttokattiloissa (Flyktman et al. 2011) sekä arvion kierrätyspolttoaineiden käytön aiheuttamista lisäkustannuksista sähköntuotantokustannuksiin rinnakkaispoltossa (Kärki & Nieminen 2010). Samoin VTT:n tuoreessa tutkimuksessa ”Tehokas CHP, kaukolämpö ja -jäähdytys Suomessa 2010 – 2025” (Vainio et al. 2015) on arvoitu CHP:n potentiaalia Suomessa.

Työn taustalla ovat aiemmat selvitykset liittyen mm. EU:n 2030 ilmasto- ja energiapaketin vaikutuksiin Suomelle (Koljonen et al. 2014) sekä sähkön kysynnän kehitykseen liittyvä selvitys (Lehtilä et al. 2014). Edellä mainituissa VTT:n selvityksissä Suomen energiatalouden kehityksen arviointiin on käytetty TIMES-VTT-energiajärjestelmämallia, jossa Suomi on jaettu neljään laskenta-alueeseen suurimpien kaukolämpöverkkoalueiden perusteella.

1.1.2 Rajaukset

VTT on kehittänyt ja ylläpitää energiayhtiöillä käytettävää energiahankinnan optimointimallia², jossa CHP-laitosten tuotantokoneistot ja verotus on tarkoin kuvattu, mutta luottamuksellisuussyistä näitä eikä muitakaan energiayhtiöiden luottamuksellisia mallinnuksia ole käytetty tässä selvityksessä.

Veromuutoksen vaikutuksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että lyhyellä aikavälillä lämmöntuotantolaitosten keskinäisen ajorajajärjestyksen muutos sekä CHP-laitosten eri polttoaineiden käytön muutokset muodostavat pääasialliset reagointikanavat. CHP-veroleikkurin poiston aiheuttamat kapasiteettimuutokset tapahtuvat hitaammin, jonka takia tarvitaan myös pidemmälle ulottuvia tarkasteluita. Tässä työssä dynaamiset vaikutukset esitetään vuosille 2020 ja 2030.

Teollisuuden osalta ei tehdä erillisiä case-tarkasteluita. CHP-laitoksia omistavia teollisuuslaitokset ovat pääasiassa energiaintensiivisiä toimijoita, jotka voivat pääosin hakea 85 prosentin palautuksen maksamastaan korotetusta energiaverosta. CHP-veroleikkurin poiston vaikutukset jäävät siten suhteellisen pieniksi, noin 0,6...1,1 euroon per maakaasulla tai kivihiehellä yhteistuotettu lämpömegawattitunti. Ei-energiaintensiivisen teollisuuden kohdalla vaikutus on sama kuin muillakin tuottajilla eli 4,8...8,2 euroon per maakaasulla tai kivihiehellä yhteistuotettu lämpömegawattitunti.

1.2 Voimalaitossanasto

Selvityksessä tarkastellaan polttoaineisiin perustuvaa sähkön ja lämmön tuotantoa. Tarkastelu edellyttää sähkön ja lämmön tuotannon termistön käyttöä. Termistön selitykset:

Sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitos (CHP, combined heat and power) tuottaa yhtä aikaa sekä hyötylämpöä että sähköä. Hyötylämpö on lämpöä jota hyödynnetään esimerkiksi kaukolämpönä tai höyrynä teollisuusprosesseissa. Yhteistuotannon kokonaishyötysuhde on tyypillisesti 80–90 % riippuen muun muassa laitostyyppistä ja polttoaineesta. Savukaasuissa olevan vesihöyryn lauhduttaminen ja lämmön talteenotto mahdollistaa vieläkin korkeammat kokonaishyötysuhteet. Rakennusasteella tarkoitetaan sähkön ja lämmön tuotannon suhdetta. Kaukolämpöä tuottavien yhteistuotantolaitosten rakennusaste on tyypillisesti noin 0,5, teollisuuden yhteistuotantolaitoksilla hieman alhaisempi. Maakaasukombivoimalaitoksessa rakennusaste voi kuitenkin olla jopa yli yhden, eli sähköä tuotetaan enemmän kuin

² VTT:n sähkön ja kaukolämmön kokonaisoptimointimalli KOPTI on aktiivikäytössä Helenillä.

lämpöä. Maakaasukombivoimalaitoksella (yksinkertaisemmin ilmaistuna kaasukombilaitos tai kaasukombi) tarkoitetaan voimalaitosta, jossa hyödynnetään sekä kaasu- että höyryturbiinia, mikä mahdollistaa korkean sähköntuotannon hyötysuhteen. Yksinkertaisempi maakaasulla toimiva yhteistuotantokokonaisuus on sähköä tuottava kaasuturbiinilaitos lämmön talteenotolla.

Lauhdevoimalaitokset tuottavat vain sähköä, jota saadaan polttoaineyksikköä kohti enemmän kuin vastaavassa CHP-laitoksessa, mutta kokonaishyötysuhde jää merkittävästi alhaisemmaksi. Kivihiilivoimalaitoksissa päästään 40–45 % kokonaishyötysuhteeseen ja maakaasukombivoimaloissa vastaavasti 55–60 % kokonaishyötysuhteeseen.

Mikäli yhteistuotantolaitos on varustettu ns. lauhdeperällä, se voi toimia joustavasti joko yhteistuotanto- tai lauhdeajossa tai näiden välimuotona. Lauhdeperä mahdollistaa siis sähkön tuotannon lisäyksen yhteistuotantolaitoksella lämmöntuotannon ja kokonaishyötysuhteen kustannuksella.

Lämmön erillistuotanto tapahtuu lämpökattiloissa eli lämpölaitoksissa. Myös monilla yhteistuotantolaitoksilla on mahdollista siirtyä osin tai jopa kokonaan pelkkään lämmön tuotantoon hyödyntämällä ns. (höyry)reduktiota. Reduktiolla tarkoitetaan höyryn ohjaamista turbiinien ohi suoraan lämmöksi tuottamatta sähköä. *Verotuksellisesti* kaikki yhteistuotantolaitoksessa kuukauden aikana tuotettu lämpö on kuitenkin CHP-lämpöä (ja siten nykyisin oikeutettu veroetuun), mikäli laitoksessa on tuotettu vähänkin sähköä kyseisenä kuukautena. *Tilastollisesti* taas laitoksen tyyppi ei määrittele tuotantoa, vaan kunakin hetkenä käytetty ajomuoto. Tilastollisesti lauhdeperällä ja reduktiolla varustetussa CHP-laitoksessa voidaan tietyllä hetkellä tuottaa erillissähköä, erillislämpöä, yhteistuotantosähköä ja -lämpöä tai näiden yhdistelmää.

1.3 Menetelmät

Selvityksessä veroleikkurin vaikutuksia tarkastellaan ensisijaisesti TIMES-VTT-mallin avulla (ks. kohta 1.3.1), jossa on yksityiskohtaisesti kuvattuna Suomen ja muiden Pohjoismaiden energiajärjestelmät sekä EU:n, Venäjän sekä koko muun maailman energiajärjestelmät, mutta karkeammalla tasolla. Mallissa on kuvattuna myös päästöoikeuksien (EU:n päästökauppa ja globaali päästökauppa) ja energiahyödykkeiden kauppa (sähkö, fossiiliset polttoaineet ja biopolttoaineet).

Lähtökohtaisesti skenaariot lasketaan nykyisellä verotusmallilla (CHP-veroleikkurilla) ja suunnitellulla verotusmallilla (ilman CHP-veroleikkuria) vuonna 2020 ja 2030. TIMES-VTT-laskelmien perusteella pystytään arvioimaan CHP-veroleikkurin poiston dynaamisia vaikutuksia koko Suomen energiajärjestelmään. Tuloksista saadaan laskennalliset arviot kaikkiin edellä mainittuihin kohtiin. Kasvihuonekaasupäästöjen osalta pystytään arvioimaan veroleikkurin vaikutukset sekä päästökauppasektoriin että ei-päästökauppasektoriin.

Lisäksi energiataloudellisiin muutoksiin pureudutaan yksityiskohtaisempien tarkastelujen avulla, jotka huomioivat paremmin tekniset, alueelliset ja muut liiketaloudelliset tekijät. CHP-laitokset eivät voi vapaasti vaihtaa polttoainetta, vaan vaihtoa rajoittavat sekä polttoaineen käytettävyyden nimenomaisessa tuotantolaitoksessa että myös polttoaineen saatavuuteen, hintaan ja käsittelyinfrastruktuuriin liittyvät kysymykset. Lyhytaikaisia tuotantokustannusvaikutuksia ja eri tuotantomuotojen keskinäisiä kannattavuuksia tarkastellaan VTT:n CHP-laitosten laskentamalleilla sekä Kaukolämpötilaston (ET 2015) avulla. Tarkasteluissa huomioidaan polttoaineen teknistaloudelliset vaihtomahdollisuudet. CHP:n kilpailukyvyyn arviointi suhteessa kiinteistökohtaisiin lämpöpumppuihin perustuu lämmitysratkaisuihin, tehdään vertailemalla muutamaa valikoitua lämpöpumpputeknologiaa.

Sähkön tuotannon, vientitaseen ja markkinahinnan muutoksia arvioidaan erikseen VTT:n markkinahintamallilla, VTT-EMM, ks. kohta 1.3.2, hyödyntäen sekä TIMES-VTT-mallin että yksityiskohtaisempien tarkastelujen tuloksia.

CHP-veroleikkurin poiston vaikutuksia valtiontalouteen vuosina 2020 ja 2030 selvitetään TIMES-VTT-mallitulosten ja tilastojen avulla sekä staattisella, muuttumattomalla polttoainekulutuksella että dynaamisella polttoainekoostumuksella. Tilastopohjainen analyysi tehdään sekä tullista saatujen hiilidioksidiverokertymien että Tilastokeskuksen energiatilastojen avulla. Tilastopohjaiset tarkastelut tehdään pääasiassa vuosille 2013 (viimeisin täydellinen energiatilasto) ja 2015 ja verotuksen osalta vuoden 2015 tietoja hyväksikäyttäen.

Case-tarkasteluissa selvitetään veromuutoksen vaikutuksia mm. eri polttoaineita käyttävien yhteistuotantolaitosten keskinäiseen kilpailuasemaan sekä erillis- ja yhteistuotantolämmön väliseen kannattavuuteen. Laskenta kyseisille tyyppilaitoksille on toteutettu VTT:n CHP-laitoksen vuositason laskentamallilla, jolla voidaan arvioida valikoitujen käyttökustannuksiin vaikuttavien parametrien vaikutuksia laitoksen lämmöntuotannon muuttuviin kustannuksiin. Koska laitoksen mahdollinen lauhdeperä voi sähkön hinnasta riippuen vaikuttaa merkittävästi lämmöntuotannolle allokoitaviin kustannuksiin, esitetään tulokset sähkön hinnan funktiona sekä lauhdeperällä varustetuille että pelkille vastapainelaitoksille.

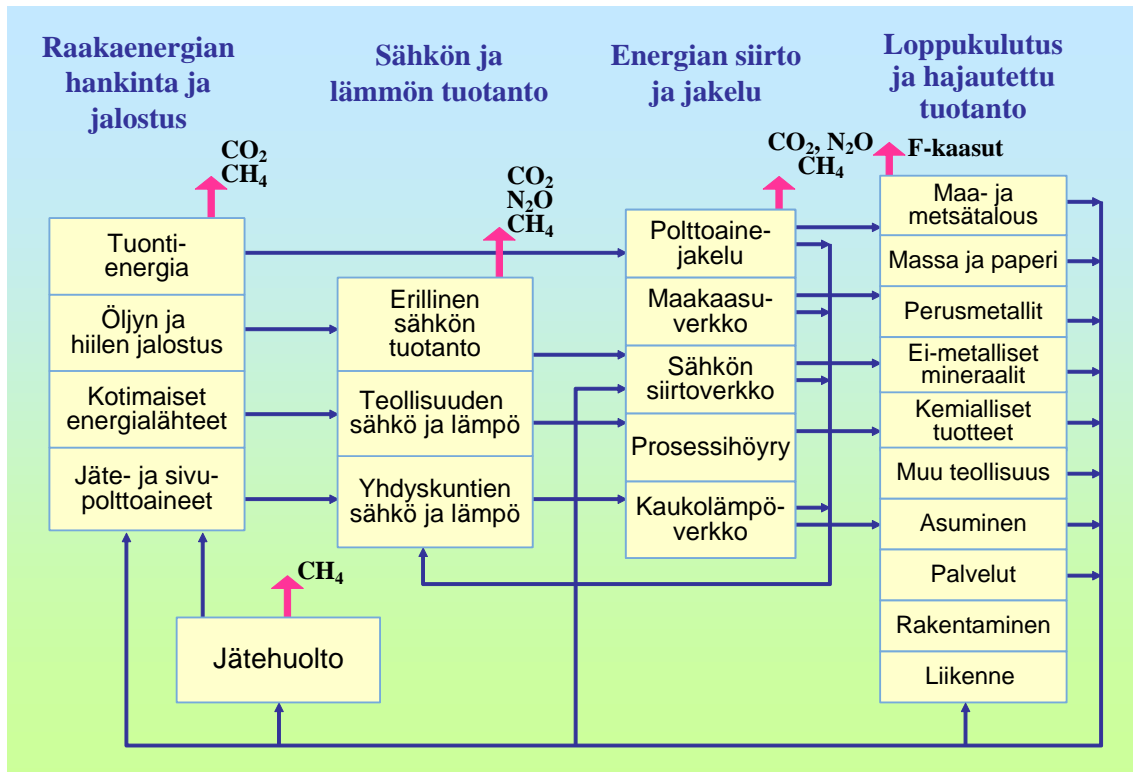
Näiden lisäksi case-tarkastelut on tehty esimerkkikaupungin kaltaiselle kivihiiltä ja maakaasua käyttävälle kaukolämpötuotantokokoonpanolle ja sen polttoainekäytölle tuntikohtaisella lineaarisella GAMS-pohjaisella optimointimallilla.

Tuontipolttoaineiden ja päästöoikeuden hinta-arvioiden osalta käytetään julkisia lähteitä (IEA WEO 2015, TEM 2015). Sähkön markkinahintaa 2020 ja 2030 arvioidaan VTT:n markkinahintamallilla hyödyntäen näitä polttoaine- ja päästöoikeuden hintoja.

1.3.1 Energiajärjestelmämalli TIMES-VTT

Analyysissä käytetty energiajärjestelmämalli (TIMES-VTT) perustuu IEA:n ETSAP-ohjelmassa kehitettyyn TIMES-mallinnusympäristöön (Loulou et al. 2005), jota on VTT:ssä sovellettu erityisesti Suomen ja muiden Pohjoismaiden energiajärjestelmien kuvaamiseen. Malli kuvaa koko energiajärjestelmän primaarienergian hankinnasta hyötyenergian kysyntään. Metodiikaltaan malli on niin sanottu osittaistasapainomalli, joka tuottaa kysynnän ja tarjonnan tasapainon kullekin mallissa kuvatulle energiahyödykkeelle. Lisäksi mallissa on kuvattu kattavasti kaikkien Kioton protokollaan sisältyvien kuuden kasvihuonekaasuun päästölähteet ja tärkeimmät päästöjen vähennystoimet. Mallin avulla voidaan tarkastella energiajärjestelmän pitkän aikavälin kehitystä erilaisissa skenaarioissa, joissa varioidaan oletuksia esimerkiksi energia- ja ympäristöpolitiikasta, talouskasvusta tai energiateknologian kehityksestä, ks. kuva 1.

Mallin uusimmassa versiossa pääkaupunkiseutu (Helsinki, Espoo, Vantaa, Kauniainen ja Kerava) on mallinnettu kokonaan omana alueenaan, ja lisäksi muu Suomi on jaettu kaukolämpöverkkojen koon ja maakaasuverkon piiriin kuulumisen mukaan neljään alueeseen. Esimerkiksi vuonna 2014 pääkaupunkiseudun osuus Suomen kaukolämmön yhteistuotannosta oli lähes 40 % ja yhteistuotantosähköstä lähes 50 %. Koko Suomen tasolla kaukolämmön tuotannon kehitystä voidaan siten mallin avulla kuvata verrattain hyvin.



Kuva 1. TIMES-mallin pääosien välinen yksinkertaistettu periaatteellinen rakennekaavio.

1.3.2 VTT:n markkinahintamalli VTT-EMM

Selvityksessä käytettävä sähkömarkkinamalli, VTT-EMM (Electricity market model) on optimointiin perustuva menetelmä sähkömarkkinoiden mallintamiseksi. Tuotannon mallintaminen perustuu dynaamiseen ja stokastiseen optimointiin, jossa minimoidaan sähkön hankinnan lyhyen aikavälin kustannuksia (Tamminen et al. 2015). Pohjoismaisen vesiallasvaltaisen tuotantojärjestelmän toiminta saadaan tällä tavalla parhaiten mallinnettua.

Mallin tuloksena saadaan alueen tuotantorakenne ja sähkön markkinahinta. Pohjoismaiden aluetta mallintaessa saatu markkinahinta vastaa NordPoolin systeemihintaa eli pohjoismaista hintaa, ja vastaavasti Suomen aluetta mallintaessa saatu markkinahinta vastaa NordPoolin Suomen aluehintaa.

1.4 Lämmityspolttoaineiden verotus

Energiaverotusta säädellään lailla sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta (1260/1996) sekä lailla nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta (1472/1994).

Fossiilisten lämmityspolttoaineiden verotus perustuu polttoaineen energiasisältöön ja poltosta syntyvään ominaishiilidioksidipäästöön. Vuoteen 2015 asti maakaasua on verotettu muita fossiilisia tuontipolttoaineita lievemmin. Lisäksi kannetaan huoltovarmuusmaksua. Poikkeuksen tekee turve, josta kannetaan muita päästöllisiä polttoaineita lievempää energiaveroa, joka ei perustu energiasisältöön eikä ominaispäästöön. Turpeesta ei myöskään kanneta huoltovarmuusmaksua.

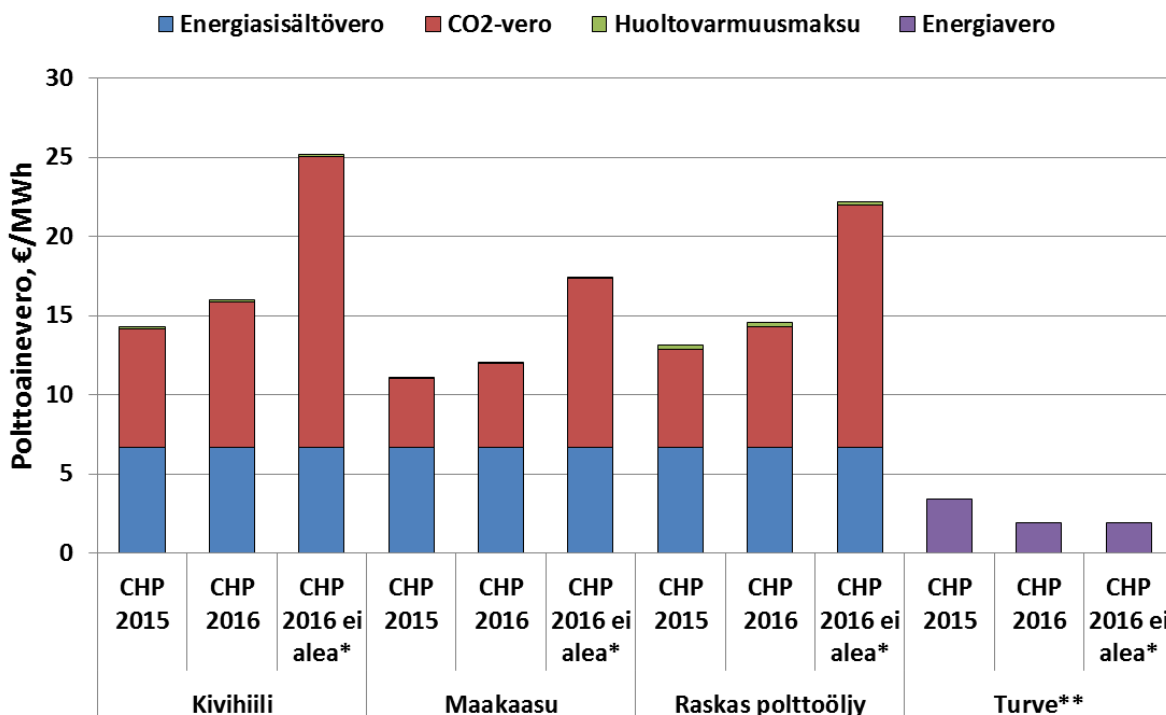
Sähköntuotannon polttoaineet eivät ole veronalaisia. Yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa (CHP) veroja maksetaan vain polttoainemäärästä, joka saadaan kertomalla tuotettu hyötylämpö kertoimella 0,9. Lisäksi kannettava hiilidioksidivero puolitetään CHP-tuotannossa kompensatona päästökaupan aiheuttamasta päällekkäisyydestä. Tämän työn tarkoituksena on arvioida, mitä vaikutuksia tämän CHP-veroleikkurin eli alennuksen poistolla olisi. Veroalennuksen poisto tapahtuisi portaittain siten, että se poistuisi kokonaan vuonna

2019. Tässä työssä tarkastellaan ainoastaan tilannetta, jossa alennus on poistettu kokonaisuudessaan.

Vuoden 2016 alusta lämmityspolttoaineiden verotuksen hiilidioksidikomponenttia korotettiin nostamalla hiilidioksiditonin hinta 44 eurosta 54 euroon (HE 34/2015, L 1721–1724/2015). Samalla turpeesta kannettavaa energiaveroa ehdotettiin laskettavaksi 3,4 eurosta 1,9 euroon megawattitunnilta (HE 359/2014, L 513/2015). Turpeen veronalennus kytkettiin vielä EU:ssa vireillä olleeseen metsähakkeen tuotantotukitariffin muutosehdotuksen (HE 360/2014, L 261/2015) valtioneuvoston päätöksen (HE 360/2014, L 261/2015) mukaisesti. Tässä työssä on käytetty turpeen verotasoa 1,9 €/MWh, johon se aleni 1.3.2016 alkaen.

Kuvassa 2 on havainnollistettu vuoden 2016 veromuutosten sekä mahdollisen CO₂-veron puolittamisen poiston vaikutuksia eri polttoaineille CHP-laitosten tapauksessa. Verotaso nousivat merkittävästi, mikäli CO₂-vero tulisi kokonaisuudessaan maksuun myös CHP-laitoksille. Verotason nousu on suoraan verrannollinen ominaispäästöön, joten eniten vero nousi kivihilellä, ks. kuva 3. Turpeeseen ehdotettu veromuutos ei vaikuttaisi, sillä turpeesta ei kanneta hiilidioksidiveroa.

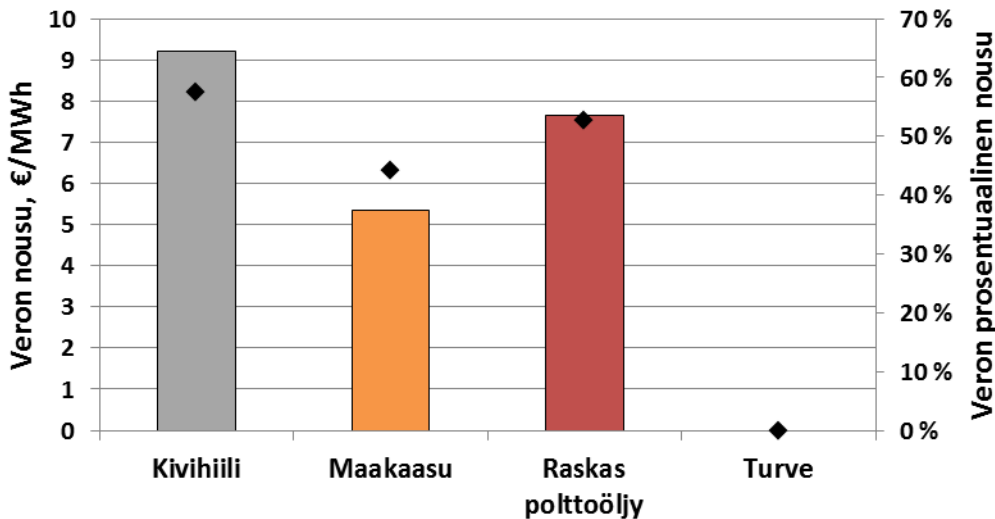
Vaikka CHP-laitokset menettäisivät CO₂-veronkevennyksen, niille jäisi noin 20 %:n hyöty lämmön erillistuotantolaitoksiin verrattuna, mikäli vero lasketaan tuotettua lämpöyksikköä kohti (kuva 4). Tämä johtuu siitä, että lämpölaitokset maksavat verot käyttämänsä polttoaineen mukaan, kun taas CHP-laitoksilla käytetään aiemmin mainittua tapaa verotettavan polttoainemäärän selvittämisessä.



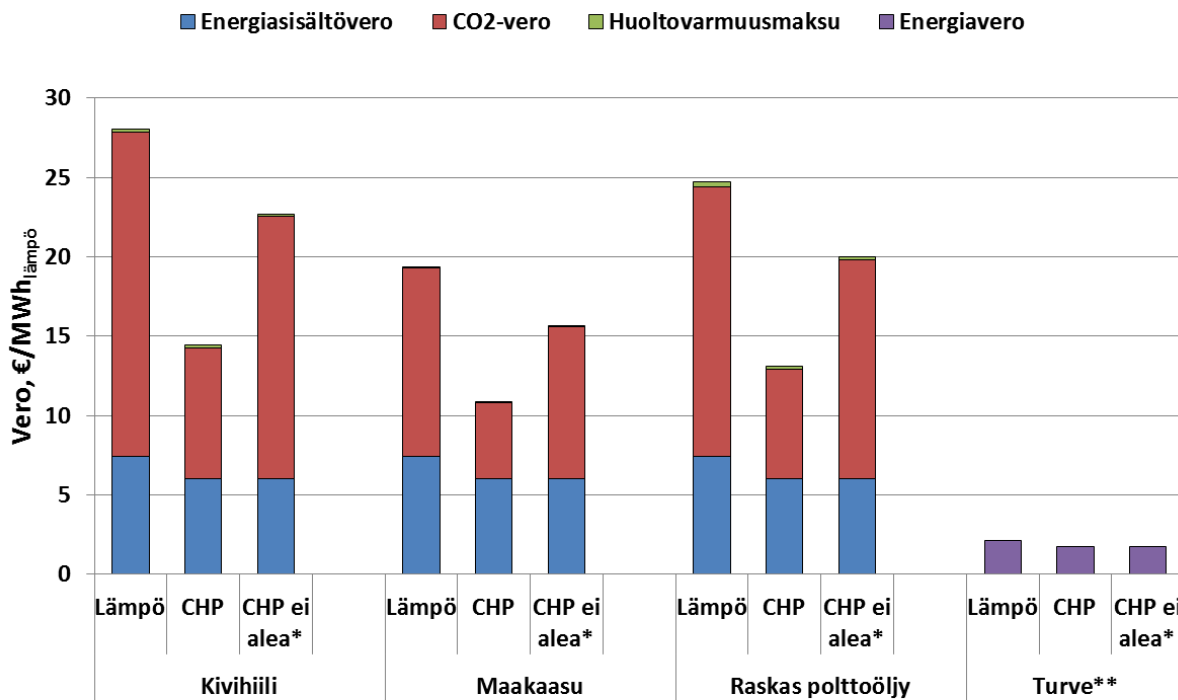
*Todellisuudessa vero nousisi tälle tasolle vasta vuonna 2019, koska CO₂-verokomponentin alennuksen poisto tapahtuisi portaittain.

**Turpeen verotaso voimassa 1.3.2016 lähtien

Kuva 2. Vuonna 2016 voimaan tulleet veromuutokset sekä ehdotetun hiilidioksidiveron 50 %:n alennuksen poiston vaikutukset CHP-laitoksille.



Kuva 3. Absoluuttiset (tolpat) ja prosentuaaliset (neliöt) verotasojen nousut polttoaineittain, mikäli hiilidioksidiveron 50 %:n alennus poistetaan CHP-laitoksilta.



*Todellisuudessa vero nousisi tälle tasolle vasta vuonna 2019, koska CO₂-verokomponentin alennuksen poisto tapahtuisi portaittain.

**Turpeen verotavat voimassa 1.3.2016 lähtien
Lämpölaitosten hyötysuhteeksi on oletettu 90%

Kuva 4. Tuotettua lämpöä kohti lasketut verotasot ("efektiiviset verotasot") lämpö- ja CHP-laitoksille.

1.5 Metsähakkeen tuotantotuki

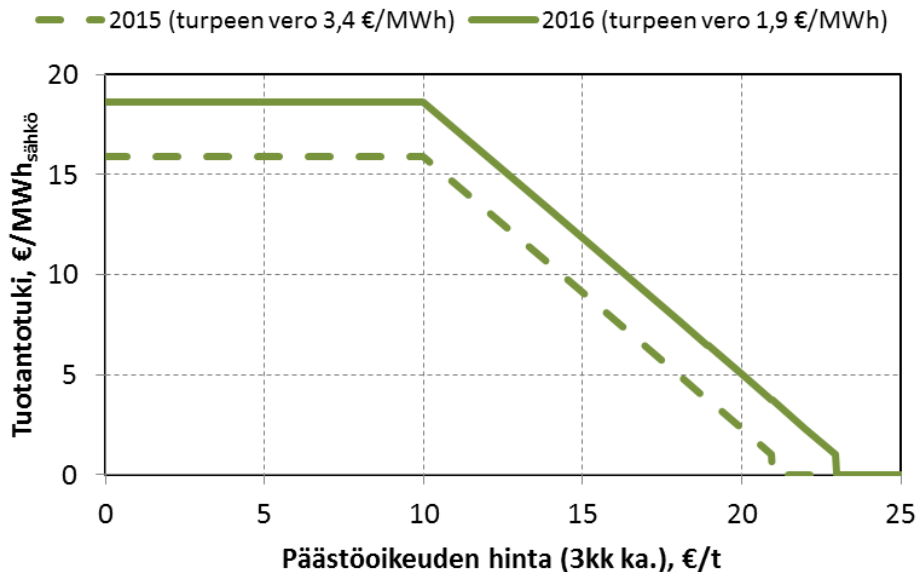
Metsähakkeella tuotetulle sähkölle maksetaan päästöoikeuden hinnasta ja turpeen verosta riippuvaa tuotantotukea (L 1396/2010, VNA 1397/2010). Päästöoikeuden hinnan ollessa ≤10 €/t tukitaso riippuu vain turpeen verosta:

$$\text{Tuotantotuki [€/MWh}_{\text{sähkö}}] = 22.07 - 1.824 \times \text{turpeen vero (€/MWh)}$$

Kun päästöoikeuden hinta on yli 10 €/t, tukitaso määräytyy seuraavasti:

$$\text{Tuotantotuki [€/MWh}_{\text{sähkö}}] = 35.65 - 1.824 \times \text{turpeen vero} - 1.358 \times \text{päästöoikeuden hinta (3 kk keskiarvo)}$$

Tuotantotukea ei kuitenkaan enää makseta sen alittaessa tason 1 €/MWh_{sähkö}. Tässä työssä tuotantotuki on laskettu turpeen energiaverolla 1,9 €/MWh (Kuva 5). Vertailun vuoksi kuvassa on esitetty myös vuoden 2015 tilanne, jolloin turpeen vero oli 3,4 €/MWh.



Kuva 5. Metsähakkeen muuttuva tuotantotuki kahdella turpeen verotasolla.

2. Ajojärjestystarkastelut

2.1 Kuvaus

Lyhyen aikavälin tarkasteluissa selvitetään CHP-veroleikkurin poiston vaikutuksia mm. eri laitosten keskinäiseen ajojärjestykseen ja polttoainekäyttöön. Investointeja ei huomioida näissä tarkasteluissa.

Tarkasteluja tehdään kolmella eri tasolla:

- 1) Ensimmäisessä vaiheessa tarkastellaan eri polttoaineita käyttävien tyyppi-CHP-laitosten keskinäistä kilpailukykyä. Tarkasteltavina laitoksina ovat:
 - a. Maakaasukombilaitos
 - b. Kivihiiltä käyttävä pölypolttokattila
 - c. Turvetta ja/tai metsähaketta käyttävä leijukerroskattila (vertailun vuoksi, veroleikkurilla ei vaikutusta)
- 2) Seuraavassa vaiheessa tarkastellaan kolmea, ehdotetun veromuutoksen kannalta olennaista tapausta ("case-tarkastelut"):
 - a. Vaikutukset monipolttoainekattilan (hiili, turve, metsähake) polttoainekäyttöön
 - b. Pelletin seospoltto kivihiilikattilassa (pölypoltto)
 - c. Kivihiili- ja maakaasu-CHP:n kilpailukyky erillislämmöntuotantoa vastaan

- 3) Lopuksi tehdään yksityiskohtainen tarkastelu esimerkkikaupungin kaukolämpötuotantokokoonpanolle ja sen polttoainekäytölle tuntikohtaisella, lineaarisella GAMS-pohjaisella optimointimallilla.

Kohdat 1 ja 2 toteutetaan tarkastelemalla muutoksia laitosten lämmöntuotannon muuttuvissa kustannuksissa. CHP-laitosten muuttuvia lämmöntuotantokustannuksia laskettaessa käytetään menetelmää, jossa energiantuotannon (sähkö+lämpö) muuttuvista kustannuksista vähennetään sähköntuotannosta saatavat myyntitulot ja metsähakkeella myös tuotantotuet. Lauhdeperällä varustettujen laitosten lämmöntuotantokustannus tilanteissa, joissa lauhdeajo on kannattavaa, on lisäsähkön myynnistä saamatta jäävien tulojen (huomioiden metsähakkeen tuotantotuki) ja maksuun tulevien lämmöntuotannon verojen summa. Tuloksia tarkastellaan sekä sähkön että päästöoikeuden hinnan funktiona. Taulukossa 1 on esitetty tarkastelun lähtöoletuksia.

Taulukko 1. Tarkasteluissa käytettyjä oletuksia ja lähtöarvoja

	Arvo	Perustelu / lähde / huomio
Tarkasteluvuosi	2020	CO ₂ -veroalennus poistuu kokonaan
Polttoainehinnat*, €/MWh		IEA World Energy Outlook 2015 New Policies - skenaario (raakaöljy \$80/barreli)
-kivihiili	10,0	
-maakaasu	27,2	Maakaasulle lisäksi 5 €/MWh siirtotariffi (joka sisältyy taulukon hintaan)
-raakaöljy	37,0	
-turve	14,0	Pöyryn arviot vuosien 2019–2024 keskimääräisiksi hinnoiksi perusskenaariossa (Pöyry 2015)
-metsähake	22,5	
-puupelletti	35,0	VTT:n arvio
Sähkö (keskim.), €/MWh	37,6	Markkinahintamalli, tämä työ
Päästöoikeus, €/t	15,0	Perusskenaariokehikossa (TEM 2015) käytetty Point Carbon Reutersin arvioon perustuva taso
Verovuosi	2016	Turpeelle 1,9 €/MWh (voimaan 1.3.2016)

*verottomat

2.2 Tyypilaitosten keskinäinen kilpailukyky

Tarkasteluissa käytetyt tyypilaitosten hyötysuhteet ja muut muuttuvat kustannukset on esitetty taulukossa 2.

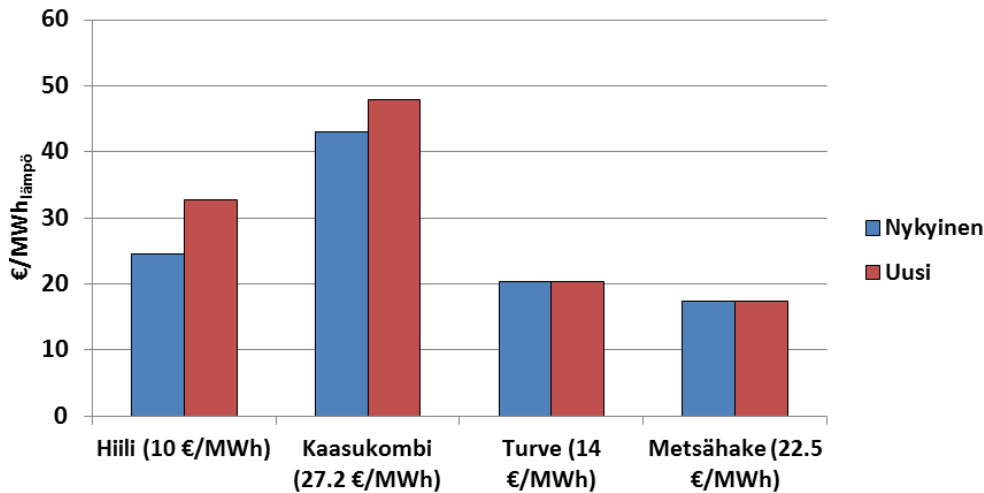
Taulukko 2. Tyypilaitosten hyötysuhteet ja muut muuttuvat kustannukset

Laitos	Sähköntuotannon hyötysuhde (netto), %	CHP-hyötysuhde (netto), %	Muut muuttuvat kustannukset, €/MWh _{polttoaine}
Kivihiili-CHP	30	86	1,9
Kaasukombi-CHP	48	88	0,8
Turve-CHP*	28	84	1,3
Metsähake-CHP*	28	84	1,1

*turvetta ja haketta oletettu käytettävän samassa laitoksessa

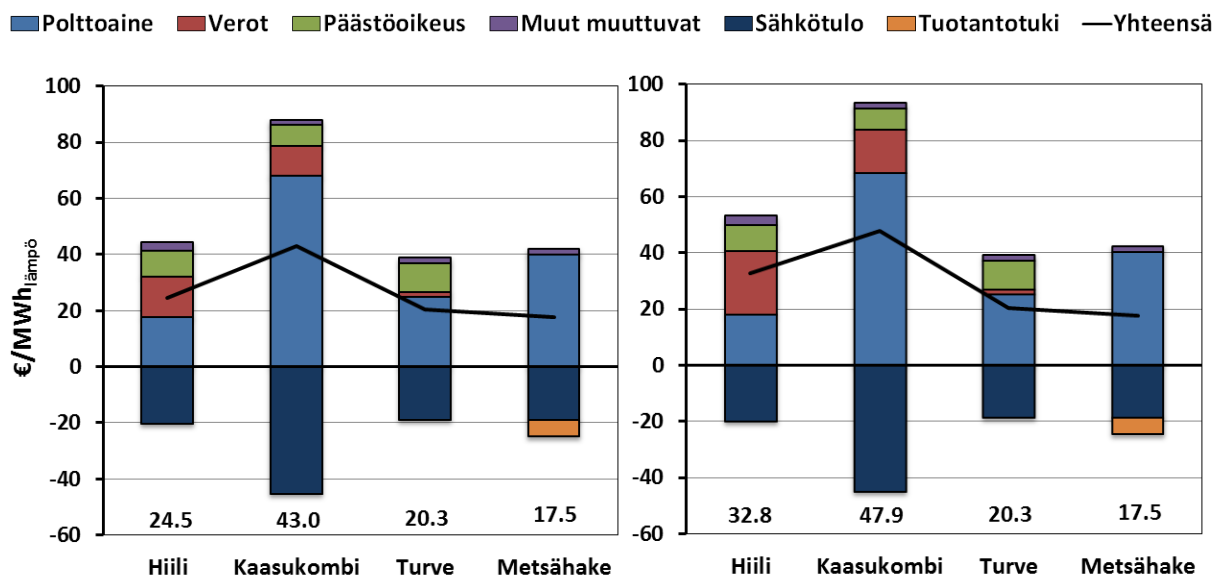
Kuvassa 6 on esitetty yhteistuotantolämmön muuttuvat kustannukset kullakin tyypilaitoksella nykyisellä verotasolla sekä ehdotetun veromuutoksen jälkeen. Ehdotettu

veromuutos kasvattaa eroa kotimaisten polttoaineiden ja tuontipolttoaineiden välillä. Kaasun kilpailukyky hiileen verrattuna paranee yhteistuotantolaitoksissa hieman, noin 3,5 euroa per tuotettu lämpömegawattitunti.



Kuva 6. CHP-lämmön muuttuva tuotantokustannus eri tyyppilaitoksilla vuonna 2020 nykyisellä verotasolla ja ehdotetun veromuutoksen jälkeen (sähkö 37,6 €/MWh, päästöoikeus 15 €/t, polttoaineiden hinnat on esitetty alhaalla suluissa).

CHP-tyyppilaitosten lämmöntuotannon kustannusrakenteet eroavat toisistaan ja näin ollen muutokset esimerkiksi päästöoikeuden tai sähkön hinnoissa vaikuttavat niihin eri tavalla. Kuvassa 7 on esitetty nykyiset ja ehdotetun veromuutoksen jälkeiset kustannusrakenteet muuttuvien kustannusten osalta. Kaasukombilaitoksella polttoainekulut ja sähkötulot ovat merkittävimmät johtuen kalliista polttoaineesta sekä korkeasta rakennusasteesta eli sähkön ja lämmön tuotannon suhteesta. Kivihiilellä verojen osuus on korkein ja ero korostuu, mikäli hiilidioksidiveron puolitus poistetaan.

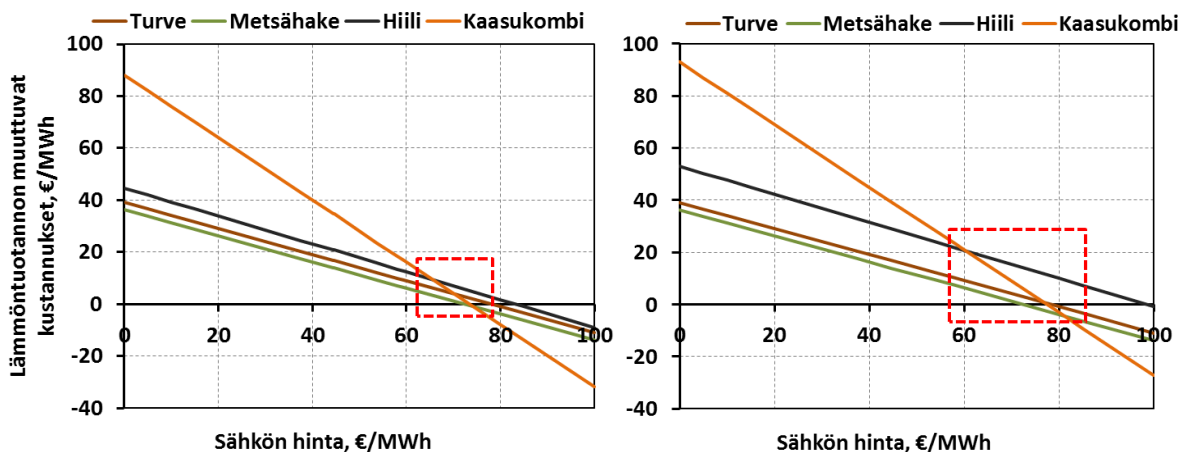


Kuva 7. Tyyppilaitosten lämmöntuotannon kustannusrakenne nykyisellä verotasolla (vasen) ja ehdotetun veromuutoksen jälkeen (oikea) vuonna 2020.

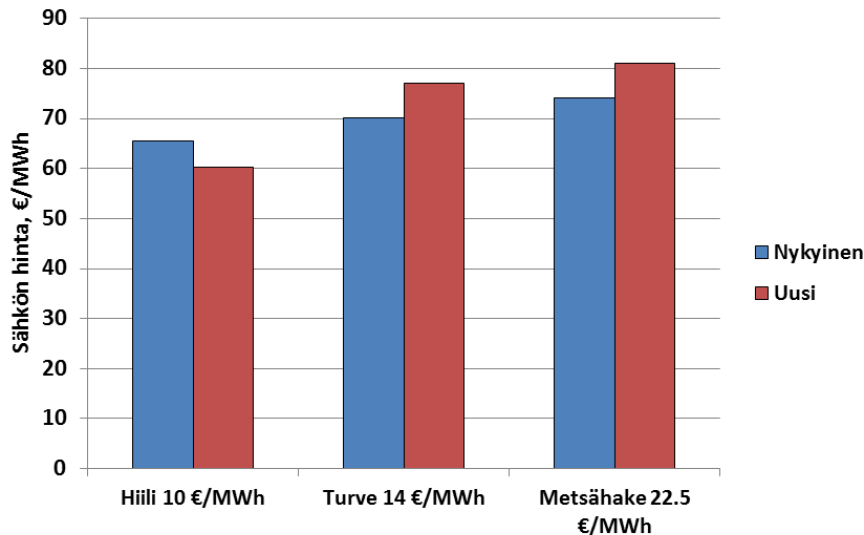
Korkeasta rakennusasteesta johtuen kaasukombin kilpailukyky muihin tyyppi-CHP-laitoksiin verrattuna riippuu oleellisesti sähkön markkinahinnasta korkeiden hintojen suosiessa kaasukombia. Tätä on havainnollistettu kuvassa 8, jossa on esitetty tyyppilaitosten

lämmöntuotannon muuttuvat kustannukset sähkön markkinahinnan funktiona sekä nykyisillä verotasoilla että ehdotetun veromuutoksen jälkeen. Suorien leikkauspisteet kuvaavat sähkön markkinahintoja, joita korkeammilla hinnoilla kaasukombilaitos on kunkin muun tyyppilaitoksen edellä ajojärjestyksessä. Nämä sähkön rajahinnat on esitetty kuvassa 9 pylväskuvaajina. Ehdotetun veromuutoksen vaikutuksesta kaasukombi- ja kivihiililaitosten keskinäinen ajojärjestys muuttuisi noin 5 €/MWh aiempaa alhaisemmalla sähkön hinnalla. Selvityksessä oletetuilla vuoden 2020 polttoaineiden ja päästöoikeuksien hinnoilla tämä tarkoittaisi sitä, että veromuutoksen myötä lämpö kannattaisi tuottaa kaasukombilaitoksella kivihiililaitoksen sijaan silloin, kun sähkön markkinahinta on yli 60 €/MWh, kun nykyisillä veroilla markkinahinnan tulisi olla yli 65 €/MWh. Tässä työssä vuodelle 2020 arvioitu sähkön markkinahinta oli 37,6 €/MWh, joten sähkön hinnan tulisi olla merkittävästi arvioitua tasoa korkeampi, jotta ajojärjestys kaasukombi- ja kivihiililaitosten välillä muuttuisi.

Veromuutoksen myötä kaasukombilaitoksen kilpailukyky puuta ja/tai turvetta käyttävään laitokseen heikkenisi entisestään. Kaasukombilaitos tarvitsisi noin 7 €/MWh entistä korkeamman sähkön markkinahinnan ohittaakseen puuta ja/tai turvetta käyttävän leijupetikattilan ajojärjestyksessä (Kuva 9).



Kuva 8. Sähkön hinnan vaikutus muuttuviin lämmöntuotantokustannuksiin tyyppilaitoksissa nykyisillä verotasoilla (vasen) ja ehdotetun veromuutoksen jälkeen (oikea). Suorien leikkauspisteistä voidaan lukea tasot, joille sähkön hinnan tulisi nousta, jotta ajojärjestys kaasukombilaitoksen ja kunkin muun tyyppilaitoksen ajojärjestys muuttuisi kaasukombin eduksi.

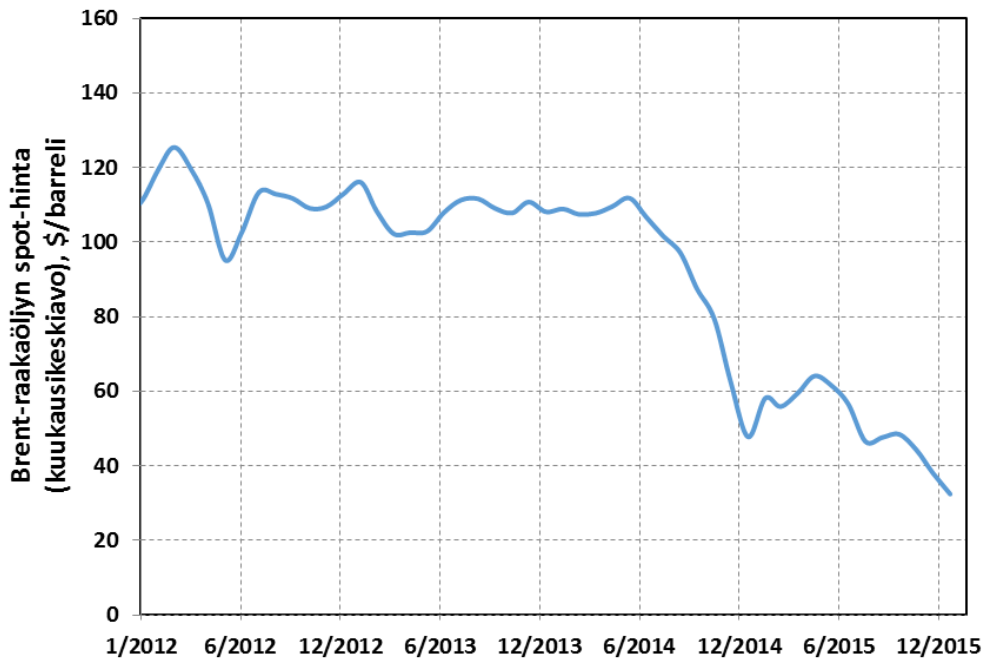


Kuva 9. Tasot, joille sähkön hinnan tulisi nousta, jotta ajojärjestys kaasukombilaitoksen ja muiden tyyppilaitosten kesken muuttuisi kaasukombin eduksi (maakaasu 27,2 €/MWh, päästöoikeus 15 €/t).

Sähkön hinnan lisäksi maakaasukombi- ja kivihillilaitosten keskinäinen kilpailuasema riippuu oleellisesti myös maakaasun ja kivihillen verottomista voimalaitoshinnoista. Maakaasun hinnan määräytymisessä öljyn hinnalla on merkittävä vaikutus. Suomessa maakaasun energiatariffin laskennassa raskaan polttoöljyn hintakehitystä kuvaavan HFO1s-indeksin painoarvo on 55 %. Edullisimman voimalaitospoltoaineen (=kivihilli) painoarvo on 20 % ja loppu 25 % muodostuu kotimarkkinoiden perushintaindeksin alaindeksi E40:stä. E40 on tilastokeskuksen laskema kotimarkkinoiden perushintaindeksin alaindeksi, joka kuvaa energian (sähkön siirto, sähköenergia, tuontisähkö, kaukolämpö) kuluttajahinnan kehitystä kotimaassa. 1.5.2016 voimaan tulevassa uudessa sopimuksessa öljyn painoarvo alenee 40 %:iin ja samalla HFO1s-indeksi korvautuu Brent-raakaöljyindeksillä. Muina hintaindeksinä käytettävien kivihillen (API2) ja kotimarkkinoiden perushintaindeksin alaindeksin D35 painoarvot ovat 30 %. Tämän muutoksen myötä maakaasun ja kivihillen keskinäinen kilpailukyky on jonkin verran vähemmän riippuvainen öljyn hinnasta.

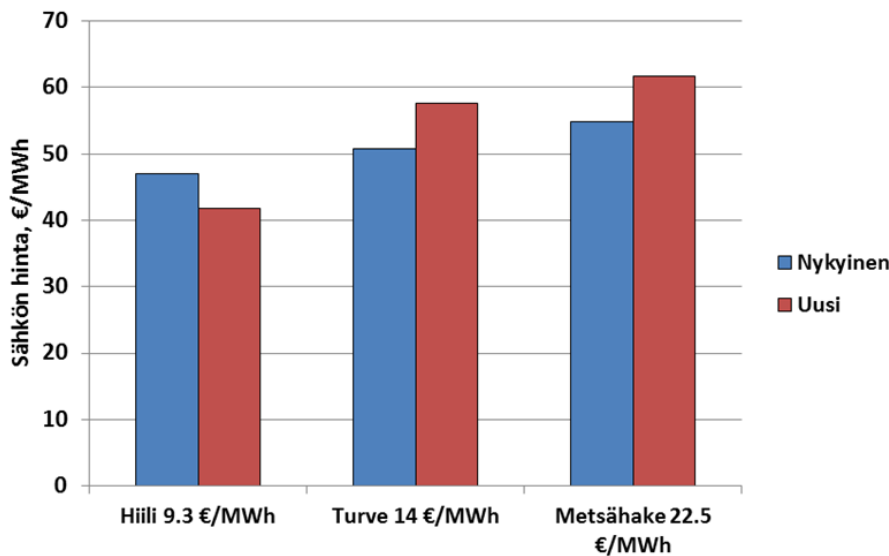
Öljyn hinta on pudonnut merkittävästi viime aikoina. Kun Pohjanmeren Brent-raakaöljyn spot-hinta oli vielä vuoden 2014 alkupuoliskolla yli 100 US\$/barreli, on se tammikuussa 2016 ollut enää noin 30–35 US\$/barreli (Kuva 10).

Tässä työssä käytetyt maakaasun ja kivihillen hinnat perustuvat IEA:n World Energy Outlook (WEO) 2015 "New Policies" -skenaarioon, jossa raakaöljyn tuontihinnan arvioidaan nousevan tasolle 80 US\$/barreli vuonna 2020. Mikäli kivihillen ja maakaasun tuontihinnoille käytetään samaisen lähteen "Low Oil Price" -skenaarion (50 US\$/barreli) mukaisia vuoden 2020 hintoja, näyttää kaasun kilpailukyky jo huomattavasti paremmalta (Kuva 11). Nyt ajojärjestyksen muuttuminen kaasukombin ja kivihillilaitoksen välillä tapahtuisi markkinasähkön hinnoilla 47 €/MWh (nykyiset verot) ja 42 €/MWh (ehdotetut verot). Myös nämä sähkön hinnat ovat kuitenkin korkeammat kuin tässä työssä arvioitu keskimääräinen hinta vuodelle 2020 (37,6 €/MWh).



Kuva 10. Raakaöljyn Brent-laadun spot-hinnat 1/2012–1/2016.

Matalan öljyn hinnan skenaarion polttoainehinnat vastaavat melko hyvin tämän hetkisiä (1/2016) hintoja (maakaasu ~22 €/MWh ja kivihiili 8–8,5 €/MWh). Tämä johtuu siitä, että maakaasun hinta määräytyy edeltävien kuuden kuukauden jaksojen liukuvan keskiarvon perusteella, jolloin öljyn hinnan putoaminen ei vielä näy täysimääräisenä maakaasun hinnoissa. Tulevina kuukausina maakaasun hinta Suomessa tulee siis vielä laskemaan.

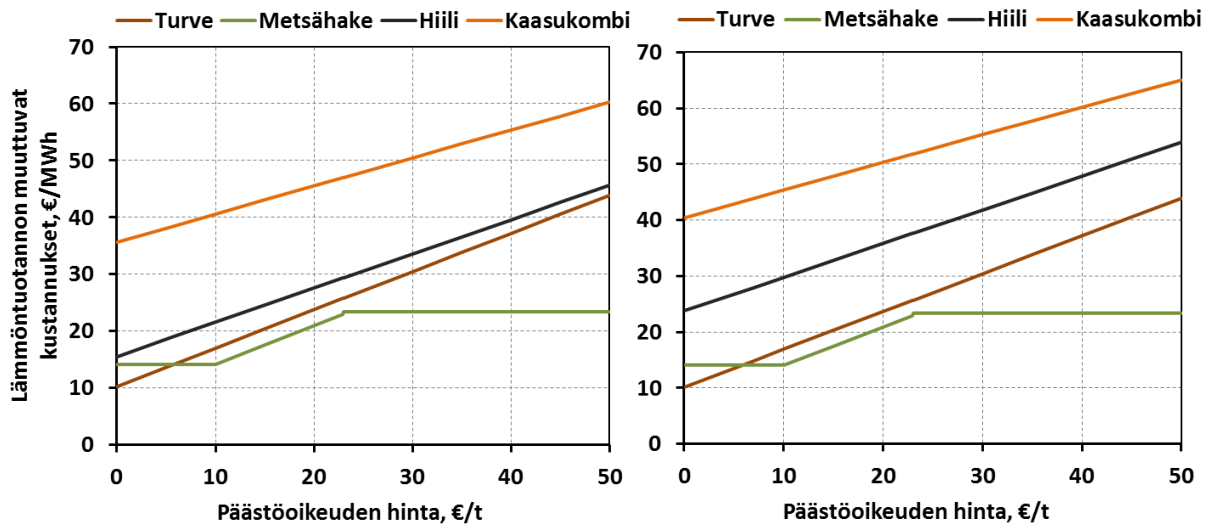


Kuva 11. Sähkön hinnat, joilla maakaasukombilaitos ohittaa kunkin tyyppilaitoksen ajojärjestyksessä IEA WEO 2015 "Low Oil Price" -skenaarion (raakaöljy \$50/barreli) mukaisilla hinnoilla (maakaasu 21,8 €/MWh, päästöoikeus 15 €/t).

Päästöoikeuden hinnalla on sen sijaan melko pieni vaikutus maakaasun, kivihiilen (ja turpeen) keskinäiseen kilpailuasemaan CHP-lämmöntuotannossa (Kuva 12). Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kaasukombilaitoksen CO₂-päästöt olisivat samaa luokkaa kuin turve- tai kivihiililaitoksilla. Polttoaineena maakaasu on selvästi vähäpäästöisempi kuin kivihiili tai turve. Kaasukombilaitos tuottaa "sivutuotteena" merkittävästi enemmän sähköä

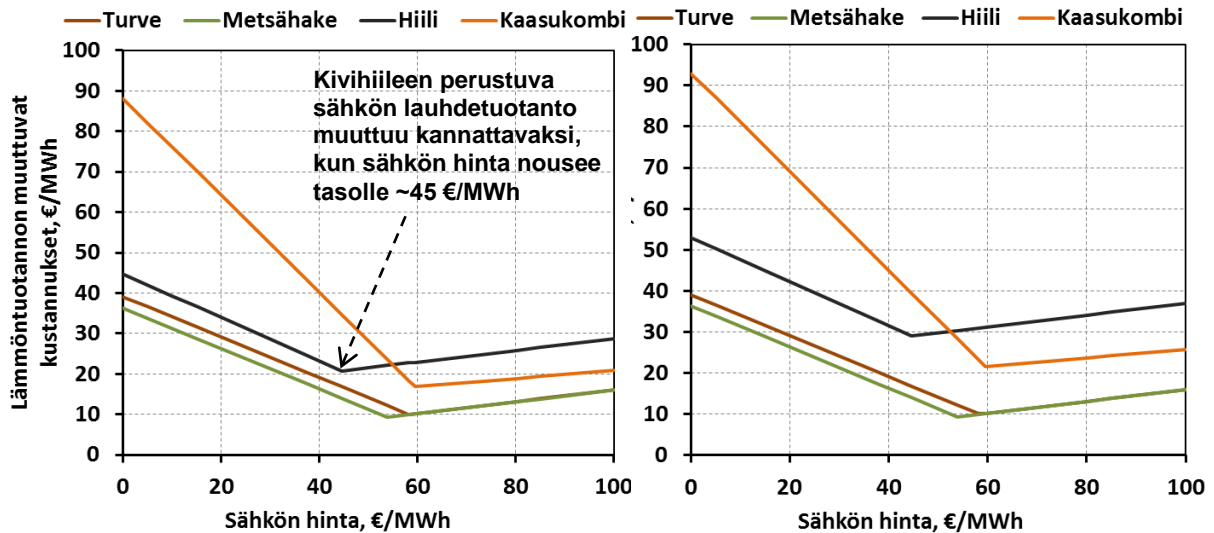
lämpöyksikköä kohti kuin turve- tai kivihiililaitokset. Päästöoikeuden hinnan noustessa kaasukombin polttoainekäytön päästöoikeudesta aiheutuva kokonaiskustannuslisä, vaikkakin muita pienempi, kohdistuu myös muita laitoksia pienempään lämmöntuotanto-osuuteen tasoittaen lämmöntuotannon yksikkökustannusvaikutusta.

Kuvasta 12 nähdään myös, että alle ~5,5 €/t päästöoikeuden hinnoilla turve on haketta kustannustehokkaampi polttoaine. Ehdotetulla veromuutoksella ei kuitenkaan ole vaikutuksia turpeen ja metsähakkeen keskinäiseen kilpailuasemaan. Metsähakkeen kuvaajassa esitetty tasokorotus on seurausta päästöoikeuden hinnan mukaan muuttuvasta tuotantotuesta (Kuva 5).



Kuva 12. Päästöoikeuden hinnan vaikutus tyypin-CHP-laitosten muuttuviin lämmöntuotantokustannuksiin nykyisessä verotilanteessa (vasen) ja ehdotetun veromuutoksen jälkeen (oikea).

Kuvassa 13 on esitetty lauhdeperällä varustettujen tyypilaitosten lämmöntuotannon muuttuvat kustannukset sähkön hinnan funktiona. Ehdotettu veromuutos ei vaikuta sähkön rajahintoihin, joilla lauhdeajo muuttuu kannattavaksi, sillä sähkön tuotannon polttoaineet ovat verottomia. Tarkastellulla sähkön hinnalla (37,6 €/MWh) minkään laitostyyppin lauhdeajo ei ole vielä kannattavaa ja siten muuttuvat lämmöntuotantokustannukset ja -rakenteet ovat samat kuin puhtailla vastapainelaitoksilla (Kuva 8). Erona on, että kaasukombi ei ohita turve- tai metsähakelaitosta kuvaajassa käytetyillä sähkön hinnoilla. Lisäksi kaasukombin ja kivihiililaitoksen ajojärjestys muuttuisi hieman alhaisemmilla sähkön hinnoilla ~55 (nykyiset verot) ja ~52,5 €/MWh (ehdotetut verot). Näitä korkeammilla sähkön hinnoilla kannattaisi siis ajaa kivihiililaitosta lauhdeajossa ja tuottaa tarvittava lämpö kaasukombilla, mikäli lämpökuorma tämän mahdollistaa.



Kuva 13. Sähkön hinnan vaikutus muuttuviin lämmöntuotantokustannuksiin lauhdeperällä varustetuissa tyyppi-CHP-laitoksissa nykyisillä verotasoilla (vasen) ja ehdotetun veromuutoksen jälkeen (oikea). Suorien leikkauspisteet kuvaavat sähkön hintoja, joilla ajojärjestys muuttuu.

2.3 Case-tarkastelukohteet

Eri voimalaitostyyppien mahdollisuudet vaihtaa ja käyttää eri polttoaineita vaihtelevat merkittävästi. Näin ollen myös muutokset polttoaineiden hinnoissa tai veroissa vaikuttavat eri tavalla eri laitoksiin.

Kaasukombeissa mahdollisia polttoaineita ovat maakaasu, biokaasu, synteettinen kaasu (SNG) ja kevyt polttoöljy, joista viimeksi mainittu vain erikoistilanteissa. Kivihiilen pölypolttokattiloissa ilman suuria investointeja kyseeseen tulevat lähinnä pelletit pienellä osuudella (ja öljy ja kaasu). ”Mustia pellettejä” (torrefioitua, höyryräjätettyä) käytettäessä pellettien osuus voisi olla suurempi kuin tavallisilla ”valkoisilla puupelletteillä”, mutta mustien pellettien markkinat ovat vielä kehittymättömät. Kiertoleijutekniikkaan perustuvissa monipolttoainevoimalaitoksissa sen sijaan on nimensä mukaisesti usein mahdollista polttaa haketta, turvetta ja kivihiiltä hyvin joustavasti.

Monipolttoainelaitokset voivat siis melko vapaasti käyttää kulloinkin kustannustehokkaimpia polttoaineita. Edes näissä kattiloissa seossuhteita ei kuitenkaan usein voi valita täysin vapaasti, vaan puu- (ja erityisesti jäte-) polttoaineiden seassa on poltettava tietyllä osuudella joko turvetta tai kivihiiltä, jotta vältetään ongelmilta kattilan käytettävyydessä ja komponenttien vaurioilta. Kattiloita tai syöttölaitteistoja ei myöskään välttämättä ole mitoitettu toimimaan suurilla kivihiilen osuuksilla. Lisäksi kotimaisten polttoaineiden saatavuus voi rajoittaa nopeita suuria muutoksia polttoaineseoksessa.

Kivihiiltä käytäviä/käytäneitä monipolttoainekattiloita on mm. Jyväskylässä, Pietarsaassa, Porissa ja Kuopiossa (Naantalissa rakenteilla). Kivihiiltä on käytetty melko vähäisiä määriä erityisesti, jos tarkastellaan osuuksia Suomen kivihiilen kokonaiskulutuksesta. Suomessa valtaosa kivihiilestä käytetään rannikon (ja Lahden) pölypolttolaitoksissa. Kuitenkin esimerkiksi Jyväskylän Energian Keljonlahden voimalaitoksessa kivihiilen osuus yhteistuotannon polttoaineista oli 15 % vuonna 2014 (Kaukolämpötilasto 2015). Vuoden 2015 veromuutosten vuoksi käyttö on todennäköisesti vähentynyt jo viime vuonna. Syyt kivihiilen käyttöön monipolttoainelaitoksissa eivät ole olleet vain käyttötaloudellisia, vaan kivihiiltä on käytetty myös turpeen saatavuusongelmien vuoksi. Myös laitoksen ajotapa vaikuttaa polttoainekäyttöön. Pietarsaassa Alholmens Kraft tuottaa AK2-kattilalla paljon lauhdesähköä, jonka tuotannossa kivihiili on kilpailukykyisin polttoaine. Kivihiilen osuus on ollut hieman alle 40 % vuosina 2013 ja 2014. Yhteistuotannossa kivihiilen kilpailukykyyn

vaikuttaa se, tuotetaanko kaukolämpöä vai käytetäänkö lämpö energiaintensiivisen teollisuuden veroleikkurin piiriin kuuluvassa toiminnassa.

Monipolttoainekattiloissa kivihiili on siis lähinnä vaihtoehto turpeelle ja näillä kattiloilla on aidosti mahdollisuus valita näiden välillä. Vaikka kivihiilen käyttö monipolttoainekattiloissa onkin koko maan mittakaavassa ollut vähäistä, on oleellista selvittää, onko ehdotetulla veromuutoksella vaikutusta näiden laitosten kivihiilen käyttöön. Tässä työssä tarkastellaan kaukolämpöä tuottavaa monipolttoainelaitosta.

Hiiltä käyttävien pölypolttokattiloiden osalta selvitetään, miten ehdotettu veromuutos vaikuttaa pellettien seospolton kannattavuuteen. Esimerkiksi Helenin Salmisaaren ja Hanasaaren voimalaitoksilla on äskettäin aloitettu pellettien seospolto 5–7 % osuudella. Pellettien seospolton aloittaminen pienillä osuuksilla (< 10 %) vaatii investointeja polttoaineen vastaanottoon, siiloihin sekä syöttölaitteistoihin. Suurilla osuuksilla joudutaan lisäksi investoimaan jauhimiin sekä polttimiin. Investointitarpeita ei huomioida tarkastelussa.

Ehdotettu veromuutos heikentäisi kaasu- ja kivihiili-CHP:n kilpailukykyä erillistuotantoon nähden. Kolmantena tapauksena tarkastellaan kaukolämpöverkkoa, jossa on sekä kaasulla että hiilellä toimivia CHP- ja lämpölaitoksia. Tavoitteena on selvittää, onko veromuutoksella vaikutuksia laitosten ajojärjestykseen. On esimerkiksi mahdollista, että kivihiileen perustuva erillislämmöntuotanto ohittaisi yhä useammin kaasukombi-CHP:n ajojärjestyksessä, mitä ei voi pitää toivottuna vaikutuksena.

2.3.1 Monipolttoainelaitos

Taulukossa 3 on esitetty tarkastelussa käytetyt case-kohtaiset parametrit. Koska monipolttoainelaitokset ovat kooltaan keskimääräisiä turve/metsähakelaitoksia suurempia, on laskennassa käytetty hieman korkeampia hyötysuhteita kuin turve/metsähakelaitoksille. Laskennassa on myös oletettu, että kivihiiltä käytettäessä kattilahyötysuhde paranee hieman pienentyneen savukaasuhäviön vuoksi.

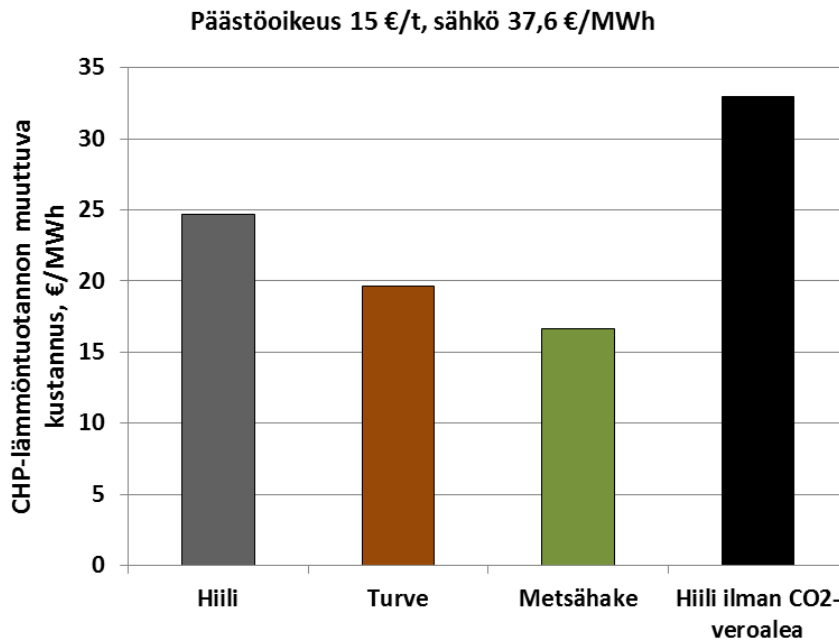
Monipolttoainelaitoksissa eri polttoaineille allokoitujen muut muuttuvat käyttökustannukset eivät ole yksiselitteiset, sillä todelliset kustannukset riippuvat aina myös seossuhteista. Esimerkiksi puun lisääminen turpeen sekaan alentaa kustannuksia tiettyyn pisteeseen asti mm. vähentyvän kalkin tarpeen ja syntyvän tuhkamäärän vuoksi, kun taas tietyn pisteen jälkeen puun osuuden kasvattaminen lisää kustannuksia mm. kattilan likaantumisen ja lisääntyneen nuohoustarpeen muodossa. Tässä on yksinkertaisuuden vuoksi käytetty tyyppilaitoksille arvioituja muita muuttuvia kuluja. Näiden kulujen osuus kaikista muuttuvista kustannuksista on verrattain pieni (kuva 7).

Taulukko 3. Monipolttoainelaitoksen hyötysuhteet ja muut muuttuvat kustannukset eri polttoaineilla

	Sähköntuotannon hyötysuhde (netto), %	CHP-hyötysuhde (netto), %	Muut muuttuvat kustannukset, €/MWh _{polttoaine}
Kivihiiliosuudelle	29,5	86,5	1,9
Turveosuudelle	29,0	85,0	1,3
Metsähakeosuudelle	29,0	85,0	1,1

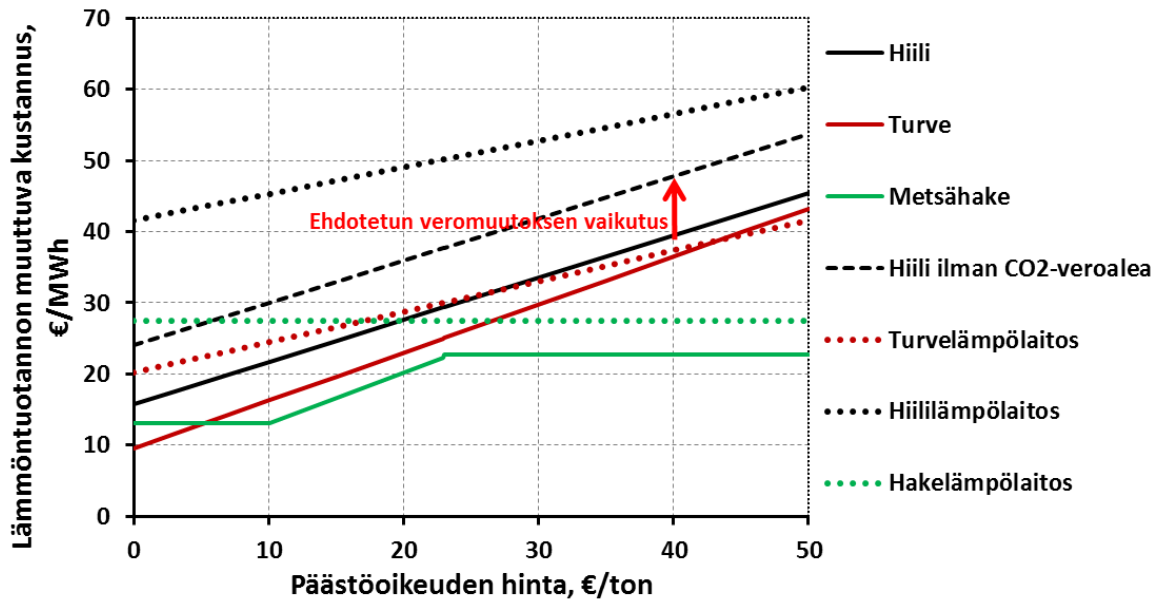
Kuvassa 14 on esitetty monipolttoainelaitoksen lämmöntuotannon muuttuvat kustannukset eri polttoaineilla. Kivihiilen tapauksessa kustannukset on laskettu sekä nykyisellä että ehdotetulla verorakenteella. Ajojärjestys on jo nykyiselläkin veromallilla metsähake → turve → kivihiili, joten veromuutoksella ei olisi ohjaavaa vaikutusta oletetuilla hinnoilla.

Monipolttoainelaitoksen tapauksessa sähkön markkinahinta ei vaikuta em. polttoaineiden keskinäiseen kilpailukykyyn, mutta se vaikuttaa CHP-lämmöntuotannon kilpailukykyyn erillislämmöntuotantoa vastaan. Veroalennuksen poiston myötä kivihiili-CHP:n kilpailukyky lämmön erillistuotantoa vastaan heikkenisi, mutta koska kivihiiltä ei normaaliolosuhteissa käytettäisi CHP-tuotannossa, tällä ei olisi käytännössä juuri merkitystä.



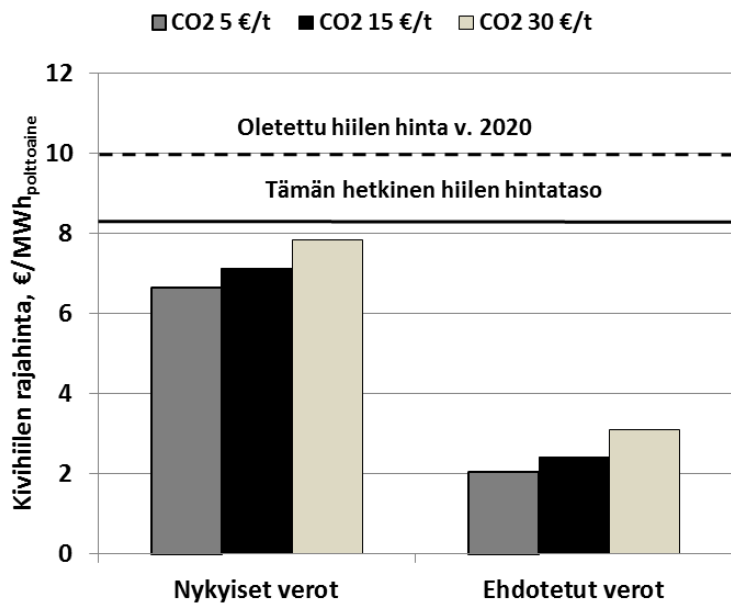
Kuva 14. Monipolttoainelaitoksen CHP-lämmöntuotantokustannukset nykyisillä veroilla ja ehdotetun veromuutoksen jälkeen (veromuutos vaikuttaa vain kivihiileen).

Päästöoikeuden hinnannousu ei muuta oleellisesti turpeen ja kivihiilen keskinäistä kilpailuasetelmaa CHP-tuotannossa samaa suuruusluokkaa olevista päästökertoimista johtuen (Kuva 15). Metsähake säilyisi kivihiiltä kilpailukykyisempänä polttoaineena myös päästöoikeuden ollessa 0 €/t. Turve olisi metsähaketta kilpailukykyisempi alle 5,5 €/t päästöoikeuden hinnoilla, mutta uusi veromalli ei vaikuttaisi turpeen ja metsähakkeen keskinäiseen kilpailukykyyn.



Kuva 15. Monipolttoainelaitoksen CHP-lämmöntuotantokustannukset päästöoikeiden hinnan funktiona nykyisillä veroilla ja ehdotetun veromuutoksen jälkeen (veromuutos vaikuttaa vain kivihiileen). Vertailuna on esitetty erillislämmöntuotanto samoilla polttoaineilla olettaen, että se kuuluu päästökaupan piiriin.

Polttoaineiden ja päästöoikeuksien hintakehitykseen liittyy aina paljon epävarmuutta. Kuvassa 16 on esitetty kivihiilen rajahinnat, joilla sen käytön muuttuvat kustannukset kohtaavat turpeen (14 €/MWh) nykyisellä ja ehdotetulla veromallilla eri päästöoikeuden hinnoilla. Päästöoikeuden hinnalla 15 €/t rajahinnat ovat 7,1 €/MWh (nykyiset verot) ja 2,1 €/MWh (ehdotetut verot). Vaikka päästöoikeuden hinta nousisi tasolle 30 €/t, täytyisi kivihiilen hinnan laskea nykytilanteesta, jotta se olisi kilpailukykyinen turpeeseen verrattuna. Markkinatilanteet, joissa kivihiilen käyttö olisi turpeen käyttöä kannattavampaa, eivät siis vaikuta kovin todennäköisiltä edes nykyverotasoilla. Mikäli kivihiilen hinta esitettyjen arvioiden vastaisesti laskisi merkittävästi, korjautuisi kilpailutilanne monipolttoainelaitoksilla myös maltillisella hiilidioksidiverokomponentin nostolla tai turpeen veron alentamisella/poistolla (samalla metsähakkeen tukea nostaen).



Kuva 16. Kivihiilen rajahinnat, joita alhaisemmilla hinnoilla sen käyttö monipolttoainelaitoksissa olisi turvetta kannattavampaa nykyisellä (vasemmat palkit) ja ehdotetulla veromallilla (oikeat palkit) eri päästöoikeuden hinnoilla. Vaakasuorat viivat kuvaavat laskennoissa oletettua hiilen hintaa vuonna 2020 ja tämän hetkistä hintatasoa.

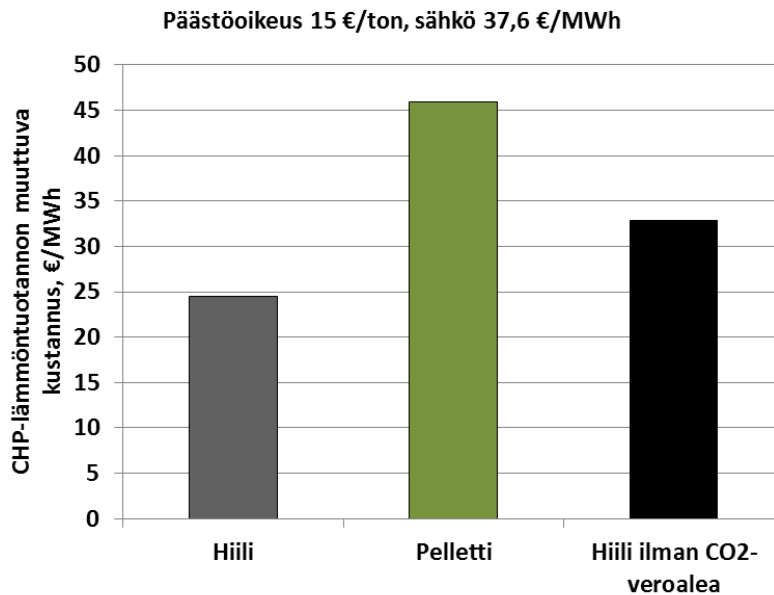
Turpeen (ja metsähakkeen) kilpailukyky kivihiileen verrattuna on siis nykyiselläkin veromallilla riittävä monipolttoainelaitoksille eikä ehdotetulla veromuutoksella olisi käyttöä ohjaavaa vaikutusta. Turpeen ja metsähakkeen keskinäinen hintakehitys sekä päästöoikeuden hinta ratkaisevat näiden polttoaineiden ajojärjestyksen tulevaisuudessa. Ehdotetulla veromuutoksella ei olisi vaikutusta tähän.

2.3.2 Pellettien seospoltto kivihiilen pölypoltto-CHP-laitoksissa

Kuvassa 17 on esitetty muuttuvat lämmöntuotantokustannukset pellettejä ja kivihiiltä käytettäessä. Laskennassa on oletettu, että pellettejä poltetaan pienellä osuudella, jolloin niiden vaikutus hyötysuhteisiin ja muihin muuttuviin kustannuksiin on pieni.

Vaikka ehdotettu veromuutos kaventaisi pelletteihin ja kivihiileen perustuvan tuotannon välistä eroa, jäisi kustannuksiin vielä selvä ero kivihiilen eduksi. Syy pellettien huonoon kilpailukykyyn on se, että polttoainelasteina ne ovat kalliita verrattuna hakkeeseen. Pelletit eivät myöskään ole oikeutettuja tuotantotukeen.

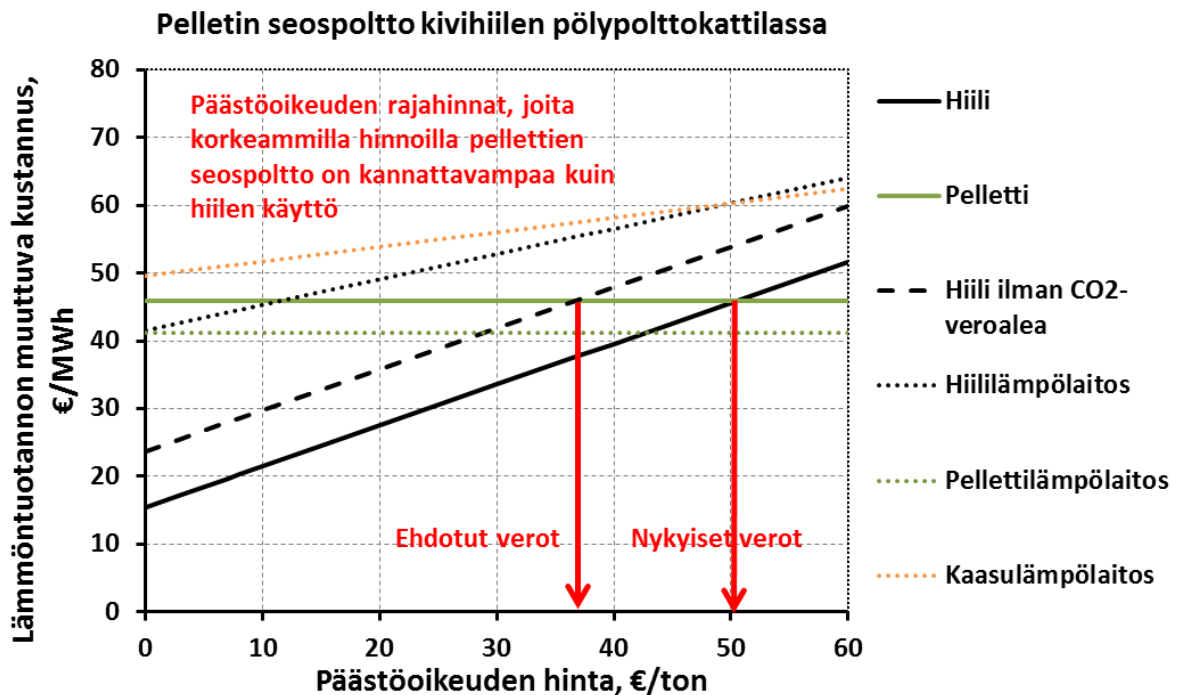
Pellettien laajamittaiseen käyttöön sisältyy aina mahdollisuus, että pelletit tuodaan ulkomailta. Tällä olisi negatiivinen vaikutus kauppataseeseen.



Kuva 17. CHP-lämmön muuttuva tuotantokustannus pölypolttokattilalla (kivihiili 10 €/MWh, pelletti 35 €/MWh).

Päästöoikeuden hinnan vaikutusta kivihiilen ja pellettien väliseen kilpailukykyyn on havainnollistettu kuvassa 18. Nykyisillä veroilla ja oletetuilla polttoainehinnoilla päästöoikeuden hinnan pitäisi olla yli ~50 €/t, jotta pellettien käyttö olisi kannattavaa. Veromuutoksen jälkeen riittäisi, että päästöoikeuden hinta olisi yli 37 €/t. Myös tämä päästöoikeuden hintataso on kuitenkin varsin korkea eikä pellettien seospoltto siten pystyisi kilpailemaan kivihiilen kanssa lähitulevaisuudessa veromuutoksen jälkeenkään. Näin ollen pellettien seospoltto tapahtuisi jatkossakin muista kuin suorista taloudellisista syistä. On lisäksi huomioitava, että tässä tarkasteltiin vain muuttuvia kustannuksia eli laitoksilla, jotka eivät ole vielä investoineet pellettien seospoltoon, päästöoikeuden hinnat tulisi olla tässä arvioituja hieman korkeammat.

Kuvasta 18 nähdään myös, että tarkastellulla sähkön markkinahinnalla (37,6 €/MWh) pellettejä kannattaisi ensisijaisesti polttaa lämmön erillistuotannossa. Sähkön hinnan tulisi olla yli 47 €/MWh, jotta pellettejä kannattaisi käyttää CHP-laitoksessa lämmön erillistuotannon sijaan. Lisäksi nähdään, että oletetuilla polttoainehinnoilla pellettilämpölaitosten muuttuvat lämmöntuotantokustannukset ovat kivihiili- ja kaasulämpölaitoksia alhaisemmat, vaikka päästöoikeuden hinta olisi 0 €/t. Ehdotetulla veromuutoksella ei olisi vaikutusta em. asioihin.



Kuva 18. Päästöoikeuden hinnan vaikutus pellettien kilpailukykyyn CHP-kivihiiipölypolttokattiloiden seospolttoaineena. Vertailuna erillislämmöntuotanto eri polttoaineilla olettaen, että ne kuuluvat päästäkaupan piiriin (pistekuvaajat).

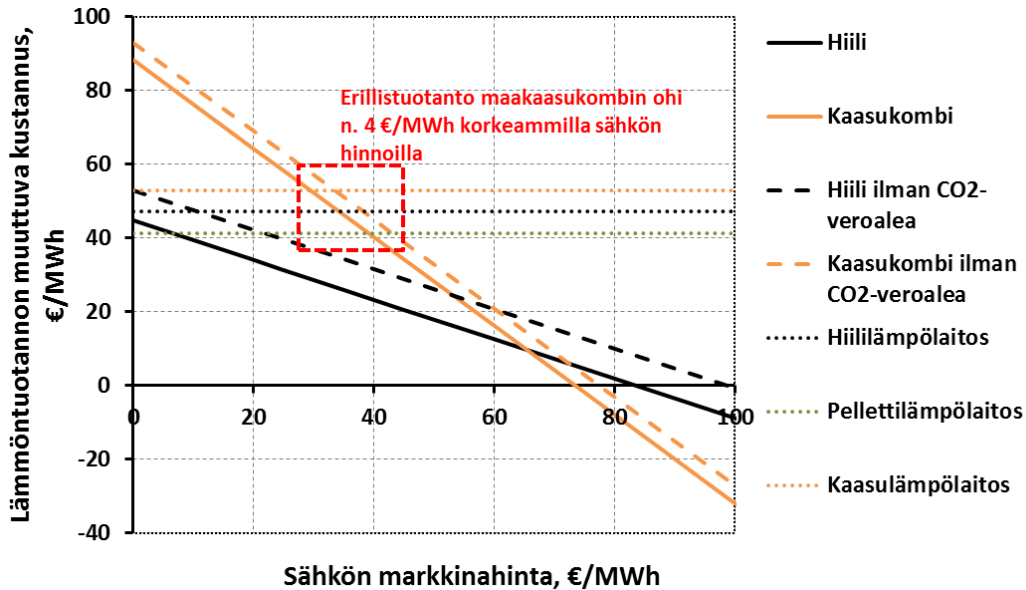
2.3.3 Maakaasu- ja kivihiili-CHP:n kilpailukyky erillistuotantoon nähden

Ehdotettu veromuutos heikentäisi maakaasu- ja kivihiili-CHP:n kilpailukykyä erillistuotantoon nähden. Kuvassa 19 on esitetty maakaasuun ja kivihiileen perustuvan CHP-lämmön sekä erillisen lämmöntuotannon muuttuvat tuotantokustannukset sähkön hinnan funktiona sekä nykyisillä että ehdotetuilla veroilla. Lämpölaitosten on oletettu kuuluvan päästäkaupan piiriin.

Veromuutoksen myötä erillislämmöntuotanto ohittaisi maakaasu-CHP:n noin 4 €/MWh aiempaa korkeammalla sähkön hinnalla. Esimerkiksi erillistuotanto kivihiilellä olisi – oletetuilla polttoaine ja päästöoikeuden hinnoilla – kannattavampaa kuin maakaasu-CHP jo sähkön hinnan alittaessa 38 €/MWh, kun nykyisellä veromallilla tämä tapahtuu vasta, kun sähkön hinta painuu alle 34 €/MWh. Näin ollen pääkaupunkiseudulla kivihiililämpölaitokset ohittaisivat maakaasu-CHP:n ajojärjestyksessä yhä useammin.

Vastaavasti erillislämmöntuotanto ohittaisi kivihiili-CHP:n n. 15 €/MWh entistä korkeammilla sähkön hinnoilla, mutta kilpailukyky fossiiliseen erillistuotantoon säilyisi edelleen hyvänä.

Pidemmällä aikavälillä investoinnit hakkeeseen (ja turpeeseen) perustuvaan erillislämmöntuotantoon yhteistuotantolaitosten sijaan tulisivat entistä houkuttelevammiksi.



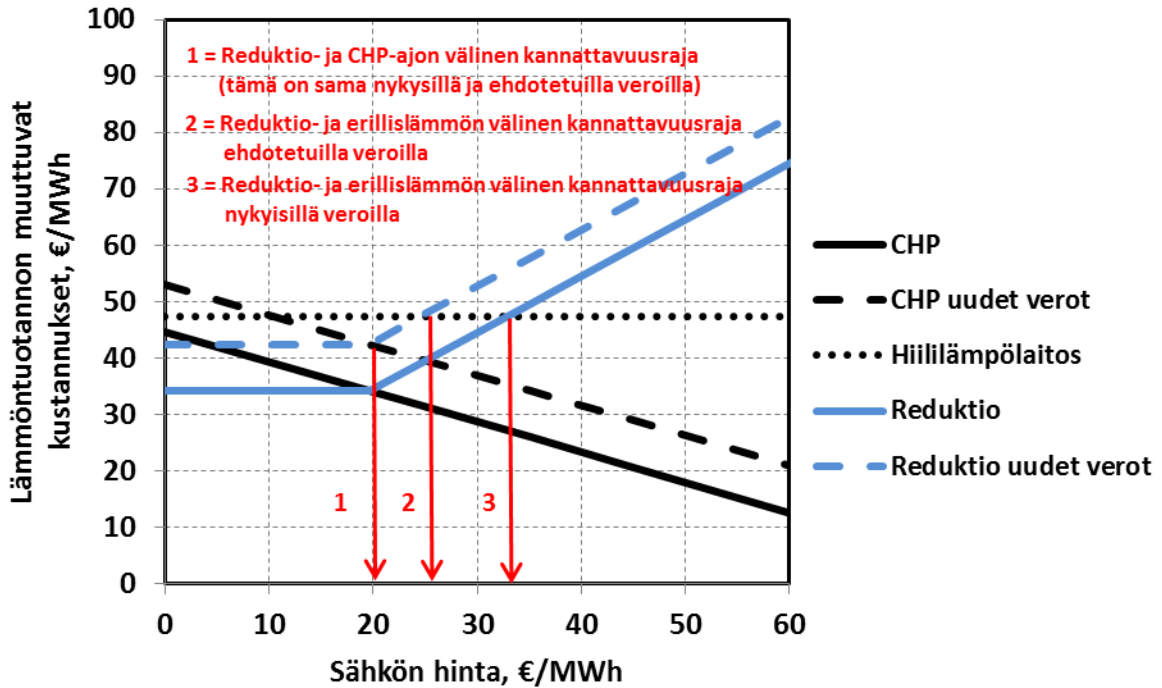
Kuva 19. Kivihiili- ja maakaasu-CHP:n kilpailukyky erillistuotantoa vastaan (yhtenäinen viiva=CHP nykyverot, katkoviiva=CHP uudet verot, pistekuvaajat=lämpölaitokset).

Veromuutos vaikuttaisi oleellisesti myös ns. reduktiolämmön kannattavuuteen. Reduktioajolla tarkoitetaan höyryn ajamista CHP-laitoksessa turbiinin ohi suoraan lämmöksi tuottamatta sähköä. Käytännössä reduktioajo on siis rinnastettavissa erilliseen lämmöntuotantoon. Reduktioajo on houkuttelevaa vain matalilla sähkön hinnoilla. Reduktiolämpöä verotetaan samaan tapaan kuin yhteistuotantolämpöä (nykyverotuksessa siis alennettu hiilidioksidivero sekä ns. 0,9 kerroin), joten ehdotettu veromuutos heikentäisi sen kannattavuutta ja ero "tavalliseen" erillislämmöntuotantoon kaventuisi. Silloin, kun reduktioajo on CHP-ajoa kannattavampaa, ero reduktiolämmön ja erillislämmön muuttuvissa tuotantokustannuksissa tietyllä polttoaineella on karkeasti ottaen sama kuin ero niihin sovellettavista lämmöntuotannon veroissa tuotettua lämpöä kohti laskettuna (kuva 4). Näin ollen reduktiolämmölle jäisi veromuutoksen jälkeen enää noin 20 % veroetu erillislämpöön verrattuna. Todellisuudessa laitosten mahdollisesti eroavat hyötysuhteet ja muut muuttuvat kustannukset vaikuttavat myös osaltaan asiaan.

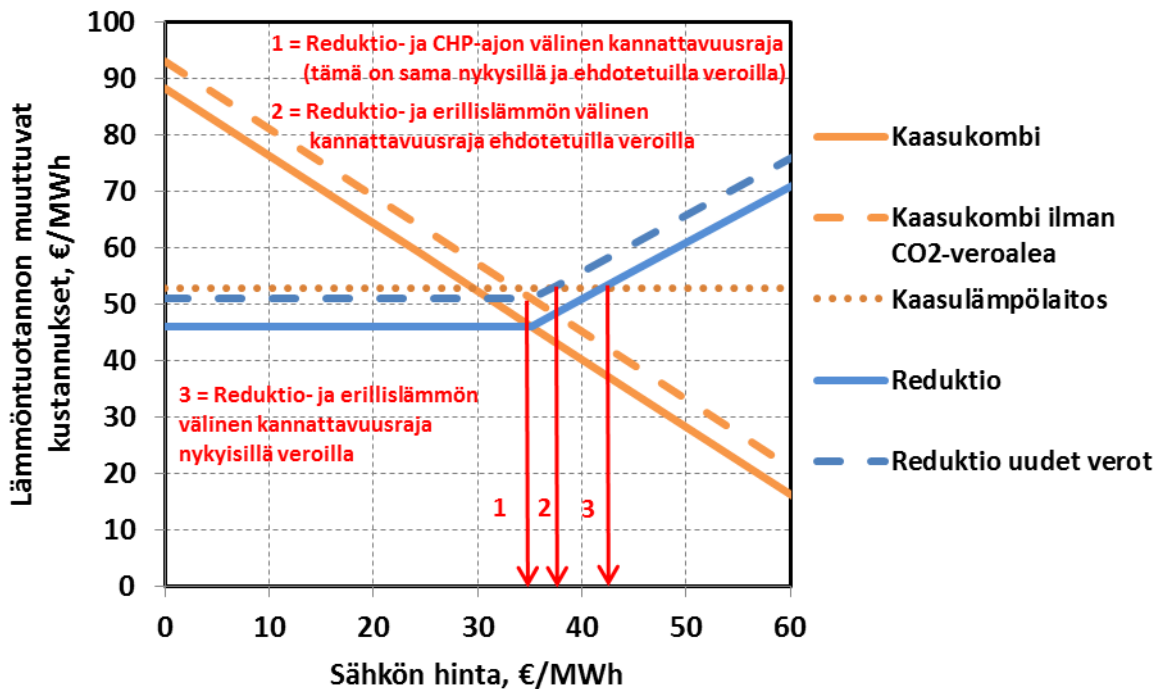
Ehdotettu veromuutos ei vaikuttaisi siihen, millä sähkön hinnalla kullakin laitoksella reduktioajo muuttuu CHP-ajoa kannattavammaksi. Oletetuilla polttoaineiden ja päästöoikeuksien hintatasoilla tämä tapahtuu kivihiilellä, kun sähkön hinta laskee alle 20 €/MWh (Kuva 20), kun kaasulla reduktioajo on kannattavaa vielä alle 35 €/MWh hinnoilla (Kuva 21). Koko lämmöntuotantokokoonpanoa tarkastellessa reduktioajo voi kuitenkin olla kannattavampaa kuin CHP-ajo myös näitä korkeammilla sähkön hinnoillakin. Esimerkiksi tilanteessa, jossa CHP-laitokset ajavat jo maksimikuormaa ja tarvitaan lisää lämpötehoa, on usein joko 1) käynnistettävä lämpölaitoksia 2) ohjattava osa CHP-laitoksien höyrystä reduktioon. Näiden vaihtoehtojen keskinäinen kannattavuus riippuu luonnollisesti laitosten käyttämistä polttoaineista, sähkön hinnasta, laitosten ylösajokustannuksista jne.

Veromuutos vaikuttaisi siihen, millä sähkön hinnalla lämmön erillistuotanto tulee kannattavammaksi kuin reduktiolämpö. Nykyisellä veromallilla kivihiilireduktio on kannattavampaa kuin erillislämmöntuotanto kivihiilellä, kun sähkön hinta on alle ~33 €/MWh (Kuva 20). Veromuutoksen jälkeen tämä rajahinta olisi n. 25 €/MWh. Vastaavasti kaasureduktion kannattavuusraja kaasun perustuvaa erillistuotantoa vastaan muuttuisi n. 42 → 37 €/MWh (Kuva 21). Laskelmissa on oletettu yksinkertaisuuden vuoksi, että reduktioajossa "sähköä vaihdetaan lämmöksi" 1:1.

Muutokset reduktiolämmön kilpailukyvyssä näkyisivät käytännössä todennäköisesti lämpölaitosten käyttöasteiden kasvamisena, mutta myös CHP-sähköntuotanto voi kasvaa kaukolämpötuotantokokoonpanosta riippuen.



Kuva 20. Kivihiileen perustuvan CHP-tuotannon, reduktiolämmön ja erillisen lämmöntuotannon keskinäinen kilpailukyky nykyisillä ja ehdotetuilla veroilla (kivihiili 10 €/MWh, päästöoikeus 15 €/t).



Kuva 21. Maakaasuun perustuvan CHP-tuotannon, reduktiolämmön ja erillisen lämmöntuotannon keskinäinen kilpailukyky nykyisillä ja ehdotetuilla veroilla (maakaasu 27,2 €/MWh, päästöoikeus 15 €/t).

Yhteenveto

Tyypilaitos- ja case-tarkastelut (vuosi 2020):

- Metsähakkeen ja turpeen kilpailukyky on jo nykyisellään riittävä kivihiileen ja maakaasuun nähden, joten veromuutos ei lisää hakkeen tai turpeen käyttöä monipolttoainelaitoksilla – kaikilla laitoksilla ei kuitenkaan ole mahdollisuutta hyödyntää haketta tai turvetta.
- Veromuutoksen johdosta maakaasu- ja kivihiili-CHP:n välinen kustannusero kaventuisi hieman, mutta kivihiili säilyisi selvästi maakaasua kustannustehokkaampana vaihtoehtona.
- Erillisen lämmöntuotannon kilpailukyky paransi veromuutoksen myötä maakaasuun, kivihiileen tai öljyyn perustuvaan yhteistuotantoon nähden. Esimerkiksi kaasukombi-CHP:ta ajettaisiin nykyisillä veroilla (ja oletetuilla polttoaineiden ja päästöoikeuksien hinnoilla) ennen kivihiileen perustuvaa lämmön erillistuotantoa sähkön hinnan ollessa yli 34 €/MWh ja ehdotetun veromuutoksen jälkeen vasta, kun sähkön hinta on yli 38 €/MWh. Kivihiililämpölaitokset ohittaisivat siis kaasukombi-CHP:n yhä useammin ajojärjestyksessä.
- Veromuutoksella pellettien seospolton kannattavuus CHP-kivihiilikattiloissa paransi, mutta olisi edelleen selvästi taloudellisesti kannattamatonta. Nykyisillä veroilla ja oletetuilla polttoainehinnoilla päästöoikeuden hinnan pitäisi olla yli ~50 €/t, jotta pellettien käyttö olisi kannattavaa. Veromuutoksen jälkeen riittäisi, että päästöoikeuden hinta olisi yli 37 €/t, mutta myös tämä taso on paljon oletettua vuoden 2020 tasoa (15 €/t) korkeampi.

2.4 Esimerkkikaupungin kaukolämmön tuotannon simulointi

2.4.1 Optimointimalli ja parametrit

Suuren esimerkkikaupungin kaukolämmön tuotantoa simuloidaan *ad hoc*³-optimointimallilla, jossa kaukolämmön tuotantorakenne (WSP Finland 2012) ja kulutus (ET 2015) on mallinnettu mittakaavaltaan vastaamaan Espoota julkisiin lähteisiin perustuen. Tarkoituksena on simuloida yhden esimerkkivuoden kaukolämmön tuntipohjaisen kulutuksen optimaalista kattamista nykyisellä tuotantokapasiteetilla. Mallissa siis minimoidaan vuotuinen operatiivinen tuotantokustannus, siten että joka tunnilla kaukolämmön tuotanto vastaa arvioitua kulutusta, joka on laskettu esimerkkivuoden 2014 ulkolämpötilaan ja vuotuisen kokonaiskulutukseen (sisältäen siirtohäviöt) perustuen.

Esimerkkikaupungin kaukolämpöverkkoon on mallissa liitetty seuraavat tuotantolaitokset:

- Maakaasua polttoaineena käyttävä kombivoimalaitos, jossa on kaasuturbiini (172 MW_e) sekä vastapaineturbiini (66 MW_e)
- Kivihiiltä polttoaineena käyttävä höyryvoimalaitos, jossa on vastapaineturbiini (156 MW_e) ilman lauhdeturbiinia
- Maakaasua polttoaineena käyttävä kaasuturbiinilaitos lämmön talteenotolla, jossa on yksi kaasuturbiini (42 MW_e)
- Kivihiiltä polttoaineena käyttävä leijupetikattila, joka tuottaa vain kaukolämpöä
- Maakaasua polttoaineena käyttävät lämpökeskukset, jotka tuottavat vain kaukolämpöä
- Polttoöljyä käyttävät lämpökeskukset, jotka tuottavat vain kaukolämpöä

³ Ad hoc –mallilla tarkoitetaan tilapäismallia, joka on tehty vastatakseen johonkin tiettyyn kysymykseen.

Yllä olevien tuotantolaitosten sähkön ja kaukolämmön tuotannon nimellistehot on listattu taulukossa 4. Koska optimointimalli perustuu laitosten prosessien yksinkertaistettuun mallinnukseen, ei optimoinnin tuloksena välttämättä päästä tarkasti ottaen näihin tuotantototeihin. On huomioitavaa, että eri yksiköiden välillä voi olla tuotannollista yhteyttä, mutta optimointimallissa kaikkia yksiköitä käsitellään erillisesti toimivina kokonaisuuksina. Lisäksi eri yksiköissä on mahdollisuus sekapolttoaineen käyttöön, mutta optimointimallissa on tuotantoa yksinkertaistettu siten, että laitokset käyttävät ainoastaan niille määriteltyä pääpolttoainetta.

Taulukko 4. Optimointimallissa käytetty esimerkkikaupungin kaukolämpöverkkoon liitetty tuotantokapasiteetti.

Voimalaitosyksikkö	KL-tuotannon kapasiteetti	Sähkötuotannon kapasiteetti
Kaasukombilaitos	214 MW	234 MW
Höyryvoimalaitos	156 MW	74 MW
Kaasuturbiinilaitos	76 MW	42 MW
Leijupetikattila	80 MW	-
Maakaasukattilat	580 MW	-
Polttoöljykattilat	115 MW	-

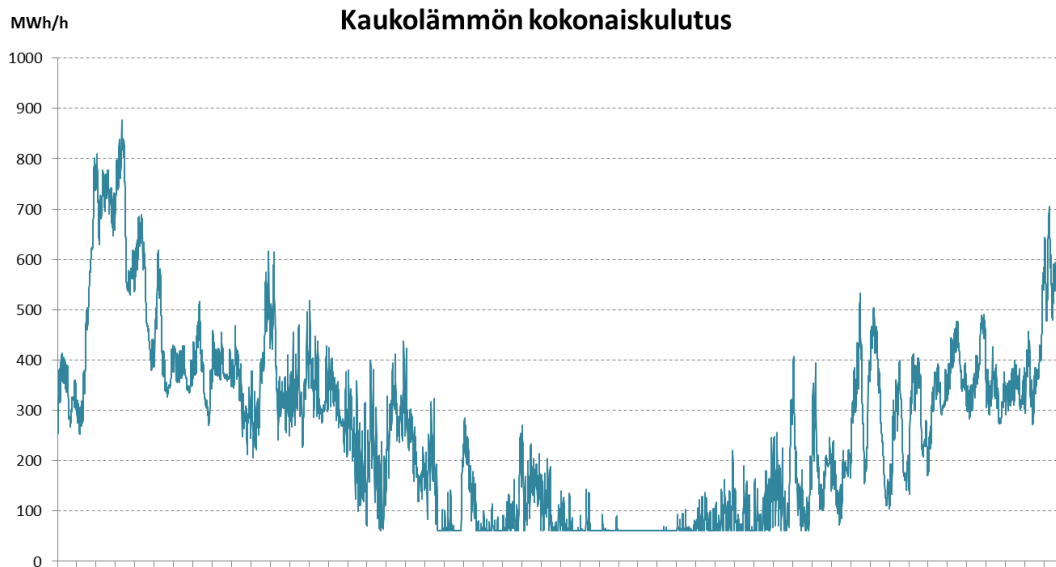
Tärkeitä optimointimallissa käytettyjä parametreja on listattu taulukossa 5. Mallin kalibroinnissa kokonaishyötysuhde on laskettu tuotantoprosessin maksimiteholla kulutetusta polttoainetehosta. Optimointimalli perustuu sekalukuoptimointiin ja täten laitosyksiköiden seisokit voidaan myös optimoida puolen päivän jaksoissa. Kyseistä seisokioptimointia varten tarvitaan CHP-laitoksien osakuormalle minimiarvo, jolle on käytetty VTT:n omaa arviota. Lämpökattiloille ei mallissa määritelty minimiosakuormaa, sillä kattilakapasiteetti koostuu useista lämpökeskuksista. Seisokkien optimointia varten malliin tarvitaan CHP-laitoksien käynnistyskustannuksille arvio, joka perustuu kansainvälisiin arvioihin (Kumar et al. 2012). Lisäksi kesän aikana kaasukombilaitos ja höyryvoimalaitos ovat peräkkäisinä ajanjaksoina huoltoseisokissa. Taulukon 5 muut muuttuvat kustannukset (MMK) ovat yksikköä euro per tuotettu lämpö ja sähkö ja nämä arvot ovat yhteneviä TIMES-VTT-mallissa käytettyjen parametrien kanssa.

Taulukko 5. Optimointimallissa käytettyjä voimalaitosparametreja

Voimalaitosyksikkö	Kokonaishyötysuhde	Minimosakuorma	Muut muuttuvat kustannukset €/MWh
Kaasukombilaitos	90%	50%	0,7
Höyryvoimalaitos	88%	25%	1,8
Kaasuturbiinilaitos	90%	40%	0,4
Leijupetikattila	90%	-	2,1
Maakaasukattilat	90%	-	0,8
Polttoöljykattilat	90%	-	0,8

Optimointimallissa käytetty kaukolämmön tuntikohtainen kokonaiskysyntä kalenterivuodelle on esitetty kuvassa 22. Kysyntäaikasarja perustuu yksinkertaiseen simulointiin, jossa kaupungin ulkolämpötilan (vuoden 2014 lämpötila-aikasarja) avulla laskettu lämmityksen

tarve yhdistetään lämpimän käyttöveden kulutukseen. Tämä lämpötilaan perustuva tyyppikulutusaikasarja skaalataan vuoden 2014 kokonaiskulutukseen (2 280 GWh), jolloin saadaan tuntipohjainen kulutusaikasarja, joka tuotantokapasiteetin pitää optimaalisesti kattaa. Kaukolämpöverkon kykyä toimia lämpövarastona mallinnetaan erillisellä lämpövarastoyksiköllä (kapasiteetti 50 MWh).



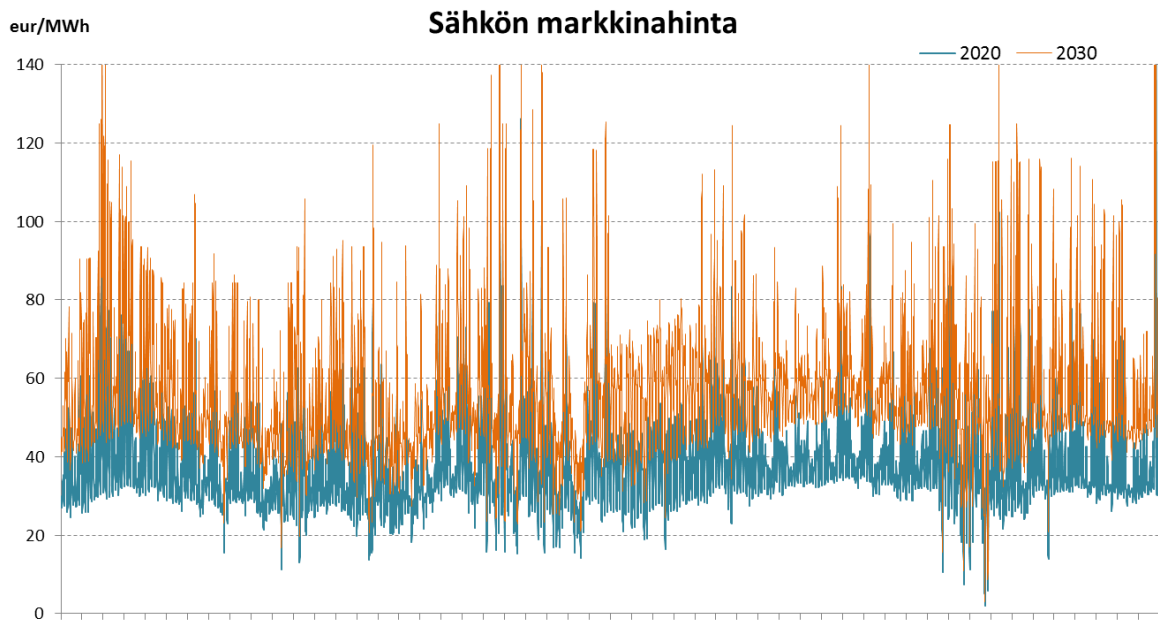
Kuva 22. Simuloitu kaukolämmön tuntipohjainen kaukolämmön kokonaiskulutus.

Optimointimalli siis minimoi kaukolämmön tuotannon vuotuiset operatiiviset kustannukset, joten hintaparametrit ovat tärkeitä tuotantoyksiköiden ajojärjestyksen näkökulmasta. Voimalaitosten polttoaineeseen liittyvät kustannuskomponentit on esitetty taulukossa 6, jossa polttoaineen hinnalle ja päästöoikeuden hintakomponentille (huom. päästöoikeuden hinta on laskettu kulutetulle polttoaineen energialle käyttäen polttoaineen päästökerrointa) on esitetty arviot vuosille 2020 ja 2030. Lämpöveron kustannus CHP-laitokselle lasketaan kertomalla tuotettu kaukolämpö CHP:n lämpöverolla ja kertoimella 0,9, ja luonnollisesti CHP:n lämpöveron yhteistuotantokomponentin puolituksen poistuessa tämä lämpövero vastaa taulukon 6 lämpökattilan veroarvoa. Raskaalle polttoöljylle ei CHP:n lämpöveroa ole listattu, sillä mallissa polttoöljyä käytetään vain lämpökeskuksissa.

Taulukko 6. Polttoaineeseen liittyvät hintakomponentit kaukolämmön tuotannossa.

Polttoaine	Polttoaineen hinta €/MWh	Lämpövero (CHP) €/MWh	Lämpövero (kattila) €/MWh	Päästöoikeuden hinta €/MWh
Maakaasu	27,2 / 36,8	12,1	17,4	3,0 / 6,0
Kivihiili	10,0 / 10,8	16,0	25,2	5,1 / 10,2
Raskas polttoöljy	37,9 / 53,5	-	22,2	4,2 / 8,4

CHP-laitosten tuottaessa sähköä vähenevät tuotantokustannukset luonnollisesti sähköstä saatujen tuottojen mukaisesti. Näin ollen optimointimallissa tarvitaan myös sähkön markkinahinnan (Suomen aluehinta) tuntiaikasarja vuosille 2020 ja 2030. Mallissa käytetyt sähkön hinnat, jotka perustuvat vuoden 2014 hinta-aikasarjaan (skaalattu vastaamaan vuosien 2020 ja 2030 arvioitua vuosikeskihintaa) on esitetty kuvassa 23.

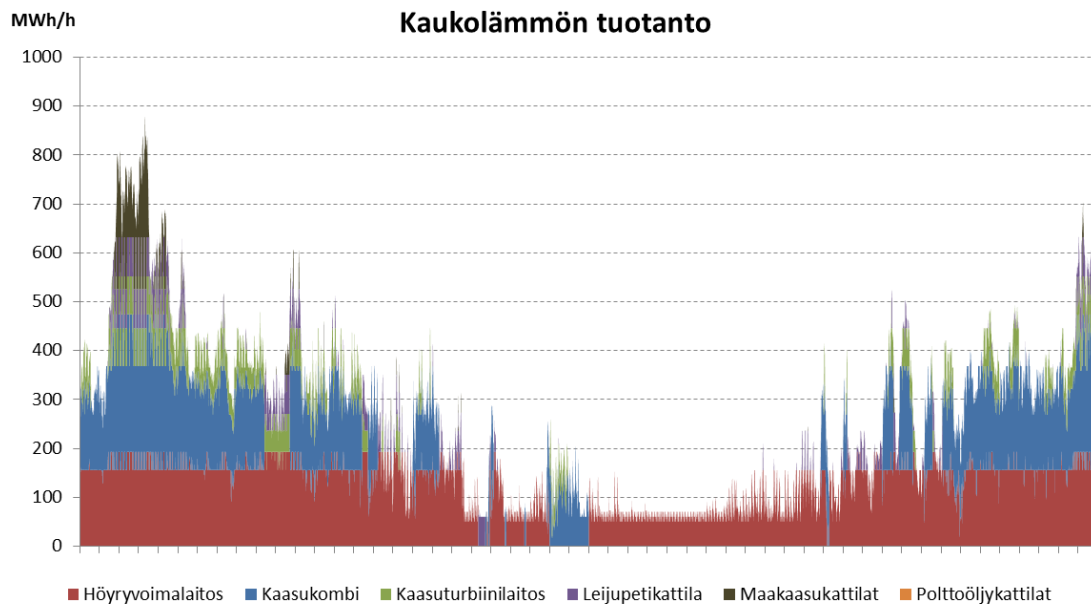


Kuva 23. Optimointimallissa käytetty sähkön tuntikohtainen markkinahinta vuosille 2020 ja 2030. Keskihintana 37,6 €/MWh (2020) ja 56,2 €/MWh (2030).

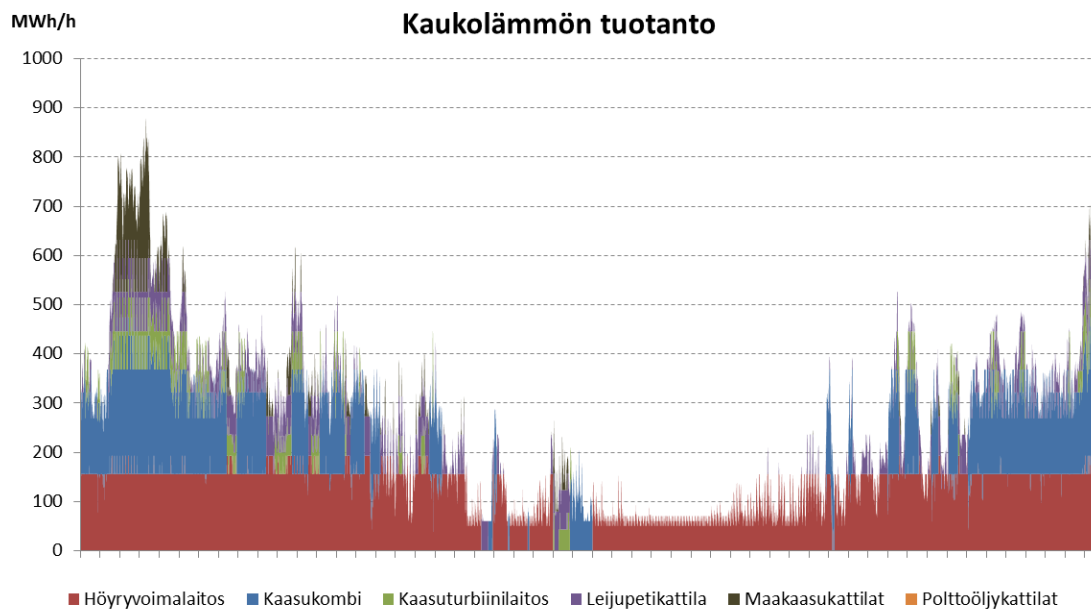
2.4.2 Tulokset ja johtopäätökset

Optimointimallia ajetaan siis kahdessa skenaariossa, vuosille 2020 ja 2030, sekä kahdella eri verotusmallilla, nykyisellä lämpöverolla ja suunnitellulla lämpöverolla. Vuodet 2020 ja 2030 eroavat toisistaan polttoaine-, päästöoikeus- ja sähkön markkinahintojen kautta. Tuloksina saadaan kuvan 22 kaukolämmön kulutuksen kattamisen kustannukset minimoiva tuntipohjainen operatiivinen toiminta. Kuvissa 24-27 on esitetty kaukolämmön tuntikohtainen tuotanto voima- ja lämpölaitoksittain vuosien 2020 ja 2030 skenaarioissa. Tuloksista voi huomata, että molemmissa skenaarioissa hiiltä käyttävä höyryvoimalaitos on ajojärjestyksessä ensimmäinen ennen kaasukombivoimalaitosta. Huippukuorman kattamiseen tarvitaan kaasuturbiinilaitosta ja vain lämpöä tuottavia maakaasulämpökeskuksia sekä kivihiiltä käyttävää leijupetilämpökattilaa. Ilmeisesti sähkön hinnan taso vaikuttaa kesän alhaisen kuorman jaksolla negatiivisesti höyryvoimalaitoksen kannattavuuteen vuoden 2030 skenaariossa.

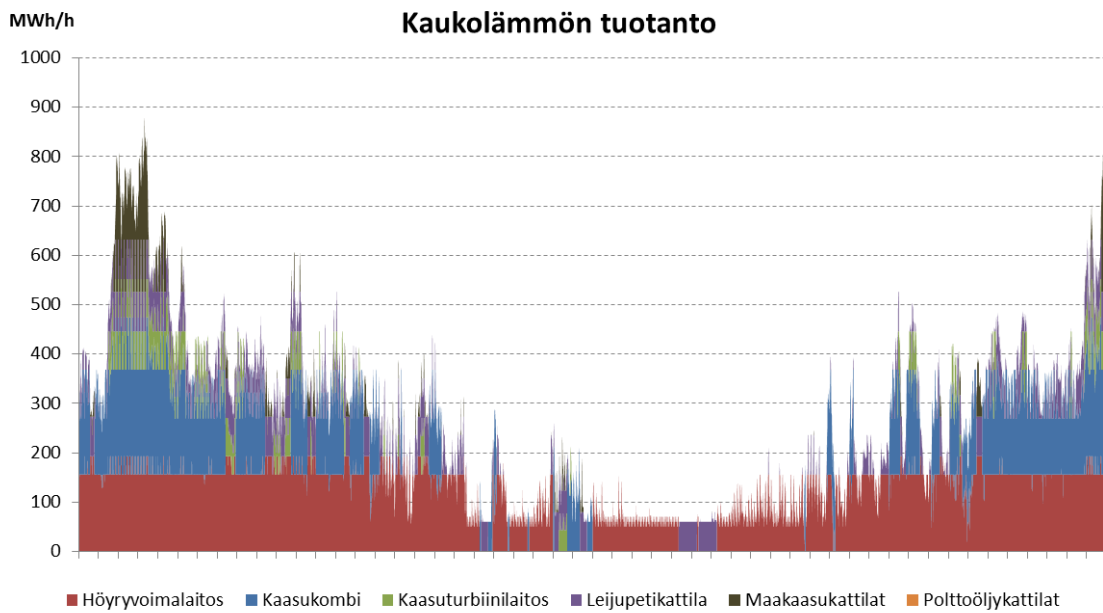
Kuvissa 24-27 tuntikohtainen kaukolämmön tuotanto yhteistuotantovoimalaitoksittain ei erottele lämmön reduktiotuotantoa yhteistuotantolämmöstä. Verotuksellisestihan näillä ei ole eroa. Kuvissa, jos esimerkiksi höyryvoimalaitoksen tuotanto ylittää annetun CHP-lämpökapasiteetin, 156 MW, laitoksessa tuotetaan (myös) reduktiolämpöä. Kuvista nähtävät veromuutoksen vaikutukset ovat muun muassa höyryvoimalan reduktiolämmön väheneminen ja kivihiililämpökattilan tuotannon lisääntyminen, selvemmin vuoden 2020 kaltaisessa markkinatilanteessa kuin vuonna 2030, kuten myös talven huippuaikoina maakaasukattilan tuotannon lisääntyminen.



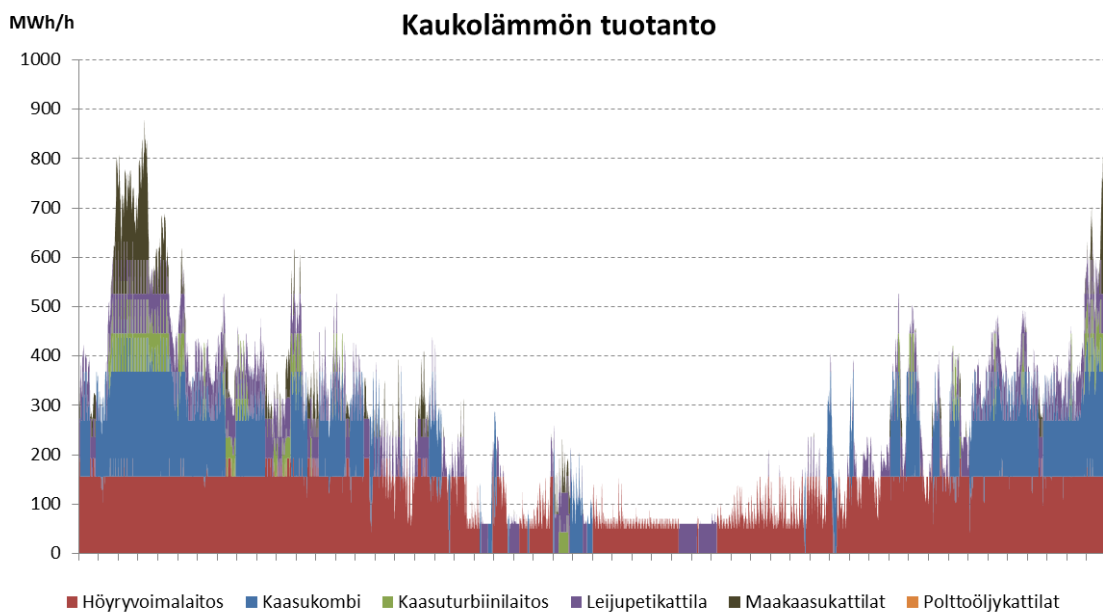
Kuva 24. Kaukolämmön tuntikohtainen tuotanto voimalaitoksittain vuonna 2020 (nykyinen verotus).



Kuva 25. Kaukolämmön tuntikohtainen tuotanto voimalaitoksittain vuonna 2020 (suunniteltu verotus).



Kuva 26. Kaukolämmön tuntikohtainen tuotanto voimalaitoksittain vuonna 2030 (nykyinen verotus).



Kuva 27. Kaukolämmön tuntikohtainen tuotanto voimalaitoksittain vuonna 2030 (suunniteltu verotus).

Kaikkien ajotapausten tulokset kaukolämmön ja sähkön tuotannon suhteen on näkyvissä taulukoissa 7 ja 8 (polttoöljykattiloita ei näissä taulukoissa näytetä, sillä sen tuotanto on kaikissa tapauksissa nolla). Vuoden 2020 tapauksessa kaukolämmön tuotanto CHP-laitoksissa vähenee 7,5 % veromuutoksen seurauksena ja kattilatuotanto korvaa tämän vähennyksen. Tässä tapauksessa suurin tuotannon vähennys tapahtuu kaasukombivoimalaitoksessa ja kaasuturbiinilaitoksessa, kun taas höyryvoimalaitoksen lämpötuotanto ei juuri muutu. Maakaasuvoimalaitosten lämmön tuotannossa tapahtuva väheneminen jakautuu suurin piirtein tasan reduktiotuotannon ja CHP-lämmön tuotannon kesken. Höyryvoimalaitoksessa CHP-lämmön tuotanto kasvaa ja reduktiolämmön tuotanto vähenee. Vastaavasti kivihiiltä käyttävä leijupetikattila vastaa pääosin lämmön

erillistuotannon kasvusta, mutta myös maakaasukattiloiden tuotanto kasvaa. Sähkön kokonaistuotanto vähentyy 4,5 %.

Taulukosta 7 huomaa, että kaasukombivoimalaitoksen sähköntuotanto pienenee veromuutoksen seurauksena 8 % laitoksen kaukolämmön tuotannon pienentyessä 12 %. Tähän syynä on nykyisen verotuksen tapauksessa kaasukombilaitoksen ajomalli, jossa kaasuturbiineista tulevaa lämpöä usein ohjataan vastapaineturbiinin sijaan reduktioon kattamaan kaukolämmönkulutusta vastapainesähköstä saatavan alhaisen hinnan vuoksi. Uudessa veroratkaisussa kaukolämmöntuotannosta maksetaan suurempaa veroa, joten vastapainesähkön suhteellinen kustannustehokkuus paranee ja lämpöä ohjataan useammin yhteistuotantoon vastapaineturbiinille reduktion sijaan, ja puuttuva lämpö tuotetaan erillisellä lämpökattilalla. Sama ilmiö tapahtuu myös höyryvoimalaitoksen tapauksessa. Ajojärjestys-tarkasteluissa kuvissa 20 ja 21 kuvataan tätä reduktiolämmön vähenemisen ilmiötä tarkemmin. Polttoaineen kulutus kaasukombivoimalaitoksen tapauksessa vähenee 10 %.

Vuoden 2030 tapauksessa kaukolämmön tuotanto CHP-laitoksissa vähenee 4,5 % veromuutoksen seurauksena, ja tässäkin tapauksessa nimenomaan maakaasua käyttävien CHP-laitosten tuotanto laskee. Esimerkiksi kaasukombilaitoksen käyttöaste laskee noin 3 % veromuutoksen seurauksena. Vuoden 2030 skenaariossa veromuutoksesta johtuva reduktion vähenemisen ilmiö on vastaava kuin 2020 skenaariossa. CHP-laitosten lämmön tuotannon vähenemästä suurin osa tulee reduktiolämmön vähentymisestä; CHP-lämpö vähenee kokonaisuudessa vain vähän CHP-lämmöntuotannon siirtyessä maakaasua käyttävistä CHP-laitoksista hiilipohjaiseen höyryvoimalaitokseen. Sähkön kokonaistuotanto laskee vain 1 %.

Taulukko 7. Kaukolämmön ja sähkön tuotanto voimalaitoksittain vuoden 2020 skenaariossa.

Voimalaitos-yksikkö	KL-tuotanto (nykyinen vero) MWh	Sähkötuotanto (nykyinen vero) MWh	KL-tuotanto (suunniteltu vero) MWh	Sähkötuotanto (suunniteltu vero) MWh
Kaasukombilaitos	802 274	665 108	711 474	606 265
Höyryvoimalaitos	1 105 447	447 387	1 091 932	472 825
Kaasuturbiinilaitos	203 315	82 476	147 297	64 264
Leijupetikattila	103 943	-	235 866	-
Maakaasukattilat	65 208	-	93 592	-
Yhteensä	2 280 188	1 194 971	2 280 160	1 143 353

Taulukko 8. Kaukolämmön ja sähkön tuotanto voimalaitoksittain vuoden 2030 skenaariossa.

Voimalaitosyksikkö	KL-tuotanto (nykyinen vero) MWh	Sähkötuotanto (nykyinen vero) MWh	KL-tuotanto (suunniteltu vero) MWh	Sähkötuotanto (suunniteltu vero) MWh
Kaasukombilaitos	706 737	672 323	671 270	660 883
Höyryvoimalaitos	1 081 984	458 482	1 060 026	472 110
Kaasuturbiinilaitos	130 121	60 794	105 321	48 652
Leijupetikattila	272 144	-	333 452	-
Maakaasukattilat	89 170	-	110 079	-
Yhteensä	2 280 156	1 191 598	2 280 148	1 181 644

Taulukoissa 9-12 on eritelty voimalaitosyksiköiden kustannuskomponentteja siten, että myydystä sähköstä saadut tuotot listataan ”negatiivisena kustannuksena”. Vuoden 2020 skenaariossa nykyisellä verotuksella lämpöveron osuus suorista kokonaistuotantokustannuksista (tähän ei lasketa mukaan sähkönmyynnin tuottoja) on 25 % ja tämä osuus nousee tasolle 34 % suunnitellulla veromallilla. Vuoden 2030 skenaariossa taas nykyisellä verotuksella vastaava osuus on 21 % ja nousee tasolle 27 %. Euromääräisesti vuosien 2020 ja 2030 skenaarioilla ei ole lämpöveron suhteen paljoa eroa, mutta vuoden 2030 skenaarioissa maakaasun ja päästömaksun hinnat ovat merkittävästi korkeampia.

Taulukko 9. Voimalaitoksien tuotantokustannukset (k€) vuoden 2020 skenaariossa nykyisellä verotuksella. Myydystä sähköstä saatu tuotto on esitetty negatiivisena lukuna. MMK = muut muuttuvat kustannukset. Huom. taulukossa ei ole listattu laitosten käynnistyskustannuksia.

Voimalaitosyksikkö	Polttoaine	Päästöoikeus	MMK	Lämpövero	Myyty sähkö
Kaasukombilaitos	44 699	4 930	998	8 737	- 28 275
Höyryvoimalaitos	18 167	9 265	2 733	15 918	- 17 478
Kaasuturbiinilaitos	8 617	950	123	2 214	- 3 415
Leijupetikattila	1 155	589	220	2 910	0
Maakaasukattilat	1 971	217	50	1 261	0

Taulukko 10. Voimalaitoksien tuotantokustannukset (k€) vuoden 2020 skenaariossa suunnitellulla verotuksella.

Voimalaitosyksikkö	Polttoaine	Päästöoikeus	MMK	Lämpövero	Myyty sähkö
Kaasukombilaitos	40 104	4 423	896	11 142	- 26 574
Höyryvoimalaitos	18 314	9 340	2 754	24 765	- 18 310
Kaasuturbiinilaitos	6 371	703	91	2 307	- 2 766
Leijupetikattila	2 621	1 337	500	6 604	0
Maakaasukattilat	2 829	312	71	1 809	0

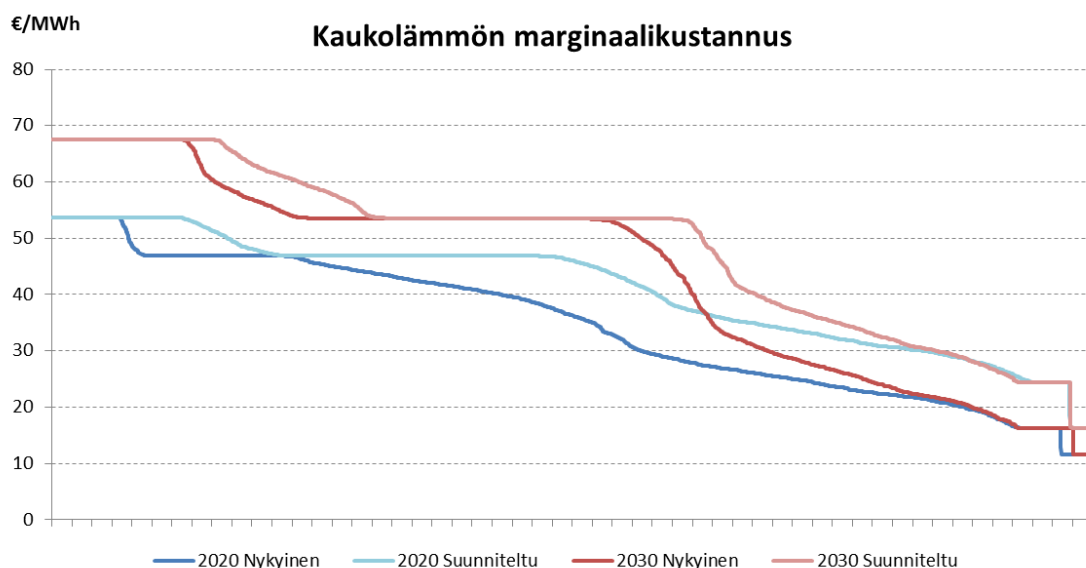
Taulukko 11. Voimalaitosten tuotantokustannukset (k€) vuoden 2030 skenaariossa nykyisellä verotuksella.

Voimalaitosyksikkö	Polttoaine	Päästöoikeus	MMK	Lämpövero	Myyty sähkö
Kaasukombilaitos	56 767	9 256	938	7 696	– 43 279
Höyryvoimalaitos	19 625	18 535	2 711	15 581	– 26 677
Kaasuturbiinilaitos	7 768	1 267	82	1 417	– 3 888
Leijupetikattila	3 266	3 084	577	7 620	0
Maakaasukattilat	3 646	594	68	1 724	0

Taulukko 12. Voimalaitosten tuotantokustannukset (k€) vuoden 2030 skenaariossa suunnitellulla verotuksella.

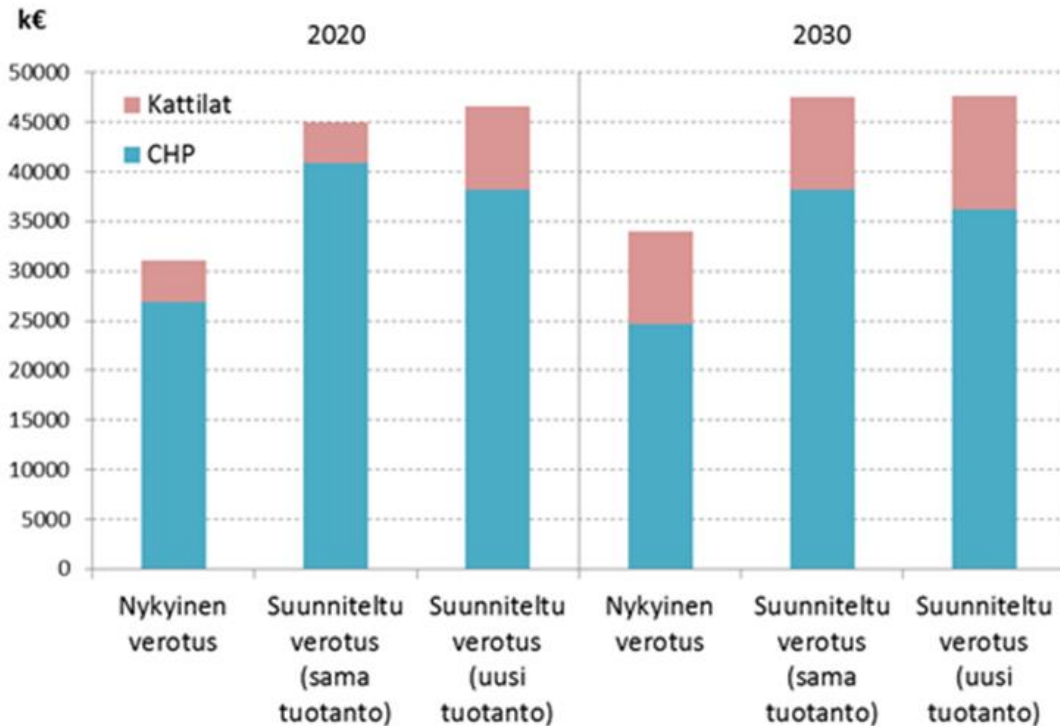
Voimalaitosyksikkö	Polttoaine	Päästöoikeus	MMK	Lämpövero	Myyty sähkö
Kaasukombilaitos	54 900	8 951	906	10 512	– 42 706
Höyryvoimalaitos	19 522	18 438	2 697	24 041	– 27 222
Kaasuturbiinilaitos	6 266	1 022	66	1 649	– 3 197
Leijupetikattila	4 001	3 779	707	9 337	0
Maakaasukattilat	4 501	734	84	2 128	0

Kuvassa 28 on esitetty kaukolämmön tuotannon marginaalikustannus pysyvyyskäyrinä kaikissa skenaarioissa. Pysyvyyskäyristä käy ilmi miten suurimman marginaalikustannuksen, josta vastuussa ovat lämpökattilat, tasossa ei ole eroa verotuksen suhteen, sillä veromuutos ei vaikuta kattilatuotannon lämpöveroon. Toisaalta veron vaikutus marginaalikustannukseen näkyy alemmilla kustannuksilla, joissa CHP muodostaa marginaalituotannon. Pysyvyyskäyrässä veromuutoksen vaikutus marginaalikustannuksen tasoon on näissä tapauksissa noin 8 €/MWh.



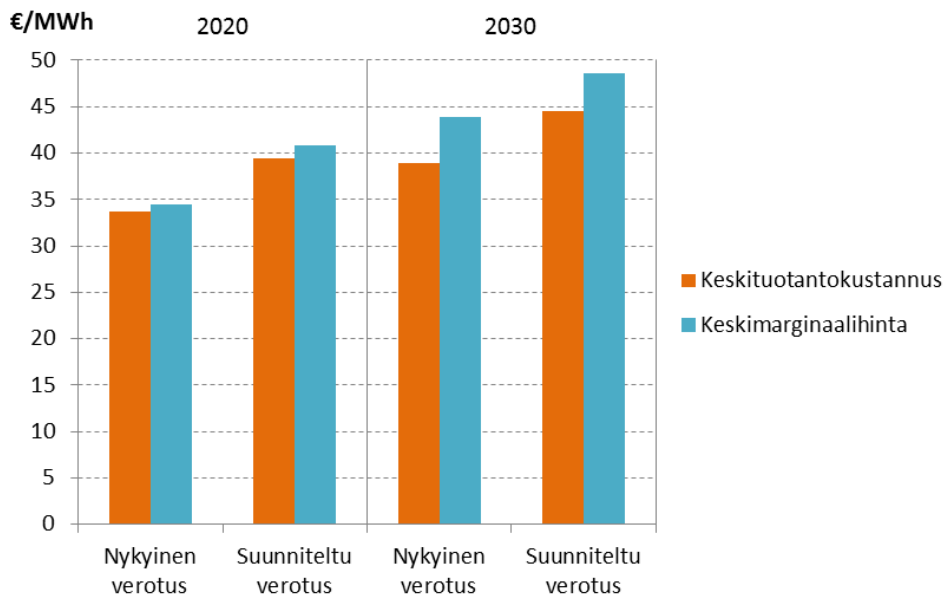
Kuva 28. Kaukolämmön marginaalikustannus kaikissa skenaarioissa.

Johtopäätöksenä esimerkkikaupungin kaukolämmön tuotannon simuloinnista optimointimallilla voidaan esittää tulosten perusteella, että verotuksen muutos vaikuttaa sekä suoraan kaukolämmön tuotantokustannuksiin, mutta myös voimalaitosten ajojärjestykseen. Kuvasta 29 käy ilmi, että verotuksen muuttuessa maksettu vuotuinen vero kasvaa molemmissa skenaarioissa: 15,6 M€ (2020) ja 13,6 M€ (2030). Kokonaiskustannuksissa vaikutus on luokkaa 13 M€.



Kuva 29. Lämpöveron muutoksen vaikutus vuotuisen maksettuaan veroon staattisessa tapauksessa (sama tuotanto kuin nykyisessä verotuksessa) ja dynaamisessa tapauksessa (uusi tuotanto vastaamaan muuttuneita olosuhteita).

Yhteistuotantolaitosten kaukolämmön tuotanto pieneni 7,5 % (2020) ja 4,5 % (2030) veromuutoksen seurauksena lämmön erillistuotannon kasvaessa. Esimerkkikaupungin energiatuotannon CO₂-päästöt ovat kokonaisuudessaan kaikissa skenaarioissa luokkaa 1060–1080 kt, eikä eri verotusmallien välillä ole juurikaan eroa päästöjen suhteen. Kuvasta 30 käy ilmi, että verotusmuutoksen vaikutus kaukolämmön tuotannon keskikustannukseen on noin 6 €/MWh molemmissa skenaarioissa.



Kuva 30. Kaukolämmön tuotantokustannuksen (mukana myös laitosten käynnistyskustannukset) keskiarvo sekä marginaalikustannuksen keskiarvo.

2.4.3 Esimerkkikaupungin simulointi hiukan erilaisella laitoskoonpanolla

Esimerkkikaupungin tuotantokoonpanoa muutetaan hieman siten, että öljykattilat poistetaan ja maakaasukattiloista 130 MW poistuu ja saman verran biopellettikattilatehoa tulee lisää. Biopelletin kustannuksena käytetään 35 €/MWh.

Tulokset tuotannon suhteen on nähtävissä taulukoissa 13 ja 14. On selvästi nähtävissä, että nykyisellä verotuksella biopellettikattila syrjäyttää huomattavasti maakaasupohjaista lämmöntuotantoa ja siten myös sähköntuotantoa sekä vuoden 2020 että 2030 tapauksessa. Myös muu kattilatuotanto pienenee biopellettikattilan käyttöönoton vaikutuksesta.

Taulukko 13. Kaukolämmön ja sähkön tuotanto voimalaitoksittain vuoden 2020 skenaariossa.

Voimalaitosyksikkö	KL-tuotanto (nykyinen vero) MWh	Sähkötuotanto (nykyinen vero) MWh	KL-tuotanto (suunniteltu vero) MWh	Sähkötuotanto (suunniteltu vero) MWh
Kaasukombilaitos	663 673	571 476	473 298	466 414
Höyryvoimalaitos	1 115 488	450 104	1 074 130	483 544
Kaasuturbiinilaitos	126454	56 364	65 422	30 784
Leijupetikattila	45 915	0	134 862	0
Maakaasukattilat	17 153	0	27 600	0
Biopellettikattilat	311 481	0	504 833	0
Yhteensä	2 280 163	1 077 945	2 280 146	980 742

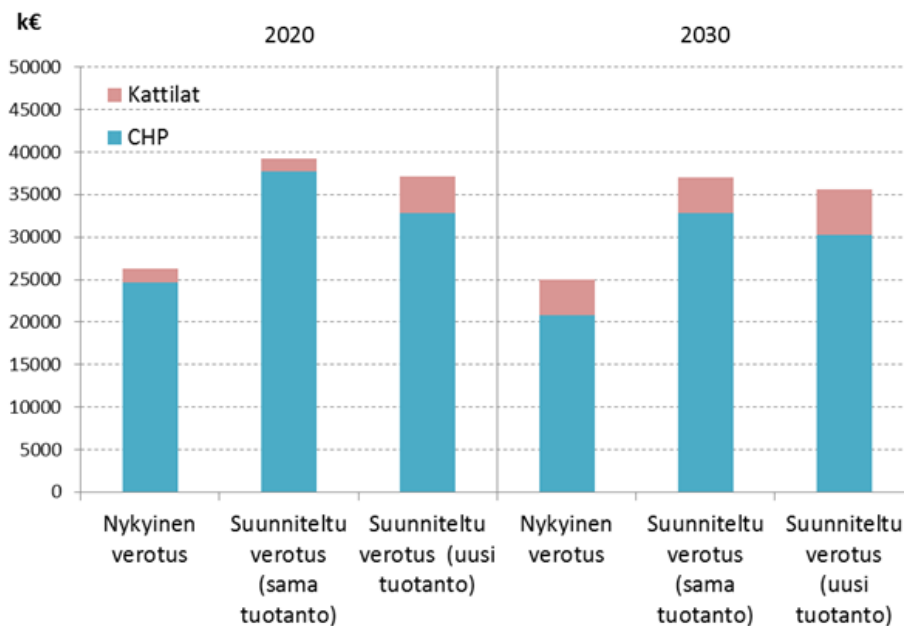
Vuoden 2020 tapauksessa verotuksen muutos vähentää CHP-laitosten kaukolämmön tuotantoa 15 % ja sähköntuotanto vähenee samalla 9 %. Maakaasukombilaitoksen käyttöaste pienenee 24 % ja kaasuturbiinilaitoksen jopa 47 %. Höyryvoimalaitoksen tuotanto ei muutu verotuksesta johtuen juurikaan. Vuonna 2030 CHP-laitosten kaukolämpötuotanto

vähenee vain 7 % ja sähköntuotanto myös 7 % veromuutoksen seurauksena. Näin ollen maakaasukombilaitoksen ja kaasuturbiinilaitoksen käyttöasteeseen verotuksen vaikutus on maltillisempi. Biopellettilaitoksen tuotanto kasvaa molemmissa tapauksissa veromuutoksen vaikutuksesta. Yleisesti voidaan arvioida maakaasupohjaisten CHP-laitosten lämmön tuotannon vaihtuvan biopellettipohjaiseen erillislämmöntuotantoon veromuutoksen seurauksena, mutta myös kivihili- ja maakaasupohjainen erillislämmöntuotanto kasvaa.

Taulukko 14. Kaukolämmön ja sähkön tuotanto voimalaitoksittain vuoden 2030 skenaariossa.

Voimalaitosyksikkö	KL-tuotanto (nykyinen vero) MWh	Sähkötuotanto (nykyinen vero) MWh	KL-tuotanto (suunniteltu vero) MWh	Sähkötuotanto (suunniteltu vero) MWh
Kaasukombilaitos	462 089	481 184	392 708	410 939
Höyryvoimalaitos	1 058 601	472 362	1 033 881	483 332
Kaasuturbiinilaitos	50 951	25 731	41 477	21 054
Leijupetikattila	133 236	0	168 951	0
Maakaasukattilat	23 314	0	35 607	0
Biopellettikattilat	551 944	0	607 507	0
Yhteensä	2 280 136	979 277	2 280 131	915 324

Lämpöverokertymä kasvaa kuvan 31 mukaisesti sekä 2020 että 2030 noin 10 M€ veromuutoksen seurauksena. Kun tuotannossa veromuutoksen johdosta siirrytään biopellettipohjaiseen erillistuotantoon, vähenee verokertymä noin 2 M€ verrattuna laskennalliseen nykyisen veromallin mukaisen tuotannon hiilidioksidiveron kaksinkertaistamiseen.



Kuva 31. Lämpöveron muutoksen vaikutus vuotuiseseen maksettuaan veroon staattisessa tapauksessa (sama tuotanto kuin nykyisessä verotuksessa) ja dynaamisessa tapauksessa (uusi tuotanto vastaamaan muuttuneita olosuhteita).

2.5 Kaukolämmön kilpailukyky suhteessa lämpöpumppuratkaisuihin

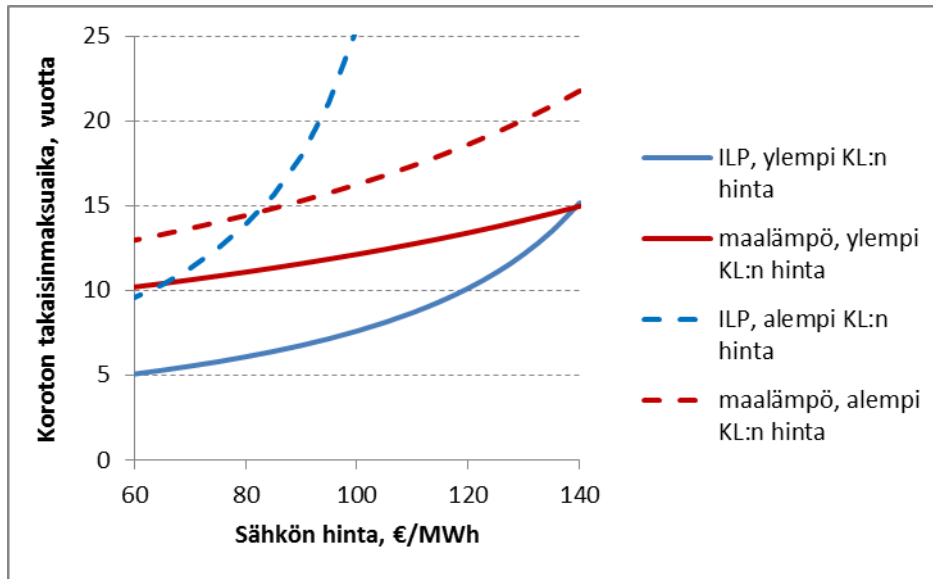
Viime vuosina kaukolämpö (myös yhteistuotanto) on menettänyt kilpailukykyään verrattuna erilaisiin lämpöpumppuratkaisuihin. Tämä on johtunut osittain sähkön hinnan laskemisesta, lämpöpumppujen kehityksestä ja monilla alueilla kaukolämmön hintaan kohdistuneista korotuksista. Uudisrakennusten tapauksissa tai lämmitysjärjestelmiä uudistettaessa, kun myös kaukolämpölaitteisto ja -liittymä vaativat investointeja, muut lämmitysratkaisut ovat jo pidempään olleet kilpailukykyisiä verrattuna kaukolämpöön. Viime vuosina myös olemassa olevissa kaukolämmitetyissä taloissa (sekä pientaloissa että taloyhtiöissä) on investoitu ilma-, poistoilma- ja maalämpöpumppuihin ja siten korvattu kaukolämmitystä osittain tai kokonaan.

Koska veroalennuksen poistaminen lisäisi yhteistuotannolla tuotetun kaukolämmön tuotantokustannuksia, aiheuttaisi se (omistajan tuottovaatimuksesta riippuen) nousupainetta myös kaukolämmön hintaan, mikä edelleen heikentäisi kaukolämmön kilpailukykyä. Kuvassa 32 on esitetty takaisinmaksuajat kahdentyyppiselle lämpöpumppuinvestoinnille sähkön hinnan funktiona esimerkikohteessa. Esimerkkikohteeseen edustaa nykyisellään kaukolämmitettyä omakotitaloa (kaukolämmön kulutus 18 MWh/a, sisältäen käyttöveden lämmityksen). Tarkastellut lämpöpumppuvaihtoehdot ovat kaukolämmityksen osittainen korvaaminen investoimalla ilmalämpöpumppuun (ILP) ja kaukolämpöliittymästä kokonaan luopuminen investoimalla maalämpöön. Kuvassa 32 takaisinmaksuajat on esitetty kahdelle kaukolämmön hinnalle edustaen matalinta (muuttuva kustannus 49,61 €/MWh) ja korkeinta (muuttuva kustannus 72,11 €/MWh) hintaa niiden suurimpien kaupunkien joukosta, joissa kaukolämmön tuotannosta iso osuus perustuu maakaasuun ja/tai kivihilleen eli Helsinki, Espoo, Vantaa, Lahti, Tampere ja Turku (ET 2015). Muut kuvan 32 esimerkkiin oletetut lähtöarvot on esitetty taulukossa 15. Todellisuudessa kustannukset, hyötysuhteet ja muut lämmitysvaihtoehtojen ominaisuudet ovat kiinteistökohtaisia.

Taulukko 15. Kuvassa 32 esitetyssä esimerkissä käytetyt oletusarvot (olemassa oleva kaukolämmitteinen talo).

	Kaukolämpö	Ilmalämpöpumppu	Maalämpöpumppu
Investointi, €	0	2 200	14 000
Hyötysuhde kulutuskohteessa	1	2,5	3,3
<i>Osuus lämmön kokonaiskulutuk- sesta (sis. käyttöveden)</i>	100 %	50 %	100 %
Kaukolämmön tehomaksu*			
-Alempi hinta-alue	28,54	28,54	-
-Ylempi hinta-alue	22,27	22,27	-

* Tyypillisesti kuukausimaksuista koostuva kaukolämpölaskun kiinteä osa laskettuna hintatilastoissa MWh:a kohden "Pientalo" -tyyppikäyttäjälle (Energiateollisuus, 2015). Tarkastelussa ei ole otettu huomioon ILP-investoinnin myötä pienentyvää kaukolämmön huipputehon tarvetta, joka voi johtaa myös pienempään teho-/kuukausimaksuun.



Kuva 32. Esimerkitarkastelu lämpöpumppuinvestointien kannattavuudesta kaukolämmitetyn omakotitalon tapauksessa sähkön hinnan funktiona (sis. sähkön siirron muuttuvan kustannuksen, ALV:n ja sähköveron).

Kuvasta 32 nähdään, että nykyisellä sähkön hintatasolla (siirtoineen ja veroineen n. 100€/MWh) investoinnit molempiin tarkasteltuihin lämpöpumppuratkaisuihin ovat takaisinmaksuajaltaan perusteltavissa alueilla, joissa kaukolämmön muuttuva kustannus on noin 70 €/MWh. Vuoden 2015 hintatilaston mukaan tämä on hintataso kivihiltä ja/tai maakaasua polttavista suurista kaupungeista mm. Turussa, Tampereella, Lahdessa ja Espoossa. Mikäli CHP-tuotannon veronalennuksen poisto johtaa kaukolämmön hinnan korotukseen, saattaa se siis lisätä siirtymistä kaukolämmityksestä lämpöpumppujen käyttöön omakotitaloissa. Koska esimerkkejä lämpöpumppuinvestoinneista myös kaukolämmitteisiin kerros- ja rivitaloihin on jo olemassa, mahdollinen kaukolämmön hinnan korotus lisäisi todennäköisesti lämpöpumppuinvestointeja myös näihin kohteisiin.

Lämpöpumppujen yleistymisellä yhteistuotannolla tuotetun kaukolämmön alueella on sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia, jotka riippuvat paitsi mittareista ja näkökulmista myös markkinatilanteista. CHP:n lämpökuorman korvaaminen lämpöpumpuilla heikentää Suomen omavaraisuutta ja huoltovarmuutta sähkön suhteen ”molemmista päistä” kun sekä sähkön kulutus kasvaa että CHP-tuotanto vähenee. Toisaalta fossiilisten ja tuontipolttoaineiden käyttö ja monet päästöt pienenevät, ainakin alueellisesti. Laajemmat vaikutukset esimerkiksi päästöihin riippuvat vaikutuksista sähköjärjestelmään monen valtion alueella ja ovat monitulkintaisia, eikä niitä käsitellä tässä raportissa.

3. Kokonaisvaltainen energiajärjestelmätarkastelu

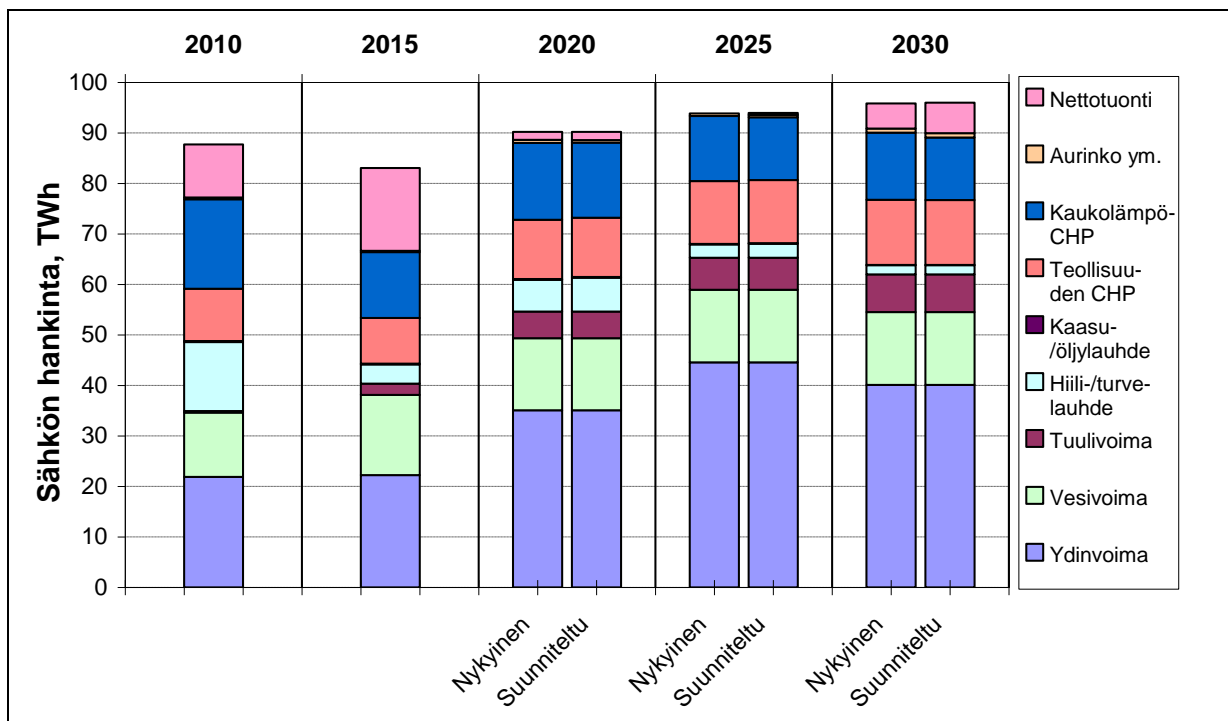
3.1 Vaikutukset sähkön ja kaukolämmön tuotantoon ja teollisuuden energiajärjestelmiin

Suunnitellun verotusmuutoksen vaikutukset sähkön hankintarakenteeseen ovat energiajärjestelmämallin tulosten mukaan hyvin pieniä. Tulosten mukainen hankinnan kehitys on esitetty kuvassa 33 nykyisen ja suunnitellun verotuksen tapauksessa

Merkittävin muutos sähkön hankinnassa vuoteen 2020 mennessä on ydinvoiman tuotannon kasvu Olkiluoto 3 -voimalaitoksen (1600 MW) valmistuttua vuonna 2018. Ydinvoimatuotanto kasvaa edelleen vuonna 2024, jolloin valmistuu Hanhikivi 1 -voimalaitos (1200 MW), mutta pian sen jälkeen poistuvat käytöstä Loviisan laitokset, joista Loviisa 1 jo vuoteen 2030 mennessä. Ydinvoimatuotannon huomattava kasvu pienentää etenkin sähkön tuontia, mutta se vaikuttaa myös sähkön ja lämmön yhteistuotannon kilpailukykyyn.

Nykyverotuksella tarkasteltuna poikkeuksellisen lämpimän vuoden 2015 jälkeen sähkön tuotanto kaukolämmön tuotannon yhteydessä palaa normaalivuoden tasolle, muttei saavuta enää vuoden 2010 huipputasoa. Yhteistuotannon kokonaismäärä pysyy tulosten mukaan 25–26 TWh:n tasolla vuosina 2020–2030. Teollisuuden yhteistuotanto kasvaa asteittain jonkin verran sekä laitosten rakennusasteen kasvun myötä että metsäteollisuuden sellun tuotannon kasvun ansiosta. Kaukolämmön yhteistuotanto vastaavasti vähenee jonkin verran vuoden 2020 jälkeen.

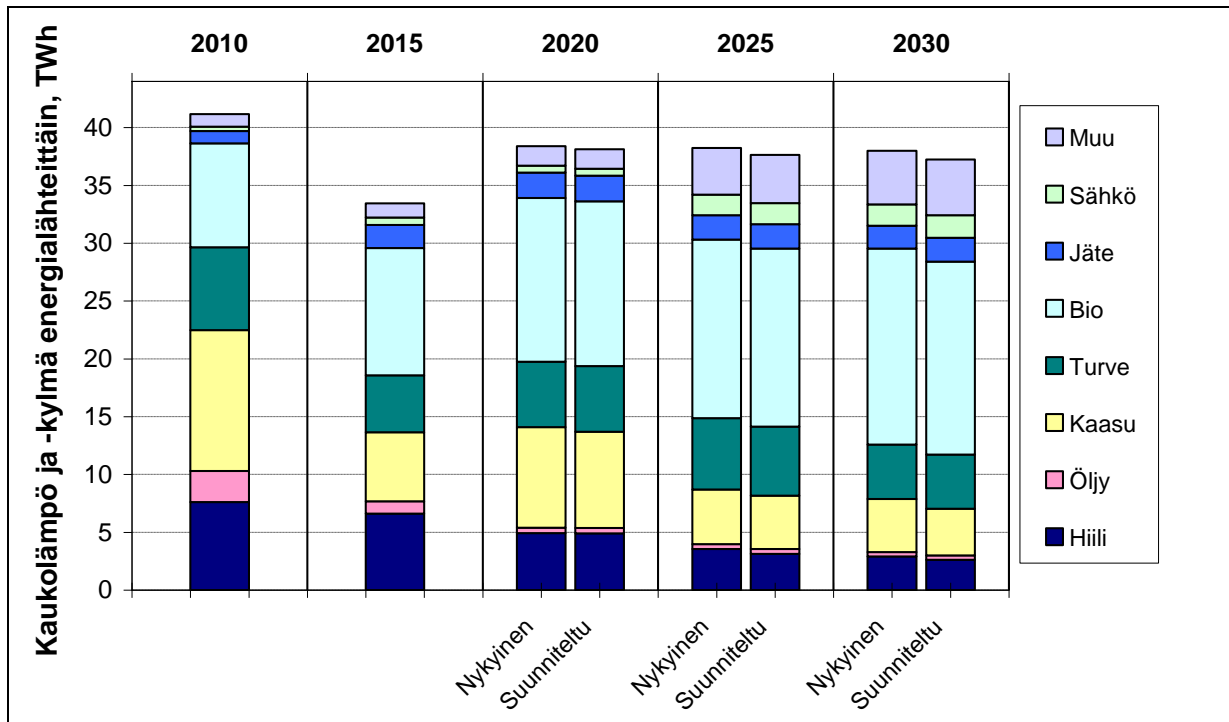
Verotusmuutoksen vaikutukset näkyvät sähkön kokonaishankinnassa vuonna 2020 pienenä yhteistuotannon määrän vähenemisenä, ja vastaavasti lauhdetuotannon pienenä lisäyksenä.



Kuva 33 . Sähkön kokonaishankinnan kehitys tuotantomuodoittain.

Myös vuonna 2030 voidaan nähdä samansuuntainen pieni vaikutus yhteistuotantoon, ja lisäksi sähkön kokonaiskysyntä kasvaa hieman suuremmaksi suunnitellun verotuksen tapauksessa. Kasvavaan sähkön kysyntään ja vähentyneeseen yhteistuotantoon vastataan sähkön tuontia lisäämällä.

Kaukolämmön tuotannon kehitys vuoteen 2030 saakka nykyverotuksella ja suunnitellulla verotuksella on esitetty kuvassa 34 energialähteittäin. Kuvassa on mukana myös kaukolämpöpumpuilla ympäristöstä talteen otettu energia. Kaukolämmön tarve vuonna 2015 oli lämpimän sään takia poikkeuksellisen alhainen, ja esimerkiksi maakaasun käyttöön yhteistuotannossa vaikutti alhainen sähkön markkinahinta. Kaukolämpösektorilla maakaasun käyttö palautuu kummassakin veromallissa vuoteen 2020 mennessä selvästi vuoden 2015 tasoa korkeammaksi, mutta sen jälkeen kulutus kääntyy jälleen laskuun. Tähän vaikuttaa muun muassa päästöoikeuden kohoava hinta. Hiilen käyttö kaukolämmön tuotantoon vähenee verraten tasaisesti, eikä se nouse enää vuoden 2015 tason yläpuolelle.

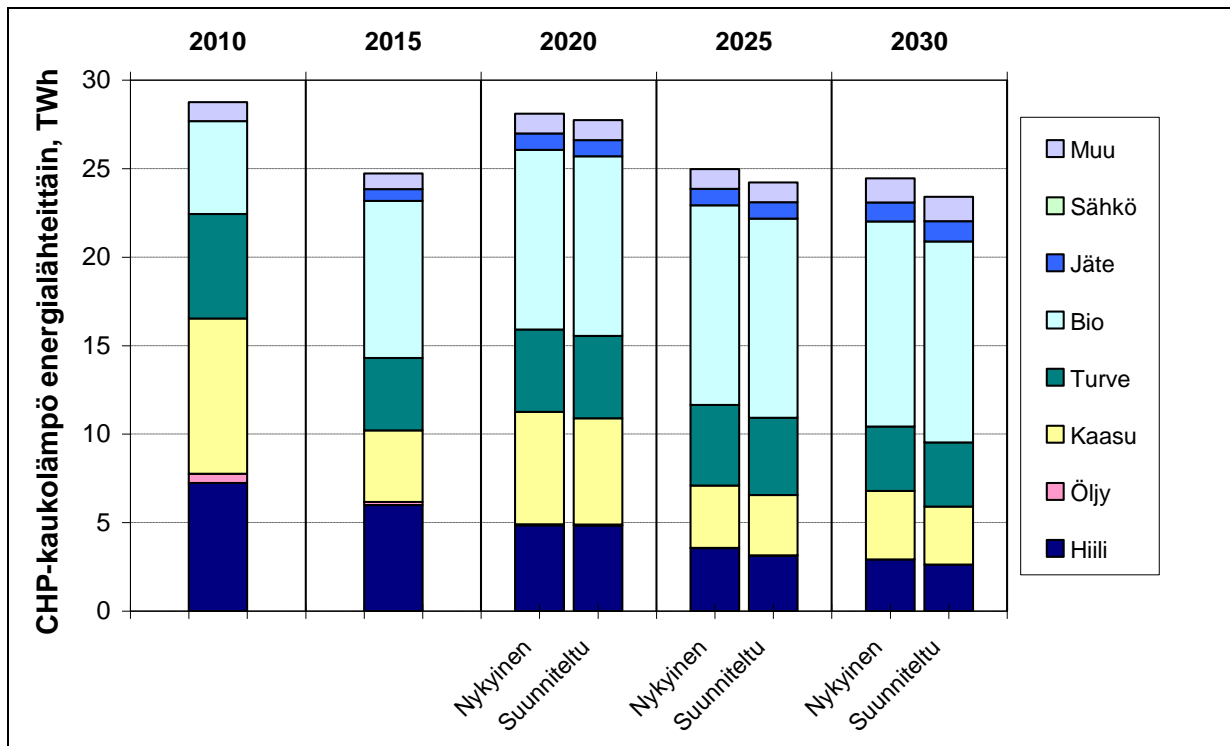


Kuva 34. Kaukolämmön tuotannon kehitys energialähteittäin.

TIMES-VTT-mallilaskelmien mukaan verotusmuutos aiheuttaa kaukolämmön hinnan nousua, jonka seurauksena kaukolämmön kilpailukyky heikkenee ja kysyntä vähenee nykyverotukseen verrattuna. Sähkön kysyntä lämmitykseen puolestaan hieman kasvaa, lähinnä palvelurakennuksissa. Selvimmin verotusmuutos vaikuttaa maakaasun asemaan: Maakaasulla ja hiilellä tuotetun kaukolämmön määrä jää vuonna 2020 aavistuksen pienemmäksi ja vuonna 2030 noin 10 % pienemmäksi kuin nykyveron tapauksessa. Maakaasun ja kivihiilen yhteinen markkinaosuus vuonna 2030 on enää noin 20 % nykyverotuksellakin. Fossiilisten polttoaineiden käytön väheneminen on samantasoinen kaukolämmön käytön vähenemisen kanssa.

Uusiutuvan energian käyttöä suunniteltu verotusmalli lisää vain aavistuksen verran vuonna 2020, mutta sen jälkeen käyttö jää suunnitellussa verotusmallissa hivenen, 0,1 TWh, nykyistä verotusmallia pienemmäksi. 2020-luvulla kaikki liikenevä biomassa hyödynnetään jo nykyisellä verotuksella, joten veromuutos siirtää biomassan käyttöä kaukolämmöstä teollisuuden käyttöön. Kaikkiaan verotusmuutos vaikuttaa siten selvemmin kaukolämmön tuotantoa vähentävästi, erityisesti fossiilisiin polttoaineisiin perustuvan tuotannon osalta. Vaikka uusiutuvan energian määrä tuotannossa ei nouse, sen osuus kasvaa noin 0,5 prosenttiyksikköä vuosina 2020–2030. Jos kaukolämpöpumppujen talteen ottama latentti lämpö otetaan huomioon, osuuden kasvu on hieman suurempi.

Kaukolämmön yhteistuotannon osalta tulokset ovat varsin samankaltaisia kuin kaukolämmön tuotannossa kokonaisuutena, kuten kuvassa 35 on havainnollistettu. Yhteistuotannon osuus kokonaiskaukolämmöntuotannosta pysyy vuonna 2020 noin 73 %:ssa, mutta laskee sen jälkeen hieman alle 65 %:n vuoteen 2030 mennessä. Yhteistuotannon kilpailukyvyyn selvä heikentyminen vuoden 2020 jälkeen johtuu päästöoikeuksien hinnan noususta, edullisen biopolttoaineen tarjonnan rajallisuudesta, lämpöpumppujen kasvavasta merkityksestä lämmön tuotannossa sekä laskelmissa oletetusta vuonna 2024 valmistuvasta toisesta uudesta ydinvoimalasta.



Kuva 35. Kaukolämmön yhteistuotannon kehitys energialähteittäin.

Lämpöveron muutos vaikuttaa nimenomaan kaukolämmön yhteistuotannon tuotantokustannuksiin ja sitä kautta kaukolämmön hintaan. Kaukolämmön hinta (i. kaukolämmön tuotannon marginaalikustannus) nousee tulosten mukaan esimerkiksi pääkaupunkiseudulla verotusmuutoksen seurauksena noin 10 % vuosina 2020–2025, mutta vaikutus suunnilleen puolittuu vuoteen 2030 mennessä, kun tuotantojärjestelmä on ehtinyt uusinvestointien kautta myös sopeutua veromuutokseen.

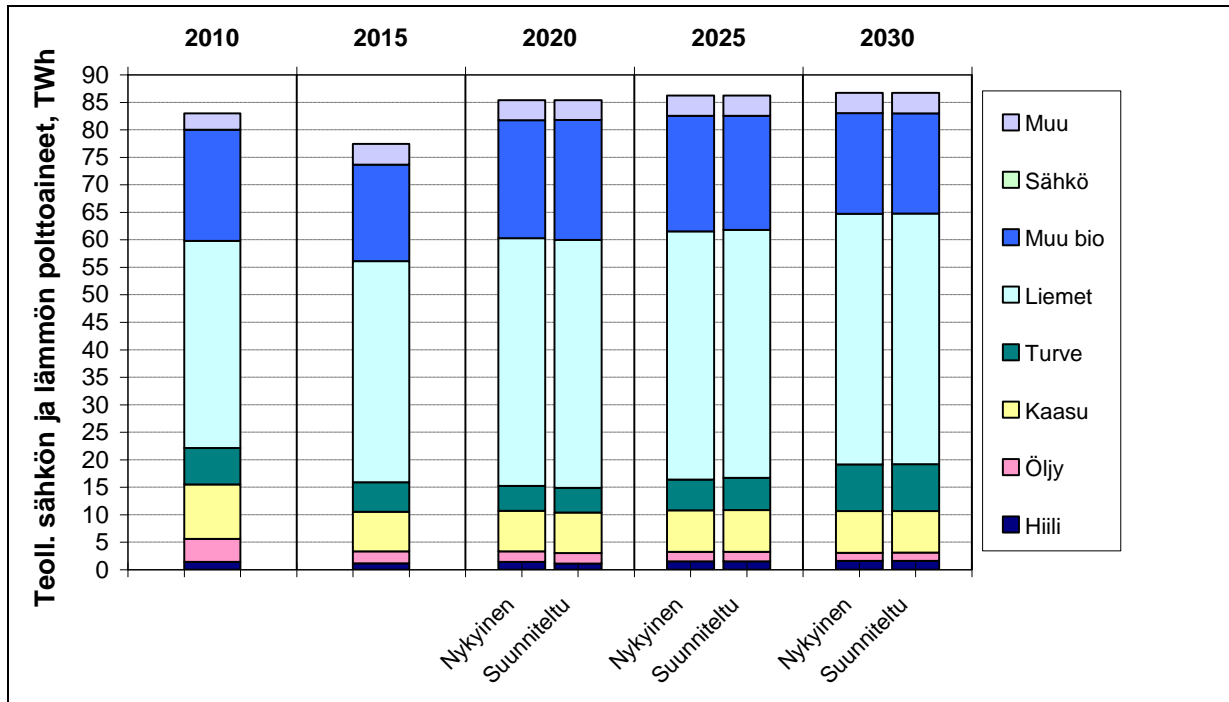
Kaukolämmön CHP-tuotanto pienenee 1,5 % vuonna 2020 ja 4,3 % vuonna 2030, kun sen sijaan lämmön erillistuotanto kasvaa hieman. Kuten edellisestä kuvasta 34 nähtiin, kaukolämmön kokonaistuotanto pienenee vajaan prosentin vuonna 2020 ja noin 2 % vuonna 2030.

Teollisuuden oma energiantuotanto on toinen keskeinen sektori, johon verotusmuutoksella on suoria vaikutuksia, sillä teollisuuden sähkön ja lämmön tuotanto on pääosin yhteistuotantoa. Vaikutukset ovat kuitenkin paljon vähäisempiä kuin kaukolämmön tuotannossa muun muassa seuraavista syistä:

- Suurin osa teollisuuden yhteistuotannosta on energiantensiivisen teollisuuden toimialoilla, jotka saavat hakemuksesta takaisin pääosan maksamistaan energiaveroista.

- Merkittävin teollisuuden toimiala, jolla on sähkön ja lämmön yhteistuotantoa on massa- ja paperiteollisuus, jonka oman energiantuotannon energialähteistä suurin osa on puuperäisiä biopolttoaineita.

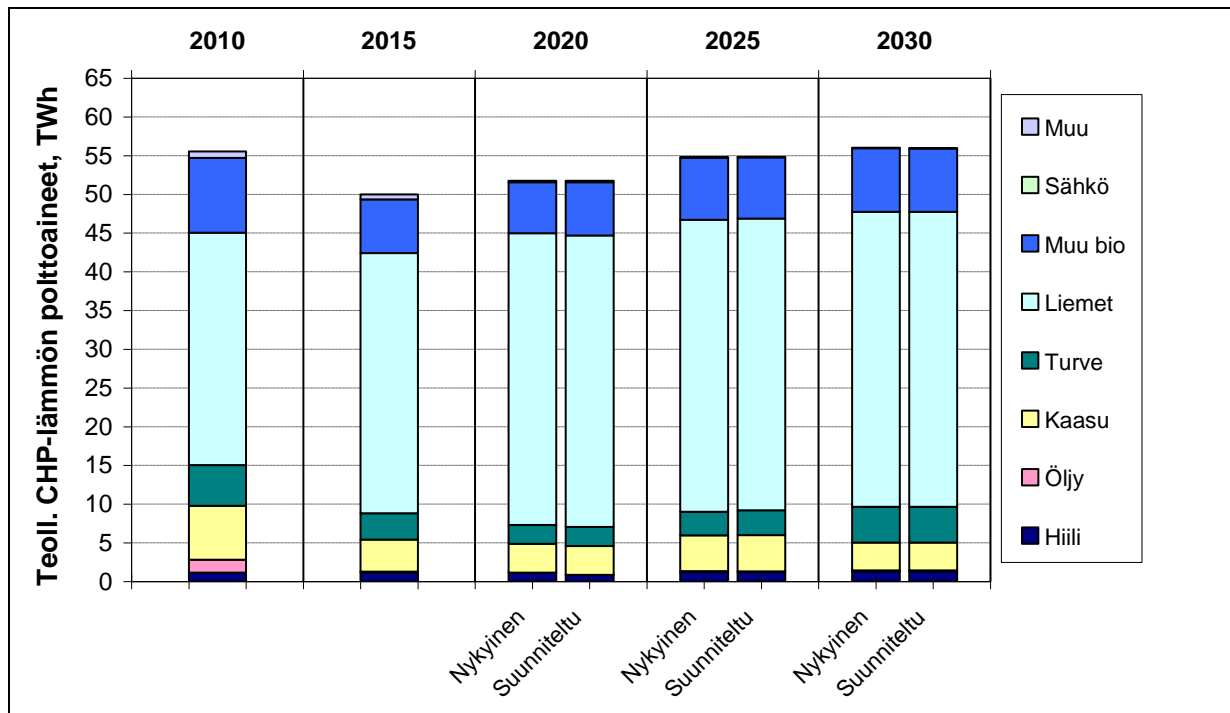
Mallilaskelmissa oletettiin teollisuuden energiaverojen palautusosuudeksi 85 %, sillä marginaalisen palautusosuuden voidaan arvioida nousevan 85 %:iin.



Kuva 36. Teollisuuden sähkön ja prosessihöyryn tuotannon energialähteiden kulutus.

Kuvassa 36 on esitetty teollisuuden sähkön ja lämmön polttoaineet ja kuvassa 37 vastaavasta teollisuuden yhteistuotannon energialähteiden jakauma nykyisen verotuksen ja suunnitellun verotusmuutoksen tapauksessa. Kuten kuvista voidaan nähdä, teollisuuden polttoainekäyttöön verotusmuutoksella ei ole kovin merkittävää vaikutusta. Ylipääntensä fossiilisten polttoaineiden yhteenlaskettu osuus nykyverotuksellakin on melko pieni, noin 10 %.

Tulosten mukaan verotusmuutos alentaisi kuitenkin hiilen käyttöä teollisuuden prosessihöyryn ja sähkön tuotantoon vuonna 2020, ja vastaavasti puun käyttö kasvaisi hieman erityisesti yhteistuotannossa. Vuosina 2025 ja 2030 vaikutus kohdistuisi voimakkaimmin turpeen käyttöön, joka kasvaisi noin 5 %. Maakaasun käyttöön vaikutukset jäävät kaikkina tarkasteluvuosina erittäin vähäisiksi.



Kuva 37. Teollisuuden prosessihöyryn yhteistuotannon energialähteiden kulutus.

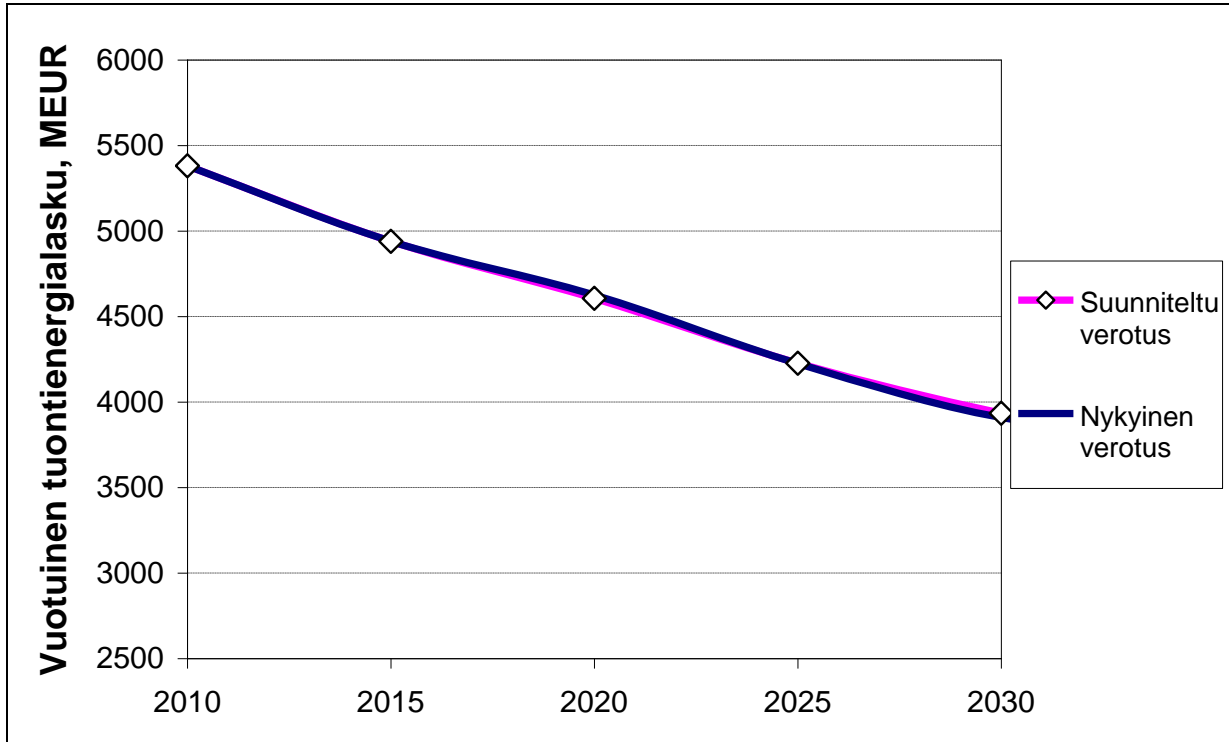
Tarkastelussa oletettiin, että vuonna 2020 ei näy vielä CHP-veroleikkurin poistosta johtuvia kapasiteettimuutoksia, mutta että ne ilmenevät vuoteen 2030 mennessä. TIMES-VTT-mallin tulosten perusteella maakaasuun perustuvaa yhteistuotantokapasiteettia on 100 MW vähemmän vuonna 2030 verotusmuutoksen takia. Veromuutoksen vaikutus uusinvestointeihin on siten marginaalinen. Nykyverotuksen mukaisessa tarkastelussa maakaasuvoimalaitokset ovat osin kustannustehokkaita välivaiheita matkalla vähähiiliseen tulevaisuuteen korvattaessa poistuvaa kapasiteettia, mutta veromuutoksen jälkeen hieman kustannustehottomampia. Uusia investointeja kivihiiltä pääpolttoaineena käyttäviin ei tule TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan. Kivihiilen osakäyttö uusissa monipolttoainelaitoksissa on mahdollista, mutta käytännössä liittyy enemmän metsähakkeen ja turpeen paikallisen saatavuuden rajoituksiin.

3.2 Vaikutukset Suomen energiaomavaraisuuteen

TIMES-VTT-mallin avulla voidaan myös karkeasti arvioida, onko veromuutoksella vaikutuksia Suomen energiaomavaraisuuteen ja siten kauppa- ja vaihtotaseeseen, sillä malli sisältää fossiilisten tuontipolttoaineiden, ydinpolttoaineen, biopolttoaineiden ja sähkön kauppavirrat ja niitä vastaavat tuonti- ja vientihinnat.

Järjestelmätarkastelun tulosten mukainen energian (eli polttoaineet ja sähkö) nettotuontilaskun kehitys on esitetty kuvassa 38. Mallilaskelmien mukaan verotusmuutoksella ei ole kokonaisuutena juuri vaikutusta energian tuontilaskuun, koska vähentyvän kivihiilen ja maakaasun maahantuonnin vastapainoksi sähkön tuonti kasvaa. Suunniteltu verotusmuutos johtaisi vuonna 2020 noin 20 M€ pienempään tuontilaskuun kun taas vuonna 2030 noin 24 M€ suurempaan tuontilaskuun. Erot ovat kuitenkin niin pieniä, noin 0,5 %, ettei niitä voi pitää merkitsevinä. Mallilaskelmissa tuontilasku saattaa nimittäin heilahdella verraten pientenkin suhteellisten hintamuutosten seurauksena.

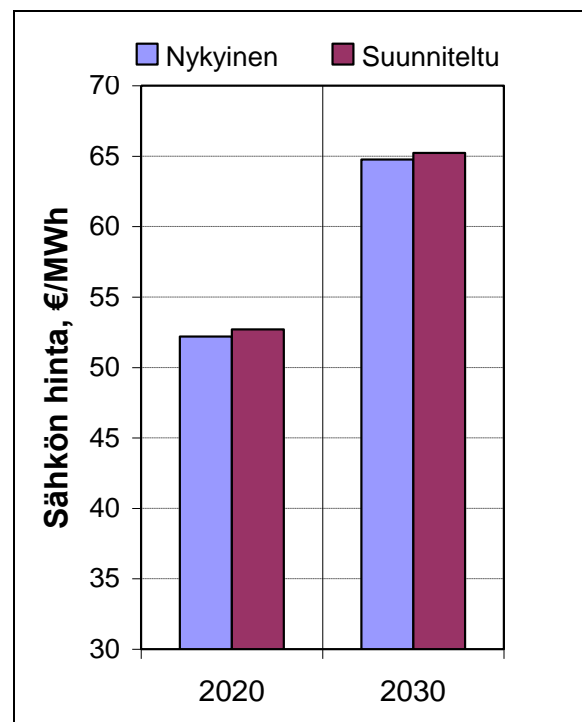
Vastaavasti myös vaikutukset fyysikaaliseen energiaomavaraisuuteen, eli tuontienergian osuuteen primaarienergian kokonaiskäytöstä ovat hyvin pienet. Omavaraisuus kasvaa itsessään nykyverotuksella biopolttoaineiden ja muun uusiutuvan energian käytön lisäyksen ansiosta selvästi vuoteen 2030 mennessä.



Kuva 38. Energian nettotuontilaskun kehitys nykyisen ja suunnitellun verotuksen tapauksessa.

Vaikka Suomen energiaomavaraisuus on 2000-luvulla parantunut, se on samalla heikentynyt tuntuvasti sähköenergian osalta. Kun sähkön nettotuonti oli vuosina 2003–2004 alle 5 TWh, se oli vuosina 2012–2014 keskimäärin 17 TWh. Tuontiriippuvuuden voidaan kuitenkin olettaa oleellisesti pienenevän heti, kun Olkiluoto 3 tulee kaupalliseen käyttöön. Tulosten mukaan näin myös tulee käymään, etenkin kun Ruotsissa ollaan samalla sulkemassa ydinvoimalaitoksia, mikä on otettu mallilaskelmissa huomioon.

Sähköenergian osalta verotusmuutos lisää aavistuksen verran tuontiriippuvuutta, mikä kuitenkin korostuu vuoteen 2030 mennessä, kuten kuvassa 40 on havainnollistettu. Sähkön nettotuonti jää tulosten mukaan noin 1,6 TWh:n tasolle vuonna 2020 ja laskee nykyisen verotuksen tapauksessa nolnaan vuonna 2025. Suunnitellun verotuksen tapauksessa nettotuonnin tarve olisi vuonna 2025 0,4 TWh suurempi ja vuonna 2030 1,1 TWh suurempi kuin nykyisen verotuksen tapauksessa.

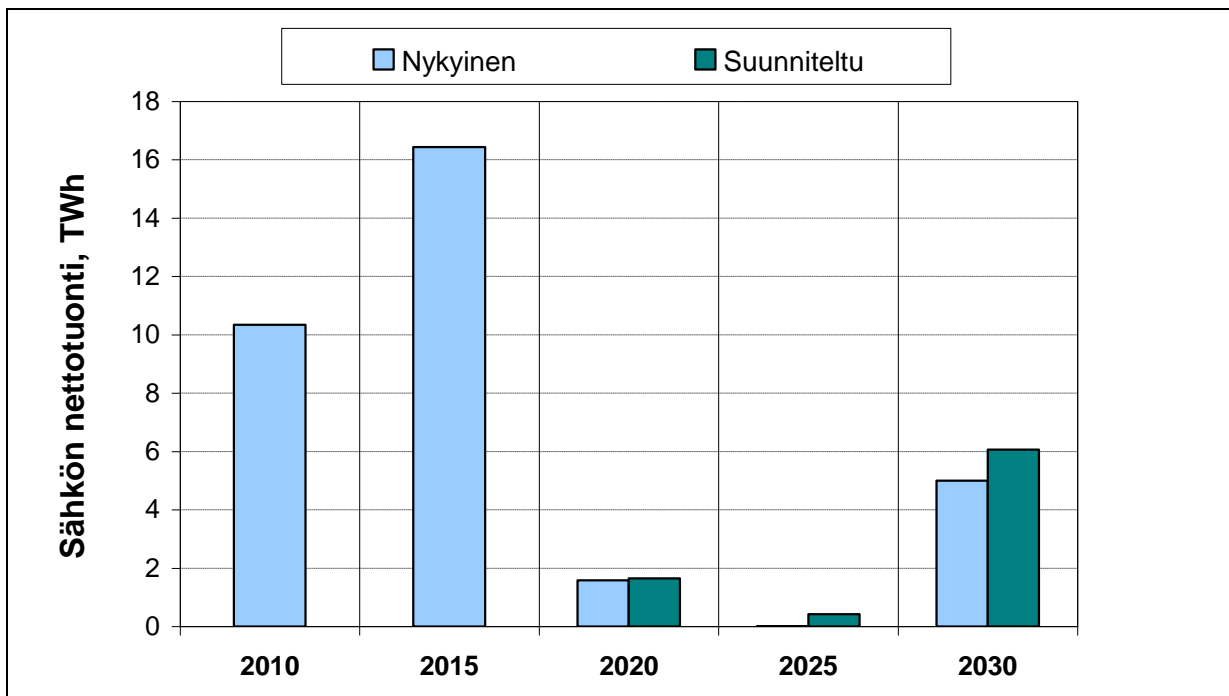


Kuva 39. Sähkön pitkän ajan tasapainohinnan kehitys.

Veromuutos nostaa samalla myös hieman sähkön tasoitettuja rajakustannuksia, eli pitkän ajan tasapainohintaa, jota koskevat tulokset on esitetty kuvassa 39. Osittaistasapainomallin tuottamat pitkän aikavälin tasapainohinnat sisältävät myös investointikustannusten ja kapasiteettireservin ylläpidon tasoitettun vaikutuksen sähkön tuotannon koko vuoden yli laskettuun keskimääräiseen rajahintaan. Niitä ei siis voi suoraan verrata pohjoismaisiin markkinahintoihin, jotka yleensä heijastavat lyhyen aikavälin tasapainohintoja.

Sähkön tasapainohinta on mallilaskelmien tulosten mukaan 52–53 €/MWh vuonna 2020 mutta nousee siitä varsin jyrkästi vuoteen 2030 mennessä, jolloin saavutetaan noin 65 €/MWh hintataso. Veromuutoksen vaikutus hintaan on koko aikavälin 2020–2030 suunnilleen 1 %, eli noin 0,5 €/MWh.

Laskennallinen sähkön suuremmasta nettotuonnista johtuva tuontilaskun kasvu on tulosten mukaan noin 70 M€ vuonna 2030, ja sen lisäksi sähkön hinnan noususta kuluttajille aiheutuva lisälasku olisi noin 40 M€ vuodessa.



Kuva 40. Sähkön nettotuonnin kehitys nykyisen ja suunnitellun verotuksen tapauksessa.

3.2.1 Sähkön markkinahinnan tarkastelu

VTT:n Markkinahintamallilla (VTT-EMM) tarkasteltiin veromuutoksen vaikutusta pohjoismaiseen ja Suomen markkinahintaan. VTT-EMM simuloi pohjoismaisia sähkön tukkumarkkinoita, Nord Poolia, eli toimii lyhyen aikavälin marginaalikustannuksen mukaan toisin kuin TIMES-VTT. Markkinahinta-arviot IEA World Energy Outlookin (IEA WEO 2015) mukaisilla New policies scenario -polttoainehinnoilla ja vastaavasti energia- ja ilmastostrategian perusskenaarion kehikon (TEM 2015) mukaisilla Point Carbon Reutersin arvioihin perustuvilla päästöoikeushinnoilla (15 €/t_{CO2} 2020 ja 30 €/t_{CO2} 2030) esitetään taulukossa alla.

Taulukko 16. Pohjoismainen systeemihinta ja Suomen aluehinta vuosina 2020 ja 2030 normaalivuotena sekä kuivana että märkänä vuotena.

€/MWh		VTT Markkinahintamalli			Perusskenaarion kehikko
		Kuiva	Normivuosi	Märkä	Luonnos 17.12.2015
2020	Systeemihinta	41,64	37,67	33,58	
	Suomen aluehinta	41,68	37,91	34,99	40-45
2030	Systeemihinta	59,20	56,34	52,53	
	Suomen aluehinta	59,15	56,46	53,10	60-65

Sähkön lauhdetuotanto on jo 2020 huomattavan vähäistä Suomessa (1 TWh) kuin myös koko Pohjoismaissa (6 TWh), joten se ei enää siitä kovinkaan paljon jousta. Märkänä pohjoismaisena vesivuotena Suomen sähkön yhteistuotanto joustaa jopa 3 TWh edestä normaalivesivuoteen nähden. Vuonna 2030 Lauhdetuotanto on Suomessa yhtä suuri kuin 2020, mutta koko Pohjoismaissa enää 5 TWh.

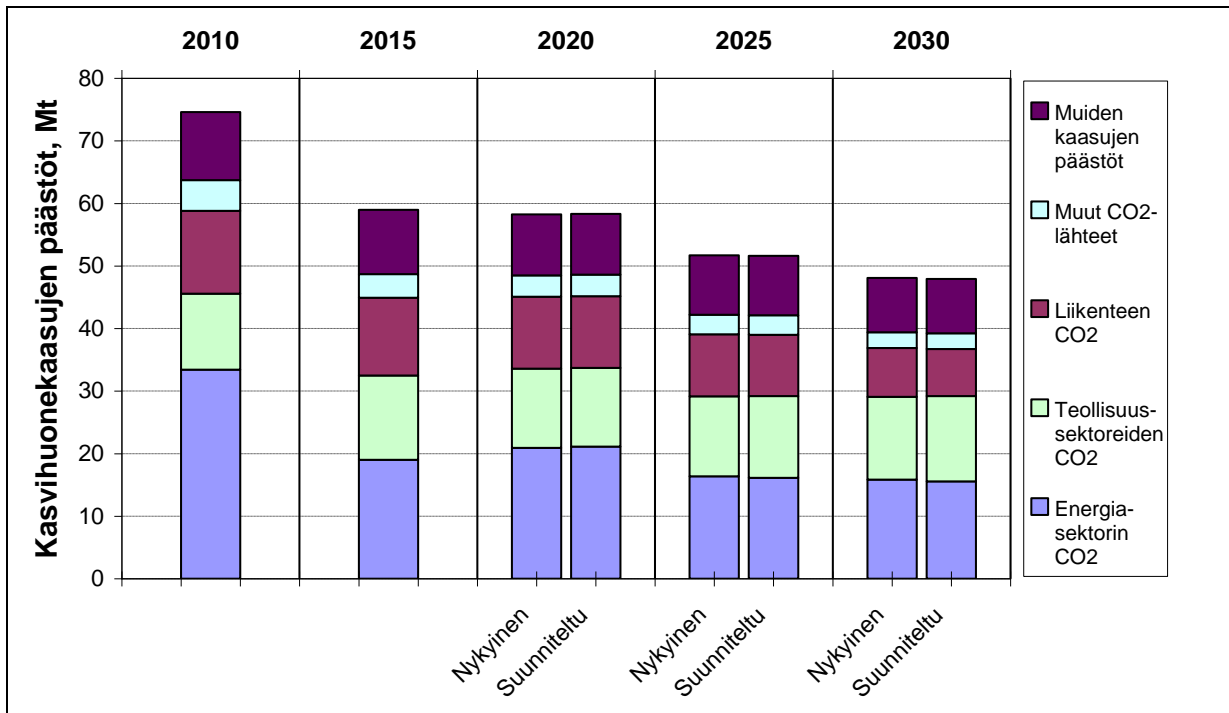
Veromuutos ei suoraan vaikuta mallin laskemaan markkinahintaan, sillä mallin toiminta perustuu polttoaineiden allokointiin sähkölle ja lämmölle energianjakomenetelmällä ja ajojärjestyksen määräytymiseen pelkästään sähkön tuotantokustannusten perusteella. Veromuutoksen epäsuorat vaikutukset, kuten kapasiteettimuutokset, saadaan kuitenkin mallinnettua. CHP-veroleikkurin poiston tuoma 100 MW alenema maakaasupohjaiseen yhteistuotantokapasiteettiin vuonna 2030 nostaa Suomen aluehintaa noin 0,1 €/MWh:lla. Sähkön hinnan noususta kuluttajille aiheutuva lisälasku olisi noin 10 M€ vuodessa eli selvästi pienempi kuin pitkän ajan tasapainohinta, jossa siis huomioidaan myös investointikustannuksia, antaa.

3.3 Vaikutukset Suomen kasvihuonekaasupäästöihin

Kasvihuonekaasujen päästöjä pyritään EU:n yhteisellä politiikalla vähentämään vuoden 1990 tasosta noin 40 % vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteeseen pyritään määrittelemällä EU:n laajuinen kokonaistavoite päästökauppaan kuuluville sektoreille sekä maakohtaiset vähennystavoitteet ei-päästökauppasektoreille, eli ns. taakanjakosektorille. Päästökauppaan kuuluville sektoreille jaetaan päästöoikeuksia EU:n laajuisella benchmarking-menetelmällä, jossa päästöoikeuksien määrä lasketaan eri alojen tehokkaimpien laitosten päästöjen mukaan. Taakanjakosektoreiden päästöjen vähennysten kohdentaminen jää suurelta osin kunkin jäsenmaan tehtäväksi niiden valitsemien politiikkatoimin, vaikkakin monia eri sektoreita koskevia normeja saatetaan asettaa EU-direktiiveillä.

Työssä simuloitiin EU:n päästötavoitteita päästökauppasektoreilla yksinkertaisesti olettamalla päästöoikeuden uuden energia- ja ilmastostrategian perusskenaarion oletusten mukainen hintakehitys (TEM 2015). Siinä päästöoikeuksien hinnan oletetaan nousevan tasolle 15 €/t CO₂ vuonna 2020 ja tasolle 30 €/t vuonna 2030. Taakanjakosektorin maakohtaisia vähennystavoitteita vuodelle 2030 ei ole vielä päätetty, mutta työssä oletettiin Suomelle 35 %:n khk-päästöjenvähennystavoite vuoden 2005 tasoon verrattuna.

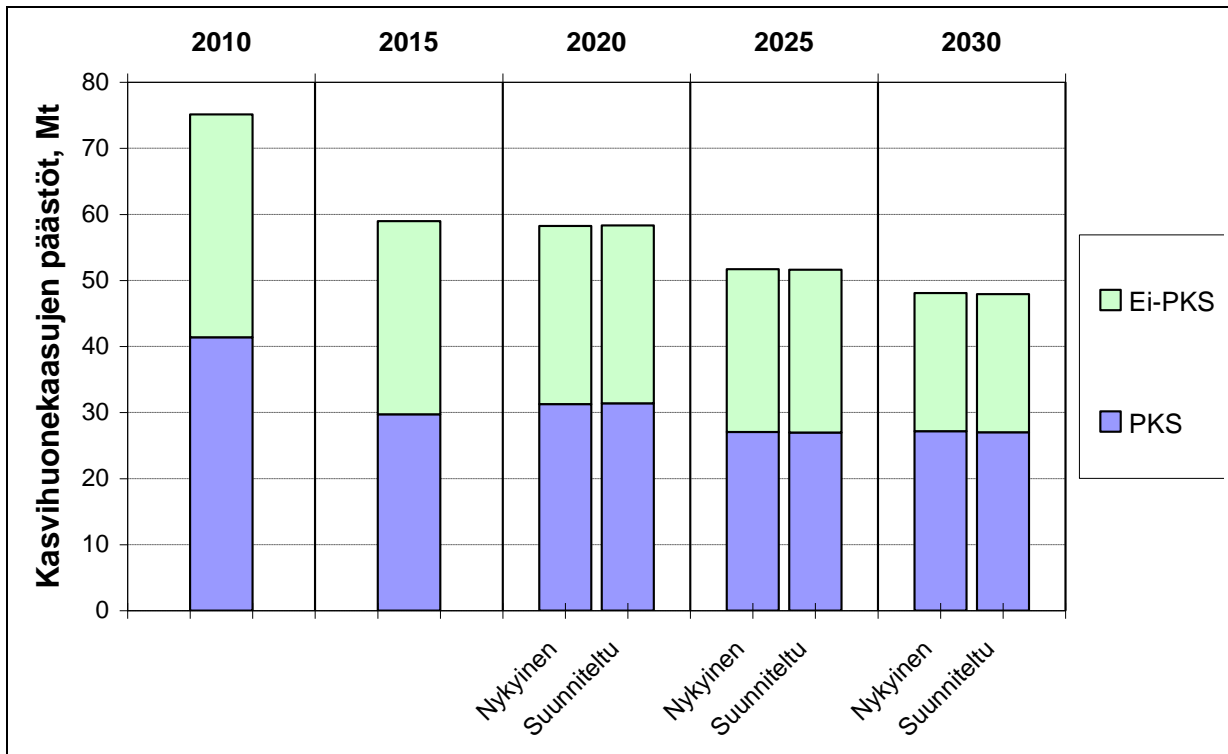
Suunnitellun veromuutoksen tapauksessa Suomen kasvihuonekaasupäästöt ovat TIMES-mallilaskelmien tulosten mukaan vuonna 2020 aavistuksen verran (0,2 %) suuremmat, mutta vastaavasti vuonna 2030 aavistuksen verran pienemmät (-0,3 %) kuin nykyisen verotuksen tapauksessa. Näin pieniä muutoksia ei voida pitää merkitsevinä, joten päästöjen kannalta muutos näyttää olevan käytännössä neutraali. Päästöjen kehitys on esitetty kuvassa 41 jaoteltuna tärkeimpiin päästöluokkiin.



Kuva 41. Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys.

Päästöjen jakautuminen päästökauppaan kuuluville ja siihen kuulumattomille sektoreille on esitetty kuvassa 42. Kuten tästäkin kuvasta nähdään, erot nykyisen ja suunnitellun verotusmallin välillä ovat hyvin pienet. Suunnitellussa veromallissa ei-päästökauppasektorien päästöt ovat hieman suuremmat vuonna 2025.

Tarkastelussa on myös hyvä huomioida, että Suomen tai tietyn kaupungin päästökauppasektorilla tapahtuvat päästövähennykset tai lisäykset eivät enää näy EU:n tasolla vastaavana kokonaisuutena. Esimerkiksi Suomessa vapautuvat päästöoikeudet löytävät ottajansa niistä, yleensä energia- ja päästötoteuttomista päästöjen aiheuttajista, jotka olisivat muuten joutuneet lopettamaan toimintansa, joten ilmastovaikutus on plus miinus nolla. Toisin sanoen päästökauppasektorin päästöjen vähentäminen paikallisesti lisää kustannuksia Suomessa ja vastaavasti vähentää niitä muualla vaikka kokonaispäästöt eivät vähene. Katse kannattaisi kohdistaa ei-päästökauppasektorille, jos paikallisesti halutaan panostaa ilmastonmuutoksen hillintään.



Kuva 42. Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys päästökauppa- ja ei-päästökauppasektoreilla.

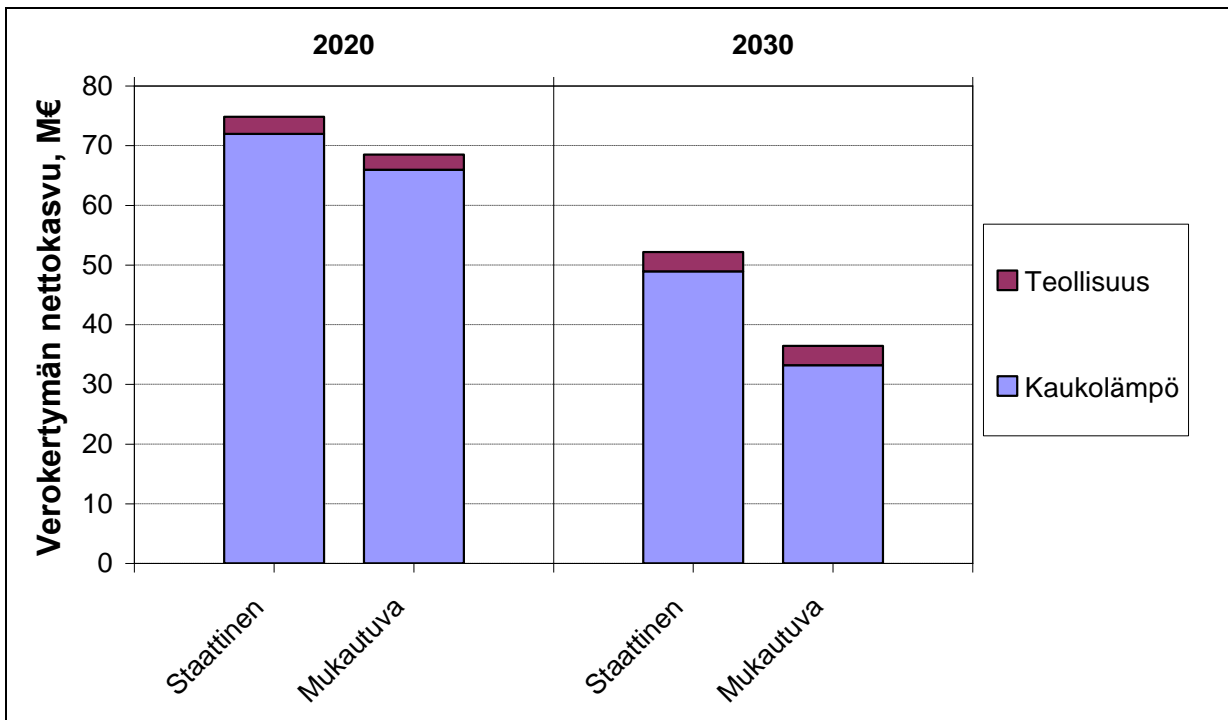
3.4 Verotusmuutoksen vaikutukset Suomen energiaverokertymään

3.4.1 Energiajärjestelmämallin mukainen arvio verokertymämuutoksesta vuosina 2020 ja 2030

TIMES-VTT-järjestelmätarkastelun keskeisimpiä tavoitteita oli arvioida, kuinka suuri vaikutus verotusmuutoksella, eli CHP-veroleikkurin poistolla, olisi energiaverojen kokonaiskertymään ja sitä kautta valtion verotuloihin. Verotarkastelun keskiössä ovat arvioidut vaikutukset noin vuonna 2020, eli hieman täysimääräisen veromuutoksen voimaantulon jälkeen.

Järjestelmämallilla verokertymän mahdollisia muutoksia voidaan tarkastella joko dynaamisesti tai staattisesti. Dynaaminen tarkastelu tarkoittaa sitä, että uuden verotusmallin mukaiset verotasot syötetään TIMES-malliin lähtötietoina ja mallin annetaan ratkaista uusi tasapainotila energiemarkkinoilla. Malli pystyy tällöin jossain määrin sopeutumaan uuteen verotukseen ja vähentämään siitä aiheutuvia menetyksiä tuottajien ja kuluttajien ylijäämässä, jota malli pyrkii maksimoimaan. Sopeutuminen voi tarkoittaa muutoksia sekä investoinneissa uusiin tuotantolaitoksiin että olemassa olevien tuotantolaitosten ajajärjestyksessä. Staattinen tarkastelu puolestaan tarkoittaa sitä, että ensin malli ratkaisee energian hankinnan rakenteen nykyisellä verotuksella, ja sen jälkeen lasketaan mallin antamaa energiantuotantoa vastaava suunnitellun verotuksen mukainen verokertymä.

Kuvassa 43 on esitetty järjestelmämallin tuottamat verokertymän muutokset nykyisen ja suunnitellun verotuksen välillä sekä dynaamisen (mukautuva) että staattisen tarkastelutavan mukaan. Verokertymän nettomuutos sisältää kaikkien kaukolämmön ja teollisuuden prosessihöyryn tuotantoon liittyvien energiaverojen kertymän, huomioiden energiaintensiivisen teollisuuden 85 % marginaalinen veropalautus, sekä metsähakkeen tukikertymän yhteenlasketun muutos siten, että tukikertymä (muutoksen kokoluokka sadoissa tuhansissa euroissa) lasketaan negatiiviseksi verokertymäksi.



Kuva 43. Suunnitellun verotusmuutoksen tuottama energiaverokertymän kasvu. Staattinen muutos on saatu nykyisen verotuksen mukaisilla tuotannoilla, mukautuva muutos on saatu mallin mukaisilla optimaalisilla tuotannoilla suunnitelluin veromuutoksien.

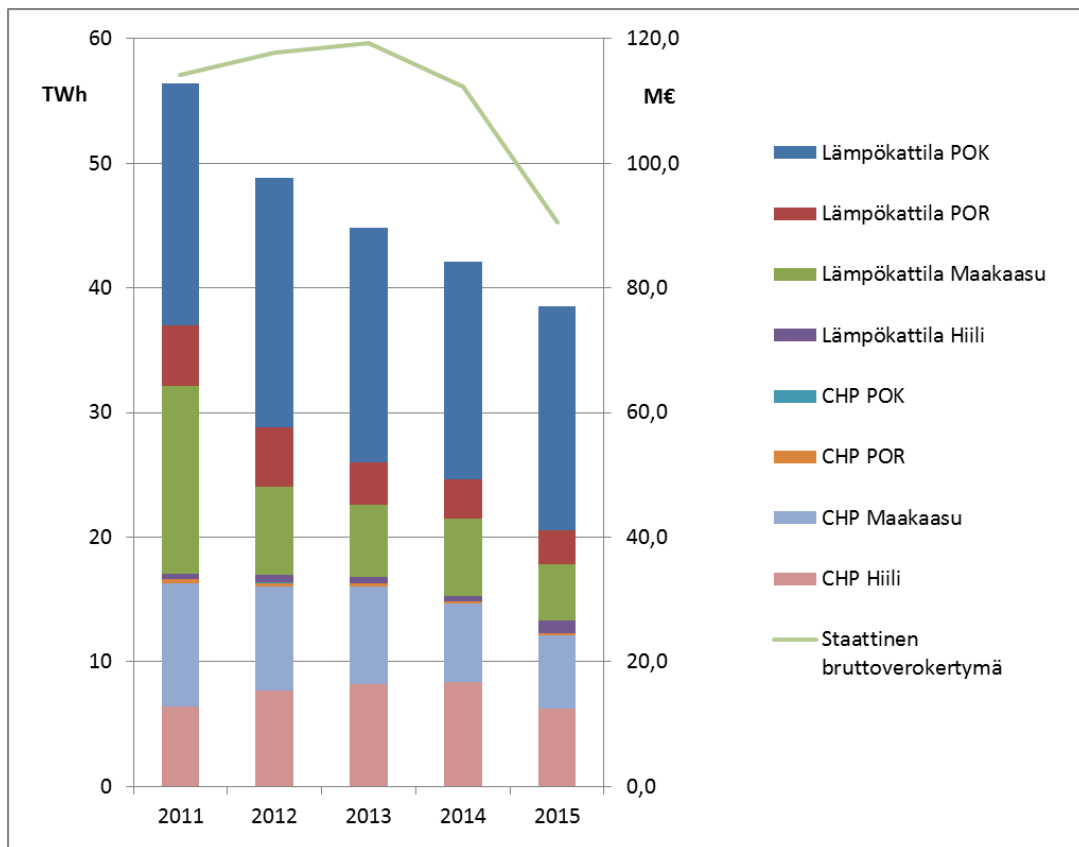
Tulosten mukaan verojen nettokertymän muutos olisi vuonna 2020 staattisesti tarkasteltuna noin 75 M€ ja dynaamisesti tarkasteltuna 68,5 M€. Vuonna 2030 nettokertymän muutos olisi vastaavasti staattisesti tarkasteltuna 52 M€ ja dynaamisesti tarkasteltuna noin 36 M€. Kuvan 43 tuloksista nähdään selvästi, että verokertymän muutoksesta suurin osa johtuu kaukolämmön tuotantoon liittyvän verokertymän pienenemisestä, kun toisaalta energiaintensiivinen teollisuus saa edellä mainitun veronpalautuksen maksamistaan veroista.

3.4.2 Nykyisen tuotantorakenteen mukainen verokertymämuutos

Selvityksessä arvioitiin, miten CHP-veroleikkurin poisto vaikuttaisi verokertymään nykyisen tuotantorakenteen mukaan. Asia ei ole aivan yksinkertainen, sillä tuotantorakenne vaihtelee paljon vuodesta toiseen muun muassa lämmitystarpeen sekä polttoainetarjonnan ja hinnan mukaan. Tullitiedoista pystyy arvioimaan bruttoverokertymiä jopa vuodelle 2015, mutta bruttoverokertymiin liittyy jonkin verran jälkikäteisiä verotuksen oikaisuja ja veron palautuksia. Alustavasti virheellisin luokituksin verotetuista polttoaineista voidaan hakea palautusta. Esimerkiksi CHP-tuotannossa käytetty polttoaine on voitu verottaa ilman CHP-veroleikkuria, tai polttoaineesta osa onkin käytetty verottomaan sähkön tuotantoon.

Lisäksi energiaintensiivinen teollisuus voi hakea energiaverojen palautusta. Kun yrityksen tilikauden aikana sähköstä, kivihilestä, maa- ja nestekaasusta, mäntyöljystä, turpeesta sekä kevyestä ja raskaasta polttoöljystä ja biopolttoöljystä maksamat sekä tilikauden aikana hankkimien näiden tuotteiden hankintahintaan sisältyneet valmisteverot ovat enemmän kuin 0,5 % yrityksen jalostusarvosta, yrityksellä on oikeus ylimenevältä osalta hakea takaisin 85 % tuotteista maksettujen tai niiden hankintahintaan sisältyneiden valmisteverojen määrästä. Näin lasketusta veronpalautuksesta maksetaan vain 50 000 euroa ylittävä osuus. Laskettaessa maksettujen valmisteverojen määrää yritys voi ottaa huomioon hankkimaansa kaukolämpöön ja prosessihöyryyn sisältyneet valmisteverot. Veronpalautusta koskeva hakemus on tehtävä Tullille 6 kuukauden kuluessa tilikauden päättymisestä.

Kuva 44 näyttää sekä yhteistuotantoon että erilliseen lämmöntuotantoon vuosina 2011–2015 käytettyjen hiilidioksidiveronalaisten polttoaineiden (hiili, maakaasu, öljy) arvioidut energiasisällöt ja arvion siitä, miten CHP-veroleikkurin poisto vaikuttaisi verokertymän kasvuun vuoden 2016 hiilidioksidiverotasoilla arvioituna. Polttoainekäytöt on arvioitu bruttomääräisinä tullilta saadun datan perusteella (Tulli 2016) ottamatta huomioon jälkikäteen tehtyjä verokorjauksia. Verotukseen perustuvien korjausten määrä on ollut vuositasolla noin miljoonan euron kokoluokkaa, josta tosin vain osa liittyy yhteistuotantoveroihin. Energiaintensiivisen teollisuuden energiaveropalautuksia voidaan arvioida yksinkertaistamalla oletuksia: kaikki teollisuuden maakaasua tai hiiltä käyttävä yhteistuotanto kuuluu energiaintensiiviselle teollisuudelle, joka jo tällä hetkellä saa energiaveropalautuksia. Tällöin CHP-veroleikkurin poiston aiheuttamat verokertymät teollisuudelta oikeuttavat 85 % palautukseen.



Kuva 44. Hiilidioksidiveronalaisten lämmityspolttoaineiden käytöt (vasen asteikko) 2011–2015 Tullin bruttotilaston ja vastaavilla tuotantomäärillä arvioitu CHP-veroleikkurin poiston aiheuttama verokertymämuutos (oikea asteikko)

Valtiovarainministeriön arvion mukaan teollisuuden yhteistuotantoon liittyvät uudet hiilidioksidiverot olisivat noin 24 M€ arvioituna vuoden 2013 CHP-tuotantomäärillä. Tähän liittyvää teollisuuden energiaveron palautusta olisi siten 20 M€. Kun palautus 20 M€ vähennetään bruttoveromäärästä 119 M€ (ks. kuva 44), nettoverokertymämuutokseksi saadaan 99 M€. Vuonna 2015 bruttoverokertymä on 24 % eli 28 M€ pienempi kuin 2013. Olettaen, että teollisuuden energiaveronpalautus on melko sama vuodesta toiseen, vuoden 2015 mukaan arvioitu verokertymämuutos olisi 71 M€.

Tilastokeskuksen vuoden 2013 energiatilastojen (Tilastokeskus 2015) mukaan ja käyttäen tilastoissa olevia keskimääräisiä kokonaishyötysuhteita (83 % kaukolämpö-CHP ja 80 % teollisuus-CHP) saadaan energiaintensiivisen teollisuuden 85 % energiaveropalautus huomioiden nettoverokertymäkasvuksi 90 M€ CHP-leikkurin poiston myötä. Jos hiilen, maakaasun ja öljyn yhteistuotannon kokonaishyötysuhteet arvioidaan keskimääräistä paremmiksi, nousee verokertymämuutos 93 M€:on.

Vuoden 2015 verokertymämuutosta voidaan arvioida hyödyntäen vuoden 2013 mukaisia osuuksia ja vuoden 2015 sähkön ja lämmön tuotantotietoja (ET 2016). Näin laskettuna saadaan CHP-veroleikkurin poiston aiheuttamaksi verokertymän muutokseksi 73 M€ vuonna 2015.

Tullitilaston mukaiseen bruttoverokertymän suureen laskuun jaksolla 2013-2015 on monta selittäjää:

- Vantaalla vuonna 2014 käynnistynyt jätevoimala vähentää veromuutoksen verokertymää arviolta 3-6 M€ riippuen siitä kuinka paljon fossiilista yhteistuotantoa se korvaa. Energiaverokertymä alenee lisäksi merkittävästi jo ilman veromuutosta jätteen korvaessa kivihiiltä ja maakaasua sekä yhteistuotannossa että erillistuotannossa.
- Vuonna 2012 oli huono turpeennostokesä, kuten myös vuonna 2013 Länsi- ja Pohjois-Suomessa, jonka vuoksi hiilen käyttö kasvoi. Arvioimalla hiilen käytön muutoksia kaukolämmön yhteistuotannossa vuosina 2013–2014 Kaukolämpötilastojen avulla (ET 2014, 2015) sisämaan kohteissa (esim. Jyväskylässä ja Kuopiossa) ja rannikolla (esim. Porissa ja Pietarsaareissa) saadaan reilun miljoonan euron lasku veromuutoksen aiheuttamaan bruttoverokertymään vuonna 2015 verrattuna vuoteen 2013.
- Huonon turpevuoden vaikutus teollisuuden yhteistuotannon verokertymään vuonna 2013 on vaikeaa arvioida ilman tuoreita energiatilastoja, joita ei ole vielä ilmestynyt (vuoden 2013 tilasto on viimeisin).
- Sää on ollut keskimäärin lämpimämpi vuonna 2015 kuin vuonna 2013. Lämmitystarveluvuissa muutokset ovat Helsingissä 9 %, Turussa 13 % ja Tampereella 10 % (Ilmatieteen laitos 2016). Yhteistuotanto ei kuitenkaan reagoi suoraviivaisesti säämuutokseen, sillä kylmien säiden vaatima lisälämmitys tuotetaan erillisillä lämpökattiloilla. Näin ollen CHP-kaukolämmön tuotannon ero vuosien 2013 ja 2015 välillä on vain 1 TWh (ET 2016), josta hiilidioksidiveronalaisten polttoaineiden osuus lienee karkeasti noin puolet. Kun oletetaan melko tasainen jako hiilen ja maakaasun kesken sekä käytetään polttoainekerrointa 0,9⁴ saadaan lämpimän sään veromuutosverokertymävaikutukseksi noin 3 M€.
- Maakaasun käytön muutos kaukolämmön yhteistuotannossa näkyy jo vuosina 2013-2014. Maakaasun käyttö yhteistuotannossa vähenee melko monessa käyttöpaikassa jopa enemmän kuin mitä lämmitystarpeen muutos antaisi odottaa. Ilmatieteen laitoksen mukaan astepäiväluvun muutos vuosina 2013–2014 oli Helsingissä -3,6 %, mutta maakaasun yhteistuotantokäyttö väheni 9,2 %. Espoossa maakaasun käyttö väheni vastaavasti jopa 38,8 %⁵. Vuonna 2015 selittäjänä oli vielä hyvin alhainen sähkön markkinahinta Pohjoismaissa, mikä vaikutti selvästi maakaasulla tuotetun yhteistuotantosähkön kannattavuuteen.

Muutokset ovat nykytiedon perusteella pääasiassa pysyviä. Kun tarkastellaan sähköforwardien hintatasoja, voidaan olettaa, että sähkön markkinatilanne jatkuu samanlaisena vuoteen 2020 asti ja sen jälkeenkin. Nord Poolin systeemihintaan sidottujen vuosiforwardien hintataso pysyy 20-25 €/MWh välillä vuoteen 2025 asti (Nasdaq OMX verkkosivut 2015). Lämpimän sään vaikutus voidaan kuitenkin katsoa poikkeukseksi.

⁴ Yhteistuotannon lämmön verotuksellinen polttoainekäyttö saadaan kertomalla hyötykäyttöön saatava lämpö kertoimella 0,9:llä.

⁵ Käytettävyyssuutokset, esimerkiksi huolto- tai muutostyöseisokit voivat tietenkin myös vaikuttaa tuloksiin. Niitä ei ole selvitetty.

CHP-veroleikkurin poiston aiheuttaman bruttoverokertymän pienempi arvo vuonna 2015 verrattuna vuoteen 2013 vaikuttanee myös energiaintensiivisen teollisuuden veropalautuksiin. Jos muutoksesta 28 M€ poistetaan yhteenlasketut yllä esitetyt selkeät muutostekijät (7-10 M€) kaukolämmön verokertymästä, jäljelle jäävä muutos on 13–16 M€. Muutos voidaan ilman parempaa tietoa jakaa kaukolämmön ja teollisuuden kesken samassa suhteessa kuin veroja kertyy, eli suhteessa 85-89⁶ M€: 24 M€. Tällöin teollisuuden verokertymävähenys on 3-4 M€ ja samalla veronpalautukset ovat 2-3 M€ pienemmät kuin aikaisemmin arvioitu 20 M€.

CHP-veroleikkurin poiston aiheuttama normaalivuoden verokertymämuutos on siis tällä hetkellä noin 91 M€ (2015 bruttoverokertymät) + 3 M€ (säädös) -17...18 M€ (energiaintensiivisen teollisuuden energiaveropalautus) = 76...77 M€.

3.4.3 Lähivuosien muutostekijät verokertymään

CHP-veroleikkurin poisto kohdistuu pääasiassa etelärannikon suuriin kaupunkeihin. Kaukolämpötilaston (ET 2014) mukaan Helsingin Energian (nyk. Helen Oy) valmisteverot nousisivat 37 M€, Fortum Power and Heat Oy, Espoon 12 M€ ja Vantaan Energia Oy:n 7 M€, eli pääkaupunkiseutu vastaisi 62 % osuudella arvioidusta 90 M€ verokertymästä vuoden 2013 tuotantorakenteella laskettaessa. Turun Seudun Energiatuotanto Oy:n verot nousisivat 15 M€, Lahden 6 M€ ja Tampereen Sähkölaitoksen 5 M€, eli yllä mainitut kuusi kaupunkia vastaisivat yli 90 % arvioidusta 90 M€ verokertymän kasvusta.

Vantaalla veropohja on jo kaventunut jätevoimalan valmistumisen myötä, mutta myös muiden kaupunkien kaukolämpöjärjestelmät muuttuvat. Vuosina 2016–2020 voimalaitoskannassa tapahtuu myös muutoksia, jotka vähentävät yhteistuotannon energiaverojen veropohjaa. Uusiutuvaan energiaan pohjautuva kaukolämmöntuotanto kasvaa koko ajan muun muassa lämpöpumppujen, geotermisen syvälämmön ja biomassan polton lisääntymisen myötä. Esimerkiksi

- Helsingissä Hanasaassa (vuodesta 2015) ja Salmisaassa (vuodesta 2014) poltetaan hiilen rinnalla pellettejä. Tarkoituksena on saavuttaa 5-7 % osuus polttoaineen käytössä, mikä vastaa noin miljoonan euron alenemaa veromuutoksen verokertymissä.
- Hanasaaren kivihiilipohjainen yhteistuotantolaitos suljetaan poliittisella päätöksellä vuoteen 2025 mennessä.
- Turun Seudun Energiatuotanto Oy:n monipolttoainevoimalaitos valmistuu syksyllä 2017. CHP-veroleikkurin poiston verokertymä pienenee tämän seurauksena arviolta 6 M€.
- Tammervoima Tampereella käynnistyy vuonna 2016, mutta sen vaikutus verokertymään on vaikeata arvioida.
- Espoo konvertoi öljykattilaa pellettikattilaksi Kivenlahdessa sekä on aloittanut 7 km syvyisen geotermisen lämpökaivon poraustyöt. Vaikutus verokertymään on vaikeata arvioida.

Voimalaitosmuutokset CHP-veroleikkurin poiston kannalta muutokset tulevat voimaan ennen vuotta 2018, joten ne pienentävät verokertymää noin 7 M€..

⁶ Kaukolämmön osuus 2013 arviolta 95 M€, josta vähennetään 6-10 M€ selvitettyjä muutoksia (Vantaan jätevoimala, sää, turvekesä).

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Nykyiseen lämmön ja sähkön tuotantokapasiteettiin kohdistuu enenevässä määrin suuria toimintaympäristön muutoksia, muun muassa EU:n tavoitteet parantaa energiatehokkuutta, vähentää kasvihuonepäästöjä ja lisätä uusiutuvan energian käyttöä vuoteen 2020 mennessä sekä tavoite vähentää polttolaitosten rikki-, typpi- ja pienhiukkaspäästöjä.

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto on keskeisessä asemassa Suomen energiahuollossa. Lämmityspolttoaineista, eli kevyestä ja raskaasta polttoöljystä, maakaasusta ja kivihielestä kannetaan energiasisältöön eli lämpöarvoon perustuvaa energiasisältövero ja syntyvään hiilidioksidipäästöön perustuvaa hiilidioksidiveroa. Päällekkäisen ohjauksen vähentämiseksi päästökaupparektorilla sekä CHP:n kilpailukykyyn parantamiseksi CHP-tuotannon lämmityspolttoaineiden hiilidioksidivero on puolitettu (ns. CHP-veroleikkuri). Turpeesta kannetaan alhaista (1,9 €/MWh) veroa ja kaasumaiset ja kiinteät biopolttoaineet ovat verottomia. Sähköntuotannon polttoaineet ovat verottomia EU:n energiaverolainsäädännön johdosta.

Pääministeri Sipilän hallitusohjelman veropoliittisessa liitteessä on esitetty, että sähkön ja lämmön yhteistuotantoa halutaan ohjata vähäpäästöisemmäksi poistamalla portaittain hiilidioksidiveron alennus. Ehdotettu CHP-veroleikkurin poisto vaikuttaisi Suomen energiatalouteen ja valtiontalouteen sekä mahdollisesti myös kasvihuonekaasupäästöihin ja energiaomavaraisuuteen. Tämän selvityksen tavoitteena on arvioida näitä CHP-veroleikkurin poiston vaikutuksia. Näitä vaikutuksia arvioitiin kolmella eri lähestymistavalla: energijärjestelmän kokonaisvaltainen tarkastelu TIMES-VTT-mallilla, voimalaitosten ja erillisten lämpökattiloiden yleisluontoinen vertailu ja esimerkkikaupungin voimalaitoskokoontalon avulla,

Yleisesti ottaen suunnitellun verotusmuutoksen vaikutukset sähkön ja lämmön hankintarakenteeseen ovat energijärjestelmämallin tulosten mukaan suhteellisen pieniä verrattuna jo nykyverotuksella tapahtuviin merkittäviin muutoksiin.

Suomen energijärjestelmän kehityksen yleiset suuntaviivat nykyverotuksella

- Sähkön lauhdetuotanto ja tuonti pienevät
- Ydinvoiman ja tuulivoiman tuotanto kasvavat
- Kaukolämmön yhteistuotanto pienenee 2020-luvulla
- Maakaasun käyttö kasvaa vuodesta 2015, jolloin oli keskimääräistä lämpimämpi vuosi ja lisäksi sähkön markkinahinta oli alhainen, mutta laskee 2020-luvulla
- Energiaomavaraisuus kasvaa selvästi.

Merkittävin muutos sähkön hankinnassa on ydinvoimatuotannon kasvu, mikä yhdessä lisääntyvän tuulivoimatuotannon kanssa pienentää etenkin lauhdetuotantoa ja tuontia. Vaikka sähkön lauhdetuotanto pienenee VTT-EMM-mallitarkastelujen mukaan pohjoismaisella tasolla alle puoleentoista prosenttiin koko tuotannosta jo 2020, se ei poistu kokonaan edes vuonna 2030. Lauhdetuotantoa tarvitaan sähkön tuotannoltaan vaihtelevan tuuli- ja aurinkovoiman rinnalle säätövoimaksi sekä varmistamaan sähkön tuotantoa huippukulutuksen aikoihin.

Lisääntyvä ydin- ja tuulivoimatuotanto vaikuttaa myös sähkön ja lämmön yhteistuotannon kilpailukykyyn. TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan kaukolämmön yhteistuotanto kasvaa poikkeuksellisen alhaisesta (lämmin sää, alhainen sähkön markkinahinta) vuoden 2015 tasosta selvästi vuoteen 2020, jonka jälkeen sen tuotanto kääntyy laskuun. Yhteistuotannon kilpailukykyyn selvä heikentyminen vuoden 2020 jälkeen johtuu edellä esitetyn muuttuvilta kustannuksiltaan edullisen sähköntuotantokapasiteetin lisäyksen lisäksi päästöoikeuksien

hinnan noususta, edullisen biopolttoaineen tarjonnan rajallisuudesta ja lämpöpumppujen kasvavasta merkityksestä lämmön tuotannossa. CHP-sähköntuotanto on tärkeimpiä sähkön tuotantomuotoja talvisin, kun sähkön tarve on suurin, joten sähköntuotantojärjestelmän kannalta yhteistuotannon väheneminen on kielteistä. Mallin tulosten mukaan teollisuuden yhteistuotanto kasvaa asteittain jonkin verran sekä laitosten rakennusasteen kasvun myötä että metsäteollisuuden sellun tuotannon kasvun ansiosta.

Maakaasun käyttö yhteistuotantolaitoksissa oli poikkeuksellisen alhainen vuonna 2015. Tähän vaikutti lämmin sää, hyvä vesivuosi ja ennen kaikkea erityisen alhaiset sähkön markkinahinnat. Vaikka maakaasu on vähäpäästöisempi polttoaine kuin kivihiili, maakaasun markkinahinta on liian korkea ollakseen kilpailukykyinen kivihiileen nähden nykyisillä päästöoikeuksien hinnoilla. TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan maakaasun käyttö kasvaa kaukolämpösektorilla vuoteen 2020 mennessä selvästi vuoden 2015 tasoa korkeammaksi, mutta sen jälkeen kulutus kääntyy jälleen laskuun. Kivihiilen käyttö kaukolämmön tuotantoon on vähentynyt verraten tasaisesti vuodesta 2010 ja mallitulosten mukaan jatkaa tasaista laskuaan myös vuoden 2015 jälkeen. Turpeen käytön kaukolämmityksessä arvioidaan lisääntyvän nykyisestä vuoteen 2025, jonka jälkeen sen käyttö kääntyy laskuun etenkin päästöoikeuden hinnan nousun myötä.

TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan Suomen energiaomavaraisuus kasvaa nykyverotuksella biopolttoaineiden ja muun uusiutuvan energian käytön lisäyksen ansiosta selvästi vuoteen 2030 mennessä. Vaikka Suomen energiaomavaraisuus on 2000-luvulla parantunut, se on samalla heikentynyt tuntuvasti sähköenergian osalta. Kun sähkön nettotuonti oli vuosina 2003–2004 alle 5 TWh, se oli vuosina 2012–2014 keskimäärin 17 TWh. Tuontiriippuvuuden voidaan kuitenkin olettaa oleellisesti pienenevän heti, kun Olkiluoto 3 tulee kaupalliseen käyttöön, etenkin kun Ruotsissa ollaan samalla sulkemassa ydinvoimalaitoksia.

Yhteistuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset kaukolämmön tuotantoon suhteessa nykyverotuksen mukaiseen kehitykseen

- Vaikka CHP-tuotannossa maakaasun verorasitus kasvaa vähemmän kuin kivihiilen, sillä tuotetun lämmön kustannus on edelleen korkeampi kuin kivihiilen
- Veromuutos vähentää kaukolämmön yhteistuotantoa ja lisää energiatehottomampaa lämmön erillistuotantoa
- Erityisesti maakaasun yhteistuotanto korvautuu useammin kivihiilen erillislämmöntuotannolla
- Kaukolämmön tuotantokustannus ja oletettavasti myös hinta nousevat selvästi Etelä-Suomen suurissa kaupungeissa, jonka vuoksi kaukolämmön kilpailukyky heikkenee lämpöpumppuihin nähden ja kysyntä vähenee
- Kaukolämmön korvautuminen lämpöpumpuilla rakennusten lämmityksessä heikentäisi sähköjärjestelmää sekä lisäämällä sähkön kysyntää että vähentämällä yhteistuotantosähköä
- Metsähake ja turve ovat jo nykyisellä verotuksella muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyisiä kivihiileen ja maakaasuun nähden. Kaikilla laitoksilla ei kuitenkaan ole mahdollisuutta hyödyntää haketta tai turvetta teknisistä syistä
- Biomassan käyttö kaukolämmön tuotannossa kasvaa 2020-luvulla heikommin veromuutoksen seurauksena, koska biomassan kysyntä teollisuuden energiantuotannossa kasvaa ja biomassan tarjonta on rajallista.

Yhdistetyssä tuotannossa käytetyistä polttoaineista kivihiilen ja maakaasun verorasitus nousisi ja turpeen verorasitus säilyisi ennallaan. Kivihiilen verorasitus nousisi maakaasua enemmän.

Kivihieillä ja maakaasulla CHP-laitoksessa tuotetun lämmön muuttuva tuotantokustannus nousisi sekä absoluuttisesti että suhteessa vastaavaan erillisen lämmöntuotantoon. Vaikka CHP-laitokset menettävät CHP-veroleikkurin tuoman edun, niille jää noin 20 %:n hyöty samoja polttoaineita käyttäviin lämmön erillistuotantolaitoksiin verrattuna. Tämä johtuu siitä, että verotettavat polttoainemäärät määritellään eri tavalla yhteistuotantolaitoksille ja erillisille lämpökattiloille. Ajojärjestystarkastelut osoittavat kuitenkin, että edellä mainituista seikoista huolimatta esimerkiksi kivihiehillämpölaitokset sivuttaisivat käytössä maakaasukombipohjaiset yhteistuotantolaitokset yhä useammin.

Esimerkkikaupungissa yhteistuotantolaitoksissa tuotettu lämmön määrä vähenisi verotusmuutoksen seurauksena merkittävästi (7,5 %) vuonna 2020 sen korvautuessa pääasiassa kivihieillä erillisissä lämpökattiloissa tuotetulla lämmöllä, mutta myös maakaasulla erillisissä lämpökattiloissa tuotetulla lämmöllä. Mikäli esimerkkikaupunki vaihtaisi osan maakaasulämpökattiloistaan pellettikattiloihin, lämmön yhteistuotanto vähenisi jopa 15 %. Pellettikäyttö korvaisi hinnaltaan kalliimpaa maakaasua, ei hiiltä. Yhteistuotannolla tuotetun lämmön määrän väheneminen heikentäisi osaltaan energiatehokkuutta.

Ajojärjestystarkastelun mukaan metsähakkeen ja turpeen kilpailukyky monipolttoainelaitoksissa on jo nykyisellään riittävä kivihieleen ja maakaasuun nähden, joten veromuutoksella ei olisi merkittäviä vaikutuksia kotimaisten polttoaineiden käyttöön. Kaikilla laitoksilla ei kuitenkaan ole mahdollisuutta hyödyntää haketta tai turvetta. Pellettien seospolton kannattavuus CHP-kivihiekkilaitoksissa paranisi, mutta olisi edelleen selvästi taloudellisesti kannattamatonta. Maakaasukombiyhteistuotantolaitoksen kilpailukyky lähentyisi veromuutoksen seurauksena kivihieleen yhteistuotannon kilpailukykyä, mutta ei ohittaisi sitä nykyisellä tai lähivuosien arvioidulla sähkön, kivihieleen, maakaasun ja päästöoikeuksien markkinahintatasoilla.

TIMES-VTT-mallin tulokset ovat yhteneviä edellä esitetyn kanssa. Verotusmuutoksen vaikutukset näkyisivät kaukolämmön yhteistuotannon määrän vähenemisenä, noin 1,5 % 2020 ja 4,3 % 2030. Osa kaukolämmön tuotannosta korvattaisiin erillisillä lämpökattiloilla ja lämpöpumpuilla, mutta myös kaukolämmön kulutus vähenisi hieman. Verotusmuutos pienentäisi hieman sekä maakaasulla että kivihieillä tuotetun kaukolämmön määrää vuonna 2020 ja vuonna 2030 jopa noin 10 %. Kivihieillä tuotettua kaukolämpöä verotusmuutos vähentää vain prosentin vuonna 2020 mutta 10 % vuonna 2030. Muut tekijät kuin veromuutos vaikuttavat tosin enemmän kaukolämmön polttoaineiden kokonaiskysyntään. Esimerkiksi vuonna 2020 maakaasun käyttö vähenisi veromuutoksen johdosta enemmän kuin kivihieleen, mutta kokonaisuutena maakaasun käyttö kasvaa merkittävästi ja kivihieleen käyttö pienenee vuoden 2015 tasoon verrattuna arvioinnissa käytetyillä polttoaine-, päästöoikeuden ja sähkön markkinahinnoilla.

Uusiutuvan energian käyttöä kaukolämmössä suunniteltu verotusmalli lisää vain aavistuksen verran vuonna 2020, mutta sen jälkeen käyttö jää suunnitellussa verotusmallissa hieman nykyistä verotusmallia pienemmäksi teollisuuskäytön vastaavasti lisääntyessä.

TIMES-VTT-mallilaskelmien mukaan CHP-veroleikkurin poisto aiheuttaa kaukolämmön hinnan nousua, jonka seurauksena kaukolämmön kilpailukyky heikkenee ja kysyntä pienenee nykyverotukseen verrattuna. Kaukolämmön tuotannon pitkän aikavälin marginaalikustannus nousee tulosten mukaan verotusmuutoksen seurauksena noin 10 % vuosina 2020–2025, mutta vaikutus suunnilleen puolittuu vuoteen 2030 mennessä, kun tuotantojärjestelmä on ehtinyt uusinvestointien kautta myös sopeutua veromuutokseen. Vastaavasti keskituotantokustannus kasvaisi noin 20 % tarkasteltaessa esimerkkikaupunkia. Selvityksessä tarkasteltiin lämpöpumppujen kannattavuutta kaukolämpöverkkoon liitetyissä omakotitaloissa. Esimerkiksi ilma- tai maalämpöpumpun asentaminen on jo nyt erittäin harkittavissa oleva vaihtoehto usean tarkastellun kaupungin kaukolämpötariffin kohdalla. Kun CHP-tuotannon veronalennuksen poisto johtaa kaukolämmön selviin hinnan korotuksiin, saattaa se siis lisätä siirtymistä kaukolämmityksestä lämpöpumppujen käyttöön

omakotitaloissa. Koska esimerkkejä lämpöpumppuinvestoinneista myös kaukolämmitteisiin kerros- ja rivitaloihin on jo olemassa, mahdollinen kaukolämmön hinnan korotus lisäisi todennäköisesti lämpöpumppuinvestointeja myös näihin kohteisiin. TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan sähkön kysyntä lämmitykseen kasvaa hieman, lähinnä palvelurakennuksissa.

Yhteistuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset sähkön tuotantoon ja teollisuuden lämmön tuotantoon suhteessa nykyverotuksen mukaiseen kehitykseen

- Sähkön yhteistuotanto pienenee ja lauhde-/tuontisähkö kasvaa
- Energiaintensiivisen teollisuuden energiaveron osittaisen palautuksen johdosta suorat muutokset ovat vähäiset.

TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan verotusmuutoksen vaikutukset näkyvät myös sähkön yhteistuotannon määrän hienoisena vähenemisenä. Yhteistuotantosähkön pieneneminen korvautuu vuonna 2020 lauhdesähköllä ja vuonna 2030 tuonnilla. Maakaasupohjainen yhteistuotantokapasiteetti pienenee 100 MW vuoteen 2030 mennessä.

Esimerkkikaupunkitarkastelussa sähkön yhteistuotanto vähenisi verotusmuutoksen seurauksena 4,5 % vuonna 2020. Mikäli esimerkkikaupunki vaihtaa osan maakaasulämpökattiloistaan pellettikattiloihin, sähkön yhteistuotanto vähenee vielä enemmän, eli 9 %.

TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan veromuutos nostaa suunnilleen 1 %, eli noin 0,5 €/MWh, aikavälin 2020–2030 sähkön pitkän ajan tasapainohintaa, joka sisältää myös investointikustannukset ja kapasiteettireservin ylläpidon. Vuosikustannuksina tämä tekee noin 40 M€ vuonna 2020. VTT-EMM markkinahintamallilla tarkastellaan ainoastaan lyhyen aikavälin sähköntuotannon, ei lämmöntuotannon, muuttuviin kustannuksiin pohjautuvaa markkinahintaa, joten veromuutoksella ei itsessään ole kustannusvaikutuksia sähkön polttoaineiden ollessa verottomia. Tuotantokapasiteettimuutos aiheuttaa 0,1 €/MWh suuruisen markkinahinnan korotuksen vuonna 2030.

Teollisuuden polttoainekäyttöön verotusmuutoksella ei ole kovin merkittävää vaikutusta, sillä suurin osa teollisuuden yhteistuotannosta on energiaintensiivisen teollisuuden toimialoilla, jotka saavat hakemuksesta veronpalautusta maksamistaan energiaveroista. Lisäksi merkittävin teollisuuden toimiala, jolla on sähkön ja lämmön yhteistuotantoa, on massa- ja paperiteollisuus, jonka oman energiantuotannon energialähteistä suurin osa on puuperäisiä biopolttoaineita. Tulosten mukaan verotusmuutos alentaisi kuitenkin hiilen käyttöä teollisuuden prosessihöyryn ja sähkön tuotantoon vuonna 2020 noin 20 %, ja vastaavasti puun käyttö kasvaisi hieman erityisesti yhteistuotannossa. Vuosina 2025 ja 2030 vaikutus kohdistuisi voimakkaimmin turpeen käyttöön, joka kasvaisi noin 5 %.

Yhteistuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset kauppataseeseen, energiaomavaraisuuteen ja kasvihuonekaasupäästöihin suhteessa nykyverotuksen mukaiseen kehitykseen

- Energian tuontilasku pienenee hieman 2020, mutta kasvaa sen jälkeen tuontisähkön lisääntyessä
- Energiaomavaraisuus ei juuri muutu
- Käytännössä varsinkin suurten rannikkokaupunkien lisääntyvä metsähakkeen ja pellettien käyttö voidaan kattaa myös tuonnilla ja kivihiiltä kalliimpina tuontipolttoaineina vaikuttavat tällöin nykyistä negatiivisemmin kauppataseeseen
- Päästöt ovat 2020 hieman suuremmat, eli veromuutoksen vaikutus on vastakkainen kuin mitä sillä tavoiteltiin

- Yleisemmin, päästökauppasektorille kohdistettu paikallinen erityistoimi ei välttämättä vähennä päästöjä EU-tasolla lainkaan, koska EU:n päästökatto ei muutu ja vapautuvat päästöoikeudet tulevat kaupattavaksi muille toimijoille.

TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan verotusmuutoksella ei ole kokonaisuutena juuri vaikutusta energian tuontilaskuun. Suunniteltu verotusmuutos johtaisi vuonna 2020 noin 20 M€ pienempään tuontilaskuun ja vuonna 2030 noin 24 M€ suurempaan tuontilaskuun, mutta eroja ei voi pitää merkitsevinä. Mallilaskelmissa tuontilasku saattaa nimittäin heilahdella verraten pienienkin suhteellisten hintamuutosten seurauksena. Vastaavasti myös vaikutukset fyysikaaliseen energiaomavaraisuuteen, eli tuontien energian osuuteen primaarienergian kokonaiskäytöstä, ovat hyvin pienet.

TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan sähköenergian osalta verotusmuutos kasvattaa aavistuksen verran tuontiriippuvuutta 2020, mikä kuitenkin korostuu vuoteen 2030 mennessä, jolloin sähkön tuonti on 1,1 TWh suurempi kuin nykyisen verotuksen tapauksessa. Sähkön suuremmasta nettotuonnista johtuva laskennallinen tuontilaskun kasvu on noin 70 M€ vuonna 2030. Käytännössä suurten rannikkokaupunkien tulevat biomassat voidaan tuoda myös ulkomailta, ja kivihiltä kalliimpina vaikuttavat tällöin negatiivisesti kauppataseeseen.

Veromuutoksella on lämpöpumppujen yleistymistä selvästi edesauttava vaikutus. CHP:n lämpökuorman korvaaminen lämpöpumpuilla heikentää Suomen omavaraisuutta ja huoltovarmuutta sähkön suhteen kahdella tavalla, kun sekä sähkön kulutus kasvaa että CHP-tuotanto vähenee. Toisaalta fossiilisten ja tuontipolttoaineiden käyttö ja monet päästöt pienenevät, ainakin paikallisesti tarkasteltuna.

Suunnitellun verotusmuutoksen tapauksessa Suomen kasvihuonekaasupäästöt ovat TIMES-VTT-mallilaskelmien tulosten mukaan vuonna 2020 aavistuksen verran (0,2 %) suuremmat, mutta vastaavasti vuonna 2030 aavistuksen verran pienemmät (-0,3 %) kuin nykyisen verotuksen tapauksessa. Näin pieniä muutoksia ei voida pitää merkitsevinä, joten päästöjen kannalta muutos näyttää olevan käytännössä neutraali. Päästöjen jakautuminen päästökauppaan kuuluville ja siihen kuulumattomille sektoreille pysyy melkein samana. Suunnitellussa veromallissa ei-päästökauppasektorien päästöt ovat hieman suuremmat vuonna 2025.

Päästöjä tarkasteltaessa on myös hyvä huomata, että Suomen tai tietyn kaupungin päästökauppasektorilla toteuttamat päästövähennykset tai lisäykset eivät vaikuta EU:n tasolla vastaavana päästöjen kokonaisuutena. Esimerkiksi Suomessa tehostamistoimien johdosta vapautuvat päästöoikeudet hyödyttävät niitä Euroopan energiatehottomia ja runsaspäästöisiä laitoksia, jotka olisivat muuten joutuneet lopettamaan tai sopeuttamaan toimintaansa. Toisin sanoen päästökauppasektoriin kohdistuvilla erillisillä ohjaukskeinoilla ei ole kokonaisuutena ilmastovaikutusta. Toimenpiteet kannattaa kohdistaa ei-päästökauppasektorille, jos paikallisesti halutaan panostaa ilmastonmuutoksen hillintään, tai siirtää kulutusta ei-päästökauppasektorilta päästökauppasektorille esimerkiksi parantamalla kaukolämmön houkuttelevuutta. Suunniteltu CHP-leikkurin poisto ei vastaa päästöjen hillitsemisen kannalta sitä, mitä sillä tavoiteltiin, vaan vaikutus saattaa mahdollisesti olla jopa päinvastainen.

Yhteistuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset energiaverokertymään

- Lähivuosina tapahtuu kaukolämmön tuotantorakenteessa muutoksia, jotka vähentävät CHP-veroleikkurin poiston arvioitua verokertymää
- CHP-veroleikkurin poiston ollessa täysimääräinen arvioitu verokertymän kasvu on 69–70 M€

- CHP-veroleikkurin poiston arvioituista verokertymistä yli 60 % tulisi pääkaupunkiseudulta ja yli 90 % Etelä-Suomen suurista kaupungeista.

Vuosiverokertymän muutoksia on arvioitu sekä nykytilastojen avulla että tulevaisuutta mallintaen. Vuoden 2013 tilastotarkastelujen perusteella verokertymä kasvaisi veromuutoksen myötä 90–99 M€, mutta jo vuoden 2015 tilastotarkastelujen perusteella verokertymän kasvu olisi enää 73–74 M€. Vuosi 2015 oli erityisen lämmin, joten jos vuosi 2015 olisi lämpötilaltaan ollut vuoden 2013 kaltainen, verokertymän muutos olisi 76–77 M€. Verokertymän muutoksen selvään alenemiseen vuosien 2013 ja 2015 välillä vaikuttaa moni tekijä, mutta yksi selkeimmistä on Vantaan jätevoimalan käyttöönotto, joka pienentää verokertymää noin 3-6 M€:lla. Kesät 2012 ja 2013 olivat myös huonot turpeen noston kannalta, mikä lisäsi hiilen käyttöä sisämaan voimaloissa.

Lähivuosina tapahtuu kaukolämmön tuotantorakenteessa muutoksia, jotka vähentävät CHP-veroleikkurin poiston arvioitua verokertymää noin 7 M€:lla. CHP-veroleikkurin poiston ollessa täysimääräinen tilastotietojen avulla arvioitu verokertymän kasvu on 69–70 M€.

Vuoden 2013 tilastotarkastelujen perusteella CHP-veroleikkurin poiston arvioituista verokertymistä yli 60 % tulisi pääkaupunkiseudulta ja yli 90 % Etelä-Suomen suurista kaupungeista.

Esimerkkikaupungin mallinnuksen tulos osoittaa, että verokertymä voi veromuutoksen seurauksena olla suurempi tai pienempi kuin mitä pelkästään laskennallisesti voisi olettaa. Laskennallisesti veromuutoksen verokertymävaikutus saadaan suoraan kaksinkertaistamalla yhteistuotannon hiilidioksidiverot. Dynaamisesti tarkasteltuna puhtaasti fossiilisiin polttoaineisiin nojautuvan esimerkkikaupungin tuotantorakenne muuttuisi ja yhteistuotanto pieneneisi, mutta kokonaisenergiaverokertymä kasvaisi. Siirtyminen energiaveron kannalta enemmän polttoaineita käyttävään erillistuotantoon kasvattaisi veropohjaa yhteistuotannon vähenemistä enemmän. Toisaalta, mikäli esimerkkikaupungissa osa maakaasulämpökattiloista olisi pellettikattiloita, veromuutoksen aiheuttama verokertymä olisi pienempi kuin laskennallinen arvio antaisi odottaa.

TIMES-VTT-mallilla arvioitiin verokertymän muutosta vuosina 2020 ja 2030. Perusarvio perustuu siihen, että ensin mallilla lasketaan energiantuotanto nykyisellä verotusmallilla, ja ko. energiantuotantoa vastaava energiaverokertymämuutos saadaan laskettua kaksinkertaistamalla hiilidioksidivero. Dynaaminen tarkastelu tarkoittaa sitä, että malli optimoi energiatuotannon suoraan suunnitellulla verotuksella. Malli pystyy tällöin jossain määrin sopeutumaan uuteen verotukseen investoinneilla uusiin tuotantolaitoksiin tai muuttamalla olemassa olevien tuotantolaitosten ajorjestyistä. Mallituloksista laskettavissa oleva verokertymän nettomuutos huomioi kaikkien kaukolämmön ja teollisuuden prosessihöyryn tuotantoon liittyvien energiaverojen kertymän, huomioiden energiaintensiivisen teollisuuden 85 % marginaalisen veropalautuksen. Mallituloksissa metsähakkeen tukimuutos huomioidaan siten, että lisääntyvä tuki lasketaan negatiiviseksi verokertymäksi.

TIMES-VTT-mallin tulosten mukaan verojen nettokertymän muutos olisi vuonna 2020 perusarvion mukaan noin 75 M€ ja dynaamisesti tarkasteltuna 68,5 M€. Tuloksista nähdään selvästi, että nimenomaan kaukolämmön tuotanto vaikuttaa eniten dynamiikkaan, mikä johtuu energiaintensiivisen teollisuuden suurista energiaveronpalautuksista. Vuonna 2030 nettokertymän muutos olisi vastaavasti perusarvion mukaan 52 M€ ja dynaamisesti tarkasteltuna noin 36 M€. Perusarvion mukainen verokertymä siis pienenee energiajärjestelmän sopeutumisen myötä 6,5 M€ vuonna 2020 ja 16 M€ vuonna 2030, jolloin jo perustavanlaatuiset muutokset, kuten laitosinvestoinnit ja lämmitystavan valinta, alkavat näkyä.

Lähdeviitteet

- ET 2014. Kaukolämpötilasto 2013. Energiateollisuus ry.
http://energia.fi/sites/default/files/kaukolampotilasto_2013_web.pdf
- ET 2015. Kaukolämpötilasto 2014. Energiateollisuus ry.
http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/tilastot-ja-julkaisut/kltilastojulkaisu_2014.pdf
- ET 2016a. Energiavuosi 2015, Kaukolämpö. Energiateollisuus, kalvosarja 13.1.2016. Haettu 23.1.2016. <http://energia.fi/kalvosarjat/energiavuosi-2015-kaukolampo>
- ET 2016b. Energiavuosi 2015, Sähkö. Energiateollisuus, kalvosarja 20.1.2016. Haettu 23.1.2016 <http://energia.fi/kalvosarjat/energiavuosi-2015-sahko>
- HE 359/2014. Hallituksen esitys eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamiseksi, 28.9.2015.
- HE 360/2014. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annetun lain 5 ja 25 §:n muuttamisesta, 29.1.2015.
- HE 34/2015. Hallituksen esitys eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamiseksi, 28.9.2015.
- Helen 2015. Hiilineutraali tulevaisuus. Verkkoesite 3.12.2015. Helen Oy. Viimeksi katsottu 23.2.2016. <https://www.helen.fi/helen-oy/vastuullisuus/hiilineutraali-tulevaisuus/>
- IEA WEO 2015. International Energy Agency (OECD/IEA). World Energy Outlook 2015.
- Ilmatieteen laitos 2016. Verkkopalvelu: Lämmitystarveluvut. Viimeksi katsottu 23.2.2016. <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>
- Kaukolämmön hinta 2015. Kaukolämmön hinta 1.1.2015 alkaen, Energiateollisuus ry 3.9.2015. http://energia.fi/sites/default/files/hinta_010115.pdf
- Kumar, N., Besuner, P., Lefton, S., Agan, D., Hilleman D. 2012, Power Plant Cycling Costs. April 2012, Intertek APTECH, Sunnyvale, California
- L 1260/1996. Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta, 30.12.1996.
- L 1396/2010. Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta, 30.12.2010.
- L 261/2015. Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annetun lain 5 ja 25 §:n muuttamisesta, 20.3.2015.
- L 513/2015. Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta annetun lain liitteen muuttamisesta, 24.4.2015.
- Loulou R., Remme, U., Kanudia, A., Lehtilä, A., Goldstein, G. 2005. Documentation for the TIMES Model. Energy Technology Systems Analysis Programme (ETSAP). <http://www.iea-etsap.org/web/Docs/TIMESDoc-Intro.pdf>
- Nasdaq OMX verkkosivut. 2015. NordPoolin finanssitilotteiden ja päästöoikeuksien noteeraukset. Viimeksi luettu 2.12.2015. <http://www.nasdaqomx.com/commodities>
- Pöyry 2015. Suomen sähkötehon riittävyys ja kapasiteettirakenteen kehitys vuoteen 2030. 52X265022, 23.1.2015.

- Tamminen, E., Kekkonen, V., Koreneff, G. ja Koljonen, T. 2014. A fast and flexible stochastic dynamic programming model of the electricity market. VTT-EMM – structure and use. VTT Technology 203. VTT, Espoo. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T203.pdf>
- TEM 2015. Energia- ja ilmastostrategia. Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma. Perusskenaarion kehikko, luonnos 17.12.2015. Työ- ja elinkeinoministeriö. https://www.tem.fi/files/44531/Skenaariokehikko_luonnos_2015-12-17.pdf
- Tilastokeskus 2015. Energia 2014 –taulukkopalvelu. Taulukko 3.4.3 Sähkön ja lämmön tuotanto, energialähteet ja hiilidioksidipäästöt 2013. Viimeksi katsottu 5.12.2015. http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2014/start.htm
- TSE 2015. Uuden monipolttoainevoimalaitoksen rakennustyöt käynnistyneet Naantalissa. Turun Seudun Energiatuotanto Oy. Tiedote 11.5.2015. Viimeksi katsottu 23.2.2016. <http://www.tset.fi/post/uuden-monipolttoainevoimalaitoksen-rakennustyt-kyynnistyneet-naantalissa>
- TSE 2016. NA4 CHP –projekti. Esite. Turun Seudun Energiatuotanto Oy. Viimeksi katsottu 23.2.2016. <http://www.esitteemme.fi/tse/MailView/>
- Tulli 2016. Tullilta (Jukka Latonen) 10.2.2016 saatu valmisteveropohjadata vuosille 2011-2015 sekä tähän liittyvät väärään veroluokitukseen perustuvat palautukset excel-taulukkona.
- Vainio, T., Lindroos, T., Pursiheimo, E., Vesanen, T., Sipilä, K., Airaksinen, M., Rehunen, A. 2015. Tehokas CHP, kaukolämpö ja -jäähdytys Suomessa 2010 – 2025. VTT Tutkimusraportti VTT-R-04071-15. VTT; Energiateollisuus ry, 53 s. + liitt. 10 s. http://energia.fi/sites/default/files/kaukolampo_ja_chp_vtt_20151218.pdf
- VNA 1397/2010. Valtioneuvoston asetus uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta, 30.12.2010.
- WSP Finland 2012. Espoon uusiutuvan energian kuntakatselmus 2012. Espoo