



Yritys: Pöyry Management PL4 (Jaakonkatu 3)
Consulting Oy 01621 Vantaa

Yhteyshenkilöt:

Kari Vilén kari.vilen@poyry.com puh. 0103349310
Jenni Patronen jenni.patronen@poyry.com puh. 0103324330

Raportti on laadittu Työ- ja elinkeinoministeriön ("Asiakas") käyttöön. Raportti on laadittu noudattaen Pöyryn ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja.

Pöyryn tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

Raportin sisältämät tulkinnat ja johtopäätökset perustuvat osittain Pöyryn kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saamiin tietoihin. Pöyry ei ole tarkistanut minkään kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saadun ja raportin laatimiseen käytetyn tiedon oikeellisuutta tai täydellisyyttä, koska se ei ole kuulunut Pöyryn toimeksiannon laajuuteen. Pöyry ei anna raportin perusteella tai siihen liittyen mitään vakuutusta (nimenomaista tai konkludenttista) eikä vastaa sen sisältämien tietojen ja arvioiden oikeellisuudesta.

Pöyry ei vastaa kolmannelle osapuolelle tämän raportin käyttämisen tai siihen luottamisen perusteella aiheutuneesta haitasta taikka mistään välittömästä tai välillisestä vahingosta.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	4
1 TAUSTA.....	6
2 KIVIHIILEN KÄYTTÖ ENERGIAN TUOTANNOSSA.....	6
3 KIVIHIILEN KÄYTÖN KORVAAMINEN	9
3.1 Polttoaineiden ja tuotantomuotojen välinen kilpailukyky	9
3.1.1 Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaario	9
3.1.2 Matala hintaskenaario	11
3.2 Kivihiilen korvausskenaariot.....	12
3.3 Yhteenveto korvausskenaarioista – vaikutus tuotantokapasiteettiin	16
4 KIVIHIILEN KIELLON VAIKUTUKSET	18
4.1 Vaikutusten arviointitapa	18
4.1.1 Vaikutukset tuotantoon ja tuotantokustannuksiin	18
4.1.2 Muut taloudelliset vaikutukset	18
4.2 Kivihiilen kiellon vaikutukset paikkakunnittain	20
4.3 Kivihiilen kiellon vaikutukset koko Suomen tasolla	23
4.3.1 Kivihiiltä käytävien laitosten polttoainekäyttö	23
4.3.2 Taloudelliset vaikutukset	25
4.3.3 Ympäristövaikutukset	27
4.3.4 Sähkömarkkinavaikutukset	28
4.3.5 Kansantaloudelliset vaikutukset	31
4.3.6 Muita vaikutuksia	33
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	34

TIIVISTELMÄ

Kivihiilen käyttö Suomessa on ollut pääasiassa laskevalla uralla viime vuosina. Suurimmillaan kivihiilen käyttö sähkön ja lämmöntuotannossa on 2000-luvulla ollut vuonna 2003, jolloin kivihiiltä käytettiin noin 54 TWh. Vuonna 2016 kivihiilen kulutus energiantuotannossa oli 22 TWh. Kivihiiltä on Suomessa käytetty sekä sähkön ja lämmön yhteistuotannossa CHP-laitoksissa, erillislämmöntuotannossa, että erillisessä lauhdesähkön tuotannossa. Näistä lauhdesähkön tuotanto on heikon kannattavuuden vuoksi Suomessa lähes kokonaan loppunut. Kivihiiltä käytetään edelleen erityisesti kaukolämpöä ja sen yhteydessä sähköä tuottavissa CHP-laitoksissa suurissa kaupungeissa. Merkittäviä kivihiilen sähkön ja lämmön yhteistuotannon käyttökohteita oli Suomessa vuonna 2016 yhteensä 8 paikkakunnalla: Helsingissä, Turun seudulla, Espoossa, Vantaalla, Lahdessa, Pietarsaareissa ja Vaasassa, sekä Kirkniemen paperitehtaalla. Edellä mainittujen ja Meri-Porin lauhdevoimalaitoksen kivihiilen kulutus vastasi noin 90 % kivihiilen kokonaiskulutuksesta vuonna 2016.

Useimmissa käyttökohteissa kivihiili ollaan korvaamassa muilla energialähteillä vuoteen 2030 mennessä johtuen mm. kaupunkien ja yhtiöiden omista päästötavoitteista, sekä verotuksen ja päästökaupan ohjausvaikutuksesta, joka lisää kivihiilen käytön kustannuksia. Valtaosa korvaussuunnitelmista perustuu investointeihin biomassaa hyödyntäviin erillislämmöntuotantolaitoksiin, sillä sähkön alhainen markkinahinta ei kannusta investointeihin CHP-laitoksiin. Joissain kivihiiltä korvaavissa laitoksissa hyödynnettäisiin todennäköisesti myös olemassa olevaa sähkön tuotantolaitteistoa. Lisäksi kivihiiltä suunnitellaan korvattavan osin mm. hukkalämpöjä ja lämpöpumppuja hyödyntäen, mutta nämä riittävät korvaamaan vain osan tarvittavasta lämmöstä. Markkinaehtoisesti kivihiilen käyttö tarkastelluissa verkoissa laskisi markkinatilanteesta riippuen noin 6-7 TWh:n tasolle vuonna 2025. Vuonna 2030 kivihiiltä käytettäisiin Suomessa arviolta enää kahdessa laitoksessa, joiden kivihiilen käyttö olisi noin 3,5-4,0 TWh.

Kivihiilen kieltö vuonna 2025 aiheuttaisi haasteita monella paikkakunnalla, sillä kivihiili on suunniteltu korvattavan pääasiassa vasta vuoden 2025 jälkeen. Erityisesti Helsingissä ja mahdollisesti myös Espoossa korvausinvestointien toteuttaminen olisi vaikeaa tai jopa mahdotonta, ja kivihiiltä korvattaisiinkin merkittävässä määrin maakaasulla. Siitä huolimatta lämpötehon riittävyttä ei välttämättä voitaisi taata vuonna 2025. Myös kolmella muulla paikkakunnalla kivihiilen kieltö vuonna 2025 johtaisi ennenaikaisiin investointeihin. Kivihiilen kieltö vuonna 2025 lisäisi biomassan käyttöä markkinatilanteesta riippuen arviolta 2,0-2,2 TWh ja kaasun käyttöä 1,6-2,6 TWh.

Mikäli kivihiilen kieltö tulisi voimaan vuonna 2030, kohdistuisivat vaikutukset todennäköisesti lähinnä Helsinkiin ja Vaasan seudulle, joissa jouduttaisiin tekemään ennen aikaisia investointeja kivihiilen korvaamiseksi. Kivihiili pyrittäisiin korvaamaan pääasiassa biomassalla, jonka käyttö kasvaisi kiellon myötä arvion mukaan noin 2,0-2,8 TWh. Kaasun käyttö kasvaisi selvästi vähemmän, noin 0,2-0,3 TWh, mikäli biomassaa olisi saatavilla kivihiilen korvaamiseksi.

Kivihiilen kieltö aiheuttaa kustannuksia johtuen ennenaikaisista investoinneista ja polttoainemuutoksista, sekä tulonmenetyksiä sähköntuotannon vähenemisestä. Kustannusvaikutus riippuu vahvasti energian markkinahintojen kehityksestä. Kivihiilen kieltö vuonna 2025 nostaisi kaukolämmön tuotantokustannuksia erityisesti Vaasassa ja Helsingissä, mutta myös Espoossa ja Vantaalla. Edellä mainituista syistä aiheutuvat taloudelliset kokonaisvaikutukset olisivat yhteensä arviolta noin 200 miljoonaa euroa, mikäli kivihiilen kieltö tulisi voimaan vuonna 2025. Vuoden 2030 kivihiilen kiellon taloudelliset vaikutukset olisivat noin kymmenesosan vuoden 2025 kiellon suuruudesta. Taloudellisten vaikutusten vaikutukset kaukolämmön hintaan vaihtelevat välillä 0-20 % ennenaikaisen korvausinvestoinnin ajalle. Kustannusten nousua aiheuttavat ennenaikaiset investoinnit sekä kalliimpi polttoainekustannus siltä osin kuin kivihiiltä korvataan maakaasulla. Lisäksi CHP-tuotannon korvautuminen lämmön erillistuotannolla tarkoittaa, että tulot sähköntuotannosta jäävät saamatta. Vaikka investointi uuteen CHP-kapasiteettiin ei välttämättä olisi kannattavaa, olisi sähköntuotannon jatkaminen olemassa olevalla kivihiiltä käyttävällä laitoksella ollut edelleen kannattavaa.

Biomassan saatavuus ja hinta tuo kustannusvaikutuksiin suuren epävarmuuden erityisesti pääkaupunkiseudulla, missä biomassan kysyntä on suurta ja biomassaa täytyy tuoda kauempaa.

Todennäköisesti biomassaa tuotaisiin Suomen ulkopuolelta kysynnän kattamiseksi. Saatavuus ja hinta riippuvat tällöin myös tarjonnan ja kysynnän kehityksestä muissa maissa. Tässä selvityksessä ei ole arvioitu erikseen biomassan saatavuutta tai alueellista hintaa, eikä kasvavan kysynnän vaikutusta biomassan hintaa, vaan on oletettu että tarvittava biomassaa on saatavilla myös pääkaupunkiseudulle ja muihin kohteisiin, joissa kysyntä kasvaa.

Kivihiilen kieltö johtaa myös sähköntuotantokapasiteetin ennenaikaiseen poistumiseen sähkömarkkinoilta, kun CHP-kapasiteettia korvataan erillislämmöntuotannolla. Vuoden 2025 kiellon vaikutuksesta poistumaksi arvioidaan noin 600 MW. Vuoden 2030 kieltö laskisi sähköntuotantokapasiteettia arviolta 300 MW, sillä sähköntuotantokapasiteettia olisi poistunut jo ennen tätä markkinaehtoisesti. Kivihiilen kieltö vaikuttaa poistuvan kapasiteetin myötä myös sähköjärjestelmän joustavuuteen ja huoltovarmuuteen, sillä CHP-kapasiteetti tarjoaa tehoa sähköjärjestelmään erityisesti silloin kuin kulutus on suurinta. Tällä on suurempi merkitys vuonna 2025, jolloin vaje kysynnän ja kotimaisen tuotantokapasiteetin välillä on suurempi kuin vuonna 2030. Sähkön markkinahintaan vaikutus on pieni, sillä Suomi on osa suurempaa Pohjoismaista sähkömarkkinaa.

Kivihiilen kieltö johtaisi siihen, että olemassa olevia laitoksia, joilla on teknistä käyttöikää jäljellä, jouduttaisiin poistamaan käytöstä. Toimijoiden näkökulmasta tähän voi liittyä omaisuudensuojakysymyksiä. Tässä selvityksessä ei ole otettu kantaa näihin oikeudellisiin kysymyksiin, mutta pyritty tunnistamaan mahdollisia kohteita, joita ennenaikainen käytöstä poistaminen koskee ja investointien suuruusluokkaa. Karkean arvion mukaan ennenaikaisesti poistettavien laitteistojen nykykäyttöarvot voisivat olla yhteensä noin 90 miljoonaa euroa jos kieltö tulisi voimaan 2025, ja 50 miljoonaa euroa vuoden 2030 kiellon tapauksessa.

Kaikki kivihiiltä käyttävät laitokset ovat mukana EU:n päästökaupassa, mistä johtuen kivihiilen kieltö ei vaikuta suoraan hiilidioksidipäästöihin Euroopan tasolla. Jos päästöt vähenevät näissä laitoksissa, voivat muut toimijat EU-alueella lisätä päästöjään vastaavasti. Todellisten päästövaikutusten saavuttamiseksi valtion tulisi ostaa päästöoikeuksia pois markkinoilta.

Kivihiili on merkittävä polttoaine huoltovarmuuden kannalta, sillä se on helposti varastoitavaa ja saatavilla useista lähteistä. Biomassan ja turpeen saatavuus voi vaihdella mm. sääolosuhteiden vaikutuksesta merkittävästi vuodesta toiseen, eikä niitä toisaalta voida varastoida vastaavalla tavalla. Aikaisemmin mainittujen kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävien kaupunkien lisäksi kivihiilellä on rooli tukipolttoaineena useissa laitoksissa ja kaukolämpöverkoissa. Näissä laitoksissa kivihiilen kieltö vaikuttaa varautumiseen biomassan ja turpeen saatavuuden ongelmatilanteissa. Kivihiilen kieltö voi myös vaikuttaa biomassan ja turpeen hintaan niiden kysynnän kasvaessa ja toisaalta vaihtoehtoisen kolmannen polttoaineen poistuessa valikoimasta.

1 TAUSTA

Pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelmassa linjattiin, että Suomessa luovutaan kivihiilen energiakäytöstä 2020-luvun aikana. Kivihiilen käytöstä luopumiseen voidaan vaikuttaa sekä EU-tason ohjauskeinoilla päästökauppaa vahvistamalla, että kotimaisilla ratkaisuilla vero- ja tukijärjestelmillä. Energia- ja ilmastostrategian perus- ja politiikkaskenaarioissa kivihiilestä ei kuitenkaan päästäisi täysin eroon Suomessa 2030 mennessä, vaikka kivihiilen käyttö laskeekin merkittävästi myös perusskenaariossa.

Energia- ja ilmastostrategian linjauksen mukaan nykyisen hallituskauden aikana on tarkoitus valmistella hallituksen esitys laiksi, jolla säädetään siirtymäaika kivihiilen energiakäytöstä luopumiselle vuoteen 2030 mennessä ottaen huomioon energian toimitusvarmuuteen, huoltovarmuuteen ja poikkeuksellisiin tilanteisiin liittyvät näkökohdat. Myöhemmin ministeri Tiilikainen on tuonut esiin vaihtoehdon että kivihiilestä luovuttaisiin Suomessa jo vuoteen 2025 mennessä. Käytöstä luopumisen varmistamiseksi on esitetty kivihiilen käytön kieltämistä energiantuotannossa.

Kivihiilen käyttö on Suomessa vähentynyt ja vähenee edelleen päästökaupan, uusiutuvan energian tukien ja veroratkaisujen ansiosta. Sähkön ja lämmön yhteistuotannossa ja lämmön erillistuotannossa erityisesti verot ja metsähakkeen tuki ovat ohjanneet kotimaisten polttoaineiden käytön lisäämiseen. Lauhdekäytössä kivihiilen käyttöä on vähentänyt lauhdetuotannon heikko kannattavuus ja useiden voimalaitosten sulkeminen sen seurauksena.

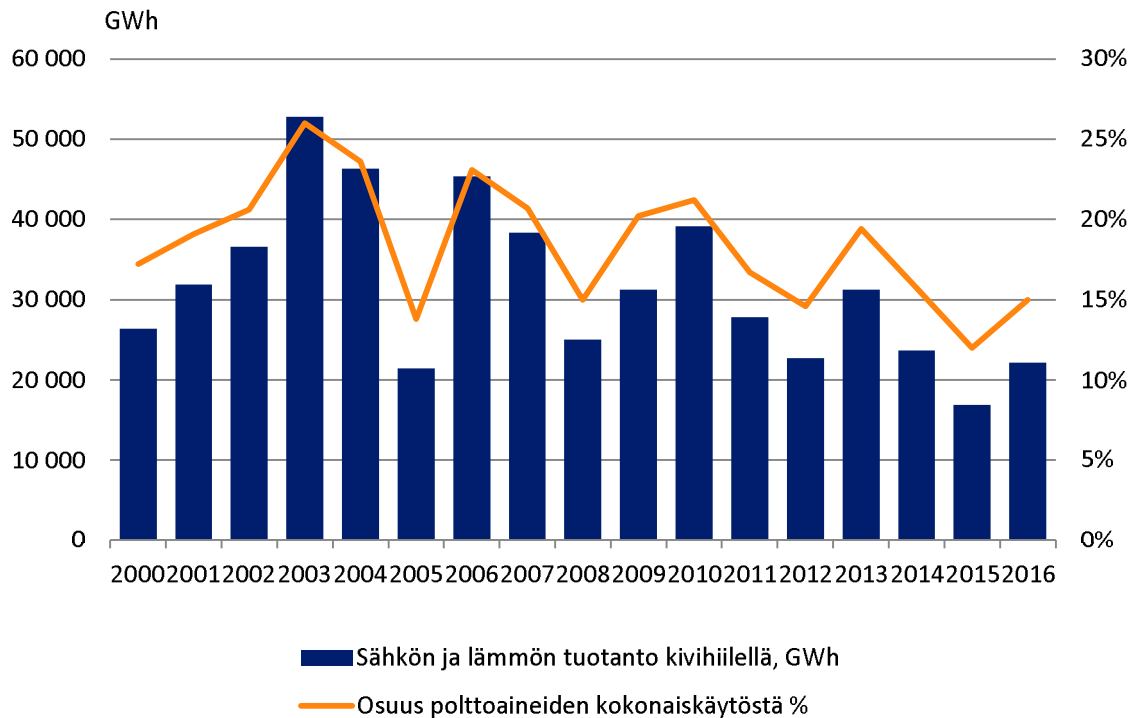
Kivihiilen käytön kieltäminen vuoteen 2030 mennessä tai 2025 mennessä kohdistuisikin ensisijaisesti muutamiin suurempiin laitoksiin, joilla kivihiiltä ei voida teknisistä syistä tai polttoaineiden saatavuuden vuoksi korvata muilla polttoaineilla. Osassa laitoksia on investoitu mahdollisuuteen käyttää kivihiiltä erityisesti huoltovarmuussyistä, ja joissain tapauksissa myös polttoaineen hintakilpailukyvyyn vuoksi. Käytettäessä kivihiiltä puuperäisten polttoaineiden ohella monipolttoainevoimalaitoksissa vähennetään myös kattilan korroosiota. Kivihiilen käytön kieltö voikin vaatia investointeja vaihtoehtoisten polttoaineiden hankintaan ja käsittelyyn, vaikka kyseessä olisikin monipolttoainevoimalaitos.

Tässä selvityksessä on arvioitu kivihiilen kiellon vaikutuksia Suomessa. Arviointi perustuu paikkakunta- ja kaukolämpöverkkokohtaiseen analyysiin suurimmissa käyttökohteissa. Jokaiselle käyttökohteelle on luotu kivihiilen korvausskenaario ja arvioitu investointitarpeita. Kustannusvaikutuksia on tarkasteltu kahdessa eri energian hintaskenaariossa. Paikkakunta- ja kaukolämpökohtaisten korvausskenaarioiden perusteella on tehty arviointi vaikutuksista koko Suomen tasolla, ottaen kantaa erityisesti muutoksiin polttoainekäytössä ja energian tuotantokustannuksissa.

2 KIVIHIILEN KÄYTTÖ ENERGIAN TUOTANNOSSA

Kivihiilen käyttö on Suomessa laskenut 2000-luvulla, mutta markkinatilanteesta riippuen yksittäisinä vuosina käyttö on voinut kasvaa edellisestä vuodesta. Kivihiilen kulutus oli suurinta vuonna 2003, jolloin kulutus oli noin 54 TWh. Osuus kokonaisenergiankulutuksesta oli tällöin noin 13 % ja polttoaineiden käytöstä 26 %. Kivihiilen kulutuksen vähenemiseen on vaikuttanut merkittävästi lauhdesähkön tuotannon lähes täysi poistuminen kannattavuuden heikkenemisen vuoksi. Kuvassa 2-1 on esitetty sähkön ja lämmön tuotanto kivihiilellä Suomessa vuodesta 2000 alkaen.

Kuva 2-1 Sähkön ja lämmön tuotanto kivihiilellä Suomessa 2000 – 2016, GWh



Lähde: Tilastokeskus

Vuonna 2016 kivihiiltä käytettiin sähkön ja lämmön tuotannossa noin 22 TWh. Noin 90 % poltetusta kivihiilestä käytettiin yhdeksässä voimalaitoksessa tai kaukolämpöverkossa. Tässä työssä on tarkasteltu kivihiilen kiellon vaikutuksia koko Suomen tasolla perustuen pääasiassa näiden yhdeksän käyttökohteen korvaamiseen. Pienempiä käyttökohteita, joissa kivihiili toimii lähinnä tukipolttoaineena, on käsitelty yleisemmällä tasolla.

Taulukossa 2-1 on esitetty kivihiilen käyttökohteet laitoksittain vuonna 2016. Käyttö keskittyy pitkälti kaukolämpöä tuottaviin CHP-laitoksiin. Varsinaisia lauhdelaitoksia on Suomessa toiminnassa enää yksi, ja sekin on tehoreservissä. Tästä johtuen erillisiä lauhdelaitoksia ei ole tarkasteltu tässä työssä.

Taulukko 2-1 Kivihiilen merkittävimmät käyttökohteet ja kivihiilen käyttö vuonna 2016

Laitoksen omistaja	Laitoksen nimi	Laitostyyppi	Hiilen käyttö 2016, GWh	Hiilen osuus polttoainekäytöstä, %
Turun Seudun Energiantuotanto (TSE)	Naantali 1-3	Kivihiili-CHP	3 900	~100
Helen	Hanasaari B	Kivihiili-CHP	3 700	~100
Helen	Salmisaari B	Kivihiili-CHP	2 900	~100
Fortum	Meri-Pori	Kivihiili-lauhdevoimalaitos	2 400	~100
Fortum	Suomenoja	Kivihiili-CHP	2 000	~100
Vaskiluodon Voima	Vaskiluoto	Monipolttoainvoimalaitos	1 800	~74
Vantaan Energia	Martinlaakso	Kivihiili-CHP	1 100	~100
Lahti Energia	Kymijärvi	Kivihiili-CHP	1 000	~85
Alholmens Kraft	AK 2, Pietarsaari	Monipolttoainvoimalaitos	480	~15
Helen	Salmisaari A	Hiililämpökattila	140	~100
Sappi	Kirkniemi	Monipolttoainvoimalaitos	700*	

Lähde: Päästötiedot ja Energiateollisuuden kaukolämpötilastot

* arvio päästötietojen perusteella

Kivihiiltä on teknisesti mahdollista käyttää myös muissa kuin edellä mainituissa laitoksissa. Yhteensä Suomessa käytettiin kivihiiltä 20 kaukolämpöä tuottavassa laitoksessa vuonna 2016. Niistä 11 laitoksessa kivihiiltä käytettiin alle 20 GWh vuodessa. Näissä laitoksissa kivihiilen rooli on toimia tukipolttoaineena suuren kysynnän aikaan ja huoltovarmuuspolttoaineena. Kivihiiltä on käytetty vähäisiä määriä mm. Jyväskylän Energian laitoksilla, Porin Energian voimalaitoksilla, Kuopion Energian voimalaitoksilla ja Stora Enson Varkauden ja Heinolan tehtailla. Edellä mainituissa laitoksissa on mahdollista käyttää 100 % biomassaa ja turvetta, minkä vuoksi kivihiilen kiellon ei arvioitaisi aiheuttavan investointitarpeita.

3 KIVIHIILEN KÄYTÖN KORVAAMINEN

Jotta kivihiilen kiellon vaikutuksia voidaan luotettavasti arvioida, on tässä selvityksessä luotu kivihiiltä merkittävässä määrin käytettäville laitokselle ja lämpöverkoille kivihiilen käytön korvausskenaariot. Skenaariot on luotu erikseen kiellolle vuonna 2025 ja 2030. Korvausskenaariot on luotu Pöyryn kattilatietokannan, energiateollisuuden kaukolämpötilastojen, energiayhtiöiden julkaisemien suunnitelmien ja tietojen, sekä haastatteluiden perusteella tehtyihin arvioihin. Korvausskenaarioissa ja kiellon tuomia mahdollisia lisäkustannuksia arvioitaessa on myös huomioitu eri polttoaineiden välinen kilpailukyky eri markkinatilanteissa.

3.1 Polttoaineiden ja tuotantomuotojen välinen kilpailukyky

3.1.1 Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaario

Kivihiilen korvausskenaarioiden luomisessa ja kiellon vaikutusarvioinnissa käytetään energia- ja ilmastostrategian perusskenaarion (Työ- ja elinkeinoministeriön taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle) mukaisia hintaoletuksia. Sähkön ja päästöoikeuden hintakehitys näissä skenaarioissa on esitetty alla taulukossa 3-1 ja polttoaineiden hintakehitys taulukossa 3-2. Laskelmissa on käytetty vuoden 2025 polttoainehintoina skenaarion vuoden 2020 hintoja.

Taulukko 3-1 Sähkön ja päästöoikeuksien hintakehitys vuosille 2025 ja 2030 – Energia- ja ilmastostrategian perusskenaario

	Sähkön hinta €/MWh	Päästöoikeuden hinta €/tCO ₂
2025	55	25
2030	60	30

Lähde: Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriö, 1.2.2017

Taulukko 3-2 Polttoaineiden hintakehitys vuosille 2020 ja 2030 – Energia- ja ilmastostrategian perusskenaario

	Hiili €/tonni	Kaasu €/MWh	Biomassa (metsähake) €/MWh	Turve €/MWh	Öljy \$/bbl
Polttoaineiden hinnat 2020	94	27	24	14,5	80
Polttoaineiden hinnat 2030	102	38	25	15	113

Lähde: Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriö, 1.2.2017

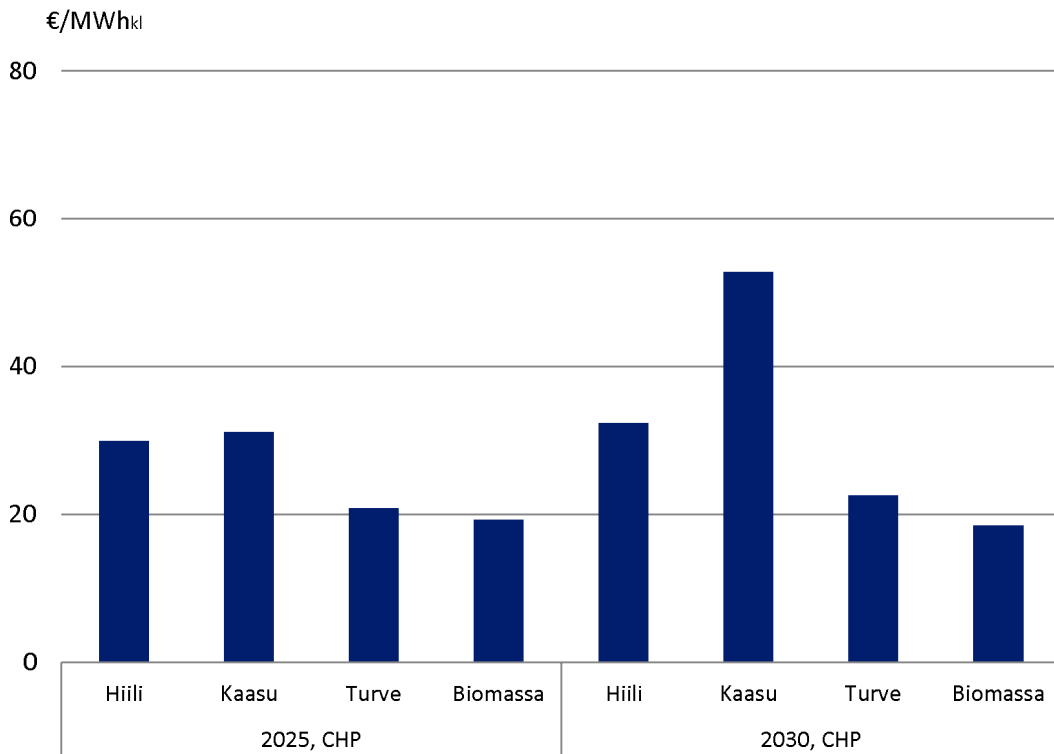
Polttoaineiden verotuksen mahdollisia muutoksia ei ole huomioitu ja verojen oletetaan pysyvän tarkasteluissa nykytasolla vuoteen 2030 saakka.

Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariorissa polttoaineiden ja päästöoikeuksien hinnannousu johtaa kivihiilen käytön kustannusten nousuun. Energia- ja ilmastostrategian taustaraportissa arvioitiinkin kivihiilen käytön laskevan merkittävästi markkinaehtoisesti. Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaarion tilanteessa metsähakkeella tuotetun lämmön muuttuvat tuotantokustannukset sekä yhteistuotantolaitoksissa että erillislämmöntuotannossa ovat kivihiilen

yhteistuotannon muuttuvia tuotantokustannuksia alhaisemmat. Tämä johtaa kivihiilen käytön minimointiin kohteissa, joissa kivihiilen käytölle on olemassa vaihtoehto.

Kuva 3-1 esittää polttoaineiden välistä kilpailukykyä kaukolämmön tuotannossa vuosina 2025 ja 2030 sähkön- ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa (CHP). Lämmön tuotantokustannukset on laskettu vähentämällä sähkön tuotannosta saatavat tulot tuotantokustannuksista. Polttoainekustannusten ja verokustannusten, sekä sähkön tuotannosta saatavien tulojen lisäksi päästöoikeuden hinta vaikuttaa tuotantokustannuksiin.

Kuva 3-1 Lämmön muuttuvat tuotantokustannukset kaukolämmön tuotannossa CHP-laitoksissa 2025 ja 2030 – Energia- ja ilmastostrategian perusskenaario



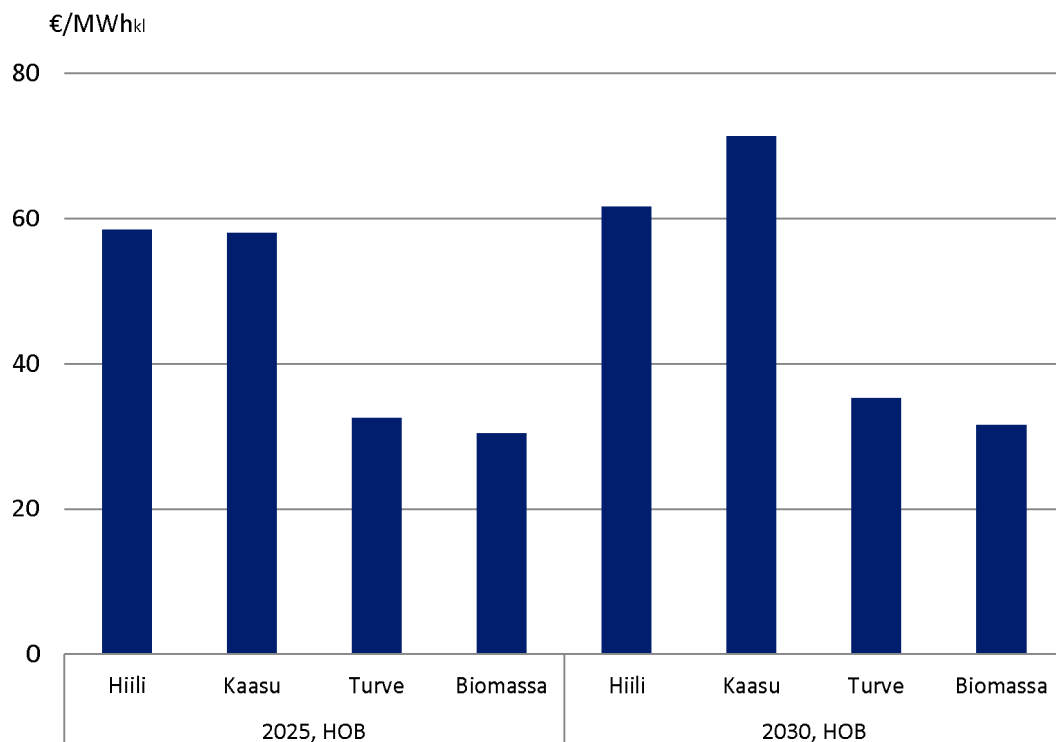
Lähde: Pöyry

Merkittävin polttoaineiden kilpailukykyyn kaukolämmön tuotannossa vaikuttava muutos vuosien 2025 ja 2030 tapahtuu kaasun hinnassa, joka skenaariossa nousee 40 % vuosien 2025 ja 2030 välillä. Muiden polttoaineiden kohdalla hinnan muutokset ovat varsin maltillisia.

Kilpailutilanne on hieman erilainen pelkkää lämpöä tuottavilla laitoksilla. Sähkön hinta ei vaikuta kilpailutilanteeseen ja polttoaineveron osalta verokohtelu eroaa CHP-laitoksista, joille polttoaineen hiilidioksidiverokomponentti puolitetaan.

Kuva 3-2 esittää polttoaineiden kilpailukykyyn kaukolämmön tuotannossa erillislämpölaitoksissa (HOB). Erillislämmöntuotannossa metsähake ja turve ovat selvästi kivihiiltä edullisempia, ja mm. veron vaikutuksesta kaasun kustannus olisi kivihiileen nähden samalla tasolla vuoden 2025 hinnoilla.

Kuva 3-2 Lämmön muuttuvat tuotantokustannukset kaukolämmön erillistuotannossa (HOB) 2025 ja 2030 – Energia- ja ilmastostrategian perusskenaario



Lähde: Pöyry

Teollisuuden käyttökohteiden osalta on huomioitava että energiantensiivisen teollisuuden energiaverojen palautuksen vuoksi kilpailutilanne voi olla eri polttoaineiden välillä erilainen.

3.1.2 Matala hintaskenaario

Perusskenaariossa mm. päästöoikeuden ja sähkön hinnat nousevat merkittävästi nykytasosta, mikä tukee markkinaehtoista kivihiilestä luopumista ja toisaalta pienentää kivihiilen kiellon aiheuttamia mahdollisia lisäkustannuksia. Hintakehitykseen liittyy merkittävää epävarmuutta, mistä johtuen tässä selvityksessä on tarkasteltu myös toista, matalaa markkinahintaskenaariota. Matalassa hintaskenaariossa on oletettu että hinnat eivät reaalisesti nouse nykytasosta vuoteen 2030. Skenaarion tarkoitus on tarkastella tuotantokustannusten herkkyyttä polttoaineiden, sähkön, sekä päästöoikeuksien hinnoille. Myös verotuksen on oletettu pysyvän nykytasolla.

Taulukko 3-3 esittää matalan hintaskenaarion polttoaineiden sekä sähkön ja päästöoikeuksien hinnat ja taulukko 3-4 polttoainehinnat matalassa hintaskenaariossa.

Taulukko 3-3 Sähkön ja päästöoikeuksien hintakehitys vuosille 2025 ja 2030 – Matala hintaskenaario

	Sähkön hinta	Päästöoikeuden hinta
	€/MWh	€/tCO ₂
2025	35	7
2030	35	7

Lähde: Pöyry

Taulukko 3-4 Polttoaineiden hintakehitys vuosille 2025 ja 2030 – matala hintaskenaario

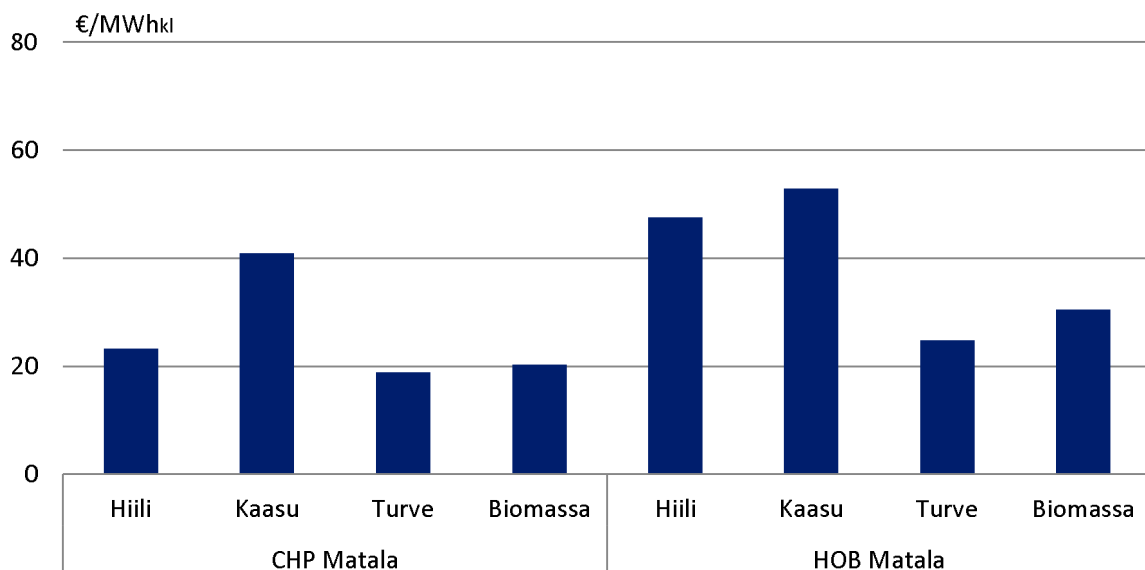
	Hiili	Kaasu	Biomassa	Turve	Öljy
	€/tonni	€/MWh	€/MWh	€/MWh	\$/bbl
Polttoaineiden hinnat - 2020	70	26	21	14	80
Polttoaineiden hinnat - 2030	70	26	21	14	80

Lähde: Pöyry

Koska matalassa hintaskenaariossa hinnat eivät muutu tarkasteluvuosien välillä, polttoaineiden välinen kilpailukyky kaukolämmön tuotannossa on sama vuosina 2025 sekä 2030. Matalassa hintaskenaariossa hiilellä tuotetun lämmön muuttuva tuotantokustannus on korkeampi kuin biomassalla ja turpeella tuotetun lämmön. Tämän vuoksi myös matalassa hintaskenaariossa monipolttoainevoimalaitoksissa on yhteistuotantokäytössä taloudellisesti kannattavaa maksimoida biomassan ja turpeen käyttö.

Kuva 3-3 esittää polttoaineiden välisen kilpailukyvyn CHP-laitoksille sekä vain lämpöä tuottaville HOB-laitoksille.

Kuva 3-3 Lämmön muuttuvat tuotantokustannukset kaukolämmön tuotannossa CHP- ja erillislämmöntuotantolaitoksissa (HOB) – matala hintaskenaario



Lähde: Pöyry

3.2 Kivihiilen korvausskenaariot

Lähes kaikissa kivihiiltä käyttävissä energiayhtiöissä on suunnitelmat kivihiilestä luopumiselle. Useimmat kivihiiltä käyttävät voimalaitokset ovat tulossa teknisen käyttöikänsä päähän 2020-luvulla. Tämän vuoksi kivihiilen kieltö vuonna 2030 aikaistaisi yksittäisten laitosten korvausta. Mikäli kivihiilen kieltö tulisi voimaan vuonna 2025, aiheuttaisi se useammassa verkossa vaikutuksia ja merkittäviäkin haasteita korvaavan tuotannon rakentamiselle.

Helsinki

Helsingissä on käytössä kaksi kivihiiltä käyttävää CHP-laitosta, Salmisaari B ja Hanasaari. Lisäksi Salmisaarella on käytössä kivihiiltä käyttävä lämpökattila, Salmisaari A. Helsingissä poltettiin noin 30 % koko Suomen sähkön ja lämmön tuotannossa käytetystä kivihiilen määrästä. Vuonna 2016 kivihiilellä tuotettiin 59 % Helsingin kaukolämmöstä (kaukolämmön kokonaiskulutus 7 100 GWh vuonna 2016). Helsingissä kaukolämpöä tuottavat myös Vuosaaren kaksi kaasuvoimalaitosta ja Katri Valan lämpöpumppulaitos. Lisäksi Salmisaaren laitosalueelle on rakennettu suuri pellettikattila. Helsingin kaukolämmön kulutus vastaa yli 20 % koko Suomen kaukolämmön kysynnästä. Tämän vuoksi nykyisen kaukolämpökapasiteetin korvaaminen tarkoittaa merkittäviä investointeja ja laitoshankkeita.

Helsinki on tehnyt päätöksen Hanasaaren laitoksen alas ajamisesta vuoteen 2024 mennessä¹. Yhtiö on päätenyt korvaamaan Hanasaaren kaukolämpötuotannon biomassapohjaisilla lämpökattiloilla eri puolilla Helsinkiä.

Hanasaaren sulkemisen johdosta kivihiiltä poltettaisiin vuosina 2025 ja 2030 ainoastaan Salmisaarella. Salmisaari B:ssä on mahdollista käyttää 5-10 % pellettiä kivihiilen seassa, mutta laitosta ei voi ilman merkittäviä lisäinvestointeja konvertoida käyttämään muita polttoaineita. Teknisen kunnan puolesta Salmisaari B -voimalaitosta voidaan käyttää 2030-luvulle asti, minkä vuoksi laitosta ei ole suunniteltu korvattavan 2020-luvulla.

Salmisaari A:n erillislämmöntuotantolaitos on tulossa elinkaarensa päähän samoihin aikoihin Salmisaari B -voimalaitoksen kanssa. Pöyryn arvion mukaan Salmisaari A -lämpökeskus korvattaisiin kuitenkin 2020-luvun loppupuolella.

Kantakaupungin alueella kulutetaan valtaosa Helsingin kaukolämmöstä, minkä vuoksi Salmisaari on kaukolämpöverkon tehotasapainon kannalta kriittinen kohde. Hanasaaren sulkemisen johdosta kantakaupungin alueelta on jo poistumassa merkittävä määrä kaukolämmön tuotantoa. Jotta kantakaupungin tehotasapaino säilytettäisiin, tarvitaan lämmöntuotantoa myös kantakaupungin alueella eikä esimerkiksi Vuosaari suoraan sovellu korvaavaksi sijainniksi sekä Salmisaaren että Hanasaaren kaukolämpökapasiteetille.

Mikäli kivihiili kielletään, tulisi Salmisaareen rakentaa uutta lämmöntuotantokapasiteettia kivihiiltä käyttävän kapasiteetin alasajon vuoksi. Nykyisessä markkinatilanteessa korvaaminen tapahtuisi biomassakattilalla. Polttoainelogistiikan järjestäminen ja polttoaineen varastointi on haastavaa olemassa olevalla tontilla. Lisäksi biomassakattilat tarvitsevat polttoteknisistä syistä suuremman tilan kuin kivihiilikattilat. Tästä johtuen myös korvaavaa kapasiteettia täytyy rakentaa Salmisaaren lisäksi myös mahdollisesti muualle. Korvaavan kapasiteetin arvioidaan perustuvan pääosin metsähakkeeseen ja pellettiin, mutta myös lämpöpumppuratkaisuihin.

Uusien lämpökeskusprojektien läpivienti kaavoituksesta laitoksen käyttöönottoon vie useita vuosia, ja erityisesti Helsingin tapauksessa aikaa voi mennä jopa 7 vuotta. Tämän johdosta kivihiilen kieltö vuonna 2025 johtaisi kapasiteetin riittävyyden ja tehotasapainon kannalta haastavaan tilanteeseen Helsingissä.

Kivihiilen kieltö vuonna 2025 voisi Pöyryn arvion mukaan johtaa siihen, että Hanasaaren korvaavat lämpökattilat voitaisiin rakentaa hieman suurempina, mutta valtaosa Salmisaaren tuotannosta korvattaisiin nykyisillä kaasuvoimalaitoksilla, kaasukattiloilla sekä mahdollisuuksien mukaan rakennettavalla uudella kaasukattilakapasiteetilla lämpötehon riittävyyden varmistamiseksi.

Espoo

Espoossa kaukolämpöä tuottavalla Fortumilla on Suomenojalla yksi hiiltä käyttävä yhteistuotantolaitos, Suomenoja 1 (SO1). Lisäksi Suomenojalla on hiiltä käyttävä lämpökattila (SO3). Espoon nykyinen lämmön tuotanto on keskittynyt Suomenojalle, jossa sijaitsee myös kaksi kaasuvoimalaitosta. Vuonna 2016 kivihiilellä tuotettiin noin 60 % Espoon kaukolämmöntarpeesta.

Viime vuosina Fortum on investoinut hukkalämmön talteenottoon jätevedestä ja pellettilämpökeskukseen, joilla on vähennetty fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Vuonna 2018

¹ <https://yle.fi/uutiset/3-8498185>

Fortum, yhdessä ST1:n kanssa, tavoittelee geotermisen lämmön keräämisen käynnistämistä Otaniemessä.

Fortum on yhdessä Espoon kaupungin kanssa ilmoittanut tavoittelevansa kivihillestä luopumista Espoossa vuoteen 2030 mennessä². Kivihilikattilat ovat tulossa teknisen käyttöikänsä päähän 2020-luvulla.

Kivihiltä käyttävä yhteistuotantolaitos on suunniteltu korvattavan monipolttoainelämpökattilalla 2020-luvun jälkimmäisellä puoliskolla, mutta myös mahdollisten hukkalämpöjen hyödyntäminen ja geotermisen energia ovat vaihtoehtoja. Kivihiltä käyttävä lämpökattila (SO3) ja vanha kaasuturbiinilaitos on suunniteltu korvattavan 2020-luvun alkupuolella Kivenlahteen rakennettavalla biomassalämpökattilalla ja Ämmäsuolle sijoitettavalla monipolttoainelämpökattilalla.

Edellä kuvatun skenaarion mukaisesti kivihilli korvattaisiin Espoossa markkinaehtoisesti 2020-luvulla, mutta vuonna 2025 kivihiltä käytettäisiin vielä Suomenojan yhteistuotantolaitoksessa. 2020-luvulla Espooseen on suunniteltu rakennettavan kolme uutta lämpökattilaa ja otettavan käyttöön ainakin yksi rakenteilla oleva geotermistä lämpöä hyödyntävä laitos. Kaikkien yksiköiden rakentaminen ennen vuotta 2025 on aikataulullisesti erittäin haastavaa.

On mahdollista, että kaikkia hankkeita ei ehditä viemään käyttöön asti vuoteen 2025 mennessä huomioiden mahdolliset valitukset ja uuden teknologian, kuten geotermisen lämmön teknisen toteutettavuuden ja käyttöönoton epävarmuudet. Kielto johtaisi Suomenojan yhteistuotantolaitoksen ennaikaiseen alasajoon ja mahdollisesti kivihillen korvaamiseen kaasulla, mikäli korvaavaa kapasiteettia ei ehditä rakentamaan vuoteen 2025 mennessä.

Vantaa

Vantaalla Martinlaaksossa on yksi kivihiltä käyttävä yhteistuotantolaitos. Martinlaaksossa on lisäksi kaasukombilaitos. Vantaan Energia otti vuonna 2014 käyttöön jätevoimalaitoksen, jolla korvattiin käytöstä poistettu vanhempi kaasuvoimalaitos Martinlaaksossa.

Vantaan Energia on ilmoittanut luopuvansa kivihillen käytöstä 2020-luvulla³. Martinlaakson kivihiltä käyttävä yhteistuotantolaitos on tulossa teknisen käyttöikänsä päähän 2020-luvun loppupuolella.

Vantaan Energia on ilmoittanut muuttavansa käytöstä poistetun Martinlaakson kaasukattilan metsähakkeella toimivaksi biomassakattilaksi. Biomassalla on tarkoitus tuottaa myös sähköä olemassa olevalla sähköturbiinilla. Laitoksessa on tarkoitus polttaa tukipolttoaineena turvetta. Jo rakenteilla oleva biomassakattila ei yksinään riitä korvaamaan kivihilikapasiteettia Vantaalla. Tämän vuoksi nykyistä kivihilli-CHP-laitosta käytetään sähkön ja lämmön tuotannossa arviolta 2020-luvun loppupuolelle asti. Mikäli kivihilli kiellettäisiin vuonna 2025, tarvitsisi nykyinen kivihilli-CHP-laitos korvata ennaikaisesti. Arvion mukaan korvaava tuotanto perustuisi biomassapohjaiseen lämmön tuotantoon.

Lahti

Lahdessa on vuonna 1976 käyttöönotettu kivihiltä käyttävä yhteistuotantolaitos (Kymijärvi I). Samalla tontilla on myös vuonna 2012 käyttöönotettu jätteenpolttolaitos (Kymijärvi II), josta saadaan puolet Lahti Energian toimittamasta kaukolämmöstä. Kivihillilaitos on käyttöikänsä päässä ja tullaan korvaamaan jo rakenteilla olevalla monipolttoainekattilalla, jonka pääpolttoaineena on biomassaa.

Kivihillen kieltö ei vaikuttaisi Lahti Energian investointeihin. Polttoteknisesti kivihiltä ei tarvitse polttaa uudessa kattilassa, mutta sen käyttämiseen huoltovarmuuspolttoaineena varaudutaan.

Vaasa

Vaasassa kaukolämmön jakelusta vastaava Vaasan Sähkö hankkii lähes kaiken kaukolämmön kahdelta yhtiöltä, Vaskiluodon Voimalta sekä Westenergy Oy:ltä. Kolmasosa Vaasan

² <https://www.fortum.fi/media/2017/03/espoon-kaupunki-ja-fortum-jatkavat-espoon-kehittamista-vahahiiliseksi>

³ <https://www.vantaanenergia.fi/vantaan-energia-aikoo-siirtya-kaasusta-kivihillesta-biovoimaan/>

kaukolämmön tarpeesta saadaan Westenergy Oy:n vuonna 2012 valmistuneelta jätevoimalaitokselta.

Vaskiluodon Voiman kivihiiltä pääpolttoaineena käytävä voimalaitos (Vaskiluoto 2) tuottaa noin 60 % Vaasan kaukolämmön tarpeesta. Polttoainetehosta 75 % koostuu kivihiilestä ja jäljelle jäävä osa biomassasta ja turpeesta (kaasutin). Vaskiluodossa investoitiin vuonna 2013 biomassan kaasuttimeen. Vastapainesähkön lisäksi laitoksella voidaan tuottaa lauhdesähköä.

Vaskiluodon voimalaitoksella on teknistä käyttöikää jäljellä arviolta 2030-luvun alkupuolelle. Mikäli kivihiilen käyttö kiellettäisiin, olisivat vaihtoehdot kivihiilen korvaamiseksi Pöyryn arvion mukaan joko kattilamuutos, investointi lisäkaasuttimeen tai kokonaan uuden kattilan rakentaminen. Kaikki vaihtoehdot vaatisivat merkittäviä investointeja.

Vaskiluoto 2:n nykyinen kattila on suunniteltu kivihiilen polttoon ja on polttotekniikaltaan pölypolttokattila. Tämän vuoksi kattilamuutos biopolttoaineiden käytön mahdollistamiseksi vaatisi merkittäviä investointeja. Kaasuttimen teho riittää yksinään kattilan operoimiseksi alhaisilla tuotantotehoilla, mutta ei riitä yksinään tuottamaan riittävää tehoa kaukolämpöverkkoon. Lisäksi pelkästään kaasuttimen käyttö lisäisi kattilakorroosiota.

Tarkastelussa on arvioitu, että nykyisellä laitoksella tuotettu kaukolämpö tuotettaisiin uudella biomassapohjaisella lämpökattilalla. Korvaava kapasiteetti voi koostua kiinteän polttoaineen, pääasiassa metsähakkeen, lämpökattiloista ja pellettikattilasta.

Turun seutu

Turun seudun lämmöntuotanto nojaa vahvasti Naantalın tuotantoyksiköihin. Naantalissa on otettu joulukuussa 2017 käyttöön uusi monipolttoainevoimalaitos (Naantali 4), jonka tuotanto korvaa Naantalın kahdella vanhalla kivihiiliyksiköllä (Naantali 1 ja 2) tuotetun kaukolämmön.

Tällä hetkellä kivihiili on Naantali 4 –kattilassa välttämätön polttoaine kattilakorroosion estämiseksi, sekä maksimikapasiteetin tuottamiseksi.

Kun biomassan osuus monipolttoainekattilassa lisätään hyvin korkeaksi, voimistuu kattilakorroosio. Korroosion estämiseksi kattilaan on syötettävä riittävästi rikkiä. Sekä kivihiili että turve ovat rikkipitoisina polttoaineina tästä syystä tärkeitä. Kivihiilen sisältämän rikin voisi korvata turpeella tai vaihtoehtoisesti riittävä rikin määrä voidaan turvata investoimalla rikinsyöttöjärjestelmään. Markkinaehtoinen investointien toteutuminen riippuu mm. päästöoikeuden ja kivihiilen hinnasta, sekä biomassan saatavuudesta ja hinnasta.

Kivihiiltä käytävää Naantali 3 -yksikköä käytetään kulutushuippujen aikaan kaukolämmön tuotannossa. Pöyryn arvion mukaan laitos korvattaisiin vasta 2020-luvun jälkimmäisellä puoliskolla erilaisilla lämmön talteenottoratkaisuilla yhdistettynä erillislämmöntuotantoon biomassalla. Kielto vuonna 2025 edellyttäisi korvausta ennen aikaisesti.

Pietarsaari

Pietarsaaren seudulla sijaitseva Alholmens Kraftin AK2-laitos on vuonna 2002 käyttöön otettu monipolttoainevoimalaitos. Laitoksella käytetään kivihiiltä tuki- ja varapolttoaineena, jonka osuus vaihtelee 5-25 % välillä riippuen turpeen saatavuudesta.

Kivihiili on myös Pietarsaaren laitokselle tärkeä rikin lähde. Rikki on tärkeä osa voimalaitosprosessia, sillä se suojaa kattilaa korroosiolta. Kivihiilen kieltäminen johtaisi investointeihin rikin saannin turvaamiseksi.

Kirkniemi

Sappi Kirkniemen paperitehtaalla on otettu vuonna 2015 käyttöön uusi monipolttoainekattila. Kattilalla tuotetaan höyryä paperitehtaalle sekä olemassa olevaan turbiinilaitokseen. Kattilan tuotannolla on korvattu maakaasukombilaitoksen energian tuotantoa. Kiertoleijupetikattilalla voidaan polttaa tehtaan sivutuotteita, kuten kuorta ja muita puupohjaisia polttoaineita sekä kivihiiltä.

Kattila on suunniteltu siten, että sitä voidaan operoida kokonaan ilman kivihiiltä. Myös polttoainekuljettimet ja muu polttoainelogistiikka mahdollistaa kivihiilen korvaamisen kokonaisuudessaan. Kivihiilen kiellon ei siis arvioida aiheuttavan ylimääräisiä investointeja

laitoksella. Kivihiilen käytön mahdollistamiseksi on kuitenkin investoitu muun muassa kivihiilikuljettimiin, siloihin ja murskaimiin, joita ei voida hyödyntää muilla polttoaineilla.

Muut hiiltä käyttävät laitokset

Jyväskylän Keljonlahden voimalaitos otettiin käyttöön vuonna 2009 ja vuonna 2013 siellä investoitiin kivihiilen käytön mahdollistamiseksi. Kivihiilen käyttöön investoitiin huoltovarmuuden vuoksi, sillä huonojen turpeen nostovuosien vuoksi polttoaineen saatavuuden kanssa ilmeni haasteita. Muissa laitoksissa kivihiilen käytön mahdollistamiseksi ei ole tehty merkittäviä investointeja viime vuosina.

3.3 Yhteenveto korvausskenaarioista – vaikutus tuotantokapasiteettiin

Työssä tarkastellut laitokset kattavat noin 90 % vuoden 2016 kivihiilen kulutuksesta sähkön ja lämmön tuotannossa. Näiden kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävien laitosten kaukolämmön tuotantokapasiteetti oli Pöyryn arvion mukaan noin 2055 MW vuonna 2016. Vuoteen 2025 mennessä kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävän kapasiteetin määrä putoaa markkinaehtoisesti Pöyryn arvion mukaan noin 1 100 MW:iin ja vuoteen 2030 mennessä noin 475 MW:iin. Luvut eivät sisällä monipolttoainevoimalaitoksia, joissa saatetaan käyttää kivihiiltä yhtenä polttoaineena. Kivihiilen käyttö monipolttoainevoimalaitoksissa on molemmissa tarkastelluissa hintaskenaarioissa (energia- ja ilmastostrategian mukainen hintaskenaario ja matalien hintojen skenaario) kalliimpaa kuin biomassan käyttö, minkä vuoksi hiiltä ei markkinaehtoisesti käytettäisi monipolttoainevoimalaitoksissa vuosina 2025 tai 2030. Vuonna 2025 Suomessa olisi markkinaehtoisesti Pöyryn näkemyksen mukaan jäljellä kuusi (6) kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävää energian tuotantolaitosta ja vuonna 2030 kaksi (2).

Nykyiset kivihiiltä käyttävät laitokset on siis suunniteltu korvattavan markkinaehtoisesti pääasiassa 2020-luvun jälkimmäisellä puoliskolla. Tämän johdosta kivihiilen kieltö vuonna 2025 johtaisi merkittävästi suurempiin vaikutuksiin verrattuna kivihiilen kieltämiseen vuonna 2030. Taulukossa 3-5 on esitetty markkinaehtoinen kehitys kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävien laitosten kaukolämmön tuotantokapasiteetissa vuosina 2016, 2025 ja 2030.

Taulukko 3-5 Kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävien laitosten markkinaehtoinen kaukolämmön tuotantokapasiteetti vuosina 2016, 2025 ja 2030 tarkastelluissa laitoksissa

	2016	2025	2030
	MW	MW	MW
Lämmöntuotantokapasiteetti kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävissä laitoksissa	2 055	1 100	475

Lähde: Pöyry

Kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävää kaukolämpökapasiteettia arvioidaan poistuvan markkinaehtoisesti noin 650 MW vuosien 2025 ja 2030 välissä. Kaukolämpöyhtiöiden ilmoittamien suunnitelmien perusteella kivihiilen korvaaminen perustuu pääosin biomassaa polttoaineena käyttävän lämmöntuotantokapasiteetin lisäykseen, sekä osittain lämpöpumppujen käytön lisäämiseen. Korvaaminen tapahtuu osittain investoimalla pelkkää lämpöä tuottaviin kattiloihin, minkä seurauksena sähköntuotannon kapasiteetti putoaa. Julkisuudessa esillä olleet kaupunkien ja energiayhtiöiden korvaussuunnitelmat tähtäävät pääasiassa kivihiileen korvaamiseen vuoteen 2030 mennessä.

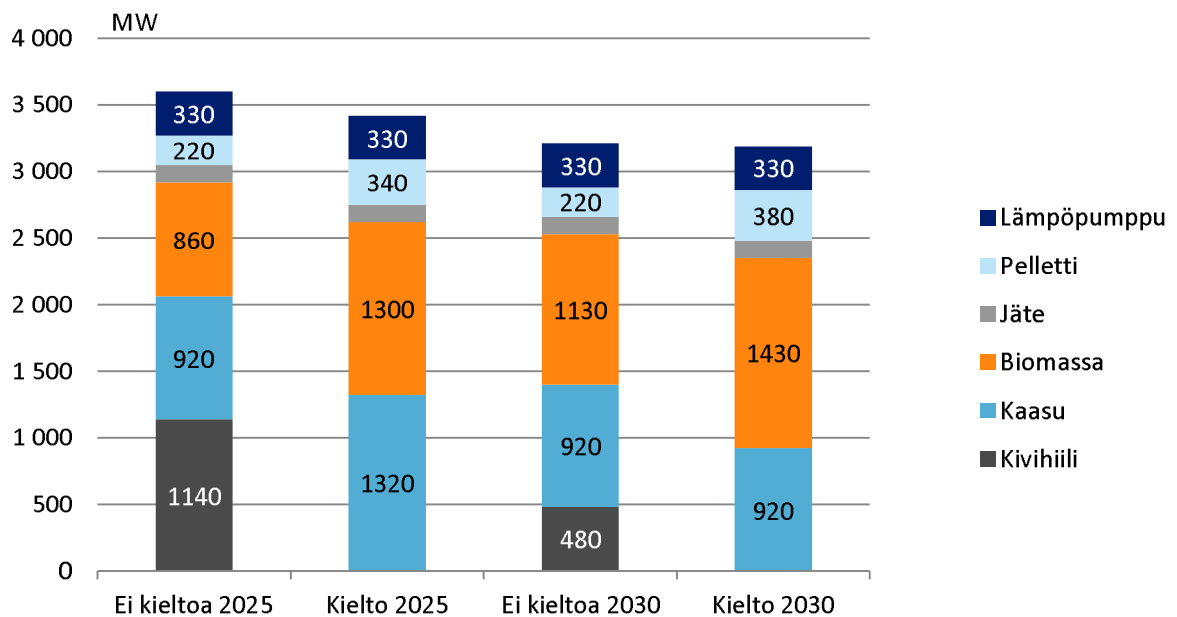
Kivihiilen kieltö vuonna 2025 johtaisi merkittäviin lisäinvestointeihin biomassapohjaiseen lämmöntuotantokapasiteettiin markkinaehtoiseen kehitykseen verrattuna. Johtuen tiukasta aikataulusta ja haasteista investointien toteutuksessa, kivihiilen käyttöä korvattaisiin osittain lisäämällä kaasu- ja öljylämpökeskuksien käyttöä ja mahdollisesti myös investoimalla uusiin

kaasulämpölaitoksiin. Kivihiiltä korvaava biomassakapasiteetti olisi pitkälti erillislämmöntuotantoa, jolloin sähköntuotantokapasiteetti vähenee.

Vuoteen 2030 mennessä kivihiiltä käytävää tuotantokapasiteettia olisi markkinaehtoisestikin korvautunut biomassalla merkittävästi, mistä johtuen kivihiilen kieltö vuonna 2030 lisäisi biomassapohjaista kapasiteettia vähemmän kuin kieltö vuonna 2025. Korvaavaa kapasiteettia kyettäisiin rakentamaan siten, että kaasu- ja öljylämpökeskuksien käyttö jäisi huomattavasti alhaisemmalle tasolle verrattuna vuoden 2025 kieltöskenaarioon. Tällöin voisi olla mahdollista hyödyntää myös laajemmin olemassa olevaa sähköntuotantokapasiteettia vanhojen kattiloiden biomassakonversiolla, mikäli sähköntuotanto olisi kannattavaa.

Kuvassa 3-4 on esitetty yhteenlaskettu kaukolämmön tuotantokapasiteetti tarkastelluissa kaukolämpöverkoissa vuosina 2025 ja 2030 kivihiilen kiellon seurauksena ja ilman kieltöä. Kuvassa ei ole huomioitu huippulämpökeskuksia lukuun ottamatta mahdollisesti rakennettavia uusia kaasukattiloita.

Kuva 3-4 Kaukolämmön tuotantokapasiteetti Helsingissä, Espoossa, Vantaalla, Vaasassa ja Turun seudulla vuosina 2025 ja 2030. Ei sisällä nykyisiä kaasu- ja öljylämpökeskuksia*



* Sisältää mahdollisesti uudet rakennettavat kaasukattilat
Lähde: Pöyry

4 KIVIHILEN KIELLON VAIKUTUKSET

4.1 Vaikutusten arviointitapa

4.1.1 Vaikutukset tuotantoon ja tuotantokustannuksiin

Kivihiilen kiellon vaikutuksia lämmön tuotantokustannuksiin on tässä työssä arvioitu verkkokohtaisesti huomioiden vaikutukset:

- tuotantokapasiteettiin
- polttoainekäyttöön
- hiilidioksidipäästöihin
- sähkön tuotantoon

Vaikutusarviointi on toteutettu laskemalla jokaiselle verkolle tuntitason ajorjestyksessä kahdessa eri tilanteessa ja vertaamalla niitä keskenään:

1. Markkinaehtoinen kehitys (ei kieltoa): kivihiiltä käytetään, mikäli se on taloudellisesti kannattavaa
2. Kivihiilen kiello: kivihiilen käyttö on kielletty

Kiellon vaikutusta arvioidaan erikseen tapauksissa, joissa kivihiilen käyttö on kielletty vuonna 2025 ja vuonna 2030.

Lämmön muuttuvat tuotantokustannukset on määritetty laskemalla yhteen sähkön ja lämmön tuotantoon käytettyjen polttoaineiden polttoainekustannukset, verot ja päästöoikeuskustannukset ja vähentämällä sähkön myynnistä saatu tulo. Edellä kuvattu tarkastelu on tehty kahden eri hintakehityksen mukaisesti: Energia- ja Ilmastostrategian hintakehitys vuosille 2025 ja 2030, sekä matalan skenaarion hintakehitys. Matalassa hintaskenaariossa oletetaan, että hinnat eivät muutu vuoden 2018 tasosta vuosille 2025 ja 2030.

4.1.2 Muut taloudelliset vaikutukset

Muiden taloudellisten vaikutusten, kuten investointien kariutuneiden kustannusten määrittäminen on haastavaa ja hyvin tapauskohtaista. Tässä työssä edellä mainittujen lämmön tuotantokustannusmuutosten lisäksi arvioidaan taloudellisia vaikutuksia, jotka johtuvat seuraavista kolmesta eri tapauksista:

1. Ennenaikainen korvausinvestointi

- Ennenaikaisen korvausinvestoinnin taloudelliset vaikutukset määritetään laskemalla investointien nykyarvojen erotus eri investointivuosina.
- Ennenaikaisen korvausinvestoinnin taloudelliset vaikutukset koskevat laitteita, joiden teknistaloudellinen käyttöikä on lopussa ja laitteistoa pidetään käyttökuntoisena ylläpitoinvestoinnein.
- Kuten edellisessä luvussa kuvailtiin, jokainen kivihiililaitos on suunniteltu korvattavan uudella uusiutuvaan energiaan perustuvalla kapasiteetilla ja siten kyse korvausinvestointien osalta koskee ainoastaan ajoitusta.
- Esimerkkinä tästä tarkastelusta voidaan laskea 50 MEUR investoinnin nykyarvoerotus tapauksissa, joissa investoinnit tehdään vuosina 2024 (ennenaikainen investointi) ja 2029 (markkinaehtoinen investointi). Pääoman kustannuksena (WACC) on käytetty arvoa 6,3 %. Tämän esimerkin ennenaikainen korvausinvestointi muodostuisi seuraavasti:
 - nykyarvo investoinnille vuonna 2024: 35 MEUR
 - nykyarvo investoinnille vuonna 2029: 26 MEUR

➤ nykyarvoerotus **9 MEUR**

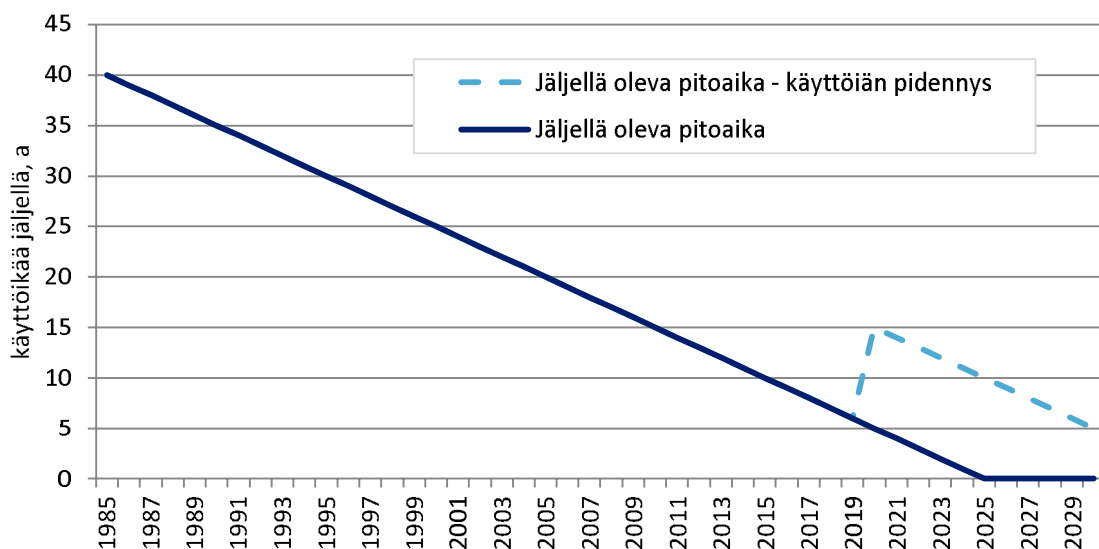
- Ennenaikaisen korvausinvestoinnin lämmön muuttuvan tuotantokustannuksen vaikutusta tarkastellaan yhdessä nykyarvoerotuksen kanssa.

2. Nykyisten laitteistojen ennenaikainen käytöstä poisto

- Mikäli nykyisellä laitteistolla on teknistaloudellista käyttöikää jäljellä, voidaan investoinnin jäljellä oleva arvo arvioida uushankintahinnan ja tyypillisen pitoajan avulla. Pitoajalla pyritään kuvaamaan ilman investointeja jäljellä olevaa teknistaloudellista pitoaika.
- Lähtökohtaisesti voimalaitoksien teknistaloudellisena käyttöikäenä pidetään 40 vuotta. Mikäli voimalaitos on tätä vanhempi, ei sen käytöstä poiston arvioida aiheuttavan kariutuneita kustannuksia, ellei käyttöikää pidentäviä investointeja ole tiedossa.
- Laitteistojen ennenaikaisen käytöstä poiston taloudelliset vaikutukset koskevat myös esimerkiksi hiilikuljettimia, murskaimia tai muuta kivihiilen polton mahdollistamaa infraa.
- Tarkastelussa käytetyt pitoajat eri pääkomponenteille:
 - Höyryturbiini: 40 vuotta
 - Voimalaitoskattila: 40 vuotta
 - Kaasutin 40 vuotta
 - Kuljettimet ja muu polttoainelogistiikka: 20 vuotta

Kuvassa 4-1 on esitetty esimerkki teknistaloudellisesta käyttöiän kehityksestä ja investoinnin vaikutuksesta jäljellä olevaan käyttöiään. Esimerkissä kivihiilen kiellolla vuosina 2025 tai 2030 ei olisi vaikutusta vuonna 1985 rakennetun laitoksen jäljellä olevaan käyttöiään eikä siten taloudellisiin vaikutuksiin. Jos laitokselle on tehty käyttöikää pidentäviä investointeja, olisi teknistaloudellista käyttöikää jäljellä 10 vuotta vuonna 2025 ja 5 vuotta vuonna 2030.

Kuva 4-1 Esimerkki jäljellä olevasta teknistaloudellisesta käyttöiästä vuonna 1985 käyttöönotetulle laitokselle



Lähde: Pöyry

3. Lisäinvestoinnit olemassa olevaan tuotantokapasiteettiin

- Lisäinvestoinnit koskevat monipolttoainevoimalaitoksia, joissa kivihiilen käytölle on vaihtoehto, mutta kivihiilestä kokonaan luovuttaessa täytyy investoida esimerkiksi rikin syöttöön tai polttoainekuljettimiin.

Edellisessä luvussa käsiteltiin kivihiilen korvausskenaarioita kaupunkikohtaisesta. Tarkastelun perusteella kivihiilen kieltö johtaisi ennenaikaisiin laitosinvestointeihin viidessä kaukolämpöverkossa: Helsinki, Espoo, Vaasa, Vantaa ja Turun seutu. Perusskenaariossa kivihiili on muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan selvästi metsähaketta kalliimpi, minkä vuoksi kivihiilen käyttö korvautuisi monipolttoainevoimalaitoksissa markkinaehtoisesti.

4.2 Kivihiilen kiellon vaikutukset paikkakunnittain

Helsinki

Kivihiilellä on merkittävin osuus kaukolämmön tuotannossa Helsingissä. Lisäksi tuotantovolyymit ovat moninkertaiset verrattuna muihin kaupunkeihin. Tämän johdosta kivihiilen kiellolla olisi suurimmat vaikutukset tuotantoon sekä investointeihin Helsingissä.

Johtuen suuresta kapasiteetin korvaustarpeesta ja rakennushankkeiden haastavuudesta, on edellisessä kappaleessa arvioitu että mikäli kivihiilen kieltö astuisi voimaan vuonna 2025, ei uusiutuvaan energiaan perustuvaa korvaavaa kapasiteettia ehdittäisi todennäköisesti rakentamaan riittävästi Helsingissä. Tämän johdosta suuri osa Salmisaaren nykyisestä kivihiileen perustuvasta kaukolämmön tuotannosta tuotettaisiin maakaasukombilaitoksilla ja maakaasukattiloilla.

Maakaasun korkeamman tuotantokustannuksen vuoksi muuttuvat tuotantokustannukset nousisivat merkittävästi. Kaasukombilaitosten suuremman rakennusasteen vuoksi sähkön tuotantomäärä laskisi vain hieman huolimatta siitä, että yhteistuotantokapasiteettia olisi vähemmän.

Matalassa hintaskenaariossa alhaisempi päästöoikeuden ja sähkön markkinahinta parantavat kivihiilen kilpailukykyä suhteessa kaasuun. Tällöin kivihiilen kieltö vuonna 2025 vaikuttaisi merkittävästi lämmön tuotantokustannuksiin.

Jos kivihiili kiellettäisiin vuonna 2030, voisi korvaaminen pääosin biomassalla olla paremmin toteutettavissa. Energia- ja ilmastostrategian perusskenaariossa kivihiilen käyttö on biomassaa kalliimpaa, minkä vuoksi lämmön muuttuvat tuotantokustannukset eivät kasvaisi jos kivihiilestä luovutaan. Tämä kuitenkin edellyttäisi että biomassaa olisi saatavilla skenaariossa oletetun metsähakkeen hinnan mukaisella hinnalla Helsingin tarpeisiin kokonaisuudessaan. Biomassan tarve olisi hyvin suuri, mikä voisi johtaa kustannusten kasvuun. Lisääntynyt biomassan käyttö lisää huomattavasti polttoainekuljetuksia. Osa biomassasta tuotaisiin meriteitse Salmisaaren ja mahdollisesti myös muihin käyttökohteisiin.

Helsingissä investointitarpeiden ja niiden aiheuttamien taloudellisten vaikutusten suuruus riippuu kiellon ajankohdasta. Kivihiilen kieltö sekä vuonna 2025 että vuonna 2030 johtaisi kuitenkin Salmisaaren CHP-laitoksen ennenaikaiseen korvausinvestointiin tehtyjen käyttöikää pidentävien investointien vuoksi. Kivihiilen kieltö vuonna 2025 johtaisi myös Salmisaaren kivihiiltä käyttävän lämpökattilan ennenaikaiseen korvaukseen ja ennenaikaisen käytöstä poiston myötä taloudellisiin vaikutuksiin.

Espoo

Espoossa on suunnitelmat korvata kivihiilen käyttö pääosin biomassaan perustuvalla tuotannolla vuoteen 2030 mennessä. Tämän johdosta kivihiilen kieltö vuonna 2030 ei välttämättä vaikuttaisi investointitarpeisiin tai tuotantokustannuksiin Espoossa.

Kivihiilen kieltö vuonna 2025 johtaisi Espoossa ennenaikaiseen korvausinvestointiin Suomenojan kivihiili-CHP-laitoksen osalta. Suomenojan CHP-laitos on jo ylittänyt tyypillisen voimalaitoksen teknistaloudellisen käyttöiän, mutta tehtävien investointien myötä laitosta käytettäisiin todennäköisesti markkinaehtoisesti vielä 2020-luvun jälkimmäisellä puoliskolla. Kiellon vaikutuksesta korvausinvestointi tehtäisiin ennenaikaisesti, mikä lisäisi kustannuksia lämmöntuotannossa. Perusskenaarion hintakehityksellä muuttuvat tuotantokustannukset hieman laskisivat, jolloin kustannusvaikutus olisi hieman pienempi, mutta matalassa hintaskenaariossa

myös muuttuvat tuotantokustannukset nousisivat vuonna 2025 mikä nostaisi kustannusvaikutusta entisestään. Mikäli kivihiili-CHP-laitosta ei ehdittäisi korvaamaan vuoteen 2025 mennessä, johtaisi kiello suurempiin kustannusvaikutuksiin korkeamman kaasun käytön vuoksi.

Vantaa

Kivihiilen kiello vuonna 2025 johtaisi Vantaalla Martinlaakson kivihiililaitoksen ennenaikaiseen korvaamiseen. Tällä hetkellä Martinlaakson vanha kaasu/öljykattilaa ollaan muuttamassa biomassakattilaksi ja kiellon vaikutuksesta myös kivihiilikattila voitaisiin mahdollisesti muuttaa biomassakattilaksi. Mikäli kivihiili korvattaisiin biomassalla, lisääntyisi biomassan kulutus lähes yhtä paljon kuin kivihiilen kulutusta poistuu.

Vantaalla kivihiilen kiellon vaikutukset tuotantoon jäävät suhteellisen vähäisiksi vuonna 2025: lämmön muuttuvat tuotantokustannukset alenevat hieman, sillä biomassapohjainen tuotanto on kilpailukykyisempää vuonna 2025 kuin kivihiili. Mikäli korvattavalla biomassakattilalla tuotettaisiin myös sähköä olemassa olevilla turbiineilla, olisivat lämmön muuttuvat tuotantokustannukset erillislämmöntuotantoa alhaisemmat ja myös kiellon vaikutus sähkön tuotantoon olisi alhaisempi. Huomioiden ennenaikaisen investoinnin kassavirtavaikutus, johtaisi kivihiilen kiello vuonna 2025 kuitenkin taloudellisiin lisäkustannuksiin Vantaalla.

Kivihiilen kiellolla vuonna 2030 ei ole vaikutusta Vantaalla, sillä kivihiililaitos oletetaan korvattavan joka tapauksessa tähän mennessä.

Lahti

Kivihiilen kiellolla ei arvion mukaan ole vaikutusta investointitarpeisiin Lahdessa. Rakennettavalla Kymijärvi 3 -laitoksessa investoidaan kuitenkin kivihiilen käytön mahdollistamiseen huoltovarmuuden vuoksi. Tämän johdosta kivihiilen kiello johtaisi kivihiilen polttoainelogistiikan laitteistojen ennenaikaiseen käytöstä poistoon.

Vaasa

Vaasassa tuotetaan kaukolämmön lisäksi huomattava määrä sähköä nykyisessä Vaskiluoto 2 –laitoksessa. Korvausskenaariossa investoitaisiin uuteen lämpökeskukseen, minkä vuoksi sähköntuotanto nykyisessä laitoksessa loppuisi. Tämän seurauksena sähköntuotannon määrä laskee arviolta noin 400 GWh vuonna 2025. Sähkön tuotannon laskun myötä myös sähkön myyntitulot poistuisivat. Vaskiluoto 2-laitoksessa kaukolämpöä tuotetaan biomassalla, turpeella ja kivihiilellä yhteistuotantona, jonka muuttuvat tuotantokustannukset ovat alhaisemmat kuin korvaavan erillislämmöllä tuotetun lämmön muuttuvat tuotantokustannukset. Tämän vuoksi kivihiilen kiello vuosina 2025 ja 2030 johtaisi molemmissa hintaskenaarioissa taloudellisiin vaikutuksiin ennenaikaisen investoinnin ja korkeampien tuotantokustannusten vuoksi.

Vaskiluodon voimalaitoksella on tehty suuria investointeja kattilaan, höyryturbiiniin ja kaasuttimeen eri ajankohtina. Vaskiluodon voimalaitoksen höyryturbiinilla ja kaasuttimella on vielä teknistaloudellista käyttöikää jäljellä vuosina 2025 ja 2030. Kivihiilen kiello johtaisi näiden komponenttien ennenaikaiseen käytöstä poistoon ja siten mahdollisesti kariutuneisiin investointikustannuksiin.

Turun seutu

Kivihiilen kiellon vuonna 2030 ei arvioida johtavan perusskenaarion kaltaisessa markkinatilanteessa investointitarpeisiin eikä siten myöskään poikkeaviin tuotantokustannuksiin, tuotannon menetyksiin tai muihin taloudellisiin vaikutuksiin Naantalissa.

Kivihiilen kiello vuonna 2025 johtaisi todennäköisesti Naantali 3 -kivihiiliyksikön ennenaikaiseen korvaamiseen ja siten markkinaehtoisesta tapauksesta poikkeavaan tuotantoon ja tuotantokustannuksiin. Perusskenaariossa biomassan käytön ollessa lämmön muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan kivihiiltä edullisempaa, laskisivat lämmön muuttuvat tuotantokustannukset kivihiilen kiellon tapauksessa. Samalla sähkön tuotantomäärä laskisi Naantali 3:n käytöstä poistamisen vuoksi.

Markkinaehtoisessa kehityksessä kivihiiltä käytettäisiin sekä Naantali 3:ssa, että myös uudessa Naantali 4 -voimalaitoksessa. Mikäli kivihiili kiellettäisiin vuonna 2025, korvattaisiin se pääosin

biomassalla, mutta myös turpeen osuuden on arvioitu kasvavan hieman. Kaukolämpöä tuotettaisiin myös lämpöpumpuilla sekä metsähakkeella ja pelleteillä erillislämpökeskuksilla.

Uuden Naantali 4:n lisätessä biomassan käyttöä joudutaan osa biomassasta tuomaan paikalle kauempaa laivakuljetuksilla. Tällöin polttoaine voidaan hankkia myös Suomen ulkopuolelta, riippuen markkinatilanteesta ja biomassan saatavuudesta. Kysynnän kasvu voi myös johtaa hinnan nousuun, jolloin kivihiilen korvauksen kustannukset voivat nousta.

Kivihielestä luopuminen vaatii investointeja riittävän rikin syötön turvaamiseksi uudessa kattilassa. Naantalissa on myös investoitu mahdollisuuteen käyttää kivihieiltä uudessa laitoksessa, ja nämä laitteistot jouduttaisiin poistamaan käytöstä selvästi ennen teknisen käyttöiän päättymistä myös 2030 kiellon tapauksessa.

Mikäli kivihiilen käytön kustannukset kasvavat energia- ja ilmastostrategian perusskenaarion mukaisesti, laskevat muuttuvat tuotantokustannukset kun siirrytään hiilestä biomassaan, mikä kompensoi lisäinvestointikustannuksia.

Pietarsaari

Kivihiilen kiellolla ei arvioida olevan vaikutuksia Alholmens Kraftin investointitarpeisiin Pietarsaareissa. Energia- ja ilmastostrategian perusskenaariossa sekä matalassa hintaskenaariossa biomassaa on kivihieiltä edullisempi polttoaine yhteistuotannossa, minkä vuoksi markkinaehtoisesti biomassan käyttö kannattaa maksimoida. Laitoksella voidaan tuottaa myös merkittävä määrä lauhdesähköä. Laskennassa käytetyillä polttoaineiden hinnoilla lauhdesähkön tuotantokustannus on biomassalla ja hiilellä samalla tasolla energia- ja ilmastostrategian perusskenaariossa. Matalassa skenaariossa kivihiilen käytön ollessa biomassaa edullisempaa lauhdetuotannossa, voi kiello johtaa menetettyihin lauhdesähkön myyntituloihin. Matalassa skenaariossa sähkön hintataso on kuitenkin alhainen, minkä vuoksi menetetty sähkön myyntitulot ovat alhaiset.

Alholmens Kraft käyttää kivihieiltä rikin saannin turvaamiseksi, minkä johdosta kivihiilen kiellon myötä laitoksella tulisi investoida rikin syöttöön. Pöyryn arvion mukaan rikin syötön investoinnit ovat suuruusluokaltaan miljoonan euron tasolla.

Kirkniemi

Kivihiilen kiellolla ei ole vaikutusta investointitarpeisiin Kirkniemessä. Monipolttoainekattilalla voidaan polttaa eri polttoaineita joustavasti markkinatilanteesta riippuen. Tämän vuoksi kivihiilen käytön ollessa kannattavaa, voi kiello johtaa korkeampiin tuotantokustannuksiin. Kuten kappaleessa 3.1 kuvattiin, kaukolämpöyhtiöillä kivihiilen käyttö on biomassan käyttöä kalliimpaa yhteistuotannossa sekä energia- ja ilmastostrategian perusskenaariossa että matalassa hintaskenaariossa. Teollisuuskäyttäjillä polttoaineiden kilpailutilanne voi olla erilainen; energiaintensiivisellä teollisuudella on oikeus hakea veronpalautusta maksetuista valmisteveroista yhteensä enimmillään 85 % edestä, mikä vaikuttaa kiellon aiheuttamaan tuotantokustannusmuutokseen.

Veroleikkurin vaikutuksesta energia- ja ilmastostrategian perusskenaariossa hiili ja kaasu ovat turvetta ja biomassaa edullisempia käyttää vuonna 2025. Vuonna 2030 hiili on samalla tasolla biomassan kanssa. Mikäli kivihieki kielletäisiin vuonna 2025, nostaisi kivihiilen korvaaminen biomassalla lämmön muuttuvia tuotantokustannuksia.

Matalassa hintaskenaariossa hiili on yhteis- ja erillislämmöntuotannossa edullisin polttoaine, jos teollisuuden veronpalautushyöty lasketaan kokonaisuudessaan hiilen eduksi. Tämän vuoksi kivihiilen kiellolla on vaikutusta teollisuuden lämmön tuotantokustannuksiin erityisesti matalassa hintaskenaariossa.

Kivihiilen kiellon myötä myös kivihiilen käyttöön investoidut laitteistot poistettaisiin käytöstä ennen aikaisesti.

Muut kivihiiltä käyttävät laitokset

Muissa laitoksissa, joissa kivihiiltä voidaan käyttää vaihtoehtoisena polttoaineena biomassalle ja turpeelle, kivihiilen kieltö ei nostaisi muuttuvia lämmön tuotantokustannuksia, koska kivihiilen käyttö molemmissa skenaarioissa vuosina 2025 ja 2030 on biomassaa kalliimpaa.

Laitoksissa, joissa on investoitu kivihiilen käyttöön, voi syntyä tehtyjen investointien ennaaikaisesta käytöstä poistosta taloudellisia menetyksiä. Investointien nykykäyttöarvot vuonna 2025 ovat arviolta joitakin miljoonia euroja. Monipolttolaitoksissa kivihiiltä käytetään pääasiassa huoltovarmuuspolttoaineena. Kivihiilen kiellolla olisikin suurempi vaikutus lämmön toimituksen huoltovarmuuteen.

Mikäli muiden kiinteiden polttoaineiden saatavuudessa ilmenee ongelmia esimerkiksi huonon turpeen nostovuoden vuoksi, tarkoittaisi se varapolttolaitosten lisääntymistä käyttöä. Varapolttolaitokset ovat tyypillisesti öljy ja myös kaasu, mikäli laitos sijaitsee kaasuverkon alueella. Mikäli perustuotantolaitoksella ei olisi polttoainetta saatavilla, tarkoittaisi se merkittävää lisäystä öljyn ja kaasun kulutuksessa. Jos öljyllä joudutaan tuottamaan koko verkon kaukolämmön tarve useita vuorokausia tai viikkoja, aiheuttaa se merkittäviä haasteita polttoainelogistiikalle, sillä öljyn kuljetuskapasiteetti on rajallinen. Kaukolämpöverkoissa, joissa vara- ja huippupolttolaitoksina on kaasu, huoltovarmuus on parempi, mikäli kaasun toimituksessa ei ilmene häiriöitä.

4.3 Kivihiilen kiellon vaikutukset koko Suomen tasolla

4.3.1 Kivihiiltä käyttävien laitosten polttoainekäyttö

Suomessa kulutettiin vuonna 2016 noin 22 TWh kivihiiltä sähkön ja lämmön tuotannossa. Pöyryn näkemyksen mukaan energia- ja ilmastostrategian perusskenaarion mukaisessa markkinahintaskenaariossa kivihiiltä käytettäisiin Suomessa markkinaehtoisesti vain noin 5,8 TWh vuonna 2025 ja vuonna 2030 enää noin 3,4 TWh. Tarkasteltujen laitosten osalta kivihiilen käyttö tippuu vuoteen 2030 mennessä kuudesosaan vuoden 2016 tasosta johtuen vanhentuvan kapasiteetin poistumisesta ja korkeiden päästöoikeuksien hintojen tuomasta korkeasta kustannuksesta kivihiilen käytölle. Vaikka lämmöntuotantokapasiteetti laskee vuosien 2025 ja 2030 välillä 1100 MW:sta 475 MW:iin, laskee kivihiilen käyttö vain noin kolmanneksen, sillä vuoden 2025 jälkeen käytössä oleva kivihiilikapasiteetti ei ole kaikissa verkoissa lämmön tuotannon ajojärjestyksessä ensimmäinen tuotantoyksikkö.

Mikäli hintakehitys toteutuisi matalan hintaskenaarion mukaisesti, olisi kivihiilen kulutus vuonna 2025 hieman energia- ja ilmastostrategian hintaskenaarioita korkeampi. Verkkokohtaisen mallinnuksen perusteella kivihiilen kulutus olisi markkinaehtoisesti tällöin noin 7,2 TWh johtuen siitä, että kivihiilen käyttö on vain hieman biomassan käyttöä kalliimpaa. Vuoden 2030 osalta markkinaehtoinen kivihiilen kulutus olisi noin 4,3 TWh. Taulukko 4-1 esittää kootusti kivihiilen kulutuksen tarkastelluissa verkoissa vuoteen 2030 eri skenaarioissa.

Taulukko 4-1 Markkinaehtoinen kivihiilen käyttö tarkastelluissa laitoksissa ja kaukolämpöverkoissa vuosina 2016, 2025 ja 2030

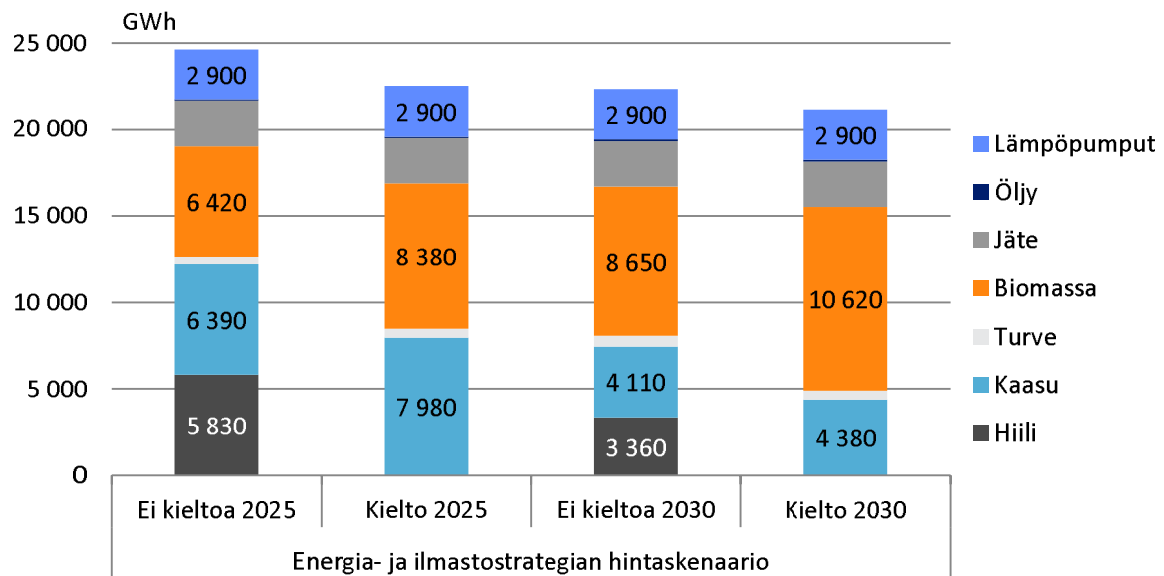
	2016	2025	2030
Kivihiilen kulutus	TWh	TWh	TWh
Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaario	20	5,8	3,4
Matala hintaskenaario	20	7,2	4,3

Lähde: Tilastokeskus ja Pöyry

Markkinaehtoisesti kivihiilen käyttö korvataan pääasiassa uusilla biomassaan pohjautuvilla lämpökattiloilla. Tämän johdosta biomassan käyttö tulee markkinaehtoisestikin lisääntymään, mutta kivihiilen kieltö vauhdittaisi biomassan käytön lisääntymistä. Vuonna 2025 kieltö lisäisi biomassan kulutusta noin 2,0 TWh energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa. Vuonna 2025 toteutuvan kiellon vaikutuksesta kivihiiltä kuitenkin korvattaisiin biomassan lisäksi kaasulla, jonka käytön lisäys

olisi noin 1,6 TWh. Kaasun käytön merkittävä lisäys johtuu siitä, että pääkaupunkiseudulla kivihiiltä ei ehdittäisi korvata uusilla biomassaa käyttävillä laitoksilla. Tästä johtuen Pöyry arvioi että korvaus jouduttaisiin toteuttamaan nykyisten kaasulaitosten käytön lisäämisellä ja mahdollisesti uusilla kaasukattiloilla. Mikäli kivihiili kiellettäisiin vuonna 2030, kivihiili korvautuisi lähes kokonaan biomassalla, jonka käyttö kasvaisi noin 2,0 TWh. Koska sähköntuotanto vähenee kiellon vaikutuksesta, vähenee polttoaineiden kokonaiskäyttö molempina tarkasteluvuosina kivihiilen kiellon vaikutuksesta. Vaikutukset polttoaineiden käyttöön energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa on esitetty kuvassa 4-2.

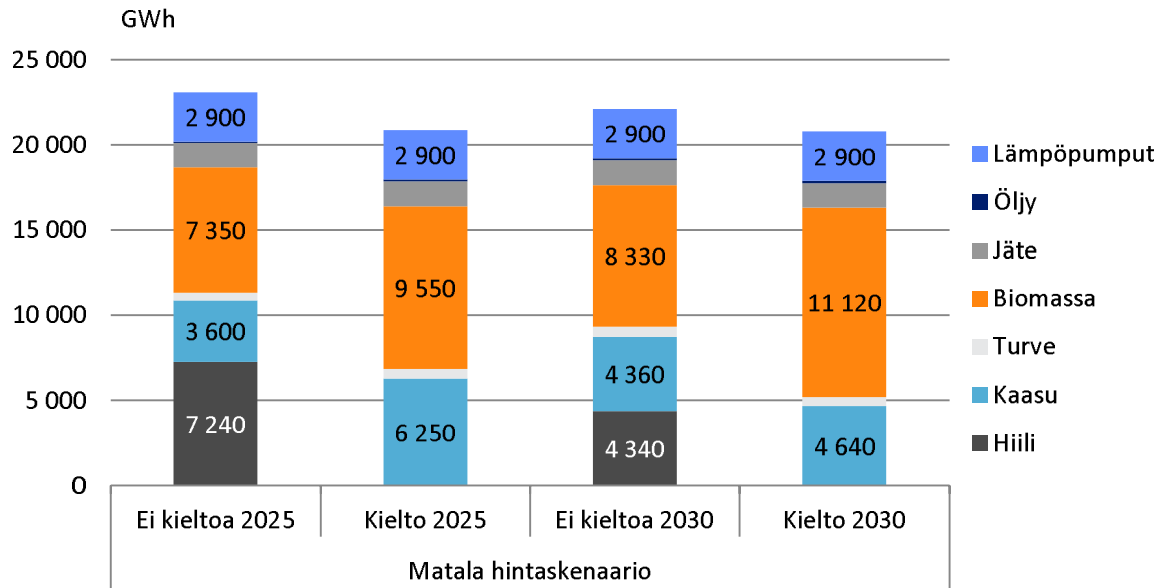
Kuva 4-2 Polttoaineiden käyttö tarkastelluissa kaukolämpöverkoissa markkinaehtoisesti ja jos kivihiilen kiello toteutuu – Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaario



Lähde: Pöyry

Matalien hintojen skenaariossa kivihiilen käyttö vuonna 2025 olisi energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariota korkeampaa. Tämän vuoksi sekä biomassan että kaasun käyttö lisääntyisi vuonna 2025 toteutuvan kiellon vaikutuksesta matalassa skenaariossa enemmän. Biomassan käyttö kasvaisi noin 2,2 TWh ja kaasun käyttö noin 2,6 TWh. Kivihiilen kiello vuonna 2030 lisäisi biomassan käyttöä noin 2,8 TWh. Polttoaineiden käytön kehitys matalassa skenaariossa kiellon vaikutuksesta ja markkinaehtoisesti (ei kieltoa) on esitetty alla kuvassa 4-3.

Kuva 4-3 Polttoaineiden käyttö tarkastelluissa kaukolämpöverkoissa markkinaehtoisesti ja jos kivihiilen kieltö toteutuu 2025 ja 2030 – Matala hintaskenaario



Lähde: Pöyry

Rekkakuljetusten logistista haasteista sekä biomassan saatavuudesta johtuen ainakin osa biomassasta tuotaisiin laivakuljetuksilla rannikolla sijaitseviin käyttökohteisiin. Pöyryn kärkeän arvion mukaan laivakuljetusten osuus olisi rannikkokohteissa 30-50 % biomassan tarpeesta. Laivakuljetuksin biomassaa voidaan tuoda joko muualta Suomesta tai ulkomailta, mutta perustuen nykyisiin hintatasoihin ja biomassan saatavuuteen Suomessa, olisi suuri osa laivakuljetuksin tuotavasta biomassasta todennäköisesti tuontipolttoainetta. Kivihiilen kieltö vuonna 2030 lisäisikin Pöyryn arvion mukaan noin 1 TWh ulkomaisen biomassan kulutusta. Vuonna 2025 kiellon vaikutus biomassan tuontiin on arviolta pienempi, sillä kivihiiltä korvataan merkittävässä määrin myös kaasulla.

4.3.2 Taloudelliset vaikutukset

Kivihiilen kieltö johtaisi taloudellisiin vaikutuksiin kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävien laitosten ennenaikaisen korvaamisen ja muuttuneiden tuotantokustannusten osalta. Kaukolämpöä tuottavissa monipolttoainevoimalaitoksissa, joissa kivihiilen poltto voidaan teknisesti korvata biomassalla ja turpeella, kivihiilen kieltö ei johda korkeampiin kustannuksiin kummassakaan hintaskenaariossa, sillä kivihiilen käyttö energiantuotannossa on muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan vaihtoehtoisia polttoaineita kalliimpaa. Tämä indikoi myös että kivihiiltä ei tällaisissa markkinatilanteissa käytettäisi, mikäli biomassaa olisi saatavilla. Teollisuuden monipolttoainevoimalaitoksissa kivihiilen kieltö voi johtaa korkeampiin tuotantokustannuksiin polttoaineiden valmisteverojen veronpalautuksesta johtuen.

Taloudellisia vaikutuksia on arvioitu perustuen tarkasteltujen kaukolämpöverkkojen ja teollisuuden kivihiilen käyttökohteiden verkkokohtaisiin korvausskenaarioihin, sekä kahteen markkinahintaskenaarioon.

Kivihiilen kieltö vuonna 2025

Tarkasteltujen käyttökohteiden osalta kivihiilen kieltäminen vuonna 2025 aiheuttaisi kokonaisuudessaan yhteensä noin 190 miljoonan euron negatiiviset taloudelliset vaikutukset energiayhtiöille energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa. Matalassa hintaskenaariossa vaikutukset olisivat yli 200 miljoonaa euroa. Lisäkustannukset muodostuvat ennenaikaisen investoinnin ajalta yhteenlasketuista muuttuneista muuttuvista tuotantokustannuksista ja ennenaikaisista korvausinvestoinneista. On huomioitava, että mikäli biomassaa ei ole saatavilla oletusten mukaisilla hankintahinnoilla, johtaa kieltö selvästi korkeampiin taloudellisiin vaikutuksiin..

Merkittävin taloudellinen vaikutus on ennenaikaisen korvausinvestoinnin vaikutuksella. Myös muuttuvien tuotantokustannusten muutoksella on merkittävä vaikutus kokonaistaloudellisiin vaikutuksiin. Suhde edellä mainittujen tekijöiden välillä vaihtelee verkkokohtaisesti. Erityisesti matalassa hintaskenaariossa muuttuvat tuotantokustannukset voivat nousta merkittävästi. Tämä johtuu siitä, että kivihieillä tuotettua lämpöä korvattaisiin pääkaupunkiseudulla osittain maakaasulla tuotetulla yhteistuotannolla ja erillislämmöntuotannolla. Vaasassa tällä hetkellä suuri osa kaukolämmöstä tuotetaan biomassalla, turpeella ja kivihieillä yhteistuotantona. Tuotannon korvaaminen erillislämmöntuotannolla Vaasassa nostaa lämmön muuttuvia tuotantokustannuksia.

Kivihieiden kieltö vuonna 2025 aiheuttaa ennenaikaisesta korvausinvestoinnista johtuvia lisäkustannuksia Helsingissä, Vaasassa, Espoossa, Vantaalla ja Naantalissa. Kirkniemessä lämmön muuttuvat tuotantokustannukset nousisivat erityisesti matalassa hintaskenaariossa.

Tarkastellessa taloudellisia vaikutuksia loppuasiakkaan kannalta, vaihtelee vaikutusten suuruus verkkokohtaisesti. Merkittävimmät vaikutukset loppuasiakkaaseen ovat Vaasassa ja Helsingissä Hintavaikutuksella kuvataan kaukolämmön hinnan korotustarvetta ennenaikaisen investoinnin ajanjaksolle, jotta kiellon aiheuttamat taloudelliset vaikutukset katetaan. Arvio vaikutuksista kaukolämmön hintaan on esitetty taulukossa 4-2.

Taulukko 4-2 2025 kivihieiden kiellon vaikutukset kaukolämmön hintaan vuodessa*

Kivihieiden kieltö vuonna 2025	Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaario	
	hintaskenaario	Matala hintaskenaario
Vaikutus kaukolämmön hintaan	%, €/MWh	%, €/MWh
Helsinki	+ 5-10 %	+ 5-10 %
Vaasa	+ 15-20 %	+ 15-20 %
Espoo	+ 0-5 %	+ 0-5 %
Vantaa	+ 0-5 %	+ 0-5 %
Turun seutu	~0 %	~0 %

* Kaukolämmön hintavaikutuksella tarkoitetaan vuositason hinnankorotusta ennenaikaisen korvausinvestoinnin aikavälillä
Lähde: Pöyry

Kivihieiden kieltö vuonna 2030

Kivihieiden kieltäminen vuonna 2030 aiheuttaisi kustannusvaikutuksia Vaasassa, Helsingissä ja Kirkniemessä. Taloudellisten vaikutusten kokonaissuuruus on huomattavasti vuoden 2025 kieltöä pienempi ollen yhteensä 14 miljoonaa euroa energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa ja 25 miljoonaa euroa matalassa hintaskenaariossa. Tämä johtuu pääosin siitä, että useimmissa verkoissa kivihieiden käyttö olisi korvattu muulla tuotannolla ilman kieltöäkin, sekä siitä, että ennenaikaisten korvausinvestointien vaikutus on alhaisempi.

Kaukolämpöasiakkaan hintaan kieltö vuonna 2030 vaikuttaisi arviolta eniten Vaasassa. Vuositason vaikutus on samalla tasolla kuin vuoden 2025 kiellon tapauksessa. On kuitenkin huomioitava, että vaikutus kaukolämmön hintaan koskisi viittä vuotta lyhyempää ajanjaksoa. Lämmön tuotanto kivihieillä vuonna 2030 on biomassalla tuotettua lämpöä kalliimpaa erityisesti energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa, minkä vuoksi vaikutukset Helsingissä ovat alhaiset. Tämä hintavaikutusten arviointi perustuu kuitenkin yleiseen biomassan hintatasoon. Mikäli biomassaa ei ole saatavilla oletusten mukaisilla hankintahinnoilla, johtaa kieltö selvästi korkeampiin taloudellisiin vaikutuksiin. Arvio 2030 kiellon vaikutuksista kaukolämmön hintaan on esitetty taulukossa 4-3.

Taulukko 4-3 2030 kivihiilen kiellon vaikutukset kaukolämmön hintaan vuodessa*

Kivihiilen kiello vuonna 2030	Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaario	Matala hintaskenaario
Vaikutus kaukolämmön hintaan	%, €/MWh	%, €/MWh
Helsinki	0 %	+ 0-5 %
Vaasa	+ 15-20 %	+ 15-20 %

* Kaukolämmön hintavaikutuksella tarkoitetaan vuositason hinnankorotusta ennenaikaisen korvausinvestoinnin aikavälillä
Lähde: Pöyry

Tehtyjen investointien ja lisäinvestointitarpeiden taloudelliset vaikutukset

Muita taloudellisia menetyksiä voi koitua toimijoille ennenaikaisista laitteistojen käytöstä poistoista tai lisäinvestoinneista nykyisiin laitteistoihin. Merkittävimmät kustannukset, jotka saattavat syntyä ennenaikaisista laitteistojen käytöstä poistosta koskevat yksittäisiä laitoksia, joissa arvioidaan olevan vielä teknistaloudellista käyttöikää jäljellä. Tehtyjen investointien nykykäyttöarvojen arvioidaan olevan yhteensä suuruusluokaltaan n. 40 miljoonaa euroa, mikäli kivihiili kielletäisiin vuonna 2030 ja 75 miljoonaa euroa vuoden 2025 kiellon tapauksessa.

Muutamissa laitoksissa on investoitu viime vuosina tai on päätetty investoida kivihiilen käyttöön, mikä saattaa johtaa tehtyjen investointien osalta taloudellisiin vaikutuksiin, jos kivihiili kielletään. Pöyryn arvion mukaan näiden investointien nykykäyttöarvot olisivat noin 10 miljoonaa euroa 2030 kiellon tapauksessa ja 15 miljoonaa euroa 2025 kieltoon tapauksessa.

Kahdessa laitoksessa arvioidaan tarvittavan investointeja nykyisiin monipolttoainevoimalaitoksiin riittävän rikin syötön varmistamiseksi, mikäli kivihiili kielletään. Tällöin puhutaan yhteensä muutaman miljoonan investoinnista.

4.3.3 Ympäristövaikutukset

Verkkokohtaisesti luotujen korvausskenaarioiden perusteella poistuva kivihiilikapasiteetti korvattaisiin suurimmaksi osaksi biomassalla. Biomassan heikomman lämpöarvon ja varastoitavuuden vuoksi lisääntyvä käyttö lisäisi merkittävästi polttoainekuljetuksia, josta ainakin osa tapahtuisi kotimaassa rekkakuljetuksilla. Lisääntyvät rekkakuljetukset lisäisivät pienhiukkaspäästöjä logistiikkareittien varrella. Merkittävä osa polttoaineista kuitenkin tuotaisiin todennäköisesti merikuljetuksina johtuen myös polttoaineen saatavuushaasteista logististen haasteiden lisäksi. Biomassan lisääntyvä käyttö heijastuu myös metsätalouteen ja johtaa merkittävään energiapuun käytön lisäykseen. Lisäksi ulkomailta tuodun biomassan hakkuisiin ja niiden vaikutuksiin on käytännössä mahdotonta vaikuttaa Suomesta.

Kivihiilen korvaaminen biomassalla ei vähentäisi pienhiukkaspäästöjä, sillä myös biomassan polttaminen tuottaa pienhiukkasia. Biomassan polttaminen ei myöskään vähennä CO₂ – päästöjä lyhyellä aikavälillä, vaikka laskennallisesti biomassan polttaminen ei tuota lainkaan CO₂ – päästöjä. Koska kaikki kivihiiiltä käyttävät laitokset kuuluvat päästökaupan piiriin, ei kivihiilen kiellolla Suomessa ole suoraviivaista vaikutusta globaaleihin hiilidioksidipäästöihin myöskään biomassan laskennallinen päästöttömyys huomioiden. Jos kivihiili korvataan päästöttömillä tai vähäpäästöisemmällä energialähteillä, vapautuu sama määrä päästöoikeuksia muiden päästökaupassa olevien toimijoiden käyttöön.

Taulukossa 4-4 on esitetty kiellon vaikutukset hiilidioksidipäästöihin jos päästökaupan vaikutusta ei huomioitaisi. Markkinaehtoisesti hiilidioksidipäästöt kivihiiililaitoksista laskevat perusskenaariossa 3,7 MtCO₂:sta 2,5 MtCO₂ tasolle vuosien 2025 ja 2030 välillä. Kivihiilen kiello vuonna 2025 aikaistaisi päästöjen laskua päätyen 2,1 MtCO₂ tasolle jo vuonna 2025. Kivihiilen kiello vuonna 2030 laskisi päästöt 1,4 MtCO₂ tasolle vuonna 2030. Edellä mainitut luvut kuvaavat laskennallisia hiilidioksidipäästöjä paikallisella tasolla.

Taulukko 4-4 Paikalliset hiilidioksidipäästöt (MtCO₂) tarkastelluissa verkoissa vuosina 2025 ja 2030 – Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaario

	2025	2030
CO₂ –päästöt, energia- ja ilmastostrategian hintaskenaario	MtCO ₂	MtCO ₂
Markkinaehtoinen kehitys	3,7	2,5
Kivihiilen kieltö 2025	2,1	
Kivihiilen kieltö 2030		1,4
Kiellon vaikutus paikallisiin CO₂-päästöihin	-1,6	-1,1

Lähde: Pöyry

Matalassa hintaskenaariossa kiellon vaikutus paikallisiin hiilidioksidipäästöihin on suuruusluokaltaan samalla tasolla kuin energia- ja ilmastostrategian perusskenaariossa. Vaikutus on esitetty alla taulukossa 4-5.

Taulukko 4-5 Paikalliset hiilidioksidipäästöt (MtCO₂) tarkastelluissa verkoissa vuosina 2025 ja 2030 – Matala hintaskenaario

	2025	2030
CO₂ –päästöt, Matala hintaskenaario	MtCO ₂	MtCO ₂
Markkinaehtoinen kehitys	3,5	2,8
Kivihiilen kieltö 2025	1,7	
Kivihiilen kieltö 2030		1,3
Kiellon vaikutus paikallisiin CO₂-päästöihin	-1,8	-1,4

Lähde: Pöyry

Mikäli kivihiili kielletään, saattaa se johtaa hetkellisesti jopa suurempiin päästöihin paikallisesti, kun hankitusta kivihiilestä tulee päästä eroon.

Kivihiiltä polttavat voimalaitokset kuuluvat EU:n päästökauppajärjestelmään, joka asettaa katon EU:n päästökauppasektorin vuotuisille päästöille. Kivihiilen kieltö Suomessa ei suoraan vaikuta päästökattoon ja voidaan sanoa, ettei kiellolla ole vaikutusta koko EU-tason päästöihin. Osa Suomen kivihiiltä polttavien laitosten käyttämistä päästöoikeuksista vapautuu markkinoille välittömästi, osa menee ns. markkinavakausvarantoon, josta ne todennäköisesti vapautuvat markkinoiden käyttöön myöhemmin. Jos halutaan varmistaa, että kivihiilen kiellolla Suomessa on vaikutusta myös EU-tason päästöihin, tulisi valtion ostaa kivihiilen polttoa vastaava määrä päästöoikeuksia pois markkinoilta.

4.3.4 Sähkömarkkinavaikutukset

Kivihiilen kiellon vaikutus sähkön hintaan Suomessa on arvioitu Pöyryn BID3-sähkömarkkinamallilla. Koska kivihiili-CHP-laitoksia arvioidaan pääosin korvattavan lämpökattiloilla, sähköntuotantokapasiteetti vähenee. Yhteistuotannolla tuotetun sähkön marginaalikustannus on alhainen, minkä vuoksi sen poistuminen johtaa sähkön markkinahinnan nousuun. Nousu on kuitenkin hyvin pieni johtuen poistuvan kapasiteetin määrästä suhteessa yhteispohjoismaisen sähkömarkkinan kokoon. Matalan hintaskenaarion (ks. kappale 3.1.2) tapauksessa hintavaikutus

on hieman suurempi. Tämä johtuu matalan hintaskenaarion alhaisesta päästöoikeuden hinnasta ja kivihiili-CHP-laitosten suuremmasta vuotuisesta ajoajasta markkinaehtoisessa tilanteessa. Taulukossa 4-6 on esitetty hiilen kiellosta aiheutuvat muutokset sähkön hintaan kahdessa eri hintaskenaarissa suhteessa markkinaehtoiisiin sähkön hintoihin.

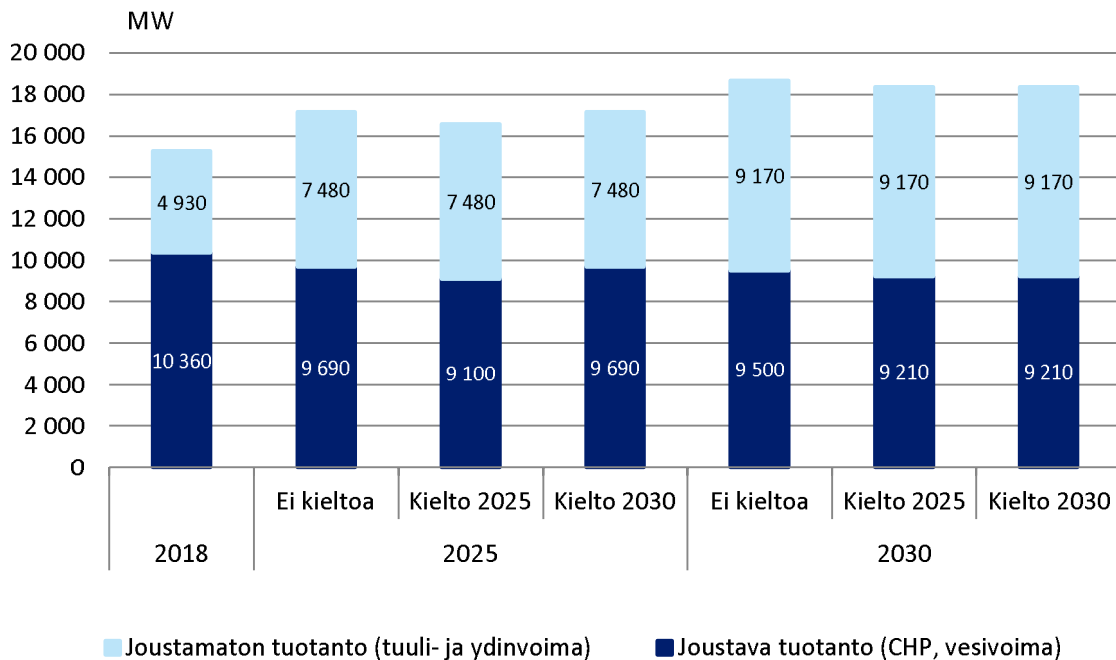
Taulukko 4-6 Kivihiilen käytön kiellon vaikutukset sähkön hintaan Suomessa suhteessa markkinaehtoiisiin sähkön hintoihin

	Kivihiilen kiello 2025	Kivihiilen kiello 2030
Energia- ja ilmastostrategian hintaskenario	€/MWh	€/MWh
2025	+0,4	-
2030	+0,1	+0,1
Matala hintaskenario	€/MWh	€/MWh
2025	+0,6	-
2030	+0,3	+0,3

Lähde: Pöyry

Kivihiilen kiello vaikuttaa poistuvan kapasiteetin myötä myös sähköjärjestelmän joustavuuteen ja huoltovarmuuteen. Lisääntyvä tuulivoimantuotanto Pohjoismaissa lisää tarvetta joustavalle kapasiteetille. CHP- ja vesivoima voidaan yleisesti luokitella joustaviksi ja ydin- ja tuulivoima joustamattomiksi tuotantomuodoiksi. Vähenevän kivihiili-CHP-kapasiteetin määrä siis vaikuttaa hieman joustavan kapasiteetin määrään Suomessa. Kuvassa 4-4 on esitetty kivihiilen käytön kiellon vaikutukset joustavan tuotannon nimelliseen kapasiteettiin sekä arvioitu joustamattoman tuotantokapasiteetin kehitys.

Kuva 4-4 Kivihiilen käytön kiellon vaikutukset sähkön nimelliseen tuotantokapasiteettiin



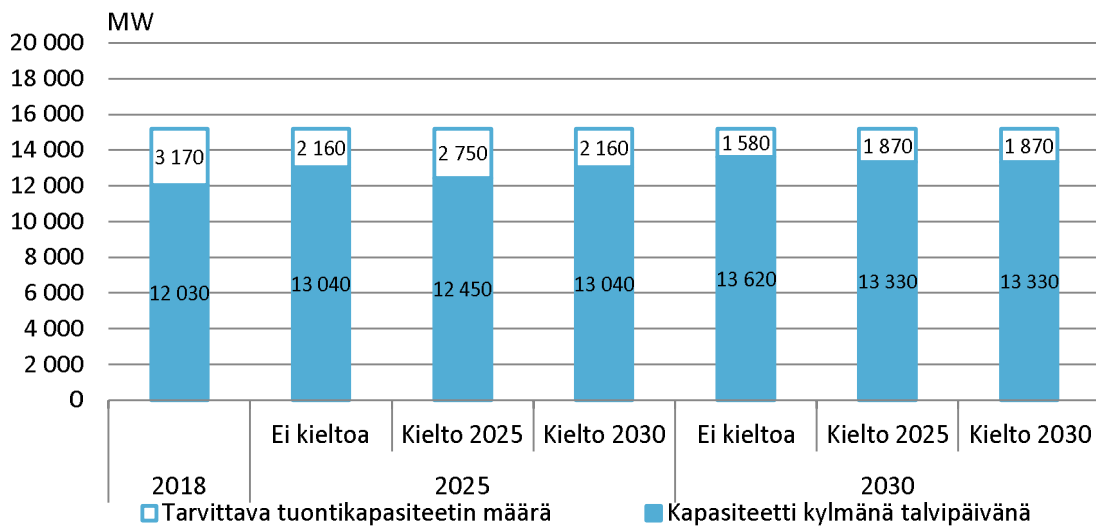
Lähde: Pöyry

Markkinaehtoisessa kehityksessäkin (tapaus ”Ei kieltoa” edellisessä kuvassa) CHP-tuotantoa poistuu markkinoilta ennen vuotta 2025. Jos kivihiilen käyttö kielletään 2025, sähköntuotantokapasiteettia poistuu noin 600 MW lisää. Markkinaehtoinen CHP-kapasiteetin vähenemä vuosina 2025-2030 on noin 200 MW, kivihiilen kiello 2030 lisää tätä vähenemää noin 300 MW. Muutos joustamattomassa kapasiteetissa ennen vuotta aiheutuu Olkiluoto 3 valmistumisesta sekä lisääntyvästä tuulivoimakapasiteetista. Vuosina 2025-2030 joustamattoman tuotannon muutos aiheutuu Hanhikivi 1 -ydinvoimalan valmistumisesta, Loviisa 1 alasajosta ja lisääntyvästä tuulivoimasta.

Ennen vuotta 2030 kivihiilen käytön kiello siis pienentää joustavan kapasiteetin määrää Suomessa 300 MW riippuen kiellon ajankodasta. Merkittävin jouston lähde pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä on kuitenkin norjalainen ja ruotsalainen vesivoima, jonka kapasiteettiin suhteutettuna tämä CHP-kapasiteetin vähenemä on hyvin pieni.

Hiilen kiellon vaikutusta sähköntuotannon huoltovarmuuteen on arvioitu laskemalla tarvittava tuontikapasiteetin määrä kylmän talven (kerran 10 vuodessa) kulutushuipun aikana eri kiellotapauksissa. Nykyinen laskennallinen käytettävissä oleva kotimainen tuotantokapasiteetti kulutushuipussa on 12 030 MW. Tätä kapasiteettia on vuoden 2025 ja 2030 tapauksiin muokattu vähentämällä siitä hiilen kiellosta aiheutuma kapasiteetin muutos ja lisäämällä muutos ydinvoimakapasiteetissa ja 6 % arvioidusta muutoksesta tuulivoimakapasiteetissa. Todellisuudessa CHP:n kapasiteettivähennemä on hieman pienempi johtuen siitä, että kylmänä talvipäivänä sähköntuotantokapasiteetti on suuresta lämmönkulutuksesta johtuen hieman nimelliskapasiteettia pienempi. Sähkönkulutus kulutushuipun aikaan on tässä laskelmassa arvioitu pysyvän tämän hetkessä arvossaan 15 200 MW. Tarvittava tuontikapasiteetti on laskettu erotuksena kulutuksesta ja kotimaisesta tuotantokapasiteetista. Tarvittavan tuontikapasiteetin muutos eri kivihiilen kiello – tapauksissa on esitetty seuraavassa kuvassa 4-5.

Kuva 4-5 Kivihiilen käytön kiellon vaikutukset kylmänä talvipäivänä käytettävissä olevaan sähkön tuotantokapasiteettiin ja tarvittavaan tuontikapasiteettiin



Lähde: ENTSO-E Power Balance 2017-2018, Pöyry

Ydinvoimaloiden valmistumisen myötä tilanne huoltovarmuuden suhteen paranee merkittävästi. Tänäkään päivänä tilanne ei ole hälyttävä, sillä tuontikapasiteettia muista maista on yhteensä 5100 MW, sen tarpeen ollessa noin 3200 MW. Hiilen kiello kasvattaa laskennallista tuontikapasiteetin tarvetta eniten vuonna 2025 (noin 600 MW), jos hiilen käyttö kielletään silloin. Koska Olkiluoto 3 arvioidaan silloin olevan valmis ja yleinen kapasiteettitilanne 2020-luvulla paranee, ei kivihiilen käytön kiellolla ole ratkaisevaa merkitystä sähköntuotannon huoltovarmuuteen Suomessa.

4.3.5 Kansantaloudelliset vaikutukset

Pöyry on arvioinut kivihiilen kiellosta syntyviä kansantaloudellisia vaikutuksia polttoaineiden hankinnan, tuontisähkön hankinnan, päästöoikeuksien sekä verokertymän kautta. Ulkomailta tuotu kivihiili korvautuu pääosin biomassalla, mutta myös ulkomailta tuotavalla maakaasulla. Myös osa biomassasta tuodaan ulkomailta, minkä vuoksi biomassan käytön kasvattaminen ei kokonaisuudessaan lisää kotimaisten polttoaineiden käyttöä. Kivihiilen kiellon myötä hiilidioksidipäästöt laskevat ja siten myös toimijoiden päästöoikeuksien hankintakustannus laskee. Kivihiilen kiellon vaikutuksesta sähkön tuotantokapasiteettia poistuu ennenaikaisesti, mikä lisää sähkön hankintaa naapurimaista. Muutokset fossiilisten polttoaineiden käytössä vaikuttavat myös verokertymään.

Kivihiilen kiello vuonna 2025

Vuonna 2025 kivihiilen kiellon seurauksena ulkomailta tuotujen hyödykkeiden kokonaisarvo laskee noin 16 miljoonaa euroa energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa. Kivihiilen ja päästöoikeuksien hankinta vähenee, mutta lisääntynyt maakaasun, biomassan ja sähkön tuonti nostavat ulkomailta tuotujen hyödykkeiden määrää. Kiellon vaikutuksesta maakaasun ja tuontibiomassan käytön kasvun lisäksi myös kotimaisen biomassan käytön arvioidaan kasvavan noin 1 700 GWh vuodessa. Kotimaisen biomassan käytön lisäyksen arvioidaan kasvattavan kotimaista biomassan hankintaa noin 42 miljoonaa euroa.

Matalassa hintaskenaariossa vuoden 2025 kiellon vaikutukset kauppataseeseen kääntyvät negatiivisiksi, johtuen erityisesti kaasun käytön lisääntymisestä ja alhaisemmasta päästöoikeuden hinnasta. Ulkomailta tuotujen hyödykkeiden kokonaisarvo kasvaa arviolta 24 miljoonaa euroa. Tämän lisäksi kotimaisen biomassan käytön arvioidaan kasvavan noin 1 900 GWh vuodessa, minkä johdosta kotimaisen biomassan hankinnan arvioidaan kasvavan noin 41 miljoonaa euroa. Matalassa hintaskenaariossa kaasua käytetään markkinaehtoisesti vähemmän ja puolestaan

kivihiilen käyttö on korkeampaa verrattuna energia- ja ilmastostrategian hintaskenaarioon. Tämän vuoksi kaasulla korvataan kivihiilen käyttöä matalassa hintaskenaariossa energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariota enemmän.

Vuoden 2025 kivihiilen kiellon vaikutuksesta kotimaisen biomassan käyttö lisääntyy selvästi tuontibiomassan käyttöä enemmän molemmissa hintaskenaarioissa. Tämä johtuu siitä, että Helsingissä kivihiilen käyttö korvattaisiin vuonna 2025 kaasulla eikä biomassaa käyttävällä lämmöntuotantokapasiteetilla. Biomassaan perustuvaa lämmöntuotantoa ehdittäisiin rakentamaan vasta 2020-luvun loppupuolella ja merkittävä osa korvaavan kapasiteetin biomassasta arvioitaisiin tuotavan ulkomailta, minkä vuoksi tuontibiomassan käytön kasvu lisääntyisi vuoden 2030 kiellon mukaisesti. Muissa vuoden 2025 kiellon vaikutuksesta rakennettavista biomassaa käyttävistä lämpökeskuksista käytettäisiin enimmäkseen kotimaista polttoainetta.

Taulukossa 4-7 on esitetty ulkomailta hankittujen hyödykkeiden muutokset, mikäli kivihiilen käyttö kiellettäisiin vuonna 2025. Taulukossa ei ole huomioitu päästöoikeuksien mahdollista ostamista pois markkinoilta todellisten päästövaikutusten aikaan saamiseksi. Mikäli valtio päättää hankkia päästöoikeuksia pois markkinoilta, jäävät yhteenlasketut vaikutukset negatiiviseksi myös energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa.

Taulukko 4-7 Kivihiilen kieltämisen vaikutukset ulkomailta hankittujen hyödykkeiden määrään ja niiden vaikutus kauppataaseeseen vuonna 2025

Kivihiilen kiello vuonna 2025	Energia- ja ilmastostrategian hinta- skenaario 2025		Matala hintaskenaario 2025	
	GWh	M€	GWh	M€
Kivihiilen tuonnin muutos	-5 830	+78	-7 240	+72
Maakaasun tuonnin muutos	+1 590	-43	+2 650	-69
Biomassan tuonnin muutos*	+220	-5	+260	-6
Sähkön nettotuonnin muutos	+980	-54	+1 000	-35
Päästöoikeuksien käytön ja arvon muutos (MtCO ₂)	-1,6 (MtCO ₂)	+39	-1,8 (MtCO ₂)	+13
Yhteensä		+16		-24

* Oletuksena että biomassan käytön lisäyksestä noin 15 % perustuisi tuontiin

Lähde: Pöyry

Nykyisillä polttoaineiden verotasoilla laskettuna polttoaineiden verokertymä vähenisi vuonna 2025 energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa noin 83 miljoonaa euroa ja matalassa hintaskenaariossa 95 miljoonaa euroa. Merkittävien syy verotulojen vähentymiseen on kivihiilestä saatavien verotulojen väheneminen, joita lisääntyvä kaasun kulutus ei kompensoi alhaisemmasta verotuksesta ja käytön määrän muutoksesta johtuen. Biomassaa ei veroteta lainkaan energiantuotannossa, joten lisääntyvä biomassan kulutus ei lisää suoria verotuloja.

Kivihiilen kiello vuonna 2030

Vuonna 2030 kivihiilen kiellon vaikutukset ulkomailta tuotujen hyödykkeiden arvoon ovat vuoden 2025 kielloa positiivisemmat kauppataaseen kannalta. Kivihiiltä hyödyntävää kaukolämpökapasiteettia korvataan pääosin biomassalla, mikä pitää kaasun käytön muutokset matalana. Sähkön nettotuonti ei merkittävästi lisäännä kiellon seurauksena, sillä vuoden 2030 kiello vaikuttaa vain kahden voimalaitoksen sähkön tuotantokapasiteettiin.

Energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa ulkomailta tuotujen hyödykkeiden hankinnan arvo laskee 21 miljoonaa euroa, jos mukaan lasketaan myös käyttämättä jäävien päästöoikeuksien arvo. Merkittävin tekijä on kivihiilen korvautuminen biomassalla, mikä vähentää kaasun hankinnan tarvetta verrattuna vuoden 2025 kiellon tapaukseen. Tämän lisäksi sähkön nettotuonti lisääntyy noin puolet vähemmän kuin vuoden 2025 kiellon tapauksessa. Merkittävä osa kiellosta johtuvasta

biomassan lisäyksestä arvioidaan tuotavan ulkomailta (noin 1 000 GWh). Tämän lisäksi kotimaisen biomassan käytön arvioidaan kasvavan noin 1 100 GWh vuodessa, minkä johdosta kotimaisen biomassan hankinnan arvioidaan kasvavan noin 26 miljoonaa euroa.

Matalassa hintaskenaariossa ulkomailta tuotujen hyödykkeiden hankinnan arvo laskee kiellon vaikutuksesta. Kotimaisen biomassan käytön arvioidaan lisääntyvän noin 1 800 GWh, minkä johdosta kotimaisen biomassan hankinnan arvioidaan kasvavan noin 39 miljoonaa euroa.

Taulukossa 4-8 on esitetty ulkomailta hankittujen hyödykkeiden muutokset, mikäli kivihiilen käyttö kielletäisiin vuonna 2030.

Taulukko 4-8 Kivihiilen kieltämisen vaikutukset ulkomailta hankittujen hyödykkeiden määrään ja niiden vaikutus kauppataaseeseen vuonna 2030

Kivihiilen kiello vuonna 2030	Energia- ja ilmastostrategian hinta- skenaario 2030		Matala hintaskenaario 2030	
	GWh	M€	GWh	M€
Kivihiilen tuonnin muutos	-3 360	+49	-4 340	+43
Maakaasun tuonnin muutos	+270	-10	+280	-7
Biomassan tuonnin muutos*	+910	-23	+950	-24
Sähkön nettotuonnin muutos	+460	-27	+530	-19
Päästöoikeuksien käytön ja arvon muutos (MtCO ₂)	-1,1 (MtCO ₂)	+33	-1,4 (MtCO ₂)	+10
Yhteensä		+21		+4

* Oletuksena että Helsingin biomassan käytön lisäyksestä 50 % perustuisi tuontiin

Lähde: Pöyry

Nykyisellä verotasolla polttoaineiden verokertymä vähenisi 58 miljoonaa euroa energia- ja ilmastostrategian hintaskenaariossa ja 75 miljoonaa euroa matalassa hintaskenaariossa vuonna 2030. Merkittävin syy on kivihiilen verokertymän vähentyminen, jota kaasun lisääntyne käyttö ei alhaisemmasta verotuksesta ja lisäyksen määrästä johtuen täysin kompensoi. Verokertymän pienentyminen on vähäisempää verrattuna vuoteen 2025, sillä vuonna 2030 kivihiilikapasiteettia on käytössä vähemmän. Toisaalta kivihiiiltä korvataan enemmän biomassalla verrattuna vuoteen 2025, mikä johtaa alhaisempaan verokertymään, sillä biomassaa ei veroteta energiantuotannossa.

4.3.6 Muita vaikutuksia

Useissa laitoksissa kivihiiiltä käytetään huoltovarmuuspolttoaineena ja siihen turvaututaan esimerkiksi jos turvetta ja metsähaketta ei ole saatavilla riittävästi. Mikäli kivihiiileen ei voida turvautua esimerkiksi tilanteessa, jossa muiden polttoaineiden saatavuudessa tai laadussa on ongelmia, voi se tarkoittaa yksittäisinä vuosina lisääntyneitä huippukuormalaitosten käyttöä. Kaukolämmön tuotannon huippu- ja varalaitokset käyttävät tyypillisesti polttoaineenaan öljyä tai kaasua. Biomassan huonoista varastointiominaisuuksista johtuen biomassaa ei sovellu kivihiilen tavoin huoltovarmuuspolttoaineeksi.

Mikäli kivihiilen kiellon vaikutuksesta korvausinvestoinnit useissa verkoissa kasautuisivat samoille vuosille, voisi se johtaa investointikustannusten kasvuun. Lämpökattila- ja voimalaitosinvestoinnit ovat suuria investointeja ja suurten laitteistojen toimittajia on vain muutamia. Investoijan kannalta neuvottelutilanne heikkenee huomattavasti ja kustannukset nousevat, jos markkina on kuumentunut ja toisaalta investoinnin lykkääminen ei ole mahdollista.

Kivihiihi arvioidaan korvattavan suurimmalta osin biomassalla. Merkittävä biomassan käytön lisäys lyhyellä aikavälillä johtaa huomattaviin haasteisiin polttoaineen toimitusketjuissa Suomessa jolloin polttoainetta saatetaan tuoda kasvavassa määrin ulkomailta. Saatavuushaasteiden lisäksi biomassan osalta epävarmuutta lisää sen poliittinen hyväksyttävyyden pidemmällä tulevaisuudessa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaikissa kivihiltä energiantuotannossa käytävissä kohteissa kivihilestä ollaan pyrkimässä eroon markkinaehtoisesti käytön kustannusten noustessa ja päästöjen vähentämiseksi. Kivihiltä käytetään tällä hetkellä erityisesti kaukolämpöä ja sen yhteydessä sähköä tuottavissa CHP-laitoksissa suurissa kaupungeissa. Merkittäviä kivihiilen sähkön ja lämmön yhteistuotannon käyttökohteita oli Suomessa vuonna 2016 yhteensä 8 paikkakunnalla: Helsingissä, Turun seudulla, Espoossa, Vantaalla, Lahdessa, Pietarsaareissa ja Vaasassa, sekä Kirkniemen paperitehtaalla. Useimmissa käyttökohteissa kivihiili ollaan korvaamassa muilla energialähteillä vuoteen 2030 mennessä.

Valtaosa korvaussuunnitelmista perustuu biomassaa hyödyntävään erillislämmöntuotantoon, sillä sähkön alhainen markkinahinta ei kannusta investointeihin CHP-laitoksiin. Joissakin tapauksissa hyödynnetään olemassa olevaa sähkön tuotantolaitteistoa, mutta uusia höyryturbiineja ei arvioida rakennettavan kivihiltä korvaavan yksikön rakentamisen yhteydessä. Lisäksi kivihiltä suunnitellaan korvattavan osin mm. hukkalämpöjä ja lämpöpumppuja hyödyntäen, mutta näiden tuotantomäärä riittää korvaamaan vain osan tarvittavasta lämmöstä. Investointien aikaisempi toteuttaminen saattaa johtaa siihen, että uusissa hankkeissa ei hyödynnettäisi uusia vaihtoehtoisia, mahdollisesti vielä kehitteillä olevia teknologioita.

Kivihiilen kieltö vuonna 2025 aiheuttaisi haasteita monella paikkakunnalla, sillä kivihiili on suunniteltu korvattavan vasta 2025 jälkeen. Erityisesti Helsingissä ja mahdollisesti Espoossa korvausinvestointien toteuttaminen olisi vaikeaa tai jopa mahdotonta, ja kivihiltä korvattaisiinkin merkittävässä määrin maakaasulla. Siitä huolimatta ongelmana voisi olla lämpötehon riittävyys. Myös kolmella muulla paikkakunnalla kivihiilen kieltö vuonna 2025 johtaisi ennenaikaisiin investointeihin. Mikäli kivihiilen kieltö tulisi voimaan vuonna 2030, kohdistuisivat vaikutukset todennäköisesti lähinnä Helsinkiin ja Vaasan seudulle.

Kustannusvaikutus riippuu vahvasti energian markkinahintojen kehityksestä. Biomassan saatavuus ja hinta tuo kustannusvaikutuksiin suuren epävarmuuden erityisesti pääkaupunkiseudulla, missä biomassan kysyntä on suurta ja biomassaa täytyy tuoda kauempaa. Todennäköisesti biomassaa tuotaisiin Suomen ulkopuolelta kysynnän kattamiseksi. Saatavuus ja hinta riippuvat tällöin myös tarjonnan ja kysynnän kehityksestä muissa maissa.

Kivihiilen kieltö vuonna 2025 nostaisi kaukolämmön tuotantokustannuksia erityisesti Vaasassa ja Helsingissä, mutta myös Espoossa ja Vantaalla. Vaikutukset kaukolämmön hintaan vaihtelevat välillä 0-20 % ennenaikaisen korvausinvestoinnin ajalle. Kustannusten nousua aiheuttavat ennenaikaiset investoinnit sekä kalliimpi polttoainekustannus siltä osin kuin kivihiltä korvataan maakaasulla. Lisäksi CHP-tuotannon korvautuminen lämmön erillistuotannolla tarkoittaa, että tulot sähköntuotannosta jäävät saamatta, mikä koskee erityisesti yhteistuotantolaitoksia, joissa on myös mahdollista tuottaa merkittäviä määriä lauhdesähköä. Vaikka investointi uuteen CHP-kapasiteettiin ei ole kannattavaa, olisi sähköntuotannon jatkaminen olemassa olevalla kivihiltä käytävällä laitoksella ollut edelleen kannattavaa.

Kivihiilen kieltö johtaa myös sähköntuotantokapasiteetin ennen aikaiseen poistumiseen sähkömarkkinoilta, kun CHP-kapasiteettia korvataan erillislämmöntuotannolla. Vuoden 2025 kiellon vaikutuksesta poistumaksi arvioidaan noin 600 MW. Joustavan sähköntuotantokapasiteetin poistuminen vuonna 2025 laskisi huippukysynnän aikaista tuotantokapasiteettia ja lisäisi tuontiriippuvuutta erityisesti, mikäli uusi ydinvoimala ei ole vielä käytössä. Vuoden 2030 kieltö laskisi sähköntuotantokapasiteettia arviolta 300 MW.

Kivihiilen kieltö johtaisi siihen, että olemassa olevia laitoksia joilla on teknistä käyttöikää jäljellä, jouduttaisiin poistamaan käytöstä. Toimijoiden näkökulmasta tähän voi liittyä omaisuuden suojaus kysymyksiä. Tässä selvityksessä ei ole otettu kantaa näihin kysymyksiin, mutta pyritty tunnistamaan mahdollisia kohteita, joita ennen aikainen käytöstä poistaminen koskee. Karkean arvion mukaan ennen aikaisesti poistettavien laitteistojen nykykäyttöarvot voisivat olla yhteensä noin 90 miljoonaa euroa jos kieltö tulisi voimaan 2025, ja 50 miljoonaa euroa vuoden 2030 kiellon tapauksessa.

Kaikki kivihiltä käyttävät laitokset ovat mukana EU:n päästökaupassa, mistä johtuen kivihiilen kieltö ei vaikuta suoraan hiilidioksidipäästöihin Euroopan tasolla. Jos päästöt vähenevät näissä

laitoksissa, voivat muut toimijat EU-alueella lisätä päästöjään vastaavasti. Todellisten päästövaikutusten saavuttamiseksi valtion tulisikin ostaa päästöoikeuksia pois markkinoilta.

Kivihiili on merkittävä polttoaine huoltovarmuuden kannalta, sillä se on helposti varastoitavaa ja saatavilla useista lähteistä. Biomassan ja turpeen saatavuus voi vaihdella mm. sääolosuhteiden vaikutuksesta merkittävästi vuodesta toiseen, eikä niitä toisaalta voida varastoida vastaavalla tavalla. Aikaisemmin mainittujen kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävien kaupunkien lisäksi kivihiilellä on rooli tukipolttoaineena useissa laitoksissa ja kaukolämpöverkoissa. Näissä laitoksissa kivihiilen kielto vaikuttaa varautumiseen biomassan ja turpeen saatavuuden ongelmatilanteissa. Kivihiilen kielto voi myös vaikuttaa biomassan ja turpeen hintaan niiden kysynnän kasvaessa ja toisaalta vaihtoehtoisen kolmannen polttoaineen poistuessa valikoimasta.

Pöyry Management Consulting Oy
P.O.Box 4, Jaakonkatu 3,
FI-01621 Vantaa, Finland

KONSULTOINTI. SUUNNITTELU. PROJEKTIT. KÄYTÖN TUKI.

Tarjoamme asiakkaille lämpö- ja sähkövoiman tuotantoon, siirtoon ja jakeluun, metsäteollisuuteen, biojalostukseen ja kemianteollisuuteen, kaivos- ja metalliteollisuuteen sekä infraan, vesihuoltoon ja ympäristöön liittyviä palveluja. Kehitämme yhdessä älykkäitä ratkaisuja ja hyödynnämme viimeisimpiä digitaalisia innovaatioita. 5 500 asiantuntijaa. 40 maata. 115 toimistoa.

www.poyry.fi 

