A close-up, profile view of a woman wearing a purple knit beanie and a dark jacket. She is looking towards the left of the frame with a thoughtful expression. The background is blurred, suggesting an outdoor setting.

Kotimaisten polttoaineiden toimintaympäristö ja käyttöarviot 2030 saakka "Omaa energiaa"

RAPORTTI 21.11.2018 / BIOENERGIA RY / JULKINEN



Raportin sisältö

1. Tiivistelmä
2. Työn tausta ja tavoitteet
3. Toimintaympäristön näkymiä ja käyttöarvioiden taustaoletukset
4. Kotimaisten polttoaineiden käyttöarviot
5. Kyselytutkimus käyttöarvioista
6. Yhteenveto ja johtopäätökset

LIITTEET

Vastuuvapauslauseke

ÅF-Consult Oy ("ÅF") on laatinut raportin Bioenergia ry:n ("Asiakas") käyttöön ja julkaistavaksi. Raportti on laadittu noudattaen ÅF:n ja asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja. ÅF:n tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

Raportin sisältämät tulokset ja johtopäätökset perustuvat osittain ÅF:n kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saamiin tietoihin. ÅF ei ole tarkistanut kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saadun ja raportin laatimiseen käytetyn tiedon oikeellisuutta tai täydellisyyttä. ÅF ei vastaa raportin sisältämien tietojen ja arvioiden virheellisyydestä.

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



¹ Tiivistelmä



1. TIIVISTELMÄ

Omaa energiaa

Tässä selvityksessä tarkasteltiin kotimaisten polttoaineiden, erityisesti metsähakkeen ja turpeen, toimintaympäristöä ja käyttömääriä vuoteen 2030 saakka.

Metsähakkeen käyttö määrä ei saavuta energia- ja ilmastostrategian (v. 2016) mukaista 22 TWh määrää vuonna 2020 tämän työn mukaisilla rajauksilla. Vuonna 2030 metsähakkeen käyttö määrä voisi työn oletuksilla jopa ylittää EI-strategian tason. On kuitenkin huomattava, että työn lähtöoletuksissa käyttökänsä päähän tulevien CHP-laitosten arvioitiin korvautuvan uusilla CHP-laitoksilla, mikä on nykytilanteessa hyvin epävarmaa. Metsähakkeen tekninen korjuupotentiaali riittäisi kattamaan kysynnän, mutta kaupallinen potentiaali olisi pienempi. Päästöoikeuden näköpiirissä oleva kallistuva hinta nostaa turpeen käytön kustannuksia päästökauppasektorilla. Energiaturve säilyy osana energiapalettia, mutta sen käyttö määrän arvioidaan vähenevän puoleen nykytasolta vuoteen 2030 mennessä kallistuvan päästöoikeuden hinnan ja ilmastotavoitteiden seurauksena. Pienpuuhakkeen korjuupotentiaalia on kaikkialla Suomessa, erityisen hyvin pohjoisessa. Metsätähteiden ja kantojen potentiaalia on erityisesti Keski- ja Etelä-Suomessa. Energiapuun nouseva kysyntä vaatii tehokkaita korjuu- ja logistiikkaratkaisuja sekä hyvää pienpuun, metsätähteiden ja joiltain osin myös kantojen tarjontaa.

Tässä työssä tehtyjen arvioiden mukaan Suomi saavuttaisi vuoden 2030 EU:n ja kansalliset ilmastotavoitteet kokonaispäästöjen ja päästökauppasektorin osalta. Päästökaupan ulkopuoliset sektorit eli lämmitys, maatalous, liikenne ja teollisuusprosessit, vaatisivat lisätoimia tässä työssä arvioitujen lisäksi vuoden 2030 päästötavoitteiden saavuttamiseksi.

Polttoaineiden käyttömäärät (TWh/a)		2017	2020	2030
Omaa energiaa -selvityksen arvio	Metsähake	14	19	43
	Energiaturve	15	13	7
Energia- ja ilmastostrategia (2016)	Metsähake		22	29-31
	Turve		20	15



2

Työn tausta ja tavoitteet



2. TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Työn tausta ja tavoitteet

Tämän selvitystyön tavoitteena oli arvioida kotimaisten polttoaineiden käyttömääriä vuoteen 2030 saakka. Selvitys laadittiin Bioenergia ry:n toimeksiannosta. Selvityksessä muodostettiin näkemys toimintaympäristön muutoksista vuoteen 2030 ulottuvalla aikajaksolla huomioiden energiankulutuksen ja muiden energiantuotantomuotojen kehitys, ajankohtaisimmat tiedot markkinoiden ja lainsäädännön kehityksestä ja laadittiin näitä vastaava arvio kotimaisten polttoaineiden käyttömääristä. Kyselytutkimuksella selvitettiin kaukolämpöalan toimijoiden omia näkemyksiä tulevaisuuden polttoaineiden käytöstä.

Energiantuotannon polttoaineiden sääntely on jatkuvassa muutostilassa. Suomen hallitus esitti huhtikuussa 2018, että kivihiilen käyttö energiantuotannossa kielletään lailla vuonna 2029. Vuoden 2019 alusta astuu voimaan lämmityspolttoaineiden uudet verolinjaukset kivihiilelle, maakaasulle ja turpeelle. Fossiiliset polttoaineet kilpailevat useissa laitoksissa kotimaisten polttoaineiden kanssa. Tyypillisesti kattiloissa, joissa lämpö tuotetaan puupolttoaineita ja/tai turvetta hyödyntämällä, voidaan myös polttaa muita polttoaineita, kuten kivihiiltä tai yhdyskuntajätteitä sekä joissain tapauksissa maakaasua.

Päästöoikeuden hinta on tänä vuonna kohonnut ja siten leikannut metsähakkeen sähköntuotantotuen määrää. Päästöoikeuden edelleen noustessa tuki leikkaantuu pois kokonaan metsähakkeen tuen kaavan mukaisesti. Metsähakkeen tuen jatkuminen on epätodennäköistä voimassa olevan tukijakson päättyessä, jos päästöoikeuden hinta pysyy korkealla.

Vuoden 2016 energia- ja ilmastostrategiassa (EI-strategia) oletetaan, että metsähakkeen ja turpeen käytöt kasvaisivat vuoteen 2020 asti ja CHP-sähkön hankinta kaukolämpövoimalaitoksista säilyisi vähintään vuoden 2015 tasolla (12-15 TWh) aina vuoteen 2030 asti.

Konsultti tutki kotimaisten polttoaineiden käytön näkymiä muodostamalla yhteistyössä projektin ohjausryhmän näkemyksen toimintaympäristön muutoksista ja analysoimalla kotimaisten polttoaineiden käyttömääriä näitä taustoja vasten. Lämpö- ja voimalaitosten polttoainekäyttöä selvitettiin ÅF:n voimalaitos- ja kattilatietokantoja hyödyntäen. Lisäksi kotimaisten polttoaineiden käyttöä selvitettiin kaukolämpöyhtiöille suunnatulla kyselytutkimuksella. Selvitystyö suoritettiin elo-syyskuussa 2018.



2. TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Kotimaisten raaka-aineiden energiakäyttö

Metsähakkeeksi lasketaan pienpuu-, runkopuu- ja metsätähdehake sekä kantomurske. Päätehakkuiden määrät vaikuttavat erityisesti metsätähteen ja kantojen saatavuuteen kun taas pienpuuhakkeen saatavuus riippuu harvennushakkuiden määrästä. Runkopuuhake koostuu ainespuukäyttöön soveltumattomasta viallisesta tai lahosta runkopuusta. Metsäenergiajakeiden toimitusvarmuutta voidaan kasvattaa välivarastojen, terminaalitoimintojen tai vaihtoehtoisten polttoaineiden avulla. Metsähakkeen ja kuoren kosteus voi olla haaste erityisesti talviaikaan rajoittaen kattilan tehoa. Turpeen varastoitavuus on metsäenergiajakeita parempi. Turve, ja joissain tapauksissa kivihiili, voivat toimia vaihteluita tasaavana polttoaineena.

Pienpuuhaketta (kokopuuhake tai rankahake) tuotetaan harvennushakkuiden yhteydessä ja sen saatavuus on riippuvaista nuorten metsien uudistus-toimenpiteistä. Rankahake soveltuu parhaiten pienen ja keskisuuren kattilakokoluokan polttoaineeksi. Rankahakkeen etuja ovat tasalaatuisuus, verrattain alhainen kosteus ja hyvä käytettävyyys etenkin talvella kovimpien pakkasten aikaan. Pienpuuhakkeen käyttökohteita voivat olla tulevaisuudessa myös liikenteen biopolttonesteet.

Metsätähdehakkeen (latvusmassa) tyypillinen saanto on kuusella noin 50%, männyllä 20% ja koivulla alle 20% hakattavasta ainespuun määrästä päätehakkuiden yhteydessä. Metsätähdehake sisältää tyypillisesti runsaasti klooria ja alkalisia yhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa kattilakorroosiota liian suurina pitoisuuksina. Metsätähdehakkeen käyttö vaatii tyypillisesti turpeen tai vastaavan polttoaineen rinnakkaiskäyttöä kattilassa, erityisesti vanhemmissa kattiloissa. Metsätähdehake soveltuu parhaiten keskisuuren ja suuren kattilakokoluokan polttoaineeksi. Kesäaikana raaka-aineen kuivuttua voidaan päästä alle 30% kosteuksiin kun vastaavasti talvella kosteus voi nousta jopa 65%:iin hakkeen joukossa olevan lumen ja jään seurauksena.

Kantomurskeen sisältämät epäpuhtaudet (kivet jne) aiheuttavat haasteita kantojen hyödyntämiselle. Kantomurske soveltuu parhaiten keskisuuren ja suuren kattilakokoluokan polttoaineeksi. Kantomurskeen palakoko ja kosteus ovat hyvin tasalaatuisia. Kantojen lämpöarvo on hyvä johtuen alhaisesta kosteuspitoisuudesta.

Metsäteollisuuden sivutuotteista kuorta, purua ja haketta käytetään energiantuotannossa. Kuoren ja purun korkea kosteuspitoisuus voi asettaa haasteita erityisesti pienemmän kokoluokan kattiloissa. Ne ovat soveltuvia raaka-aineita myös liikenteen biopolttoaineiden valmistuksessa. Puun kuorta käytetään yleensä metsäteollisuuslaitosten ja lämpökeskusten kattiloiden polttoaineena. Puunjalostusteollisuuden sivutuotteena syntyvästä kuoresta suurin osa on havupuiden kuorta.

Pellettikattiloilla voidaan tyypillisesti korvata maakaasu- ja öljykäyttöisiä lämmityskattiloita. Pellettiä valmistetaan kotimaassa ja lisäksi sitä tuodaan tyypillisesti Suomen lähialueilta.

Turpeen minimiosuus kattilassa riippuu kattilan mitoituksesta ja materiaalivalinnoista. Turvetta käytetään tyypillisesti talvella kylminä ajanjaksoina sen hyvän lämpöarvon vuoksi sekä ehkäisemään kattilakorroosiota metsätähdehakkeen käytön yhteydessä. Jyrsinturvetta käytetään kaukolämpölaitoksissa ja yhdyskuntien ja teollisuuden voimalaitoksissa. Palaturvetta käytetään pienemmässä kokoluokassa kiinteistöjen ja kaukolämpökeskuksien polttoaineena. Voimalaitos- ja lämpökattiloiden tyypillinen mitoitus- ja suunnitteluperiaate 70% turvetta ja 30% puuta on sittemmin muuttunut toisinpäin (70% puuta ja 30% turvetta) ja muuttuu edelleen polttoaineiden paikallisen saatavuuden rajoissa kohti 100% puupolttoaineita.



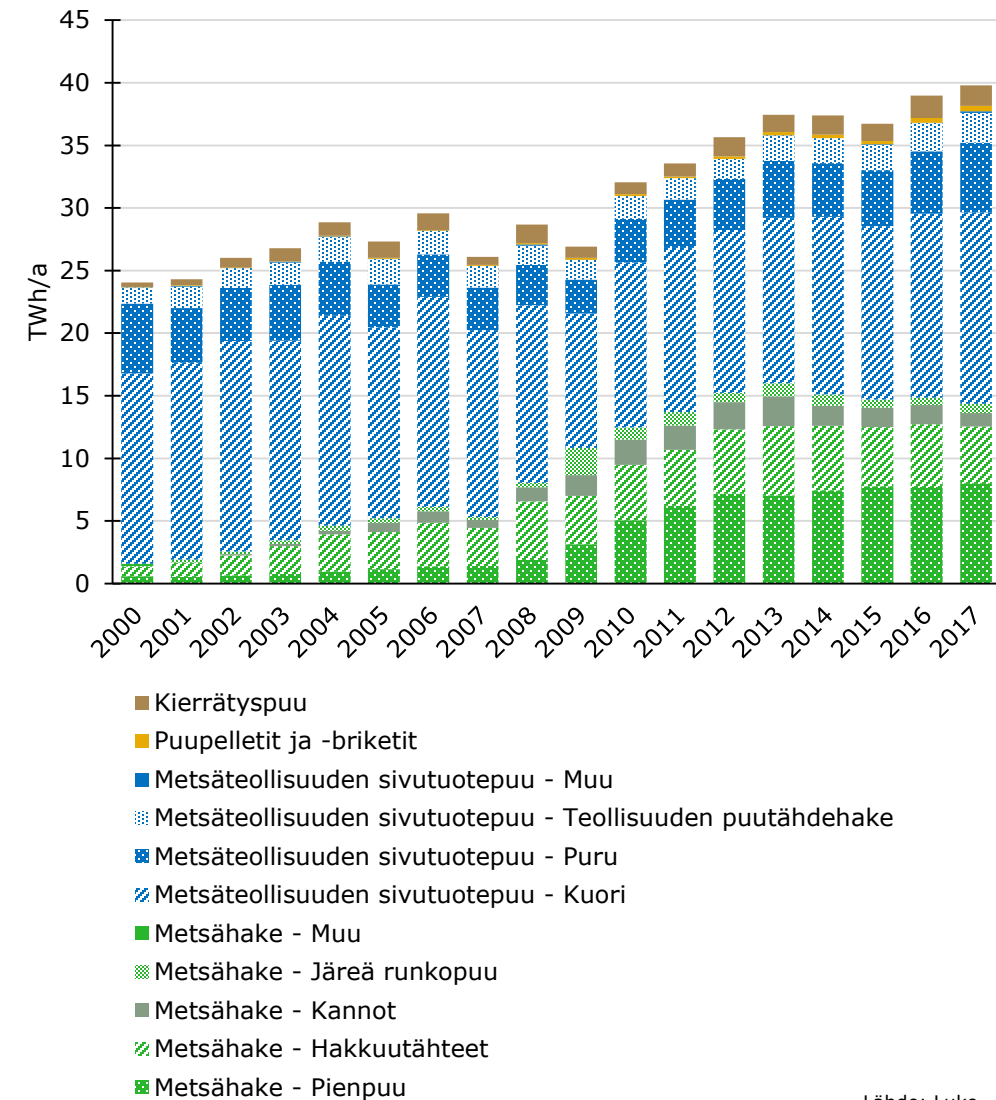
2. TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Kiinteät puupolttoaineet

Lämpö- ja voimalaitoksissa (teollisuus ja kaukolämpö) käytettiin kiinteitä puupolttoaineita vuonna 2017 noin 20 Mm³ (40 TWh). Metsäteollisuuden sivutuotepuuta poltettiin noin 23 TWh, josta kuoren osuus oli 15,4 TWh, purujen 5,6 TWh ja puutähdehakeiden 2,4 TWh. Metsähakkeen käyttö supistui 14,4 TWh:iin vuonna 2017. Tästä käytettiin CHP-tuotannossa 9,2 TWh ja erillisessä lämmöntuotannossa 5,2 TWh. Kierrätyspuuta käytettiin vuonna 2017 1,6 TWh ja pellettejä 0,8 TWh. Metsähaketta tuotettiin lämpö- ja voimalaitosten käyttöön pienpuusta 8 TWh, hakkuutähteistä 4,6 TWh, kannoista 1 TWh ja järeästä runkopuusta 1 TWh.

Pientaloissa käytettiin polttopuuta yhteensä 13,8 TWh (6,9 Mm³) vuonna 2017. Siitä oli klapeja ja halkoja yhteensä 11,8 TWh (5,9 mm³) ja haketta 1,2 TWh (0,6 Mm³). Pellettejä käytetään lämpö- ja voimalaitossektorin ohessa merkittävässä määrin rakennuskohtaisessa lämmityksessä, vuonna 2017 noin 1,0 TWh.

Kuorta syntyy arviolta 11% teollisuuspuun käytöstä, joka oli 67 Mm³ vuonna 2017. Sahanpurua arvioidaan syntyvän 12% ja sahaketta 26% sahojen raakapuun käytöstä. Kuorta arvioidaan syntyneen siten noin 7,4 Mm³, puruja 2,9 Mm³ ja sahaketta 6,2 Mm³. Sahahakkeesta suurin osa käytetään massateollisuudessa, joka käytti kotimaista sahaketta ja purua 8,8 Mm³ vuonna 2017. Purua käytetään lämmityslaitosten lisäksi myös pellettien tuotantoon. Metsäteollisuuden sivutuotteet alkavat siten olla pääsääntöisesti hyödynnetty selluteollisuudessa ja energiantuotannossa. Sivutuotteiden saatavuus lisääntyy metsäteollisuuden volyymin lisääntyessä.



Lähde: Luke



2. TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Turpeen energiakäyttö

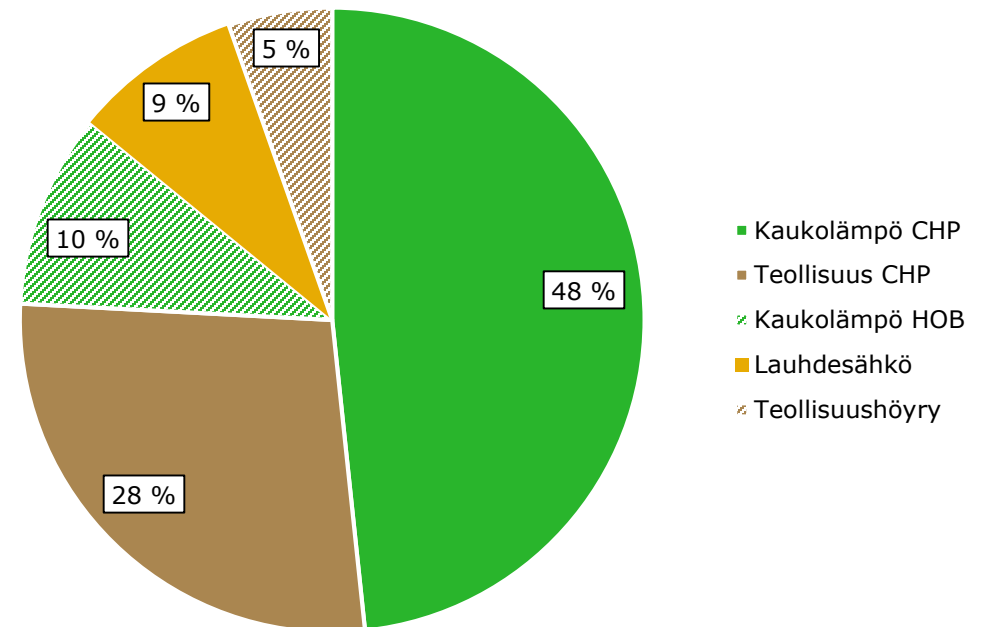
Turvetta käytettiin vuonna 2016 sähkön ja lämmöntuotannossa yhteensä 14,9 TWh (Tilastokeskus, 2017). Tästä lähes puolet (7,2 TWh) käytettiin kaukolämmön yhteistuotantolaitoksissa ja runsas neljännes (4,1 TWh) teollisuuden yhteistuotantolaitoksissa.

Kaukolämmön erillistuotannossa (kaukolämpö HOB) käytettiin turvetta 1,5 TWh, lauhdesähkön tuotannossa 1,3 TWh ja teollisuushöyryn tuotannossa 0,8 TWh. Lauhdesähkön tuotanto käsittää CHP-laitosten lauhdeperien sähköntuotannon.

Turpeen käyttö ei-päästökauppasektorilla on noin 1,5 TWh sisältäen mm. rakennuskohtaisen lämmityksen ja pienet kaukolämpökattilat. Polttoaineteholtaan alle 10 MW kaukolämpökattiloissa tästä arvioidaan käytetyn n. 0,4 TWh ja alle 20 MW kattiloissa yhteensä n. 1,2 TWh.

Tilastokeskuksen ennakkotiedon perusteella turpeen energiakäyttö vuonna 2017 oli vastaavasti noin 15 TWh.

Turpeen energiakäyttö 2016



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

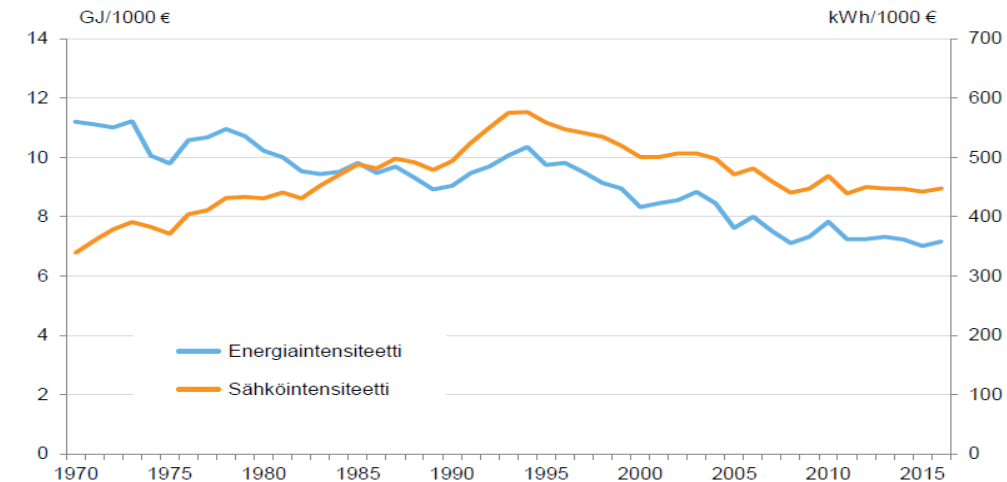
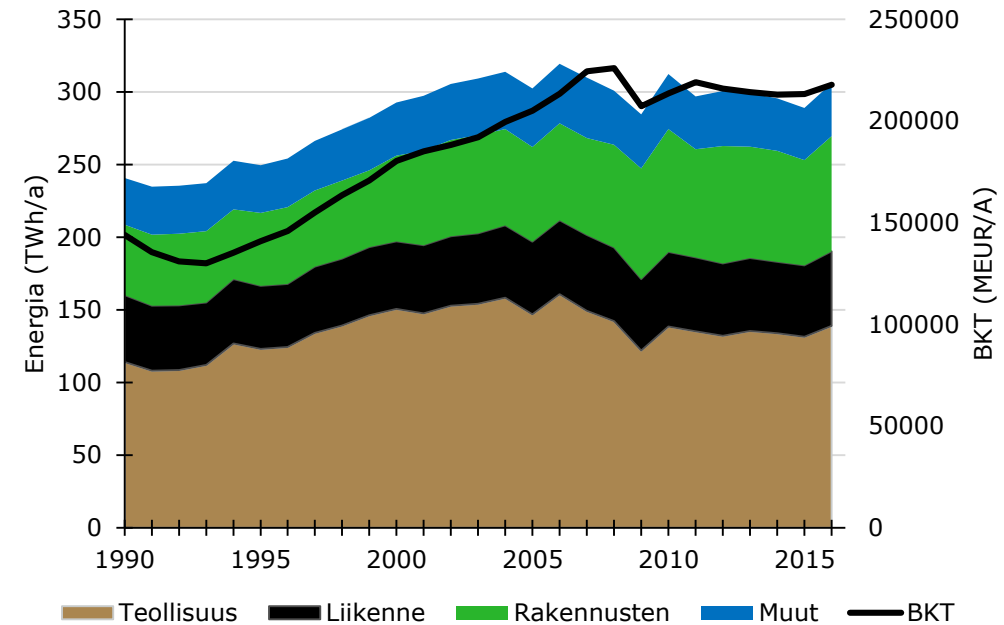
Energian loppukäytön kehitys

Suomen energian loppukäyttö on yhteydessä talouden kehitykseen, vaikka Suomen elinkeinorakenne on muuttunut yhä enemmän palveluvetoiseksi. Yksityiset palvelut kattavat yli puolet bruttokansantuotteesta ja kokonaispalveluiden osuus BKT:sta on lähes kaksi kolmasosaa teollisuuden osuuden ollessa viidennes ja rakentamisen noin 7%.

Suomen talouden sähkö- ja energiaintensiteetti on laskenut 1990-luvun alkuvuosista lähtien. Energiaintensiteetin laskusta huolimatta Suomen energian loppukäyttö on kasvanut BKT:n kasvaessa. BKT kasvoi Suomessa energian loppukäytön kasvua nopeammin 1990-luvun alun ja vuoden 2006 välisenä aikana. Ko. aikajänteellä BKT:n keskimääräinen vuosittainen kasvu oli noin 4%. Vuoden 2008 jälkeisen matalan kasvun aikana energian loppukulutus ja BKT ovat noudattaneet samaa trendiä.

Suomen energian loppukäyttö oli noin 309 TWh vuonna 2017. Teollisuuden osuus energian loppukäytöstä oli 46%, rakennusten lämmityksen osuuden ollessa 26%, liikenteen 17% ja muiden (kotitalouksien, palvelusektorin, maa- ja metsätalouden sekä rakennustoiminnan sähkö ja polttoaineet) 12%. Sähkön osuus teollisuuden energian loppukäytöstä on noin 30%.

Energian loppukäyttö ja BKT 1990-2016



Lähde: Tilastokeskus



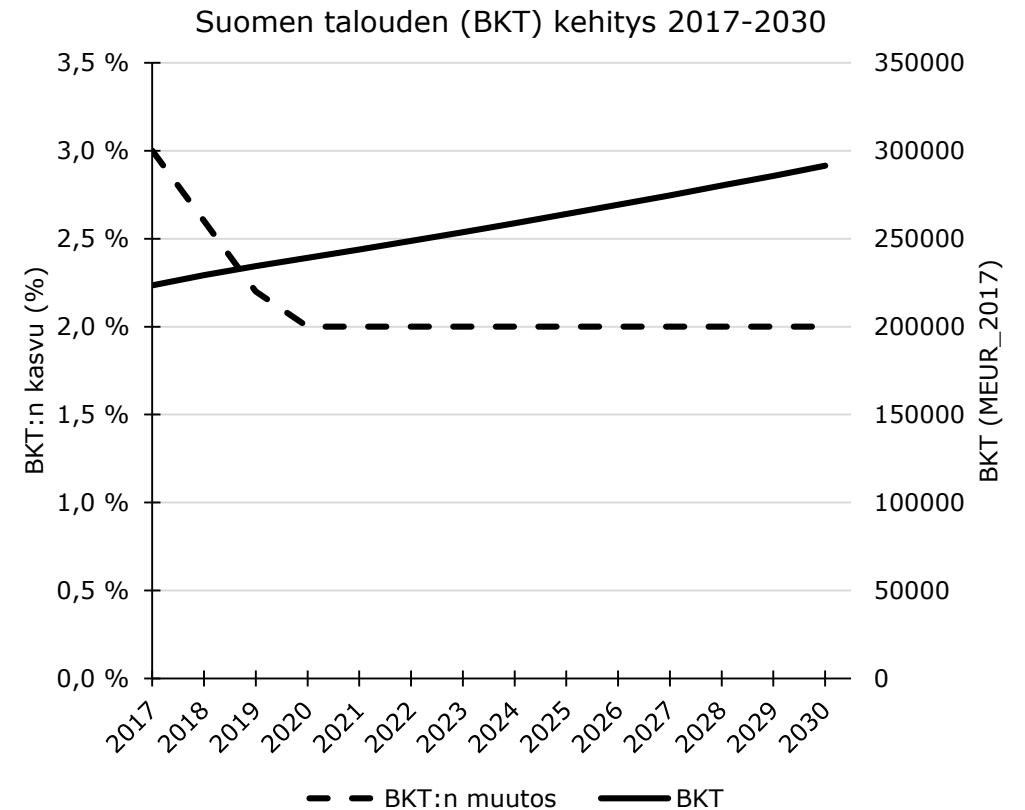
3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMÄÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

Suomen talouden kehitys

Suomen talouden kehitys on riippuvainen maailmantalouden ja euroalueen talouskehityksistä. Maailmantalouden kasvun ennakoitaan kasvavan tänä vuonna 4% tasolle ja euroalueen kasvun olevan yli 2%, mutta vaimenevan asteittain alle 2 prosenttiin (Suomen pankki, 2018).

Suomen talouden kehitystä vuoteen 2030 on arvioitu Bioenergia ry:n laatiman näkemyksen pohjalta. Bruttokansantuotteen (BKT:n) kasvun arvioidaan noudattavan Valtiovarainministeriön arviota seuraavat kaksi vuotta, minkä jälkeen BKT tasaantuu 2% vuotuisen kasvun tasolle politiikkatoimien johdosta.

Vuoden 2016 EI-strategian taustaoletuksiin verrattuna kehitys on maltillista, pois lukien vuonna 2018. EI-strategian BKT:n kasvoletuksina on käytetty 2,2% vuosina 2016-2020, 2,9% vuosina 2021-2025 ja 2,7% vuoteen 2030 saakka.



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

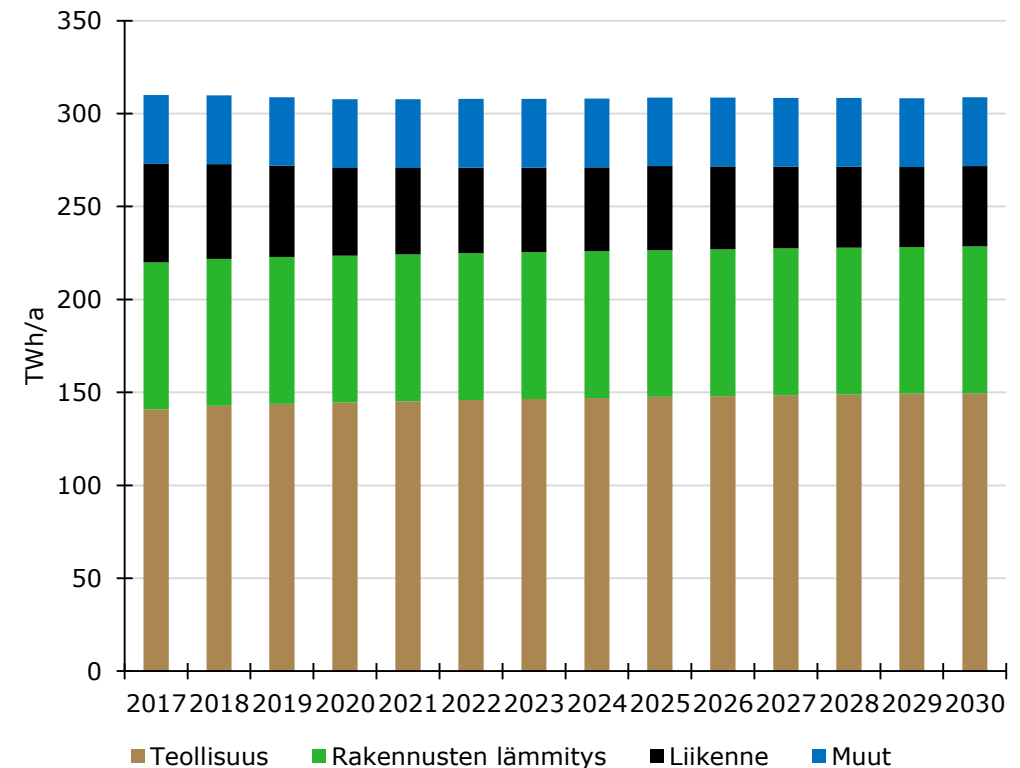
Energian loppukäytön kehitys

Energian loppukäytön arvioidaan tasoittuvan noin 310 TWh/a tasolle liikenteen energiatehokkuuden parantumisen kompensoidessa teollisuuden kasvavaa energiankäyttöä. Teollisuuden energianloppukäytön odotetaan jatkavan vuosien 2000-2017 historiallista energiaindeksin lineaarista kehitystä. Teollisuuden energian loppukäytön odotetaan siten tehostuvan noin 20% vuoteen 2030 mennessä. Näin ollen, energiaindeksin laskusta huolimatta, teollisuuden energian loppukäyttö kasvaa yhteensä noin 6% vuoteen 2030 mennessä BKT:n kasvun seurauksena.

Asuin-, palvelu- ja liikerakennukset kattavat yli 80% rakennusten lämmitystarpeesta. Rakennusten energiatehokkuuden oletetaan paranevan 25% vuoteen 2030 mennessä, jonka johdosta ko. rakennuskannan energiankäytön oletetaan pysyvän samalla tasolla rakennuskannan tilavuuden kasvusta huolimatta. (Syke, 2016) Teollisuus- ja maatalousrakennusten lämmitysenergian tarpeen oletetaan pysyvän nykyisellä tasolla. Kaukolämmön kulutuksen oletetaan pysyvän nykyisellä tasolla, noin 38 TWh/a.

Muun energiankäytön, joihin kuuluu mm. kotitalouksien, palvelusektorin, maa- ja metsätalouden sekä rakennustoiminnan sähkö ja polttoaineet, oletetaan pysyvän nykyisellä tasolla taloudellisen toimeliaisuuden kasvun ja energiatehokkuuden parantumisen seurauksena. Liikenteen energian loppukäytön oletetaan tehostuvan noin 20% vuoteen 2030 mennessä. Liikenteen energiankulutuksen kehitys on kuvattu seuraavalla sivulla.

Energian loppukäyttö 2017-2030



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

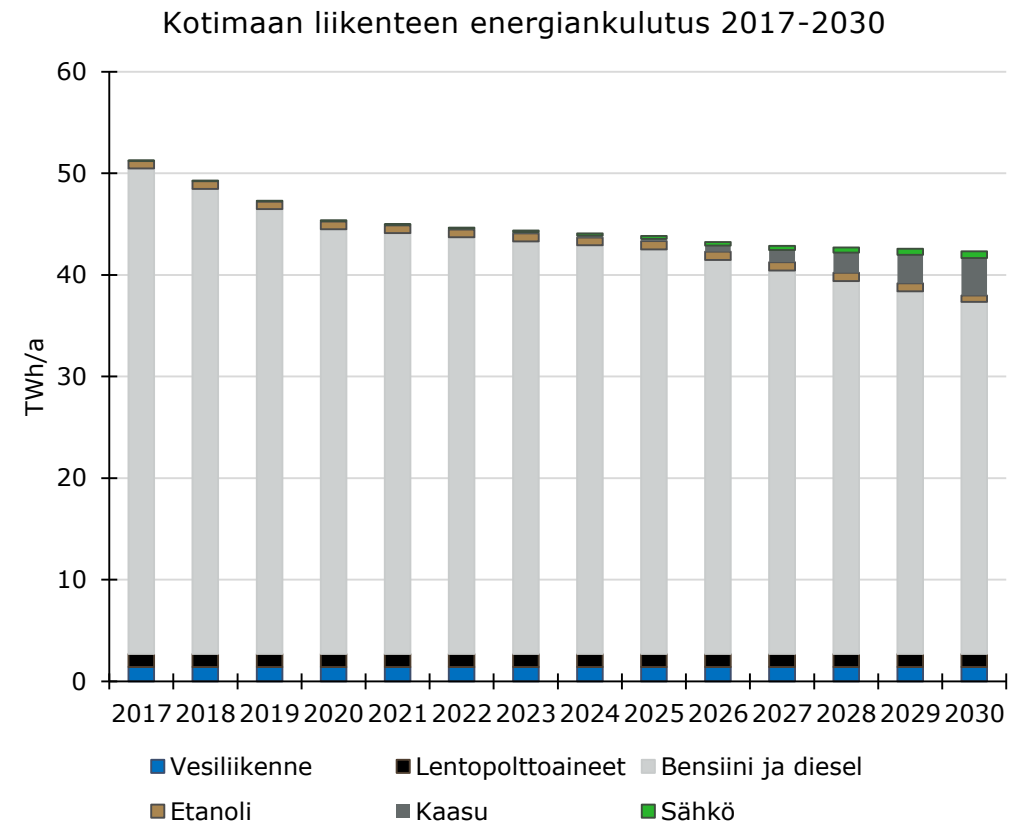
Liikenteen energiankulutus

Tieliikenteen nestemäiset polttoaineet, bensiini ja diesel, kattavat yli 90% kotimaan liikenteen energiankulutuksesta lopun koostuessa pääasiassa lentopetrolista ja vesiliikenteen polttoaineista; kevyestä ja raskaasta polttoöljystä. Liikenteen polttoaineiden käytön (bensiini ja diesel) oletetaan kehittyvän muutoin vuoden 2016 EI-strategian perusskenaarion mukaisesti, mutta joiden käyttöä tässä oletettu sähkö- ja kaasuautojen strategian perusskenaariota nopeampi yleistymisen vähentää. Henkilöautojen liikennesuorituksen odotetaan kasvavan siten 12% ja muiden tieliikenne- muotojen 6%. Ajoneuvojen energiatehokkuuden oletetaan parantuvan keskimäärin 30% vuoteen 2030 mennessä.

TEM:n perusskenaariossa sähköautoja odotetaan olevan liikenteessä 120 000 kpl ja kaasuautoja 13 000 kpl vuonna 2030. Tässä työssä sähkö- ja kaasuautojen oletetaan kuitenkin lisääntyvän Sipilän hallituksen asettamien tavoitteiden mukaisesti, eli:

- 2025: Sähköautoja 100 000, kaasuautoja 15 000
- 2030: Sähköautoja 250 000, kaasuautoja 50 000.

Yllä olevan analyysin mukainen liikenteen energiankäytön kehittyminen on esitetty kuvassa oikealla. Dieselin ja bensiinin yhteenlaskettu kulutus vähenee sen mukaisesti nykyiseltä tasolta lähes 30% ja energian kokonaiskulutus liikenteessä noin 17% vuoteen 2030 mennessä. Kotimaan lento- ja vesiliikenteen energiankulutuksen oletetaan pysyvän vakiona tarkastelujaksolla.



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

Öljynkäyttö kotimaassa

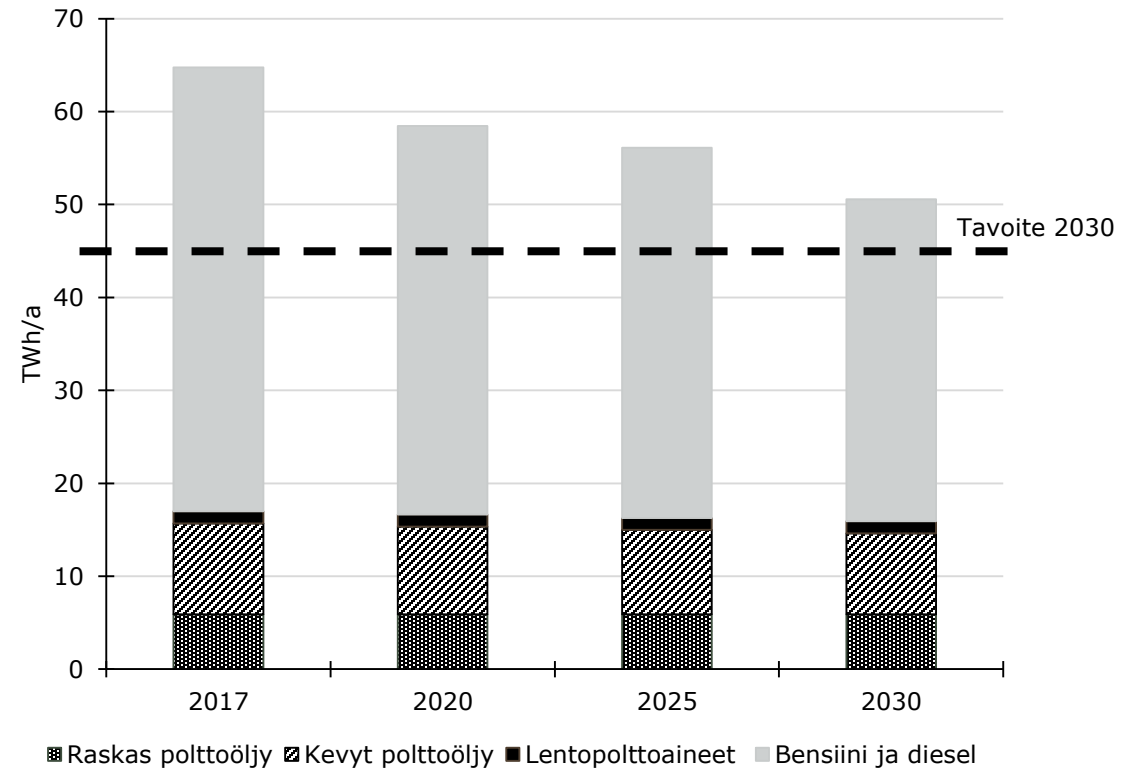
Bensiinin ja dieselin kulutukset määräytyvät pääsääntöisesti liikennesektorilla, katso edellinen sivu.

Kevyestä polttoöljystä noin kolmannes käytetään rakennusten lämmityksessä ja viidennes maa- ja metsätaloudessa. Rakennustoiminnassa ja teollisuudessa siitä käytetään yhteensä noin kolmannes. Kevyen polttoöljyn käytön lämmityssektorilla odotetaan vähenevän lämmitystapamuutosten johdosta. Rakennustoiminnan ja teollisuuden öljynkulutuksen oletetaan noudattavan BKT:n kasvua lopun kulutuksen pysyessä ennallaan. Kevyen polttoöljyn kulutuksen ennakoitaan siten laskevan noin 11% vuoteen 2030 mennessä. Muiden öljyjakeiden käytön oletetaan pysyvän ennallaan.

Sipilän hallitustavoitteen, tuontiöljyn puolittaminen kotimaan tarpeisiin, mukaisesti tuontiöljyn kotimaan käytöllä tarkoitetaan Suomessa kulutukseen luovutetun fossiilisen moottoribensiinin, dieselin, lentobensiinin, kerosiinin sekä kevyen ja raskaan polttoöljyn kokonaisenergiamäärää. Vertailuvuotena käytetään vuotta 2005, jolloin ko. öljytuotteiden kulutus oli n. 90 TWh. Siten ko. öljytuotteiden kulutuksen tulee olla enintään 45 TWh vuonna 2030.

Öljynkäytön Suomessa arvioidaan laskevan edellä esitetyn perusteella noin 53 TWh tasolle vuoteen 2030 mennessä. Liikenteen 30% bio-osuus huomioiden Sipilän hallituksen tuontiöljyn puolittamistavoite saavutetaan vuonna 2030.

Öljyn käyttö kotimaassa 2017-2030



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

EU-tavoitteet

EU:n energia- ja ilmastotavoitteet on esitetty oikealla olevassa taulukossa. Ei-päästökaupparektori, eli nk. taakanjakosektori, käsittää asumisen, liikenteen, maatalouden ja jätehuollon. Uusiutuvan energian osuuden ja energiatehokkuuden osalta on esitetty trilogi-neuvotteluissa päätetyt, vielä epäviralliset, tavoiteluvut.

EU:n maankäyttöä koskevasta ns. LULUCF -asetuksesta sovittiin joulukuussa 2017, ja jäsenmaat ja parlamentti vahvistivat sen vuoden 2018 alussa. LULUCF-asetuksessa sovitaan, miten hiilinielut sekä metsien ja maankäytöstä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt otetaan huomioon EU:n ilmastotavoitteissa vuoteen 2030 saakka.

EU-tavoitteet	2020	2030	Huomioita
Kasvihuonekaasupäästöjen vähennys	-20% vuoden 1990 tasosta	-40% vuoden 1990 tasosta Päästökaupparektori -43% vuoden 2005 tasosta Ei PK-sektori -30% vuoden 2005 tasosta, Suomen osuus -39%	Päästökaupparektoriin tavoitteet EU:n yhteiset, ei PK-sektorin tavoitteet maakohtaiset
Uusiutuvan energian osuus	20% energian loppukulutuksesta (sisältää liikenteen 10% uusiutuvien veloitteen), Suomen osuus 38%	32% energian loppukulutuksesta	Sitova
Energiatehokkuuden parantaminen	20% Suomi asetti itselleen tavoitteen 310 TWh energian loppukäytöksi	32,5% (EU:n yhteinen) Vuosittain -0,8% 2021-2030 maittain	Ohjeellinen Verrattuna vuonna 2007 arvioituun kehityspolkuun, vuosittain tavoite velvoittava
Maankäyttö-, maankäytön muutos- ja metsätaloussektori (LULUCF)	Sektorin laskennalliset kokonaispäästöt eivät saa ylittää laskennallisia nieluja vertailukautena 2021-2025	Sektorin laskennalliset kokonaispäästöt eivät saa ylittää laskennallisia nieluja vertailukautena 2026-2030	Vertailutaso 2000-2009 (jäsenmaat). Asetettujen tasojen arviointi vuonna 2019. Suomen jousto 10 Mt CO ₂



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

Kansalliset tavoitteet

Kansalliset energiatavoitteet ja linjaukset ovat kuvattuna taulukossa oikealla. Uusiutuvan energian osuuden nostaminen 50% tasolle ja energiaomavaraisuuden nostaminen yli 55% tasolle lasketaan energian loppukulutuksesta. Kivihiilen käyttökiellon energiantuotantoa koskien oletetaan astuvan voimaan vuodesta 2029.

Sipilän hallituksella on tavoitteena nostaa liikenteen uusiutuvien polttoaineiden osuus vuoteen 2030 mennessä 30 prosenttiin (fyysinen osuus). Vuonna 2020 tavoite on 20% sisältäen ns. kaksoislaskettavan osuuden. Fyysisenä osuutena se vastaa 13,5%.

Sipilän hallituksen tuontiöljyn puolittamisen tavoite koskee bensiinin, dieselin, polttoöljyn sekä lentobensiinin ja kerosiinin kotimaisen energiakäytön puolittamista verrattuna vuoden 2005 kokonaisenergiamäärään. Vuonna 2005 näiden öljytuotteiden käyttö oli noin 90 TWh. Hallitus on asettanut tavoitteeksi myös bionesteiden 10 %:n sekoitusvelvoitteen työkoneissa ja lämmityksessä käytettävään kevyeen polttoöljyyn.

Kansalliset energiatavoitteet ja linjaukset	2020	2030	Huomioita
Uusiutuvan energian osuus	Yli 50% loppukulutuksesta 2020-luvun aikana		
Energiaomavaraisuus	Yli 55% energian loppukulutuksesta 2020-luvun aikana		Sisältää turpeen
Kivihiilen käytön kieltäminen	Kivihiilen käyttökielto energiantuotantoon 2029 mennessä		Ennenaikaista luopumista tuetaan, ei vielä voimassa
Puolitetaan tuontiöljyn käyttö kotimaan tarpeisiin	2020-luvun aikana		Bensiinin, dieselin, polttoöljyn sekä lentobensiinin ja kerosiinin kotimaisen energiakäyttö, verrattuna vuoteen 2005
Liikenteen päästövähenys		-50%	Vuoteen 2005 verrattuna
Liikenteen uusiutuvien osuus	20% (13,5%)	30%	Kulutukseen toimitettujen moottoribensiinin, dieselöljyn ja biopolttoaineiden energiasisällöstä
KPO	10% bionesteen sekoitusvelvoite		Lämmitys ja työkoneet



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

Muut tuotantomuodot

Ydinvoiman arvioidaan kasvavan siten, että Olkiluodon 3 reaktori (1600 MWe) aloittaa kaupallisen toiminnan 06/2019 ja Hanhikivi 1(1200 MWe) vuoden 2026 alusta. OL1 ja OL2 saivat käyttöluvan jatkoon 2038 saakka (TVO, 2018), LO1 arvioidaan poistuvan käytöstä 2027 lopussa ja LO2 jatkavan vuoden 2030 loppuun.

Vesivoiman vuosituotanto on arvioitu normaalin vesivuoden mukaisesti. Vesivoiman tuotantokapasiteetti ei kasva nykyisestä merkittävässä määrin.

Tuulivoiman asennetun kapasiteetin arvioidaan kasvavan konsultin näkemyksen mukaisesti 5500 MWe tasolle ja asennettujen voimaloiden keskimääräisen huipunkäyttöajan nousevan 3200 h/a tasolle vuoteen 2030 mennessä. Arvio on laadittu projekteittain arvioimalla niiden toteutumistodennäköisyyksiä ja kustannuskehityksen vaikutuksia suunnitteilla oleviin hankkeisiin.

Aurinkovoimakapasiteetin arvioidaan kasvavan konsultin näkemyksen mukaisesti tasolle 3000 MWp vuoteen 2030 mennessä huipunkäyttöajan ollessa noin 900 h/a. Kapasiteetti koostuu pääosin kattoasenteisista järjestelmistä ja muutamista megawatti-kokoluokan maa-asenteisista järjestelmistä.

Lämpöpumppujen, sekä kohdekohtaisten maa- ja ilmalämpöpumppujen että kaukolämmön tuotantoon käytettyjen, lämmöntuotannon arvioidaan kasvavan 18 TWh/a tasolle vuoteen 2030 mennessä. Kaukolämmitykseen liitettyjen lämpöpumppujen potentiaaliksi arvioidaan yhteensä 4 TWh/a (Valor, 2016). Kohdekohtaisen maalämmön määrän arvio perustuu VNK:n taustaselvitykseen (Pöyry, 2016) ja konsultin arvioon ilmalämpöpumppujen määrän kasvusta (3 TWh) vuoteen 2030. Lämpöpumpuilla tuotettu lämpömäärä siten lähes kolminkertaistuu nykyiseltä n. 7 TWh/a tasolta vuoteen 2030 mennessä.

Vuotuinen energiantuotanto tuotantomuodoittain (TWh/a)	2020	2030
Sähkö		
Ydinvoima	34,2	39,2
Vesivoima	13,3	13,3
Tuulivoima	7,3	17,6
Aurinkovoima	0,3	2,7
Lämpö		
Lämpöpumput ja hukkalämmöt	11	18

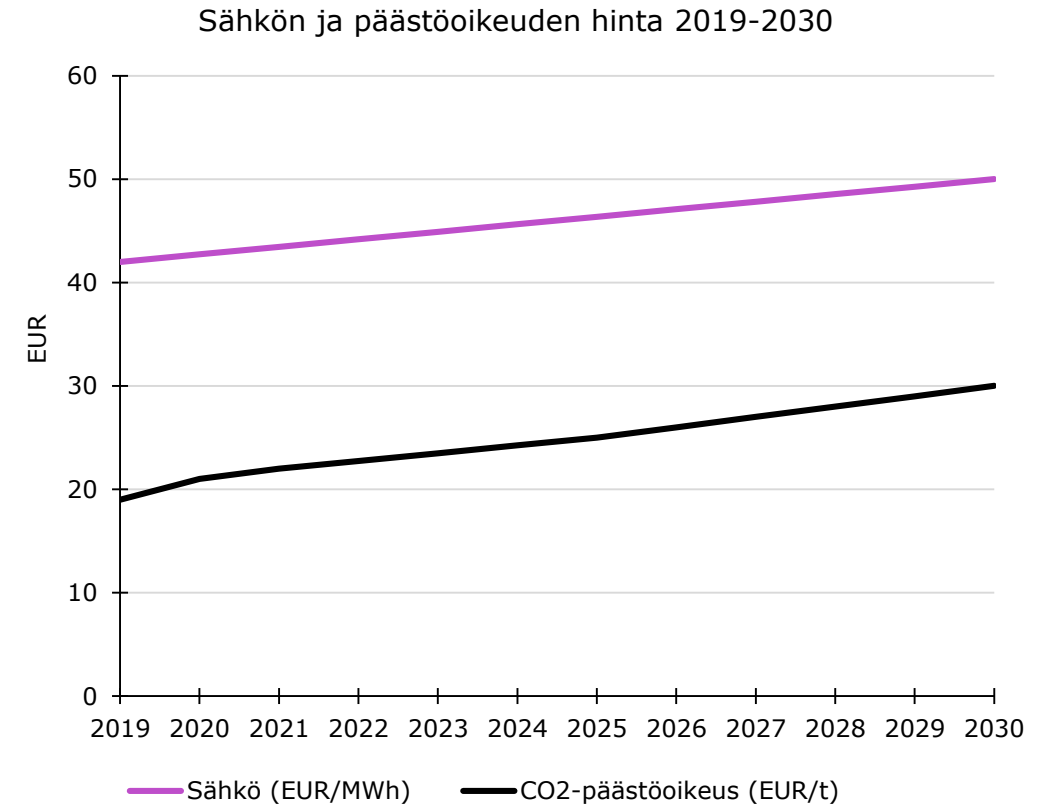


3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

Sähkön ja päästöoikeuden hintakehitys

Päästöoikeuden hinta on noussut nopeasti viime kuukausien aikana ollen loppukesästä 2018 20 EUR/tn tasolla. Pitkän aikavälin arvio perustuu markkina-analyttikkojen viimeaikaisiin arvioihin päästöoikeuksien hintatason kehityksestä ja tässä esitetty hintakehitys on muodostettu useamman analyysin yhteenvetona (Carbon Pulse). Päästöoikeuden hinta kohoaa tämän hetkisten näkemysten perusteella lähes lineaarisesti vuoden 2020 tasolta 21 EUR/tn vuoden 2030 tasolle 30 eur/tn.

Päästöoikeuksien hinnan nousu nostanee myös sähkön keskihintaa. Lisäksi pohjoismaisten sähköyhteyksien lisääntymisen Keski-Eurooppaan ja Britanniaan oletetaan nostavan sähkön hintaa Pohjoismaissa seuraavalla vuosikymmenellä. Hintoletuksessa on hyödynnetty aiemmin julkaistuja markkina-arvioita sekä ÅF:n aiemmissa töissä tehtyjä arvioita. Tähän työhön ei ole sisällynyt ÅF:n Ordena-sähkömarkkinamallinnusta.



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

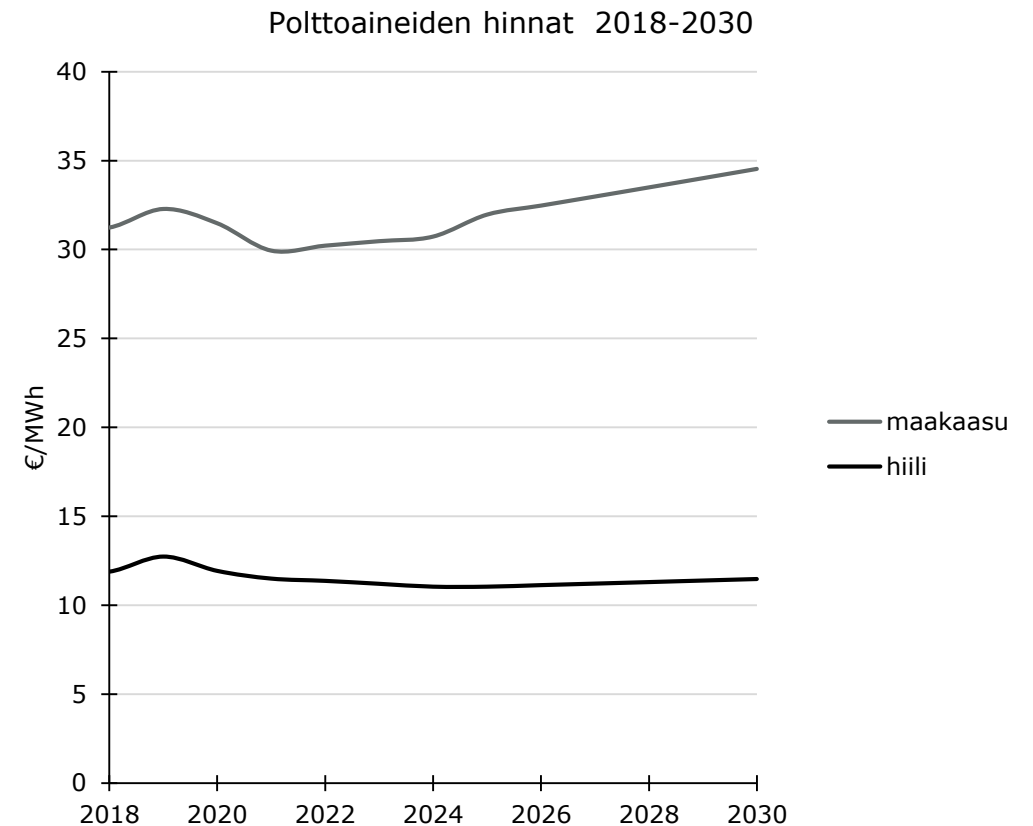
Polttoaineiden hinnat

Kivihiilen hinta määräytyy globaalisti kysynnän ja tarjonnan mukaan maailman talouden kehityksen vaikuttaessa kysyntään. Tässä työssä käytetty arvio hinnan kehityksestä perustuu tämän hetkisiin futuurihintoihin laskentajakson ensimmäisille vuosille sekä IEA:n WEO 2017 New Policies -mukaisen skenaarion hintakehitykseen, joka huomioi päätettyjen ilmastopolitiikkatoimien vaikutuksen kivihiilen hintaan.

Baltic Connector tulee lisäämään Suomen maakaasun siirtokapasiteettia noin 30% vuodesta 2020 lähtien ja samaan aikaan vahvistetaan pohjois-eteläsuuntaisia Viro-Latvia ja Liettua-Puola siirtoyhteyksiä. Maakaasun hintaan vaikuttaakin Baltic Connectorin mahdollistama lisääntyvä kilpailu Suomen maakaasumarkkinoilla. Maakaasun hinnan Suomessa oletetaan lähentyvän Baltian ja Keski-Euroopan hintatasoa Baltic Connectorin valmistuttua.

Yllä olevan perusteella kivihiilen verottoman hinnan arvioidaan hieman laskevan nykyiseltä tasolta ja maakaasun verottoman hinnan palautuvan nykyiselle tasolle parin seuraavan vuoden nousun jälkeen jonka jälkeen jälleen lähtevän nousuun.

Turpeen verottomaksi hinnaksi tässä työssä oletetaan 13,5 EUR/MWh. Metsähakkeen hintakehitystä on käsitelty osiossa Kotimaisten polttoaineiden käyttöarviot.



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

Polttoaineiden verotasot

Lämmityspolttoaineiden verotuksesta säädetään Suomessa nestemäisten polttoaineiden verotuksesta annetussa laissa (1472/1994) ja sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta annetussa laissa (1260/1996).

Hallitus antoi syyskuussa 2018 esityksen lämmityspolttoaineiden verotusta koskevien lakien muutoksesta. Ehdotetut lakimuutokset ovat tarkoitetut tulemaan voimaan 1 päivänä tammikuuta 2019. Ehdotetut uudet verotasot on esitetty taulukossa oikealla. Hiilidioksidiveron laskentaperustetta ehdotetaan täsmennettävän ottamaan huomioon polttoaineen hiilidioksidipäästöissä koko tuotantoketjun elinkaaripäästöt. Polttoaineen polton päästöihin ehdotetaan siten lisättävän niiden tuotantoketjun alkupäässä syntyvä keskimääräinen hiilidioksidiekvivalenttipäästö. Samalla veron laskentaperusteena olevaa hiilidioksiditonin arvoa ehdotetaan alennettavan.

Lämmitys- ja työkonepolttoaineiden veroja ehdotetaan korotettavan hiilidioksidiveroa painottaen. Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon verotusta ehdotetaan muutettavan siten, että hiilidioksidiveron puolituksesta luovuttaisiin, mutta se korvattaisiin alentamalla yhdistetyssä tuotannossa käytettyjen polttoaineiden energiasisältöveroä.

Tässä työssä on käytetty lakiehdotuksien mukaisia verotasoja.

	Energiasisältövero, CO ₂ -vero ja huoltovarmuusmaksu 2018		Energiasisältövero, CO ₂ -vero ja huoltovarmuusmaksu 2019		Huomioita
	CHP-tuotanto	Erillinen lämmön tuotanto	CHP-tuotanto	Erillinen lämmön tuotanto	
Kivihiili (EUR/MWh)	18,7	29,5	21,5	29,2	CHP-tuotannossa 0,9*lämpömäärä säilyy
Maakaasu (EUR/MWh)	13,7	19,9	13,0	20,7	CHP-tuotannossa 0,9*lämpömäärä säilyy
Turve (EUR/MWh)	1,9		3,0		CHP-tuotannossa 0,9*lämpömäärä säilyy



3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

Valtakunnallinen hakkuukertymä ja sivutuotteet

Puupolttoaineiden tarjonta kasvaa teollisuuden sivutuotteiden saatavuuden kasvaessa. Luke arvioi tuoreimmassa suhdannekatsauksessaan kotimaisen ainespuun hakkuukertymän kasvavan tasolle 64 Mm³ tänä vuonna Äänekosken tehtaan saavuttaessa täyden kapasiteettinsa. Ainespuun vuotuisen hakkuukertymän oletetaan tässä työssä kasvavan edelleen 68 Mm³/a tasolle vuoteen 2023 mennessä. Kotimaisiin ainespuun hakkuumääriin vaikuttavat erityisesti saha- ja selluteollisuuden tehtaiden tuotantomäärät, mahdolliset investoinnit uuteen tuotantokapasiteettiin (esimerkiksi Kuopio 4-6 Mm³/a, Kemijärvi 3 Mm³/a ja Kemin laajennusinvestointi +3 Mm³/a) ja ulkomailta tuotavan ainespuun määrä.

Suomen puuston vuosittainen kasvu on noin 110 Mm³. Viime vuonna kotimaisen runkopuun hakkuukertymä oli 72,4 Mm³, josta ainespuun (eli kuitu- ja tukkipuu) osuus oli 63 Mm³ ja energiapuun (eli pientalojen polttopuu ja lämpö- ja voimalaitoksien runkopuu) osuus 9,2 Mm³ (18,4 TWh). Suomen puuston kokonaispoistuma oli 87 Mm³. Kansallisen metsästrategian (2015) tavoitetaso vuodelle 2025 runkopuun hakkuukertymäksi on 80 Mm³/a sekä oksien, juurakoiden ja kantojen osalta 8 Mm³/a.

Kokonaispoistuma käsittää runkopuu hakkuiden lisäksi hakkuutähteestä metsään jääneen runkopuun sekä luontaisesti kuolleen runkopuun, joiden yhteenlaskettu määrä oli vuonna 2017 noin 15 Mm³ (30 TWh). Näistä hakkuutähteitä käytettiin energiantuotantoon vuonna 2017 4,6 TWh (2,3 Mm³). (Luke, 2018)

		Arvioitu määrä vuodessa		
	2017 (käyttö)	2020	2023	2030
Kotimaisen ainespuun hakkuukertymä (Mm³/a)	63,2	64	68	68
Metsäteollisuuden sivutuotteet energiakäyttöön (Mm³/a)	11,7	11,8	12,8	12,8
Metsäteollisuuden sivutuotteet energiakäyttöön (TWh/a)	23,4	23,6	25,6	25,6



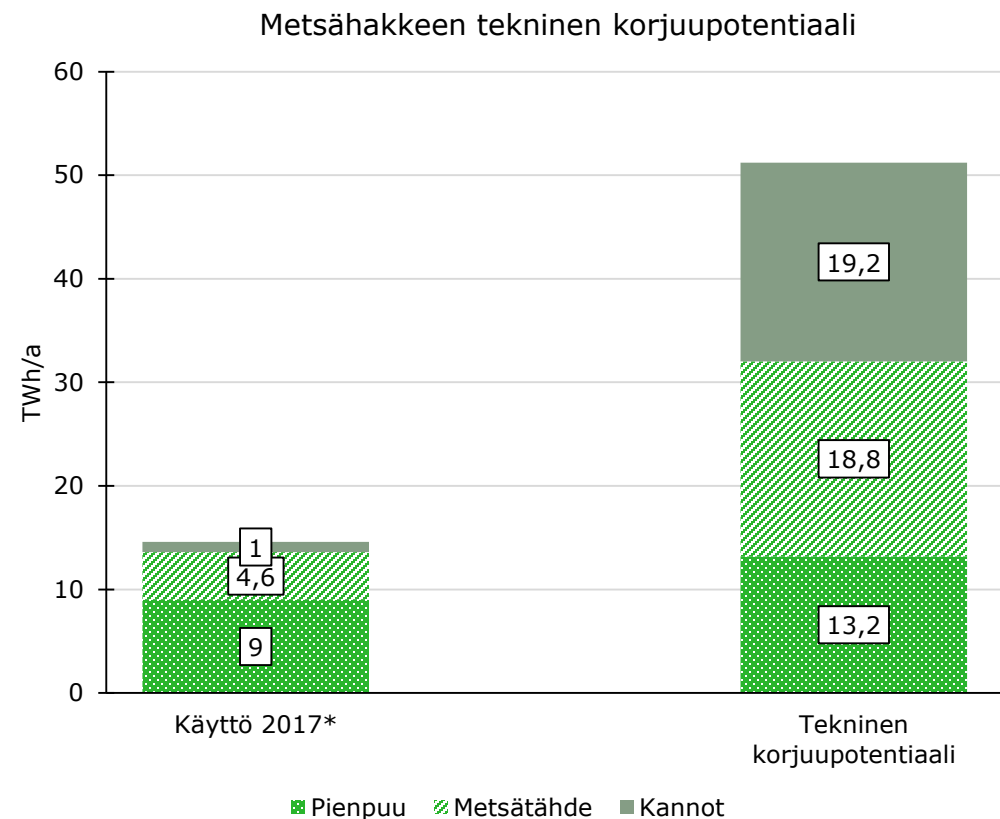
3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN NÄKYMIÄ JA KÄYTTÖARVIOIDEN TAUSTAOLETUKSET

Metsähakkeen tekninen korjuupotentiaali

Metsätähteen ja kantojen tekninen korjuupotentiaali kasvaa tukki- ja kuitupuun hakkuiden lisääntyessä. Pienpuuhakkeen potentiaaliin vaikuttaa erityisesti suoritettavien harvennushakkuiden määrä.

Polttoaineiden käyttöarvioiden taustaoletuksena ainespuun hakkuukertymä kasvaa tasolle 68 Mm³/a metsäteollisuuden tuotannon kasvaessa samassa suhteessa. Puupolttoaineiden tarjonta kasvaa teollisuuden sivutuotteiden saatavuuden kasvaessa.

Metsähakkeen valtakunnallisen teknisen korjuupotentiaalin arvioidaan kasvavan tasolle 51 TWh/a. Pienpuun teknisen korjuupotentiaalin oletetaan olevan Luken uusimman suurimman kestävän arvion 6,6 Mm³ (13,2 TWh) tasolla (Anttila et al., 2018). Pienpuun rajaaminen alle 10,5 cm kokoluokkaan rinnan korkeudelta mitattuna, vähentäisi pienpuun valtakunnallisen teknisen potentiaalin tasolle 3,8 Mm³ (7,6 TWh), joka on alle nykyisen käytön. Luken arvion mukaan teollisen runkopuun valtakunnallisen hakkuukertymän ollessa suurimmalla kestävällä tasolla, eli 78 Mm³/a, metsätähteen tekninen korjuupotentiaali on 10,8 Mm³ (21,6 TWh) ja kantojen 11 Mm³ (22 TWh). Siten runkopuun hakkuukertymän kasvaessa tässä työssä oletetun mukaisesti 68 Mm³/a tasolle, voidaan metsätähteen korjuupotentiaaliksi arvioida 18,8 TWh/a ja kantojen 19,2 TWh/a.



* Pienpuu sisältää runkopuuhakkeen vuonna 2017



4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

Biopolttonesteet

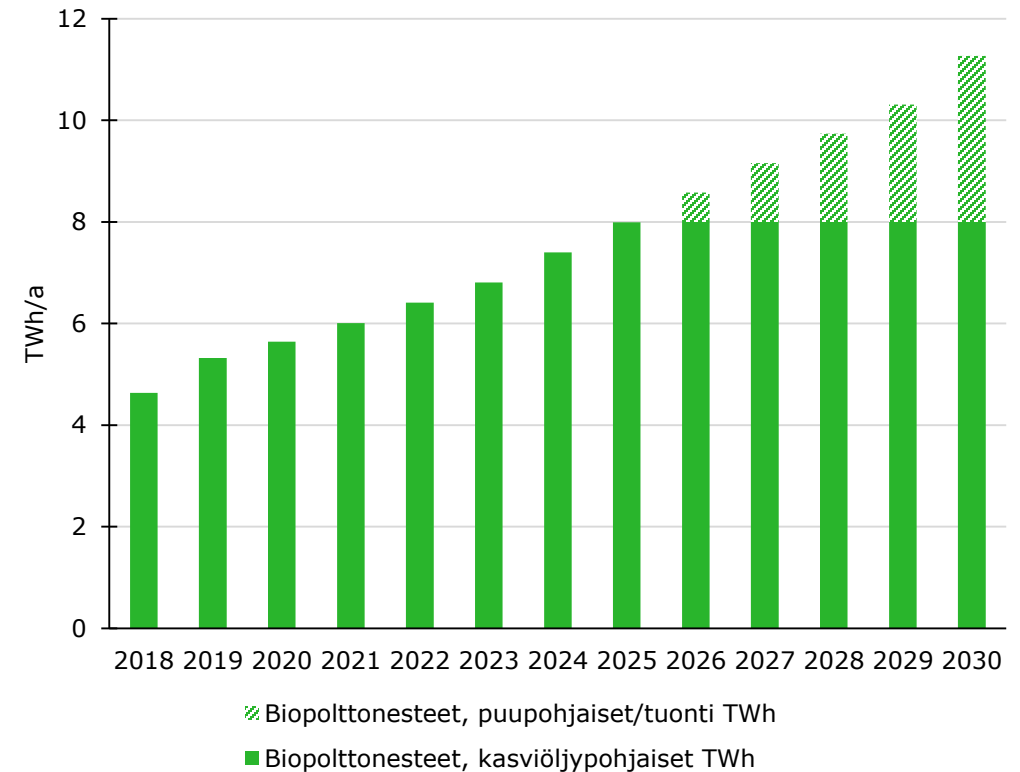
Biopolttonesteiden tarve muodostuu liikenteen bio-osuudesta (10,5 TWh vuonna 2030) ja kevyen polttoöljyn bio-osuudesta (0,9 TWh vuonna 2030). Osuuksien oletetaan nousevan lineaarisesti vuodesta 2020 vuoden 2030 tavoitteisiin, jotka ovat 30% ja 10%.

Kasviöljypohjaisia (esim. palmuöljy, mäntyöljy ja käytetyt paistorasvat) oletetaan olevan saatavilla 8 TWh/a edestä (TEM, 2016) ja näitä arvioidaan käytettävän biopolttonesteiden tuotannossa ennen kiinteitä raaka-aineita. Kiinteitä puupohjaisia raaka-aineita käyttävien biojalostamoiden on tyypillisesti suunniteltu käyttävän metsähaketta sekä metsäteollisuuden sivutuotteita. Kaasutukseen perustuvat teknologiat voivat hyödyntää myös kuorta. Teknologiat ovat vielä kehitysasteella eikä ole varmuudella tiedossa mihin teknologioihin tulevat investoinnit tulevat perustumaan. Tyypillinen konversio on 60% raaka-aineesta biopolttonesteeksi.

Tyypillisen konversion perusteella arvoituna puupohjaisia kiinteitä raaka-aineita tarvitaan biopolttonesteiden tuotantoon hieman alle 6 TWh/a edestä vuonna 2030.

Liikenteen energiankäytön tehostumisen, sähkö- ja kaasuautojen yleistymisen ja 30% biopolttoaineiden jakeluvaihteen vuoksi, fossiilisen tuontiöljyn puolittamistavoite vuoteen 2030 mennessä saavutetaan ilman muita kuin tässä työssä arvioituja toimenpiteitä (katso kalvo 14).

Biopolttonesteet 2018-2030



4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

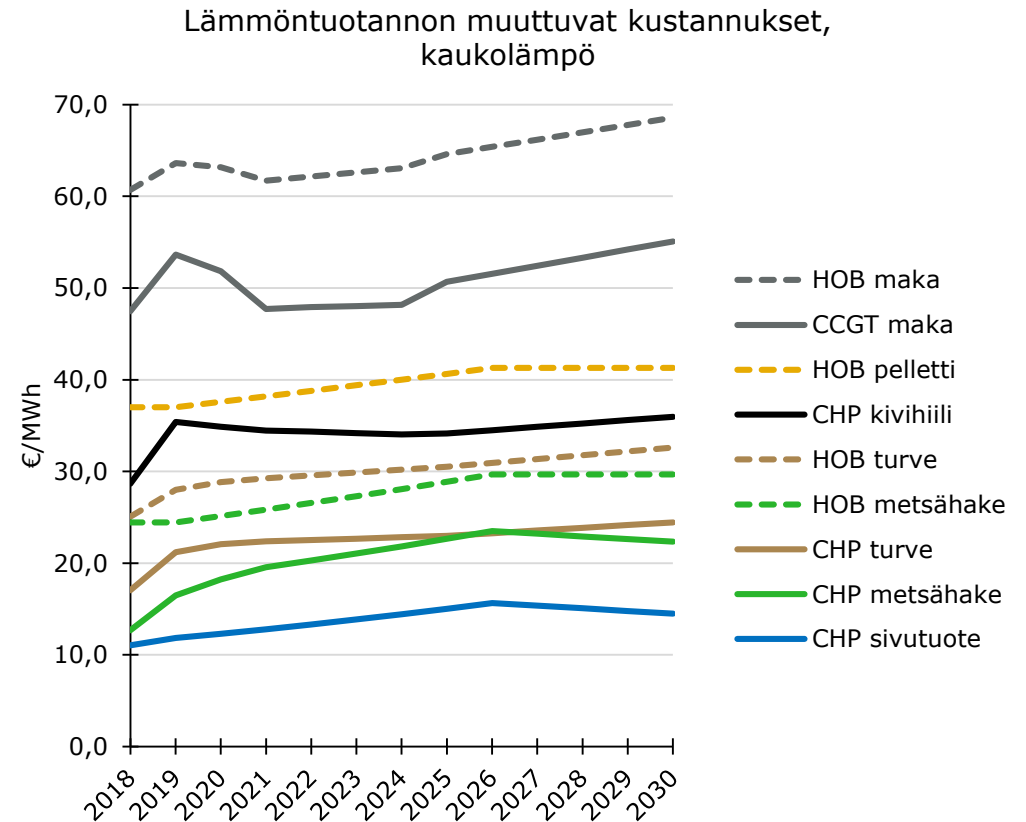
Lämmöntuotannon muuttuvat kustannukset kaukolämmön tuotannossa

Lämmön muuttuvat tuotantokustannukset kuvaavat eri laitostyyppien ja polttoaineiden keskinäistä kilpailukykyä. Muuttuvilta kustannuksiltaan edullisin tuotantomuoto on ajojärjestyksessä ensimmäisenä. Muuttuvat kustannukset on laskettu huomioimalla laitosten polttoaine-, päästöoikeus-, polttoainevero- ja muuttuvat käyttö- ja kunnossapitokustannukset. Sähkön myynnistä saatavat tulot on vähennetty muuttuvista tuotantokustannuksista.

Turpeella tuotetun lämmön kustannus nousee noin 3 EUR/MWh vuodesta 2018 vuoteen 2019. Kiristynyt lämmöntuotannon polttoaineiden verotus nostaa myös kivihiilen käytön kustannuksia ja turve onkin edelleen ajojärjestyksessä metsähakkeen ja fossiilisten polttoaineiden välissä.

Metsähakkeen käyttöä oletetaan tuettavan sähköntuotannossa nykyjärjestelmän mukaisesti 12 vuoden määräajan loppuun ja hakkeen sähköntuotantotuen suuruus perustuu nykyiseen tukikaavaan, joka riippuu päästöoikeuden hinnasta. Päästöoikeuden hinnan nousun myötä sähköntuotantotukea ei maksettaisi enää vuoden 2021 jälkeen. Päästöoikeuden hinnan edelleen noustessa metsähakkeesta (ja sivutuotteista) maksukyky kasvaa turpeen lämmöntuotantokustannusten nousun myötä turvetta vaihtoehtoisesti polttavissa laitoksissa. Kuvassa oikealla on havainnollistettu miten metsähakkeen kasvava hinta (25 EUR/MWh vuonna 2026) vaikuttaa sillä tuotetun lämmön hintaan.

Kaukolämmön CHP-tuotanto kotimaisilla polttoaineilla on edullisinta. Lämmön erillistuotanto kotimaisilla polttoaineilla (pl. pelletti) on kivihiilen CHP-tuotantoa edullisempaa. Maakaasu on kallein lämmöntuotannon polttoaine.



CHP = yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto
HOB = lämmön erillistuotanto

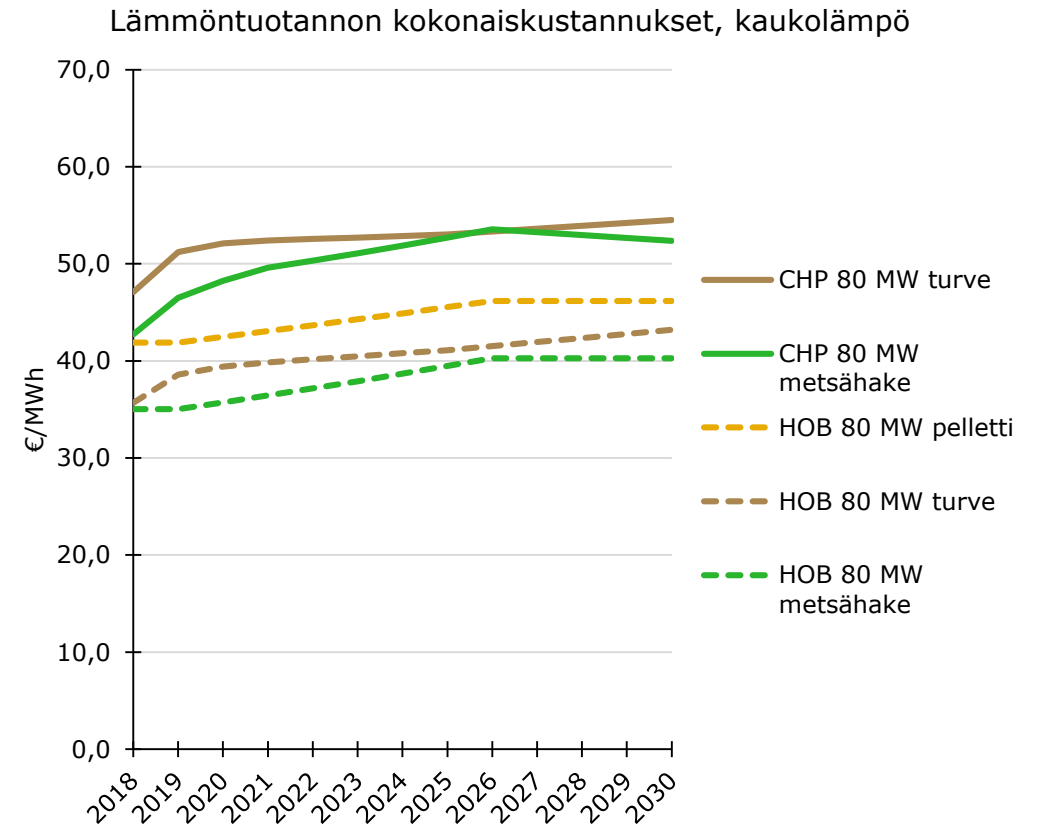


4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

Kaukolämmöntuotannon kokonaiskustannukset

Lämmöntuotannon kokonaiskustannukset kuvaavat uusien investointien tuotantokustannuksia ja siten uusien investointien kannattavuusjärjestystä. Voima- ja lämmityslaitoksen koko vaikuttaa merkittävästi lämmöntuotannon kokonaiskustannuksiin suuren kokoluokan ominaisinvestointikustannusten ollessa pienen kokoluokan vastaavia alhaisemmat. Oikealla olevassa kuvassa on esitetty laskelma 80 MW lämpötehoisille laitosvaihtoehdoille. Toisaalta laitoksen kokoluokan kasvu voi nostaa kotimaisten polttoaineiden hankintakustannuksia jos hankintasäde kasvaa merkittävästi.

Uusista investoinneista lämpökattilavaihtoehdot ovat kokonaiskustannuksiltaan edullisempia kuin CHP-vaihtoehdot. Laskelmassa on huomioitu metsähakkeen kasvavan käytön aiheuttama hinnan nousu sen hintaan. Hakkeen hinta nousee laskelmassa 25 EUR/MWh tasolle ja vakiintuu siihen.



Laskentakorko 5%, investoinnin pitoaika 20 a, 5000 h/a.

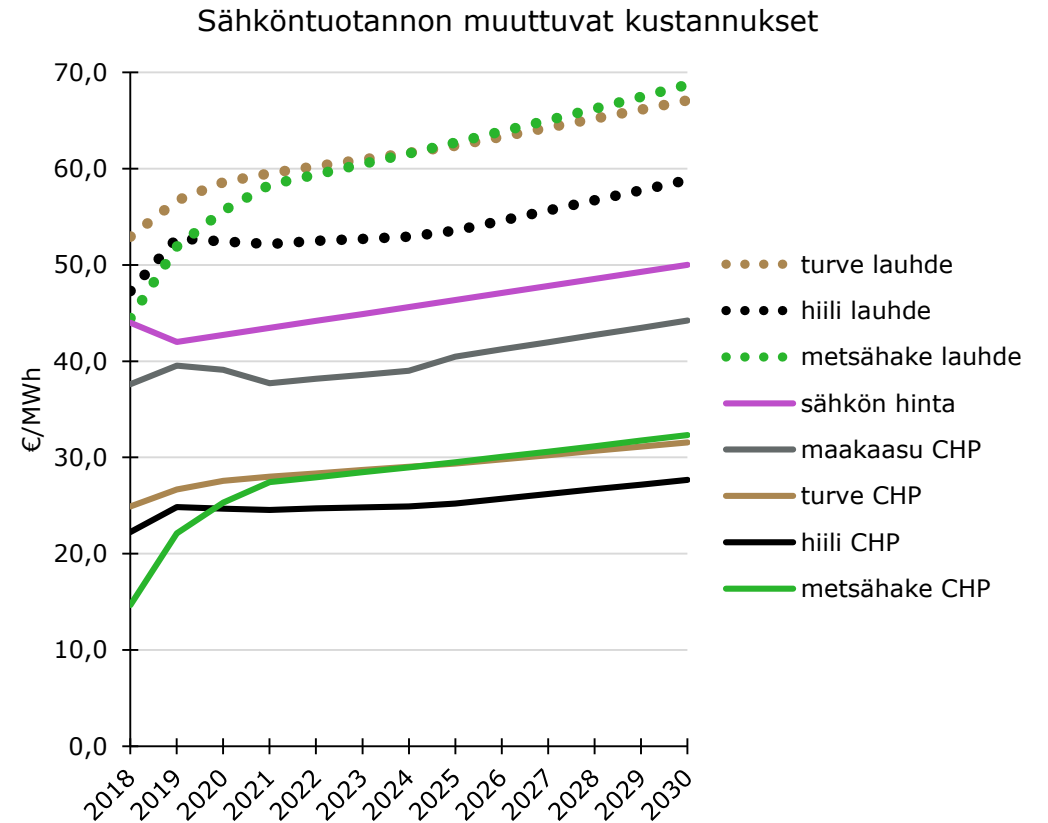


4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky sähköntuotannossa

Vastapainesähkön (CHP) tuotanto on kannattavaa olemassa olevilla laitoksilla, mutta lauhdesähkön tuotanto olemassa olevilla laitoksilla ei ole kannattavaa tämän selvityksen mukaisilla hinta oletuksilla. Puupolttoaineilla ja hiilellä tehtävä vastapainesähkö on muuttuvilta kustannuksiltaan edullisin.

Kuvassa oikealla on esitetty sähköntuotannon muuttuvat kustannukset laskettuna kunkin tuotantomuodon marginaalihyötysuhteen avulla tämän työn hinta oletuksilla.



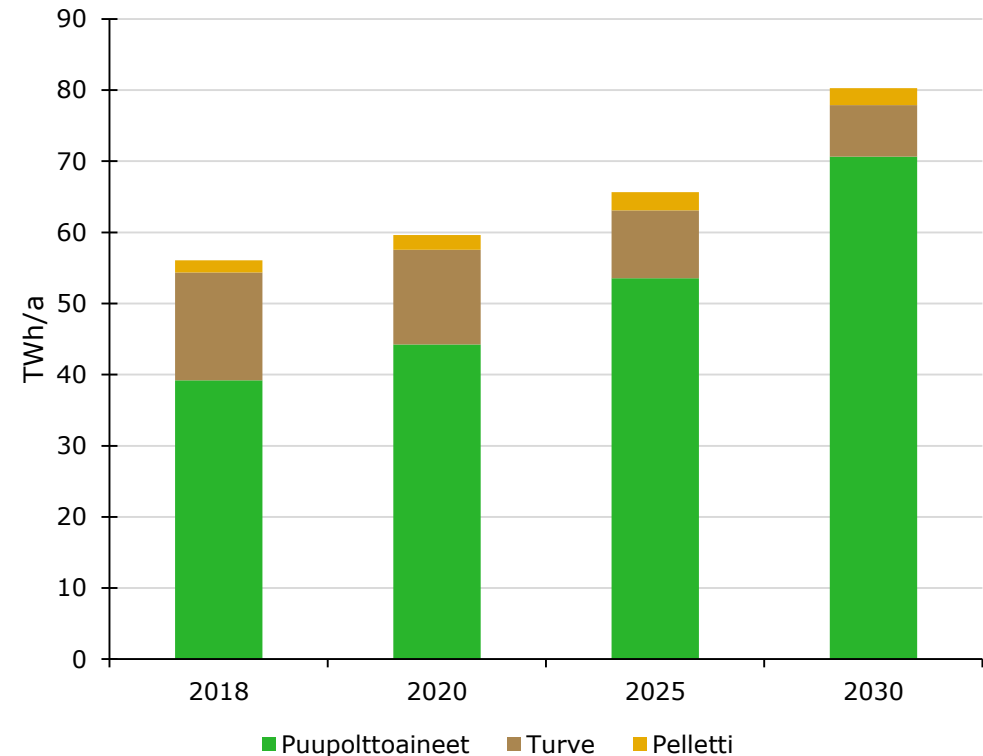
4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

Lämmön, sähkön ja biopolttonesteiden tuotannon polttoaineet

Kiinteiden puupolttoaineiden energiakäytön arvioidaan lähes kaksinkertaistuvan tasolle 70 TWh/a vuoteen 2030 mennessä käytön kasvaessa kaikilla sektoreilla (kaukolämpö, teollisuus, biopolttonesteet). Turpeen energiakäytön arvioidaan puolittuvan runsaan 7 TWh/a tasolle päästöoikeuden hinnan nousun seurauksena sekä uusien monipolttoainelaitosten mahdollistaessa suuremmat puupolttoaineiden osuudet voimalaituskattiloissa. Käytön laskusta huolimatta turpeella säilyy merkittävä rooli vanhojen kattiloiden polttoaineena ja toimintavarmuus- polttoaineena kylminä talvina. EI-strategiassa kiinteiden puupolttoaineiden käyttöä arvioitiin 66 TWh ja turpeen 15 TWh vuonna 2030.

Analyysissä suurimpien kaukolämmön- ja teollisuuslämmön tuotantolaitosten polttoaineiden käyttöä on arvioitu verkko- ja/tai kattilakohtaisesti. Polttoaineiden käyttöarviossa on oletettu, että laitokset käyttävät edullisinta polttoainetta laitosten teknisten rajoitteiden ja toimitusvarmuuden puitteissa. Polttoaineiden lähivuosien käyttöarvioissa on huomioitu merkittävimmät lähivuosien kotimaisten polttoaineiden käyttöön vaikuttavat energiantuotannon investoinnit. Vanhenevien CHP-laitosten on oletettu korvaantuvan CHP-laitoksilla ja uusien kattiloiden arvioidaan pystyvän polttamaan 100% puupolttoaineita ellei muuta ole tiedossa. Uudet CHP-laitokset oletetaan varustettavan savukaasulauhduttimilla. Kivihiilen käytön arvioidaan vähenevän ilmoitettujen laitosten sulkemisten vuoksi ja sen energiakäyttö kielletään vuonna 2029. Arviossa on lisäksi huomioitu kaupunkien ja kuntien ilmastotavoitteita, joiden perusteella useat kaupungit tavoittelevat hiilineutraalisuutta vuosiin 2030/2035 mennessä. Pelletit yleistyvät lähinnä vara- ja huippukattiloissa korvaten öljyä ja maakaasua, ja niiden käyttömäärän voimalaitos- ja lämpösektorilla arvioidaan kolminkertaistuvan vajaan 3 TWh/a tasolle vuoteen 2030 mennessä.

Kotimaisten polttoaineiden käyttöarvio



4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

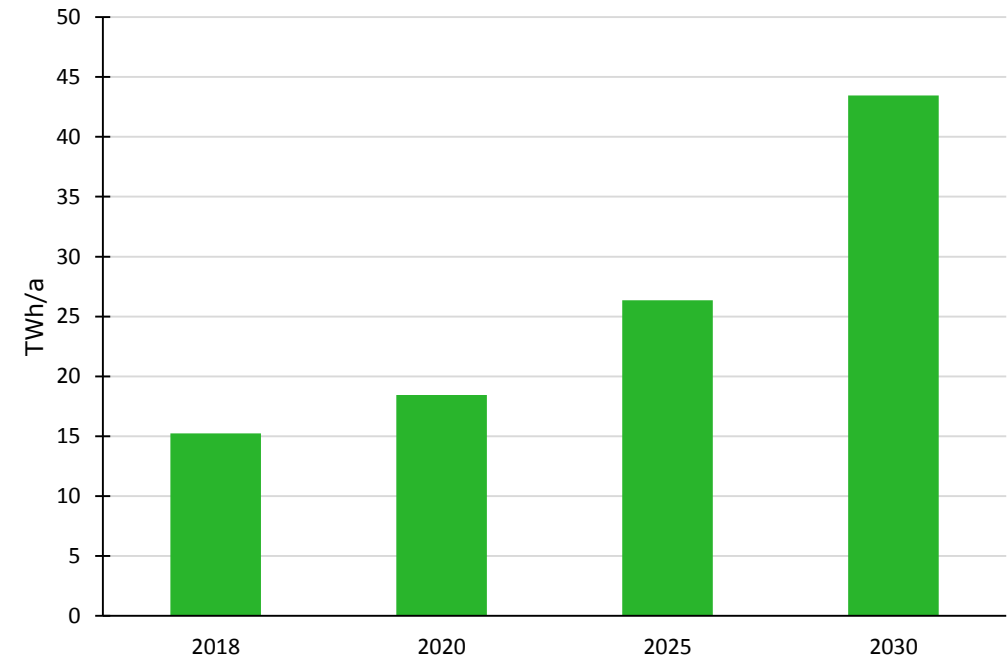
Metsähakkeen käyttöarvio ja saatavuuspotentiaali

Metsähakkeen käytön arvioidaan nousevan voimakkaasti kohti tarkastelujakson loppua. Vuoden 2030 arvioitu metsähakkeen käyttö olisi 85% teknisestä korjuupotentiaalista. Kaikkia metsähakejakeita (pienpuu, metsätähde, kannot) tarvittaisiin viimeistään tarkastelujakson lopulla, jotta kasvanut kysyntä pystyttäisiin kattamaan kotimaisella metsähakkeella.

Metsähakkeen kaupallinen saatavuus olisi kuitenkin todennäköisesti teknistä korjuupotentiaalia merkittävästi pienempi. Hiljattain toteutetussa tutkimuksessa yksityismetsänomistajista 4/5 voisi myydä pienpuuta, 2/3 metsätähteitä ja vain puolet kantoja. (A-K Rämö, 2016) Suomessa yksityismetsänomistus kattaa noin 75% metsäpinta-alasta. Olettaen että valtion ja kuntien metsistä voidaan käyttää koko metsähakkeen tekninen potentiaali ja yksityismetsistä yo. tutkimuksen mukaisesti, metsähakkeen maksimaalisen saatavuuden voidaan arvioida olevan noin 37 TWh/a. Näin ollen metsähakkeen käytön kehittyessä tässä arvioidun mukaisesti tuonnilla tulisi kattaa noin 6 TWh/a energiapuun käytöstä tarkastelujakson lopulla. Tosin kantojen energiakäyttö suuressa mittakaavassa voi olla haasteellista. Tämä kasvattaa osaltaan ulkomailta tuotavan energiapuun määrää.

Vertailun vuoksi, haketta tuotiin vuonna 2017 Suomeen noin 2,2 Mm³ (4,4 TWh). Haketta tuotiin lähinnä metsäteollisuuden käyttöön. (Luke, 2018)

Metsähakkeen käyttöarvio



4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

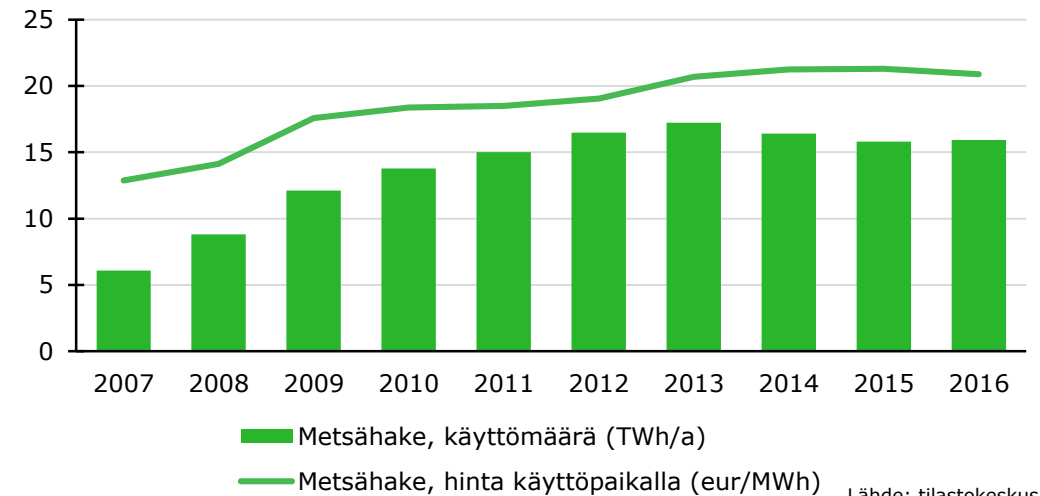
Metsähakkeen käyttöpaikkahinta

Metsähakkeelle ei ole yhtä hintaa, vaan markkinat ovat alueelliset. Hinta määräytyy alueellisen kysynnän ja tarjonnan perusteella. Valtakunnan tasolla metsähakkeen keskimääräinen hinta käyttöpaikalla on tällä hetkellä noin 20,5 EUR/MWh. Metsähakkeen keskimääräinen käyttöpaikkahinta ja -määrä ovat riippuneet historiassa toisistaan. Saman riippuvuuden jatkuessa metsähakkeen keskihinta saavuttaisi 25 EUR/MWh hintatason 22-23 TWh vuotuisilla käyttömäärillä. Nämä määrät saavutettaisiin noin 2020-luvun puolessa välin (katso käyttömääräarviot).

Nähtävissä olevan päästöoikeuden hinnan kehityksen mukaan kaukolämpösektorin metsähakkeesta maksukyky on tuolloin samalla tasolla päästöoikeuden hinnan nostaessa turpeen käytön kustannuksia. Tämän työn hintaoletusten mukaisesti metsähakkeesta maksukyky saavuttaa 25 EUR/MWh tason turvetta vaihtoehtoisesti käyttävillä laitoksilla 2020-luvun puolessa välin. Teollisuuden metsähakkeesta maksukyky määrittää turpeen sijaan kivihiili. Teollisuuden metsähakkeesta maksukyky säilyy nykytasolla, ja metsäteollisuudessa käytetäänkin erityisesti sivutuotteita kuten kuorta.

Puupolttoaineiden käytön yleistyessä tässä esitetyn mukaisesti, energiayhtiöt pystyvät vaikuttamaan polttoaineiden hankintahintaan hajauttamalla toimituksia useammalle toimijalle. Turve tulee olemaan vaihtoehtoinen polttoaine vielä 2030 jälkeenkin. Sen jälkeen, ellei jo aiemmin, kattohinnan metsähakkeelle ja teollisuuden sivutuotteille asettaa kuitupuun tyypillinen käyttöpaikkahinta.

Metsähakkeen keskimääräinen hinta käyttöpaikalla ja vuotuinen käyttömäärä valtakunnan tasolla



4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

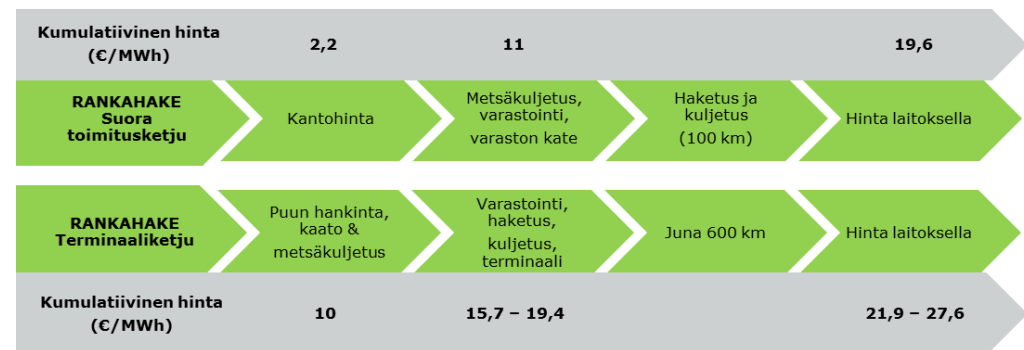
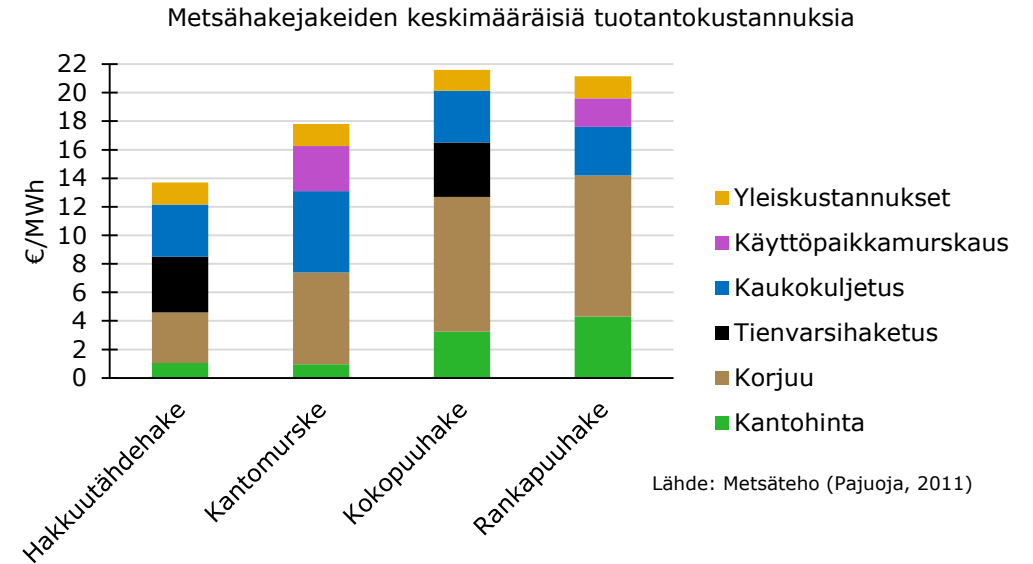
Metsähakkeen tuotantokustannuksia

Metsähakkeen tuotantokustannukset määräytyvät kantohinnan, korjuun, haketuksen, kaukokuljetuksen ja yleiskustannusten summana. Hakkeen laitos hinta kasvaa, jos hankintasädetä joudutaan kasvattamaan alueellisen kilpailun kiristyessä. Pienpuun (energiapuu) kantohinnat määräytyvät metsänhoidollisten tarpeiden mukaan ja ne muodostavat tyypillisesti alle 20% hakkeen laitos hinnasta. Hakkuutähteen ja kantojen osalta kantohinnat ovat alle 7% laitos hinnasta.

Metsähakkeen jakeista koko- ja rankapuu hake ovat tyypillisesti tuotantokustannuksiltaan kalleimmat ja hakkuutähdhake edullisinta. Leimikkojen korjuuolosuhteet vaihtelevat ja vaikuttavat merkittävästi korjuukustannuksiin.

Pienpuun keskimääräinen kuljetusmatka on ollut viimeiset vuodet noin 60 km. Olettaen, että ranka- ja kokopuu hakeen kaukokuljetusmatka kasvaa kolminkertaiseksi 180 km:iin, aiheuttaa se kuljetuskustannusten kaksinkertaistumisen (Laitila et al. 2016). Näin ollen ranka- ja kokopuu hakeen käyttöpaikkahinta nousisi 24-26 EUR/MWh tasolle. Metsähakkeen kasvava käyttö asettaakin vaatimuksia tehokkaille logistisille järjestelyille jo 150 km ylittävälle hankintasäteille.

Muun muassa VTT on tutkinut terminaaleihin perustuvia pitkän matkan toimitusketjuja, jotka mahdollistaisivat kustannustehokkaat pitkän matkan kuljetukset. Pitkän matkan toimitusketjut voivat tulla kilpailukykyisiksi metsähakkeen käyttömäärien ja siten hakkeen hintojen noustessa. Terminaalitoimitusketjujen avulla voidaan osaltaan vähentää energiakäyttöön ohjautuvan kotimaisen kuitupuun määrää.



Lähde: Virkkunen, Kari, Hankalin & Nummelin. 2015. Solid biomass fuel terminal concepts and a cost analysis of a satellite terminal concepts. VTT Technology 2011.



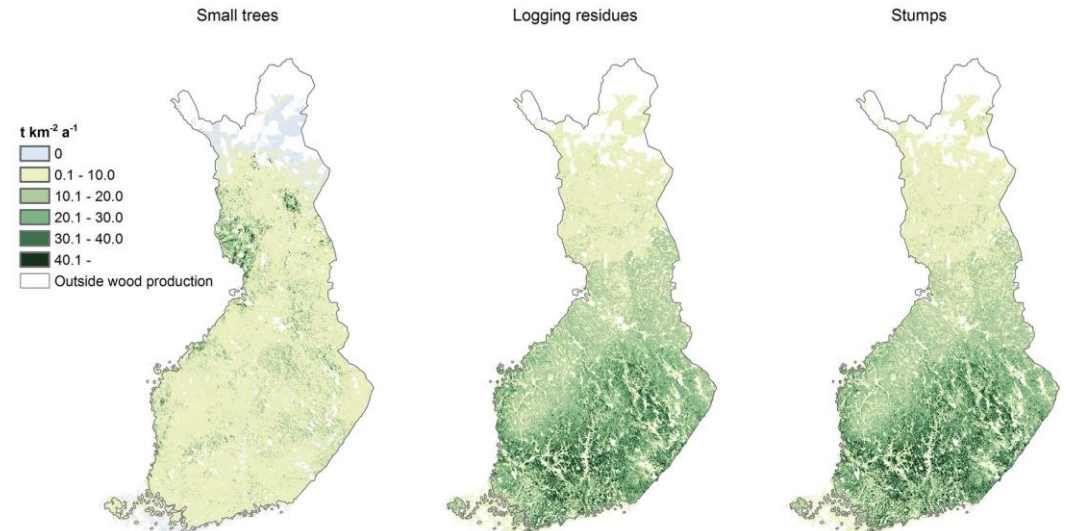
4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

Metsähakkeen tekninen korjuupotentiaali alueellisesti

Metsätähteen ja kantojen alueellinen tekninen korjuupotentiaali painottuu Etelä- ja Itä-Suomeen kun taas pienpuupotentiaali on suurin Länsi-Lapissa ja Kemijärven pohjoispuolella.

Pienpuun hankintapotentialin keskittyminen Pohjois-Suomeen nostaa pienpuusta tehtävän rankahakkeen keskimääräistä käyttöpaikkahintaa keskimääräisen kuljetusmatkan kasvun seurauksena ilman kustannustehokkaita logistiikkaratkaisuja. Kolmannes pienpuun teknisestä korjuupotentiaalista sijaitsee turvemaalla. Lämpenevät talvet lyhentävät korjuuseen soveltuvaa aikaa (maan jäätyminen) ja kuljetusten ohella uusia tehokkaita korjuuteknologioita tulee kehittää (Luke, 2018). Metsätähteen ja kantojen potentiaalin sijaitseminen Etelä- ja Itä-Suomessa rajoittanee näiden jakeiden kuljetuskustannusten kasvua.

Tässä selvityksessä laadittujen käyttömääräarvioiden perusteella viimeistään 2020-luvun puolivälissä tarvitaan tehokkaita ratkaisuja, jotka tasaavat metsähakkeen saatavuuden ja käytön alueellista tasapainoa, erityisesti pienpuun osalta.



Lähde: Luke (Anttila et al. 2018)

4. KOTIMAISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖARVIOT

Tuontihakkeen potentiaali

Itä-Suomessa ja rannikon suurissa käyttökohteissa tuontibiomassa voi olla kilpailukykyinen vaihtoehto kotimaiselle metsähakkeelle. Itämeren alueella erityisesti Luoteis-Venäjällä on korjuupotentiaalia, koska siellä metsien hakkuupoistuma on alhainen (kts. oheinen taulukko) ja metsät ovat tyypillisesti sekametsiä. Sellu- ja tukkipuiden hakkuiden yhteydessä saadaan myös metsäteollisuuden käyttöön soveltumattomia lajeja jotka ilman energiakäyttöä jäisivät hyödyntämättä. Hake ja alle 15 cm koivukuitupuu on vapautettu vientitullimaksuista Venäjällä ja sen kysyntä kotimaassa on vähäistä (Luke, 2017).

Maa	Puusto (Mm ³)	Kasvu (m ³ /ha/a)	Hakkuupoistuma (Mm ³ /a)	Hakkuupoistuma kasvusta (%)
Tanska	116	11,3	3,9	63
Viro	426	5,7	7,3	64
Suomi	2099	4,8	68,2	73
Saksa	3493	10,9	95,2	80
Latvia	616	6,2	12,8	65
Liettua	418	6	8,6	78
Norja	1033	3,1	12,9	50
Puola	2190	7,7	46,6	75
Luoteis-Venäjä	7780	1,5	51,9	52
Ruotsi	2390	4	80,8	102

Lähde: Mustonen et al. 2017



5. KAUKOLÄMPÖALAN KYSELYTUTKIMUS KÄYTTÖARVIOISTA

Kotimaisten polttoaineiden käyttöarviot

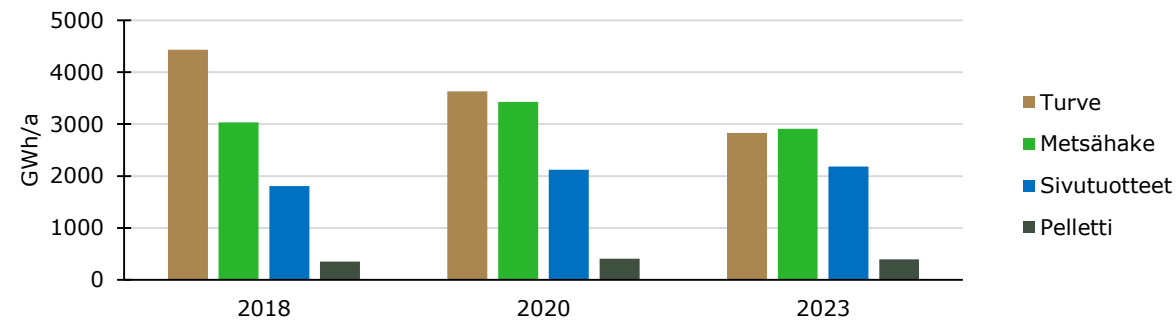
Tässä työssä polttoaineiden käytön näkymiä selvitettiin myös kaukolämpöyhtiöille lähetetyllä sähköpostikyselyllä syyskuussa 2018. Kysely lähetettiin 97 Energiateollisuus ry:n kaukolämpötilaston yritykselle, kysely ei kattanut teollisuutta. Vastausprosentti oli 27%. Vastanneiden yhtiöiden turpeen käyttö kattaa yli puolet kaukolämmön tuotannon turpeen tämän hetkisestä käytöstä (52 %). Puupolttoaineiden osalta kattavuus oli 26% tämän hetken käytöstä. Vastanneista yhtiöistä kolmannes käyttää yli 100 GWh/a kotimaisia polttoaineita vuonna 2018.

Vastanneet yhtiöt arvioivat heidän metsäteollisuuden sivutuotteiden käytön lisääntyvän noin 20% ja turpeen energiakäytön vähenevän yli 35% vuoteen 2023 mennessä. Metsähakkeen käytön vastaajat arvioivat kasvavan hieman vuonna 2020, mutta laskevan takaisin vuoden 2018 tasolle vuonna 2023.

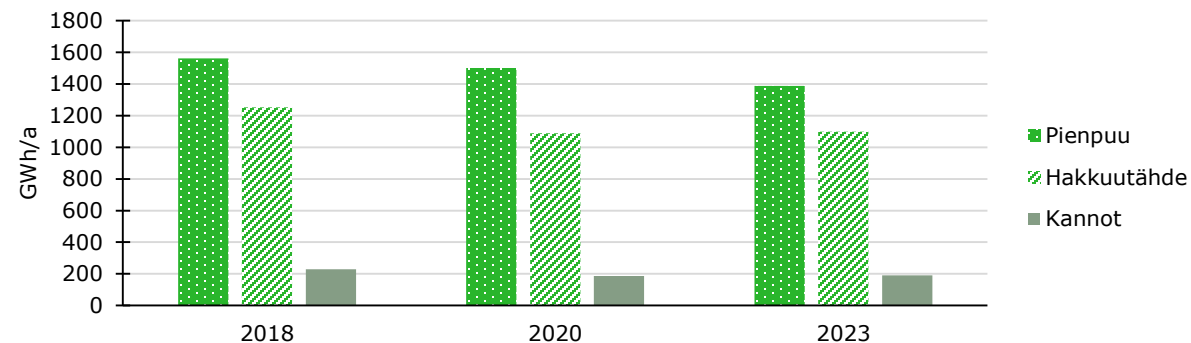
Kotimaisten polttoaineiden käytön kokonaismäärän arvioidaan pienenevän vastanneiden yhtiöiden keskuudessa. Syinä voivat olla esimerkiksi muiden kuin tässä esitettyjen polttoaineiden käytön lisääntyminen, sähköntuotannon korvaantuminen erillislämmöntuotannolla ja/tai lämmöntuotannon vähentyminen nykyiseen verrattuna. Suurten yksittäisten käyttäjien vastaukset voivat vaikuttaa tuloksiin ja tulosten yleistämisessä tulee olla varovainen.

Metsäteollisuuden sivutuotteiden saatavuus on hyvin paikallista. Työssä käytettyjen lähtöoletuksien mukaisesti metsäteollisuuden sivutuotteiden tarjonta kasvaisi noin 10%, mikä on vähemmän kuin kyselyyn vastanneiden yhtiöiden arvio heidän sivutuotteiden käytön kasvusta (20%). Vastaajat arvioivat kantojen käytön vähäiseksi, mutta metsähakkeen teknisestä korjuupotentiaalista kolmannes koostuu kannoista.

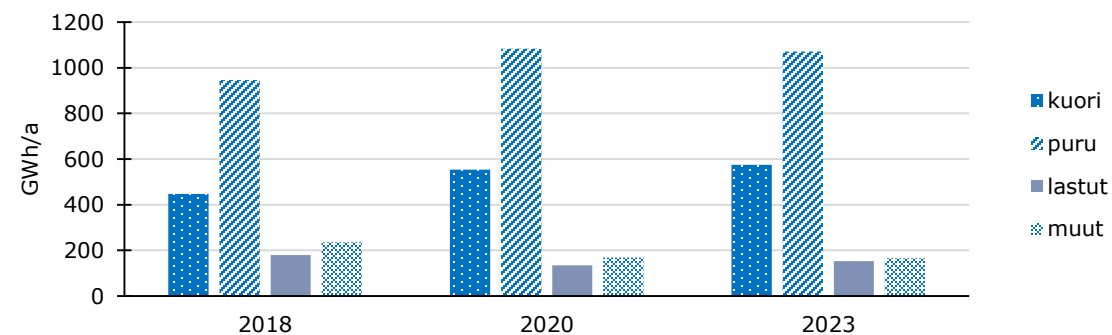
Vastanneiden yhtiöiden polttoaineiden käyttö



Vastanneiden yhtiöiden metsähakkeen käyttö



Vastanneiden yhtiöiden sivutuotteiden käyttö



6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Yhteenveto

Metsähakkeen käyttö jää energia- ja ilmastostrategian (v. 2016) mukaisen 22 TWh:n määrän alle vuonna 2020 tässä työssä arvioidun mukaisesti. Vuonna 2030 metsähakkeen käyttömäärä voisi työn oletuksilla jopa ylittää vuoden 2016 strategian tason. On kuitenkin huomattava, että työn lähtöoletuksissa käyttökänsä päähän tulevien CHP-laitosten arvioitiin korvautuvan uusilla CHP-laitoksilla, mikä on nykytilanteessa hyvin epävarmaa.

Metsähakkeen valtakunnallisen keskihinnan noudattaessa edelleen historiallista riippuvuutta käyttömääristä, hintataso saavuttaisi 25 EUR/MWh tason 2020-luvun puolivälissä. Samaan aikaan turve muuttuu kuitupuuta kalliimmaksi kaukolämpösektorin lämmityskäytössä kallistuvan päästöoikeuden hinnan vuoksi. Energiaturve säilyy osana energiapalettia, mutta sen käyttömäärän arvioidaan vähenevän puoleen vuoteen 2030 mennessä kallistuvan päästöoikeuden hinnan ja ilmastotavoitteiden seurauksena.

Metsähakkeen tekninen korjuupotentiaali riittäisi kattamaan kasvavan kysynnän, mutta kaupallinen potentiaali olisi pienempi. Suurin osa korjuupotentiaalista on metsätähdettä ja kantoja, joten kaikkien metsähakejakeiden käyttö tulisi pitää mahdollisena. Kotimaisen metsähakkeen kaupallinen saatavuus arvioidaan kysyntää pienemmäksi, joten osa hakkeesta tuotaisiin ulkomailta. Rankahakkeen tehokkailla pitkän kuljetusmatkan toimitusketjuilla voidaan tasata kysynnän ja tarjonnan epätasapainoa ja vaikuttaa osaltaan energiapuun hintakehitykseen.

Omaa energia –selvityksen valtakunnalliset käyttömäärät ja -arviot (TWh/a)	2017	2020	2030
Metsäteollisuuden sivutuotteet	23	24	26
Metsähake	14	19	43
Puun pienkäyttö (polttopuut)	14	14	14
Energiaturve	15	13	7

Käytöstä poistuvien CHP-laitosten korvautuminen lämpökattiloilla vähentäisi osaltaan kotimaisten polttoaineiden käyttömääriä tässä työssä laadittuun arvioon (taulukko yllä) verrattuna. Kotimaisten polttoaineiden käyttöä määrittää erityisesti lämmitys- ja teollisuussektorit ja mahdollisesti biopoltonesteet 2020-luvulla. Uudet investoinnit lämpölaitoksiin olisivat CHP-laitoksia kannattavampia tässä selvityksessä käytetyillä tyypillisillä hintatasoilla.

Kotimaisten polttoaineiden käytön kyselytutkimukseen vastanneet kaukolämpöyhtiöt arvioivat lisäävänsä metsäteollisuuden sivutuotteiden käyttöä noin 20% ja vastaavasti vähentävänsä turpeen energiakäyttöä runsaan 35% vuoteen 2023 mennessä.



6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätökset

Kuitupuuta ei ohjaudu laajamittaisesti energiakäyttöön, jos metsähakkeen ja metsäteollisuuden sivutuotteiden käyttöpaikkahinnat pysyvät alle kuitupuun hintatason. Keinoina tähän ovat pienpuuhakkeen osalta metsänomistajien kannustaminen nuorten metsien harvennushakkuiden suorittamiseen ja siitä kertyvän energiapuun myyntiin sekä korjuun ja pitkän matkan logistiikan kustannustehokkuuden kehittäminen.

Energiaturpeen kustannustehokas tarjonta vähentää osaltaan riskiä kuitupuun ohjautumisesta energiakäyttöön. Suomi ei kuitenkaan pysty vaikuttamaan päästöoikeuden hintaan, joten vaikutuskeinoja voivat olla polttoaineiden verotus ja tuotannon kustannustehokkuuden parantaminen.

Tämän työn mukaisten oletusten ja arvioiden perusteella Suomi saavuttaisi EU:n ja kansalliset energia- ja ilmastotavoitteet vuodelle 2030 päästökauppa-sektorin osalta, mutta päästökaupan ulkopuoliset sektorit (lämmitys, maatalous, liikenne ja teollisuusprosessit) vaatisivat lisätoimia vuoden 2030 tavoitteiden saavuttamiseksi tässä oletetuista liikenteen energiankäytön tehostumisesta ja lämpöpumppujen tuottaman lämpömäärän kolmin-kertaistumisesta huolimatta.

Näin ollen voidaankin arvioida, että bioenergia ja muut uusiutuvat eivät ole toisiaan poissulkevia vaan ne täydentävät toisiaan, erityisesti lämmityssektorilla. Päästötavoitteiden saavuttaminen on mahdollista sekä bioenergian että muiden uusiutuvien käyttöä lisäämällä. Ne yhdessä mahdollistavat ulkomailta tuotavan fossiilisen energian käytön ja ilmastopäästöjen vähentämisen.



Making Future.

