

Päästökerrointarkastelu

Suomen ilmastopolitiikkatoimien arviointi

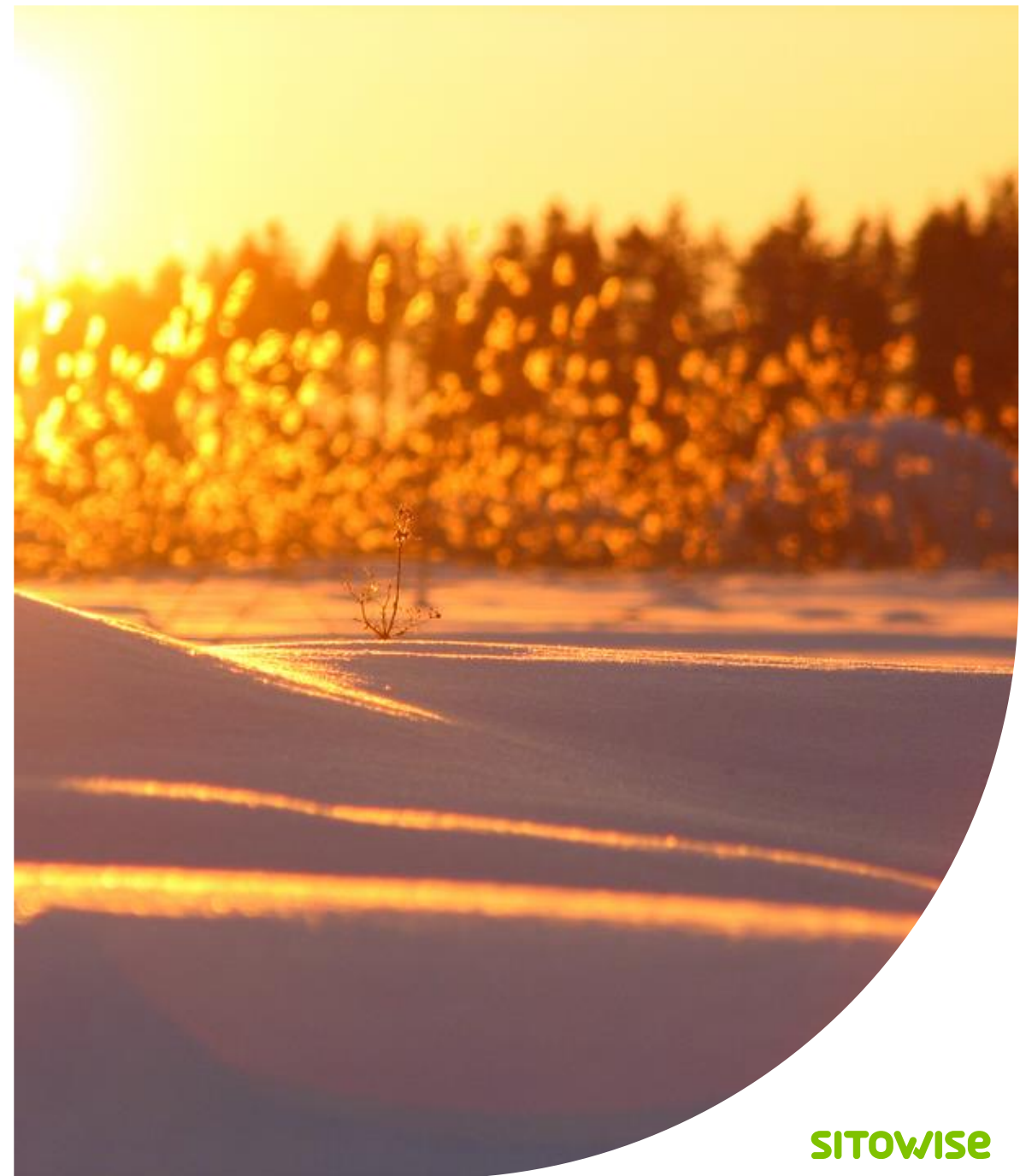
Kesäkuu 2025

Selvitystyön on rahoittanut Energiavirasto ja se on toteutettu työ- ja elinkeinoministeriön sekä Motivan toimeksiannosta.

Selvityksen on laatinut Sitowise Oy.

Sisällysluettelo

Johdanto	3
Politiikkatoimien arvioinnin menetelmistä	5
Kansainvälinen katsaus	11
Johtopäätökset – kansainvälinen katsaus	19
Asiantuntijanäkemykset	22
Johtopäätökset – asiantuntijanäkemykset ja jatkoselvitystarpeet	24
Sähkön tuotannon päästökerroin - jatkoselvitys	26
Lähteet	38



An aerial photograph of a single wind turbine standing in a dense forest. The scene is dimly lit, with a dark blue sky and a deep blue forest. The turbine's three blades are visible against the sky.

Johdanto



SITOWISE

Johdanto ja taustaa

Raportointivelvollisuudet sekä menetelmät

Suomi on sitoutunut ilmastotavoitteisiin sekä EU:n että YK:n ilmastosopimuksen (UNFCCC) puitteissa. Ilmastopolitiikkatoimien vaikuttavuutta seurataan kansallisesti vuosittain, ja EU:lle ja UNFCCC:lle raportoidaan kahden vuoden välein.

Politiikkatoimien vaikuttavuuden arviointiin ei toistaiseksi ole käytössä tiettyä EU:n tai UNFCCC:n suosittamaa menetelmäkehikkoa. Suomen uusiutuvan energian politiikkatoimien päästövaikutusarvioiden menetelmät pohjautuvat pitkälti VTT:n ja Benviroc Oy:n kehittämiin menetelmiin (Lindroos ja muut, 2012). Menetelmiä on kehitetty edelleen Benviroc Oy:ssä sekä Sitowise Oy:ssä yhteistyössä Motiva Oy:n sekä työ- ja elinkeinoministeriön kanssa. Viimeisin laajamittainen kehitystyö toteutettiin vuosina 2021-2023.

Viimeisimmän 10-15 vuoden aikana, jolloin politiikkatoimista on nykymuodossaan raportoitu, on energiajärjestelmässä tapahtunut merkittäviä

muutoksia. Uusiutuvan energian tuotanto, erityisesti tuulivoima, on kasvanut ja fossiilisia polttoaineita ja turvetta käyttävät lauhdevoimalaitokset pitkälti poistuneet käytöstä. Energiajärjestelmän muutoksista johtuen on tarpeen tarkastella kriittisesti politiikkatoimien vaikuttavuusarvioinnissa tähän mennessä käytettyjä menetelmiä ja päästökertoimia.

Päästökerrointarkastelun tavoitteet

Tämän selvityksen tavoitteena on tarkastella Suomen politiikkatoimien vaikuttavuusarvioissa käytettyjen päästökertoimien, erityisesti sähkö ja lämpö, soveltuvuutta kansalliseen ja kansainväliseen politiikkatoimien vaikuttavuusarviointiin ottaen huomioon erityisesti sähköjärjestelmän kehittymisen vähähiiliseksi. Selvitys keskittyy energiansäästöön, energiatehokkuuteen sekä uusiutuvan energian lisäämiseen tähtäävien politiikkatoimien tarkasteluun. Soveltuvien päästökertoimien lisäksi tarkastellaan sitä, onko perusteltua käyttää vakiopäästökerrointa, vai tulisiko päästökertoimen kehittyä ajan kuluessa.

Selvityksessä keskitytään tarkastelemaan politiikkatoimien vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin. *Ex post* -arvioilla viitataan selvityksessä jälkikäteen tehtäviin politiikkatoimien kasvihuonekaasupäästövaikutusten arvioihin ja *ex ante* -arvioilla tulevaisuuteen katsoviin kasvihuonekaasupäästövaikutusten arvioihin.

Selvityksessä tarkastellaan tiiviisti politiikkatoimien vaikuttavuusarvioiden menetelmiä ja ohjeita sekä tehdään katsaus valittujen verrokkimaiden käyttämiin vaikuttavuusarvioiden menetelmiin ja niiden perusteluihin. Lisäksi selvityksessä esitellään aiheen parissa työskentelevien asiantuntijoiden ajatuksia aiheesta.

Jatkotarkastelussa tutkitaan tarkemmin tilastotietoon perustuvia toteutuneita sähköntuotannon trendejä erityisesti tuulivoiman näkökulmasta ja laaditaan ehdotus uusiutuvia tuotantomuotoja tukevien politiikkatoimien laskennassa käytettävän, ajassa muuttuvan päästökertoimen laskentamenetelmäksi.

The image is a composite of two photographs. The left half is a dark, blue-tinted aerial view of a wind turbine standing over a dense forest. The right half is a bright, warm-toned aerial view of a wind farm with several turbines over a forest, with the sun low on the horizon creating a strong glow. A curved white line separates the two images at the bottom right.

Politiikkatoimien arvioinnin menetelmistä

Arvioinnin menetelmät: Suomen menetelmävalintoja

Politiikkatoimien arviointi ryppäinä

Suomen uusiutuvan energian politiikkatoimien vaikuttavuusarvioissa (Leinonen ja muut, 2023) on yhdistetty kaikki tiettyyn uusiutuvan energian muotoon (esim. metsähake, tuulivoima, aurinkovoima) vaikuttavat politiikkatoimet, sillä politiikkatoimien arviointia erikseen ei ole pidetty mielekkäänä niiden keskinäisriippuvuuden vuoksi.

Tuulivoima-alueiden kaavoitus ja syöttötariffi ovat esimerkkejä toimenpiteistä, jotka ovat riippuvaisia toisistaan: kaavoitus yksinään ei aikaansaa päästövähennyksiä, ja toisaalta syöttötariffijärjestelmään kuuluvia tuulivoimaloita ei voitaisi rakentaa, ellei rakentamista ei olisi mahdollistettu kaavassa. Näin ollen tuulivoimalla saatavien päästövähennysten jakoa näiden (tai muiden tuulivoimaan vaikuttavien) toimenpiteiden välille on pidetty keinotekoisena. Tuulivoiman

edistäminen on siksi raportoitu toimenpideryppäänä, jolle on esitetty yksi vaikuttavuusarvio kullekin vuodelle.

Vaikuttavuusarvioiden päästökertoimet

YK:n maaraportteja koskeva ohjeistus (osana päätöstä FCCC/CP/1999/7) muodostaa pohjan politiikkatoimien vaikuttavuusarvioinneille myös kaksivuotisraporteissa sekä EU-raportoinneissa. Ohjeistuksen osassa *E. Assessment of aggregate effects of policies and measures*, kappaleessa 40 ohjeistetaan seuraavaa: *Parties shall provide an estimate of the total effect of their policies and measures, in accordance with the 'with measures' definition, compared to a situation without such policies and measures.*

Edellä mainittuun ohjeistukseen nojautuen Suomen uusiutuvan energian politiikkatoimien

vaikuttavuusarviointien vertailukohdaksi on otettu tilanne, jossa uusiutuvia energianlähteitä ei ole edistetty juuri lainkaan, noin vuoden 1990 tilanne.

Uusiutuvan sähköntuotannon on oletettu korvaavan marginaalituotantoa, eli pääasiassa fossiilista lauhdetuotantoa, mutta myös osittain esimerkiksi vesivoimaa. Korvaavuuden laskennassa päästökertoimena on käytetty arvoa 600 t CO₂/GWh. Sähköjärjestelmän kehittyessä jatkuvasti vähäpäästöisemmäksi käytetty päästökerroin muuttuu nykytilassa yhä teoreettisemmaksi: esimerkiksi hiililauhdetta käytetään Suomessa enää poikkeustilanteissa.

Lämmöntuotannon osalta vaikuttavuusarvioissa on käytetty edellisen kolmen vuoden liukuvaa keskiarvoa. Polttoaineiden on arvioissa oletettu korvaavan vastaavaa fossiilista polttoainetta.

Euroopan ympäristöviraston ohjeistusta

EEA:n suositukset

Euroopan ympäristövirasto EEA ohjeistaa EU:n jäsenmaita politiikkatoimien arvioinneissa sekä laatii koonteja arviointien pohjalta.

Osana tätä selvitystä EEA:lta pyydettiin tietoja politiikkatoimien arvioinnin ohjeistuksista ja näkemystä siitä, millaisia menetelmiä arvioinnissa tulisi käyttää.

Sähköpostivastauksessaan EEA (2024a) viittasi kahteen tietolähteeseen: (1) UNFCCC:n ohjekirjaan koskien sähköjärjestelmän päästökertoimen

arviointia osana puhtaan kehityksen mekanismin (CDM) projekteja (UNFCCC, 2018), sekä (2) marraskuussa 2024 valmistuneeseen EEA:n koontiin *Overview of Policy Evaluation Guidelines* (EEA, 2024b).

Lisäksi EEA (2024a) oli selvittänyt ETC:n (*European Topic Centre on Climate change mitigation*) asiantuntijoilta näkemyksiä politiikkatoimien arvioinnin menetelmistä. EEA:n suosittelmien tietolähteiden sisältöä sekä ETC:n asiantuntijoiden näkemyksiä on kuvattu seuraavaksi.



Arvioinnin menetelmät: UNFCCC:n CDM-ohje

Puhtaan kehityksen mekanismi

YK:n ilmastonsuojelun puitesopimus (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC) julkaisi vuonna 2008 puhtaan kehityksen mekanismin (*Clean Development Mechanism*, CDM) hankkeiden arviointia koskevan ohjeen sähköjärjestelmän päästökertoimen arvioimiseksi. Ohjetta ja siihen liittyvää työkalua on päivitetty useaan kertaan, ja viimeisin versio (7.0) on julkaistu vuonna 2018 (UNFCCC, 2018).

Ohje on tarkoitettu käytettäväksi perusurana (*baseline*) sellaisissa CDM-projekteissa, jotka korvaavat olemassa olevaa sähköntuotantoa joko tuomalla verkkoon uutta tuotantoa tai säästämällä verkkosähköä. Menetelmällisesti kyse on siis vastaavasta asiasta kuin politiikkatoimien vaikutusten arvioinnissa.

Terminologiaa

Ohje koostuu kolmesta keskeisestä tekijästä:

OM = operating margin: OM kuvaa niiden voimalaitosten yhteistä päästökerrointa, joiden nykyistä tuotantoa CDM-projekti korvaa. OM:n laskemiseen on yksityiskohtaiset ohjeet, jotka tarjoavat eri vaihtoehtoja koskien sähkönn tuonnin ja verkon ulkopuolisten laitosten sisällyttämistä, ajallista tarkastelua (vuosi- tai tuntitaso), sekä miten menetelmässä käsitellään niin sanottuja *low-cost/must-run* -laitoksia (uusiutuva energia, ydinvoima).

BM = build margin: BM kuvaa niitä tulevaisuuden voimalaitoksia, joiden rakentamiseen ja käyttöön CDM-projekti vaikuttaa. Keskeisenä oletuksena kertoimen määrittämisessä on, että ilman CDM-projektia rakennettavat voimalaitokset vastaisivat

viimeisen 5-10 vuoden aikana rakennettuja laitoksia.

CM = combined margin: CM yhdistää OM:n ja BM:n ja muodostaa päästökertoimen, jonka avulla CDM-projektin tuoma päästövähennys lasketaan. CM lasketaan painottaen OM- ja BM-kertoimia ohjeistuksen mukaan. Esimerkiksi tuuli- ja aurinkovoimahankkeille oletuspainotuksena OM:lle on 0,75 ja BM:lle 0,25.

Arvioinnin menetelmät: Euroopan ympäristöviraston koonti

Taustatukea menetelmäkehitykseen

EEA:n marraskuussa 2024 valmistunut päivitetty koonti politiikkatoimien arviointimenetelmistä *Overview of Policy Evaluation Guidelines* (EEA, 2024b) kokoaa yhteen noin 40 ohjeistusta politiikkatoimien arviointiin. Kokoelma sisältää kansainvälisten toimijoiden (esim. EU, IMF, OECD, WRI) ja konsulttitoimistojen laatimia ohjeita, sekä maiden omia ohjeistuksia (UK, Kanada).

Millään selvityksen menetelmäohjeista ei ole virallista roolia osana politiikkatoimien EU- tai UNFCCC-raportointia, mutta menetelmät voivat tarjota taustatukea menetelmäkehitykseen.

Osa menetelmäohjeista tarkastelee politiikkatoimien arviointia laajasti, mutta ei anna sellaisia käytännön ohjeita, joita voitaisiin hyödyntää tässä selvityksessä. Osa taas keskittyy yksittäiseen sektoriin tai muihin

kun kasvihuonekaasupäästövaikutuksiin.

Ohjeistus sähkön päästökertoimen määrittelyyn

Tämän selvityksen kannalta oleellisin on Schumacherin ja muiden (2012) laatima raportti, jossa tarkastellaan kriittisesti EU:n politiikkatoimien (päästökauppadirektiivi (ETS), yhteistuotantodirektiivi (CHP) ja uusiutuvan energian direktiivi (RES-E)) *ex post* -arvioinnin menetelmiä ja ehdotetaan niihin tarkennuksia.

Sähkön päästökertoimeen liittyen vallitsevana menetelmänä dokumentissa suositellaan joko fossiilisiin polttoaineisiin pohjautuvaan sähkön päästökertoimeen, tai marginaalipäästö-kertoimeen perustuvaa menetelmää. Marginaalipäästökertoimen määrittämiseen raportti tarjoaa useita eri menetelmiä.

Raportissa esimerkiksi kuvataan uusiutuvan energian direktiivin (RES-E) vaikuttavuuden arviointiin kolmea eri tason (Tier) menetelmää. Kaikissa aktiviteettitietona on uusiutuvan energian tuotannon määrä, jonka oletetaan johtuvan direktiivin ohjausvaikutuksesta. Tier 1 -menetelmässä päästökertoimenä on Euroopan keskimääräinen hiilellä, maakaasulla ja öljyllä tuotetun sähkön päästökerroin. Tier 2 -menetelmässä päästökerroin määritetään vastaavasti kuin Tier 1 -menetelmässä, mutta maakohtaisesti. Tarkimmassa alkuperäisessä Tier 3 -menetelmässä hyödynnettiin maakohtaisia marginaalipäästökertoimia, joiden määrittämisessä oli tarkasteltu sekä lyhyen että pitkän aikavälin marginaalikustannuksia. Raportissa suositellaan Tier 3 -menetelmään tarkennusta, jossa marginaalipäästökerroin mallinnetaan.

Arvioinnin menetelmät: ETC:n asiantuntijoiden näkemyksiä

Uusiutuva energia

ETC tarkastelee uusiutuvien energianlähteiden käytön oheishyötyjä EU:ssa. Tarkastelussa hyödynnetään keskimääräistä päästökerrointa, josta on kuitenkin poistettu ns. *“must-run capacity”*, kuten ydinvoima ja yhteistuotantolaitokset. ETC toteaa, että marginaalipäästökertoimen käyttö olisi lähestymistapana parempi, mutta sen käyttöön ei ole riittäviä tietoja kaikista EU-jäsenmaista. ETC:n asiantuntijat viittaavat Yhdysvaltain marginaalipäästökerrointa koskevaan tietolähteeseen Siler-Evans ja muut (2012) ja esittivät näkemyksen, että marginaalipäästökertoimen määrittäminen edellyttäisi tietoa sähköntuotannosta 15-60 minuutin välein.

Yleisemmin politiikkatoimien vaikuttavuusarviointiin liittyen ETC:n asiantuntijat toteavat, että sekä keskimääräisen että marginaalisen päästökertoimen

käytössä oletetaan, että uusiutuvat energianlähteet korvaavat olemassa olevia voimalaitoksia. Vaihtoehtoisesti voidaan olettaa, että uusiutuvat energianlähteet korvaavat uusia fossiilisia polttoaineita käyttäviä laitoksia, kuten kombivoimalaitoksia. Tämä oletus on käytössä Belgiassa. Asiantuntijat toteavat vielä, että yksi mahdollisuus olisi yhdistää marginaalipäästökeroihin ja uusia fossiilisia voimalaitoksia kuvaava päästökeroihin, mikä kuitenkin tekisi analyysistä monimutkaisemman.

Energiatehokkuus

ETC:n asiantuntijat toteavat energiatehokkuustoimien johtavan siihen, että olemassa olevia voimalaitoksia käytetään vähemmän. Tästä syystä he suosittelevat vaikuttavuusarviointiin marginaalisen päästökertoimen käyttöä. Vuotuista päästökerrointa voidaan käyttää, vaikkakin päästökeroihin voi vaihdella vuorokaudenajan, viikon tai vuodenajan

mukaan. Esimerkiksi valaistuksen energiankulutus ei ole tasaista vuoden ympäri.

Asiantuntijat esittävät, että sähköjärjestelmän dekarbonisaation vaikutus marginaaliseen päästökertoimeen on keskimääräiseen päästökertoimeen verrattuna vähäisempää, sillä fossiilisia polttoaineita käyttävät voimalaitokset joustavat uusiutuvan energian laitoksia enemmän eli ovat marginaalissa. Kun uusiutuvan energian osuus kasvaa, voidaan sen tuotantoa useammin joutua rajoittamaan, jolloin marginaalinen päästökero voi olla jopa nolla.

Kansainvälinen katsaus

Kansainvälisen katsauksen toteutus

Kansainvälisen katsauksen tavoitteet

Kuten aikaisemmin todettu, ei politiikkatoimien vaikuttavuuden arviointiin toistaiseksi ole käytössä tiettyä EU:n tai UNFCCC:n suosittelemaa menetelmäkehikkoa vaikka erilaisia ohjeistuksia onkin saatavilla.

Osana selvitystyötä toteutettiin kansainvälinen katsaus, jossa tarkasteltiin Suomen kannalta kiinnostavissa verrokkimaissa tehtyjä ratkaisuja politiikkatoimien vaikuttavuuden arvioimiseksi sekä näissä hyödynnettyjä päästökertoimia ja niiden määrittelymenetelmiä.

Tarkasteltavien maiden valinta

Kansainväliseen katsaukseen valittiin yhdessä selvitystyötä ohjanneiden työ- ja elinkeinoministeriön ja Motiva Oy:n asiantuntijoiden kanssa Suomen kannalta kiinnostavia EU-maita seuraavilla

kriteereillä: maa on maantieteellisesti läheinen Suomelle, raportoi kattavasti ilmastotoimista ja niiden edistymisestä tai on kunnostautunut energiatehokkuuden tai uusiutuvien energiamuotojen edistämisessä.

Suomen kannalta potentiaalisesti kiinnostaviksi tunnistetut verrokkimaat on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Suomen kannalta potentiaalisesti kiinnostaviksi verrokkimaiksi tunnistetut maat.

Maa	Perustelu valinnalle
Alankomaat	edistää tuulivoimaa ja energiatehokkuuden toimia
Irlanti	edistää voimakkaasti aurinkoenergiaa vaikka tuotanto toistaiseksi pientä
Ranska	johtava EU-maa, kasvattanut uusiutuvan energian tuotantoa viime vuosina merkittävästi
Ruotsi	naapurimaa, uusiutuvan energian toimia
Saksa	johtava EU-maa, tyypillisesti kattavat raportoinnit
Sveitsi	energiatehokkuuteen ja uusiutuvan energian tuotannon kasvattamiseen tähtääviä toimia
Tanska	Pohjoismaa, uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden toimia
Viro	naapurimaa, osittain Suomen kaltainen <i>bottom-up</i> lähestymistapa

Tarkastellut verrokkimaat

Raportointi EU:lle

Tunnistetuista kahdeksasta kiinnostavasta maasta valittiin edelleen neljä maata tarkempaan tarkasteluun. Valintaa varten tunnistettiin aluksi ne maat, jotka raportoivat määrällisiä politiikkatoimien vaikuttavuusarvioita joko *ex post* -tarkasteluna tai *ex ante* -tarkasteluna *with measures* -skenaariossa. Tarkastelu tehtiin EU-raportointien perusteella hyödyntäen EEA:n politiikkatoimitietokantaa (EEA, 2024c), joka kokoaa tietoja EU-maiden ilmasto- ja energiapolitiikkatoimien raportoinneista.

Tietokannan perusteella:

- 8 maata (Belgia, Suomi, Ranska, Kreikka, Irlanti, Norja, Puola ja Sveitsi) raportoivat numeerisia *ex post* -arvioita energian tuotantoon vaikuttaville politiikkatoimille.
- 8 maata (Belgia, Suomi, Ranska, Kreikka, Irlanti, Norja, Puola ja Sveitsi) raportoivat numeerisia *ex*

post -arvioita energian kulutukseen vaikuttaville politiikkatoimille.

- 14 maata (Itävalta, Belgia, Tšekki, Viro, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Irlanti, Latvia, Norja, Puola, Slovakia ja Slovenia) raportoivat numeerisia *ex ante* -arvioita energian tuotantoon vaikuttaville politiikkatoimille *with measures* -skenaariossa.
- 12 maata (Belgia, Tšekki, Viro, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Irlanti, Latvia, Norja, Puola ja Slovakia) raportoivat numeerisia *ex ante* -arvioita energian kulutukseen vaikuttaville politiikkatoimille *with measures* -skenaariossa.

Raportointi UNFCCC:lle

Tarkastelua syvennettiin UNFCCC:lle toimitettujen maaraporttien (*National Communications*) avulla, sillä niissä menetelmäkuvaukset ovat tyypillisesti EU-raportointia kattavampia. Maaraporttien tarkastelu osoitti, että useimmat maista eivät raporto

käyttämistään menetelmistä yksityiskohtaisesti. Osa viittasi raportoinnissaan muihin tietolähteisiin, mutta ei kuitenkaan ilmoittanut lähdeviitettä sellaisella tarkkuudella, mikä olisi mahdollistanut tietojen tarkastelun.

EU:lle raportoivista maista Sveitsi ja Saksa sisällytettiin tarkasteluun, sillä niistä oli saatavilla läpinäkyvää menetelmätietoa maaraporteissa tai niiden taustaraporteissa. Lisäksi tarkasteluun valittiin maaraportin läpinäkyvyyden perusteella Alankomaat, sekä maantieteellisen sijaintinsa vuoksi erityisen kiinnostavana maana Ruotsi.

Verrokkimaa 1: Ruotsi

Politiikkatoimien raportointi EU:lle

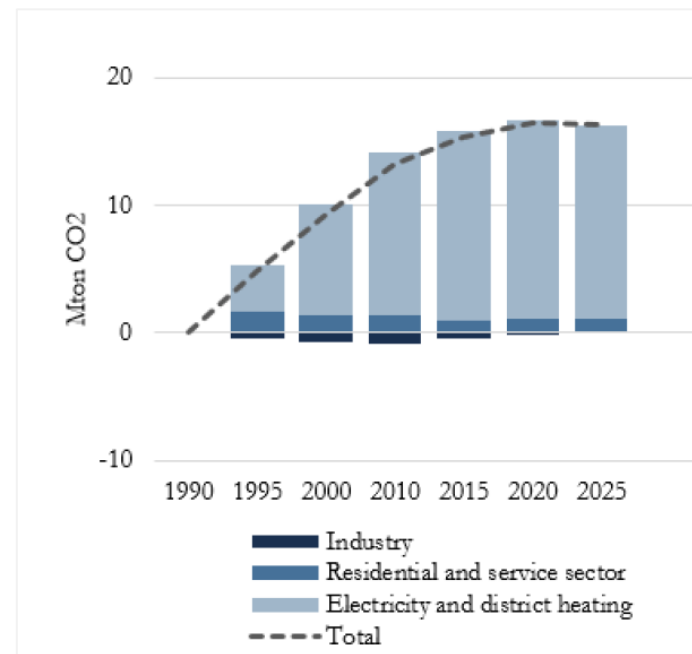
EEA:n tietokannan (EEA, 2024c) mukaan Ruotsi ei raportoinut numeerisia *ex ante* tai *ex post* -vaikutusarvioita energiatehokkuustoimille tai uusiutuvan energian edistämistoimille.

Politiikkatoimien arvioinnin menetelmät

Ruotsin kahdeksannessa maaraportissa (Government Offices of Sweden, Ministry of Climate and Enterprise, 2023) kerrotaan, että sähkö- ja kaukolämpösektorin politiikkatoimien vaikutusarviot on laadittu TIMES-NORDIC-työkalulla. Tämä viittaa siihen, että vaikutusarviot on todennäköisesti tehty politiikkatoimille yhteensä yksittäisten toimien sijaan. Mallinnuksessa politiikkatoimet on jäädytetty vuoden 1990 tilanteeseen. Käytetyssä menetelmässä politiikkatoimien vaikuttavuus kasvaa vuoteen 2020 asti (kuva 1).

Vertailu Suomen käyttämiin menetelmiin

Ruotsin käyttämä menetelmä vastaa periaatteiltaan Suomen käyttämää menetelmää: tarkastelussa on politiikkatoimien yhteisvaikutus verrattuna vuoden 1990 politiikkatoimia kuvaavaan tilanteeseen.



Kuva 1. Ruotsin energiasektorin politiikkatoimien vaikuttavuus yhteensä: toteutunut kehitys verrattuna vuoden 1990 politiikkatoimia kuvaavaan skenaarioon.
Lähde: Government Offices of Sweden, Ministry of Climate and Enterprise, 2023.

Verrokkimaa 2: Saksa

Politiikkatoimien raportointi EU:lle

EEA:n tietokannan (EEA, 2024c) mukaan Saksa raportoi *ex ante* -arvioita useille energiasektorin toimenpiteille, jotka vaikuttavat sekä uusiutuvan energian edistämiseen että energiansäästöön. Perusteellisimmat tiedot vaikuttavuusarvioista on saatavilla uusiutuvan energian edistämistoimista, joiden osalta Saksan kahdeksas maaraaportti (Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action, Report of the German Government, 2023) viittaa laajaan menetelmäraporttiin (Umweltbundesamt, 2023).

Politiikkatoimien arvioinnin menetelmiä

Uusiutuvan energian politiikkatoimien vaikuttavuusarviointi Saksassa pohjautuu oletukseen siitä, mitä energiamuotoa uusiutuva energianlähde korvaa, sekä millaiset päästöt uusiutuvan energian tuotannosta syntyvät. Uusiutuvien energialähteiden oletetaan korvaavan sähköntuotantoa kivi- ja

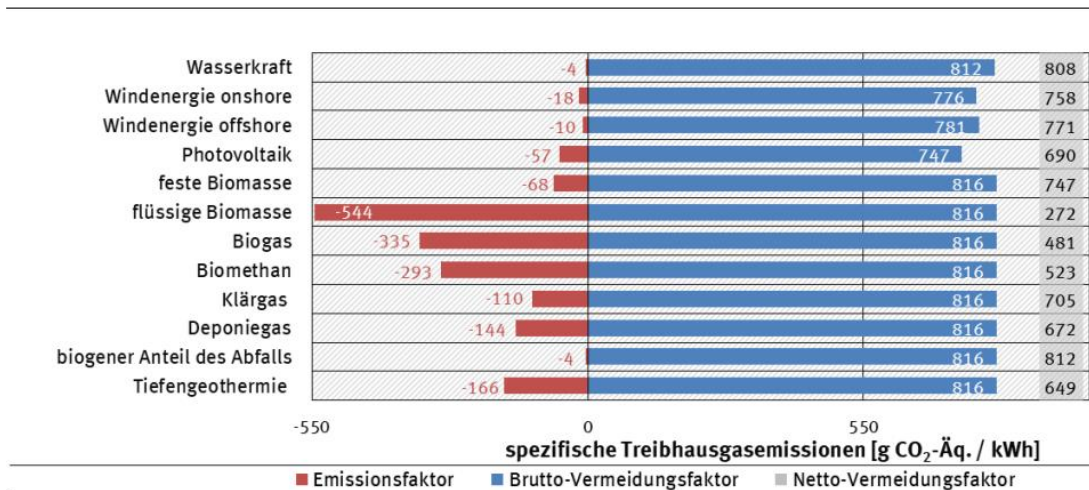
ruskoshiilellä sekä maakaasulla, mutta oletukset näiden korvaavuuksien osuuksista vaihtelevat uusiutuvan energianlähteen mukaan. Joidenkin uusiutuvien energialähteiden oletetaan korvaavan myös hyvin pieniä osuuksia ydinvoimaa. Korvaavuuskertoimet (kuva 2) vaihtelevat välillä 747 – 816 g CO₂-ekv/kWh. Uusiutuvien energianlähteiden tuotannon päästöt vaihtelevat huomattavasti, ja näin ollen nettokorvauskertoimet vaihtelevat nestemäisen biopolttoaineen arvosta 272 g CO₂-ekv /kWh vesivoiman arvoon 808 g CO₂-ekv /kWh.

Vastaavasti lämmön osalta arviointi pohjautuu korvattavaan energianlähteeseen sekä lämmöntuotannon päästöön (kuva 3). Korvattavia energianlähteitä ovat lämmitysöljy/diesel, maakaasu, kivihiili, ruskoshiili, sähkö ja kaukolämpö.

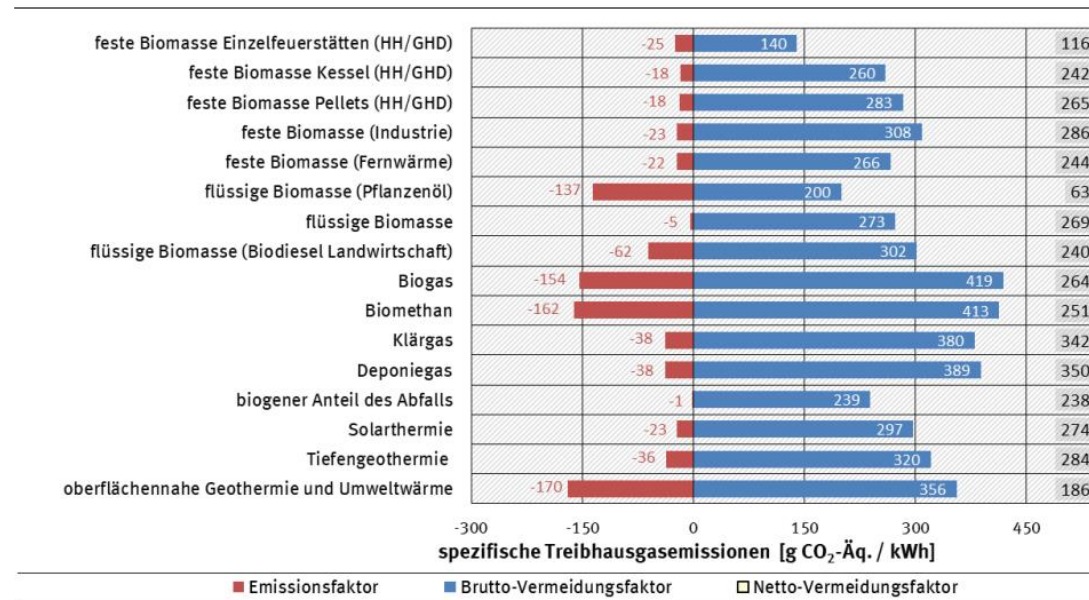
Vertailu Suomen käyttämiin menetelmiin

Saksan käyttämä menetelmä vastaa siinä määrin Suomen menetelmää, että uusiutuvien energianlähteiden oletetaan korvaavaan pääasiassa fossiilisia energianlähteitä, ei esimerkiksi keskimääräistä sähköntuotantoa. Korvattavaa energianlähdettä koskevat kertoimet ovat sähkön osalta suuremmat kuin Suomessa.

Toisaalta uusiutuvan energian tuotannolle on arvoitu melko isoja päästöjä, ja niitä on esitetty myös esimerkiksi tuuli-, aurinko- ja vesivoimalle. Tämä viittaa siihen, että energiantuotannon päästöjen arvioinnissa olisi käytetty elinkaariarvioinnin menetelmiä.



Kuva 2. Poliittikkatoimien vaikuttavuusarvioinnissa käytetyt sähkön ominaispäästöt Saksassa. Lähde: Umweltbundesamt, 2023.



Kuva 3. Poliittikkatoimien vaikuttavuusarvioinnissa käytetyt lämmön ominaispäästöt Saksassa. Lähde: Umweltbundesamt, 2023.

Verrokkimaa 3: Sveitsi

Politiikkatoimien raportointi EU:lle

EEA:n tietokannan (EEA, 2024c) mukaan Sveitsi on raportoinut *ex-post* -arviot seuraaville politiikkatoimille:

- 1) uusiutuvan energian investointituki,
- 2) uusiutuvan energian syöttötariffi,
- 3) kansallinen kiinteistöjen energiatehokkuusohjelma ja
- 4) kansalliset rakennusmääräykset.

Politiikkatoimien arvioinnin menetelmiä

Sveitsin kahdeksannen maaraportin (Swiss Confederation, 2022) mukaan uusiutuvien energianlähteiden investointitukien *ex post* -vaikuttavuusarviointi sekä syöttötariffin *ex post* ja *ex ante* -arviot on toteutettu olettamalla, että uusiutuvat energianlähteet korvaavat keskimääräistä sähköä, joka sisältää sekä tuontisähköä että eri energianlähteillä tuotettua sähköä. Keskimääräistä

sähkön päästökerrointa vuonna 2020 (128 g CO₂-ekv /kWh) on korjattu keskimääräisellä uusiutuvien energianlähteiden päästökertoimella (15,7 g CO₂-ekv /kWh).

Energiansäästötoimenpiteiden arvioiden kuvauksissa ei raportoitu käytettyä päästökerrointa.

Vertailu Suomen käyttämiin menetelmiin

Sveitsi käyttää uusiutuvan energian politiikkatoimien vaikuttavuusarvioissa keskimääräistä päästökerrointa, mikä poikkeaa Suomen käyttämästä lähestymistavasta (marginaalinen päästökerroin). Toinen eroavuus on, että Sveitsi raportoi keskimääräisen päästökertoimen myös uusiutuvilla energianlähteillä tuotetulle sähkölle. Tämä päästökerroin vähennetään keskimääräisestä päästökertoimesta ennen vaikuttavuusarvioiden laskemista.



Verrokkimaa 4: Alankomaat

Politiikkatoimien raportointi EU:lle

Alankomaat ei ole raportoinut energiasektorin toimenpiteille *ex post* tai *ex ante* –vaikutuksia EU:lle EEA:n tietokannan (EEA, 2024c) mukaan.

Politiikkatoimien arvioinnin menetelmiä

Alankomaiden kahdeksannessa maaraportissa (Ministry of Economic Affairs and Climate Policy of the Netherlands, 2022) esitetään *ex ante* -arvioita toimenpiteiden ryhmille (kuvat 4 ja 5). Maaraportissa todetaan arvioiden pohjautuvan skenaariomallinnukseen, joka ei tarkastele yksittäisiä politiikkatoimia. Raportin mukaan varsinaista WOM-skenaariota (ilman toimenpiteitä) ei ole laadittu asian monimutkaisuuden vuoksi: politiikkatoimia on implementoitu vuodesta 1990 asti, minkä jälkeen toimenpiteitä on muutettu ja lakkautettu sekä uusia politiikkatoimia kehitetty.

Sen sijaan toimenpiteiden vaikuttavuusarviointia varten on laadittu skenaario, jossa politiikkatoimet on jäädytetty vuoden 2020 tasoon.

Vertailu Suomen käyttämiin menetelmiin

Alankomaiden ja Suomen menetelmissä yhteistä on, että energiasektorin toimien vaikuttavuutta on tarkasteltu toimenpiteiden ryppäinä. Alankomaat käyttää *ex ante* –arvioissaan perusvuotena vuotta 2020, kun Suomessa perusvuotena on vuosi 1990. Alankomaat perustelee valintaansa käytännön syillä, eikä siis erityisillä menetelmällisillä perusteilla.

	2025				2030			
Name	Total	ETS	ESR	LULUCF	Total	ETS	ESR	LULUCF
Group of PAM's electricity sector	21.3	20.6	0.8	-	32.9	31.3	1.6	-
Group of PAM's industry	2.0	0.5	1.5	-	3.5	1.2	2.3	-
Group of PAM's buildings	4.5	2.1	2.4	-	5.7	1.8	3.9	-
Group of PAM's transport	2.6	-	2.6	-	2.9	-	2.9	-
Group of PAM's agriculture	1.2	0.0	1.2	-	1.7	0.0	1.7	-
Group of PAM's land use	0.3	-	-	0.3	0.6	-	-	0.6
National total	31.8	23.1	8.4	0.3	47.3	34.3	12.4	0.6

Kuva 4. Alankomaiden *ex ante* –arviot ilmastopolitiikan sektorin mukaan. Lähde: (Ministry of Economic Affairs and Climate Policy of the Netherlands, 2022)

	2025				2030			
Name	Total	ETS	ESR	LULUCF	Total	ETS	ESR	LULUCF
Renewable energy*	25.3	22.5	2.7	0.0	28.1	24.1	3.9	0.0
Ban on coal for electricity production	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	8.6	0.0	0.0
Energy savings**	3.9	0.6	3.3	0.0	6.5	1.6	4.9	0.0
Non-CO ₂ emissions	2.4	0.0	2.4	0.0	3.5	0.0	3.5	0.0
Land use	0.3	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.6
National total	31.8	23.1	8.4	0.3	47.3	34.3	12.4	0.6

Kuva 5. Alankomaiden *ex ante* –arviot päästövähennysluokan mukaan. Lähde: (Ministry of Economic Affairs and Climate Policy of the Netherlands, 2022)



Johtopäätökset

Kansainvälinen katsaus

Ohjeistuksen puute ja maiden väliset erot

Kirjallisuus menetelmävalintojen tukena

Kansainvälisessä katsauksessa tarkasteltiin uusiutuvaan energiaan, energiansäästöön ja energiatehokkuuteen pyrkivien politiikkatoimien päästövaikutusten arviointitapoja menetelmäohjeistusten ja valittujen verrokkimaiden raportointien pohjalta.

EU:lle ja UNFCCC:lle tehtävää politiikkatoimien vaikuttavuusarviointia varten ei ole olemassa virallista ohjeistusta, joka antaisi yksityiskohtaista tietoa esimerkiksi suositelluista päästökertoimista. Sen sijaan politiikkatoimien raportointiin yleisellä tai yksityiskohtaisemmalla tasolla on runsaasti eri tahojen tuottamaa kirjallisuutta.

Raportointi muissa EU-maissa

Monet EU-maista eivät raportoi lainkaan politiikkatoimien numeerisia vaikuttavuusarvioita.

Arvioita raportoivilla mailla on raportointiin erilaisia menetelmiä, joista monet pohjautuvat mallinnukseen. Mallinnukseen perustuvien arvioiden vertailu Suomen käyttämiin menetelmiin on haastavaa, etenkin, kun mallinnuksen oletuksia ei ole useinkaan raportoitu läpinäkyvästi. Tarkastelluista maista Saksan raportointi oli läpinäkyvin. Myös Sveitsin raportoinnista saatiin kiinnostava vertailutietoa.

Politiikkatoimien kokonaisvaikuttavuuden arviointia varten ainoastaan osa maista raportoi ilman toimenpiteitä (*without measures*, WOM) -skenaarion. Myös WOM-skenaariossa käytetty perusvuosi vaihtelee: Ruotsissa se on 1990, Alankomaissa 2020. Tosin Alankomaat ei raportoi tarkastelua WOM-skenaariona, vaan pikemminkin vaikuttavuusarviointiin avuksi laadittuna perusuraskenaariona.

Sekä tarkastelluissa ohjeistuksissa, asiantuntijanäkemyksissä että maiden raportoinneissa oletukset säästetystä tai uusiutuvalla energialla korvatus energiasta vaihtelivat. Useimmissa tarkastelluissa menetelmissä kuitenkin oletettiin uusiutuvan energian korvaavan pääasiassa fossiilista energiantuotantoa. Tarkastelluista verrokkimaista ainoastaan Sveitsi hyödynsi keskimääräistä sähköntuotannon päästökerrointa vaikuttavuusarvioissaan.

Päästökerrointen valinta verrokkimaissa

Marginaalisähkön päästökerroin

Useat tarkastelluista menetelmistä viittasivat marginaalisähkön päästökertoimen käyttöön. Tämä on linjassa Suomen uusiutuvan energian vaikuttavuusarvioiden menetelmävalintojen kanssa.

Suomen käyttämä päästökerroin pohjautuu oletukseen tietyistä marginaalituotantomuodoista. Tässä selvityksessä hyödynnetyissä tietolähteissä esitettiin useita erilaisia tapoja arvioida marginaalipäästökerrointa. Menetelmiä olisi mahdollista pilotoida ja hyödyntää myös Suomen marginaalipäästökertoimen tarkentamiseksi.

Monet menetelmistä viittaavat lähestymistapaan, jossa uusiutuvan energian tuotanto tai säästetty energia korvaa aina kunkin hetken marginaalituotantoa. Tätä logiikkaa käytettäessä marginaalipäästökerroin muuttuisi ajassa – kun taas

Suomen käyttämässä menetelmässä marginaalipäästökerroin on vakio. Hetkellistä tai vuosittaista marginaalituotantoa hyödyntävä lähestymistapa ei kuitenkaan ota huomioon ajatusta siitä, että energiajärjestelmä voisi poiketa hyvinkin paljon nykyisestä ilman tehtyjä politiikkatoimia.

Millaista sähköntuotanto olisi ilman politiikkatoimia?

Sekä ETC:n asiantuntijoilta saatu näkemys että UNFCCC:n CDM-ohjeistus tuovat säästetyn tai uusiutuvan energian tuotannolla korvautun sähköntuotannon arviointiin Suomen kannalta uuden näkökulman: Millaista sähköntuotantoa Suomeen olisi rakennettu tai rakennettaisiin ilman politiikkatoimia? Tätä näkökulmaa voisi niin ikään hyödyntää Suomen politiikkatoimien arvioinnin kehittämiseksi.

Lämmöntuotannon politiikkatoimien arviointi

Useiden verrokkimaiden raportoinnit keskittyivät sähkön päästökertoimeen. Ruotsi ja Saksa raportoivat kuitenkin myös lämmöntuotannon arvioinnista. Ruotsissa lämmöntuotantoon vaikuttavien politiikkatoimien arvio pohjautuu politiikkatoimien jäädyttämiseen vuoden 1990 tasolle, ja Saksassa tiettyjen fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen.

Lämmön ja korvattavien polttoaineiden osalta tämän selvityksen perusteella ei voida tehdä selkeitä johtopäätöksiä suhteessa Suomessa käytössä olevaan menetelmään. Joka tapauksessa keskeistä on, että politiikkatoimien arvioinnin logiikka on johdonmukainen sähkön, lämmön ja polttoaineiden välillä. Myös läpinäkyvä raportointi on ensiarvoisen tärkeää, sillä se mahdollistaa vuoropuhelun ja arvioiden vertailun eri maiden välillä.

Asiantuntijanäkemykset

Asiantuntijat ja tutkimuskysymykset

Asiantuntijoiden tunnistaminen

Politiikkatoimien vaikutusten arvioinnin parissa toimii Suomessa useita eri asiantuntijoita, jotka edustavat eri organisaatioita. Selvityksen tavoitteena oli koostaa aiheen parissa toimivien asiantuntijoiden näkemyksiä mahdollisimman kattavasti.

Työhön osallistetut asiantuntijat tunnistettiin työ- ja elinkeinoministeriön sekä Motivan asiantuntijoiden johdolla ja he edustivat VTT:tä, Tilastokeskusta, Suomen ympäristökeskusta, liikenne- ja viestintäministeriötä, maa- ja metsätalousministeriötä, ympäristöministeriötä, Energiavirastoa, Motivaa ja työ- ja elinkeinoministeriötä.

Keskustelutilaisuus ja kyselylomake

Tunnistetuille asiantuntijoille järjestettiin keskustelutilaisuus. Keskustelutilaisuudessa

asiantuntijoille esitettiin kansainvälisen katsauksen tulokset ja tämän jälkeen aiheesta käytiin avointa keskustelua.

Asiantuntijoille tarjottiin mahdollisuus myös täydentää näkemyksiään aiheesta keskustelutilaisuuden jälkeen toimitetulla kyselylomakkeella.

Tutkimuskysymykset

Keskustelutilaisuudessa käyty keskustelu rakentui seuraavien tutkimuskysymysten ympärille:

- 1) Tulisiko politiikkatoimien vaikuttavuuden arvioinnissa hyödyntää sähkön marginaalista vai keskimääräistä päästökerrointa?
- Tulisiko BM-tekijä (*build margin*) ottaa kertoimen määrittelyssä huomioon?
- 2) Tulisiko politiikkatoimien vaikuttavuuden arvioinnissa hyödynnettyjen kerrointen muuttua

ajassa?

- Kuinka Suomessa käytettyä marginaalipäästökertoimeen perustuvaa menetelmää olisi mahdollista tarkentaa?

3) Tulisiko esimerkiksi uusiutuvaa energiaa ja energiatehokkuutta edistävien politiikkatoimien arvioinnissa hyödyntää samoja vai eri kertoimia?

Lisäksi tilaisuudessa koottiin asiantuntijoiden näkemyksiä aiheesta yleisesti sekä heidän näkemyksiään jatkoselvitystarpeista aiheeseen liittyen.

The background image is a split-panel aerial photograph. The left panel, which is larger, shows a dark blue-tinted view of a wind turbine standing over a dense forest. The right panel shows a similar scene but with a warm, golden sunset glow, featuring three wind turbines visible against the bright sky.

Johtopäätökset

Asiantuntijanäkemykset ja jatkoselvitystarpeet

Tarve muutokselle ja mahdolliset haasteet

Marginaalinen vai keskimääräinen kerroin?

Marginaalisen ja keskimääräisen päästökertoimen käytön osalta näkemykset kallistuivat marginaalisen päästökertoimen käyttöön. BM-tekijän (*build margin*) sisällyttämistä kertoimen määrittelyyn ei kuitenkaan pidetty mielekkäänä, vaan sen määrittely nähtiin haastava ja potentiaalisesti arvioinnin epävarmuutta lisäävänä tekijänä. Niin ikään keskusteluun nousseita eri energiamuotojen elinkaarivaikutuksia ja näiden huomioon ottamista päästökertoimen määrittelyssä ei katsottu kannatettavana kehityssuuntana.

Suhteellisen yksimielisiä oltiin kuitenkin siitä, että, nykyisin arvioinnissa käytetty, vuoden 1990 vertailutaso vaikuttaa energiasektorin nopean kehityksen myötä jo varsin teoreettiselta. Lisäksi nostettiin esiin kysymys Suomesta osana Pohjoismaista, taikka laajempaa eurooppalaista sähkömarkkinaa. Fingridin tuottama data, erityisesti sähkön kulutushuippuina, olisi mielenkiintoista

tausta-aineistoa tarkemman tarkastelun pohjaksi.

Kerrointen muuttuminen ajassa ja eri kerrointen käyttö erilaisten toimien arvioinnissa

Keskusteltaessa kerrointen muuttumisesta ajassa tuntui yleinen mielipide kallistuvan siihen suuntaan, että vuoden 1990 vertailutason hyödyntäminen tuntuu kaukaiselta, mutta sen päivittämiseen liittyviä haasteita tunnistettiin niin ikään useita.

Ensinäkin raportointitarpeita on erialisia ja vertailuja suhteessa tilanteeseen, jossa politiikkatoimia ei olisi toteutettu tarvitaan myös jatkossa. Toiseksi menetelmä, jossa politiikkatoimia arvioidaan ryppäinä hankaloittaa eri ajankohtina käyttöön otettujen toimenpiteiden arviointia eri kertoimilla. Joidenkin sektoreiden osalta toimenpiteillä voi olla myös päällekkäisiä vaikutuksia ja ne voivat edistää sekä uusiutuvia energiamuotoja että energiatehokkuutta. Lisäksi käytiin keskustelua politiikkatoimien arvioinnin

tavoitteista ja siitä, että lopulta kaikesta fossiilisesta toivotaan päästävän eroon. Mitkä ovat kerrointen päivitysten vaikutukset tälle tavoitteelle?

Kerrointen päivitys sai siis keskustelussa kannatusta, mutta asian edistämiseksi todettiin tarvittavan erilaisia testilaskentoja, jotta muutoksen merkitykseen esimerkiksi aikasarjan yhtenäisyyden ja ohjausvaikutuksen osalta saataisiin selkeyttä.

Keskustelun jatko ja esimerkkilaskennat

Keskustelun politiikkatoimien vaikuttavuuden arvioinnissa käytettävien päästökerrointen kehityksestä toivottiin jatkuvan. Useiden eri näkökulmien todettiin vaikuttavan menetelmävalintoihin. Keskustelun jatkon tueksi kaivataan testilaskentoja sekä saatavilla olevan, esimerkiksi Fingridin ja Tilastokeskuksen, tuottaman datan ja tietopohjan tarkastelua.

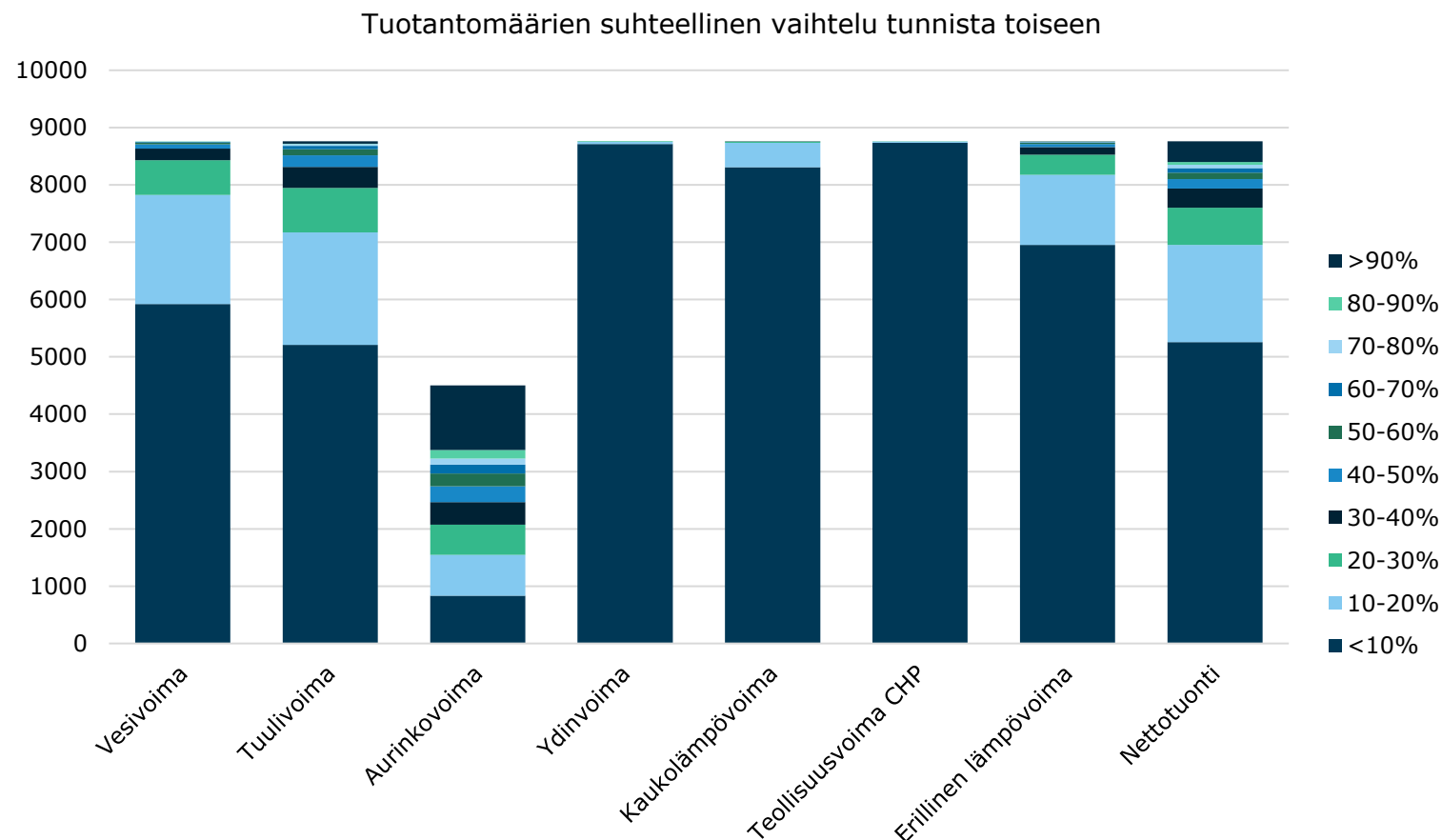
Sähkön tuotannon päästökerroin - jatkoselvitys

Sähkön tuotannon vaihtelu

Sähkön tuotanto tuntitasolla

Selvityksessä tarkasteltiin sähkön eri tuotantomuotojen tuntitasolla tapahtuvaa vaihtelua, eli suhteellista muutosta tuotannossa edelliseen tuntiin nähden (kuva 6). Tuloksista voidaan päätellä, että aurinko- ja tuulivoiman tuotannossa on eniten tuntien välistä vaihtelua. Tämän lisäksi vaihtelua on havaittavissa vesivoimassa, nettotuonnissa (tuonti miinus vienti) sekä erillisessä lämpövoimassa. Teollisuusvoiman ja ydinvoiman tuotannoissa tuntien välistä muutosta ei juuri havaita. Tuotantomuotojen tuntikohtaisessa käyttäytymisessä ei havaittu merkittäviä eroja eri tarkasteluvuosien välillä.

Voidaan siis päätellä, että vaihtelevaan tuotantoon (tuuli- ja aurinkovoima) reagoivat vesivoima, nettotuonti ja sähkön erillistuotanto. Vesivoiman osalta voidaan kuitenkin olettaa, että saatavilla oleva vesivoima hyödynnetään vuositason tasaisesti.



Kuva 6. Eri tuotantomuotojen energiantuotantomäärien vaihtelu (%) tunnista toiseen vuonna 2022.
Lähde: Energiateollisuus, 2025a.

Sähkön tuotannon trendit

Sähkön tuotanto vuositasolla

Energian tuotantomäärien vaihtelut eri tuotantomuodoittain tarkasteltuna vuositasolla (taulukko 2, kuva 7) osoittavat tuuli-, aurinko- ja ydinvoimatuotannon kasvaneen merkittävästi aikavälillä 2010-2023, kun taas sähkön erillistuotanto sekä kaukolämpövoiman tuotanto ovat laskeneet. Nettotuonnin määrä kasvoi vuoteen 2017 asti, minkä jälkeen se kääntyi selkeään laskuun.

Vuosina 2010-2023 tuulivoimalla tuotetun sähkön määrä kasvoi vajaasta 300 gigawattitunnista lähes 14 500 gigawattituntiin. Samalla aikavälillä kaukolämpö- ja teollisuusvoiman, sähkön erillistuotannon, sekä nettotuonnin määrät laskivat 39-87

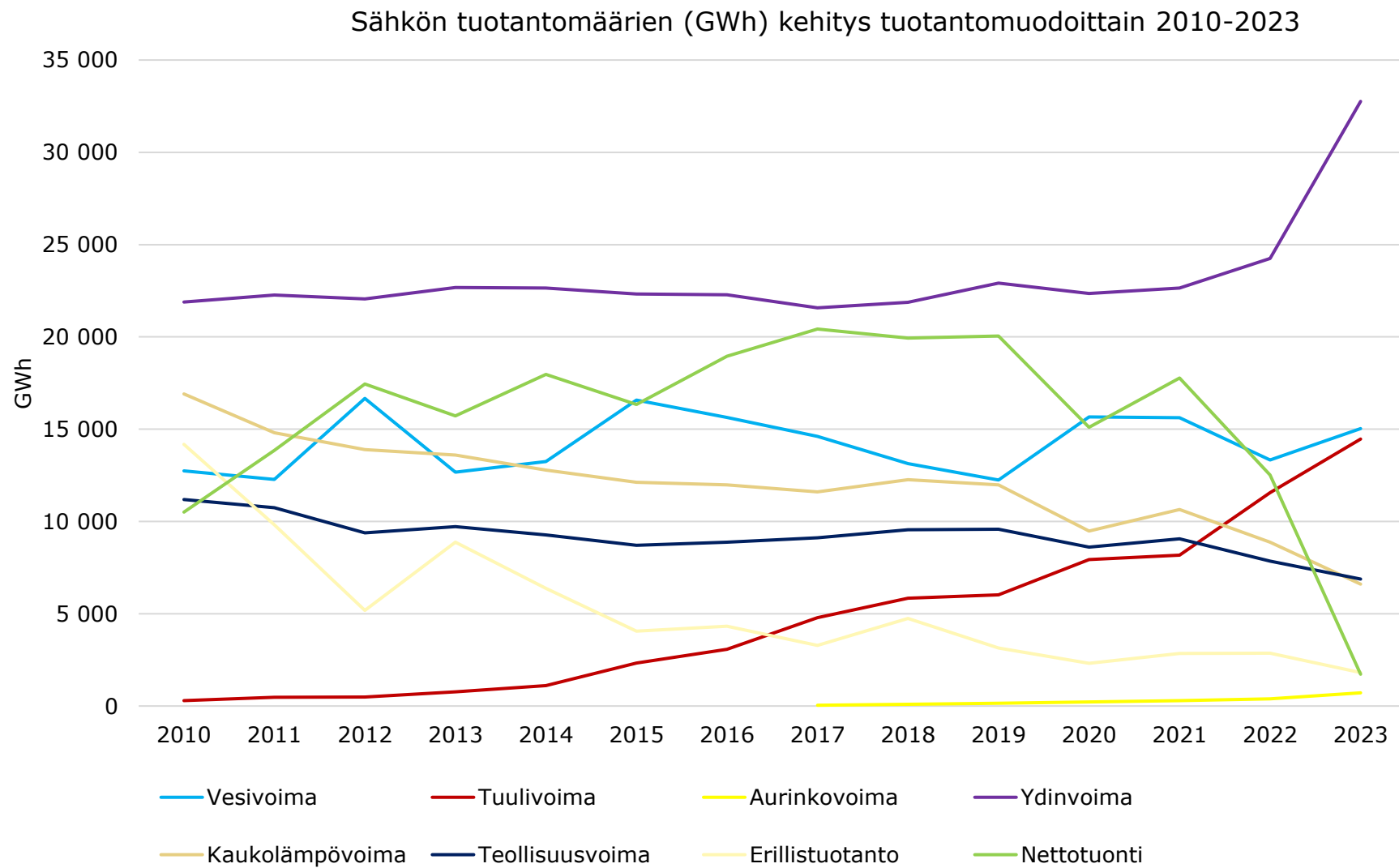
prosenttia tuotantomuodosta riippuen. Tuulivoiman tuotantomäärä ylitti erillistuotannon määrän vuonna 2017, ja vuonna 2022 myös kaukolämpö- ja teollisuusvoiman avulla tuotetun sähkön määrän.

Tarkastelun perusteella voidaan siis olettaa nettotuonnin, sähkön erillistuotannon sekä kaukolämpövoiman reagoivan tuuli- ja aurinkovoiman vaihtelevaan tuotantoon. Vesivoiman voidaan arvioida tasaavan tuulivoiman tuotantoa tuntitasolla, mutta sen kapasiteetti hyödynnetään vuositasolla kuitenkin kokonaan, riippumatta tuulivoiman saatavuudesta, jolloin tuulivoiman tuotannon lisäämisen ei voida ajatella korvaavan vesivoiman tuotantoa.



Taulukko 2. Eri tuotantomuotojen energiantuotantomäärien vaihtelu vuosina 2010-2023. Lähde: Energiateollisuus 2025b.

	Vesivoima (GWh)	Tuulivoima (GWh)	Aurinkovoima (GWh)	Ydinvoima (GWh)	Kaukolämpövoima (GWh)	Teollisuusvoima (GWh)	Erillistuotanto (GWh)	Nettotuonti (GWh)
2010	12743	294	0	21889	16909	11189	14179	10501
2011	12278	481	0	22266	14804	10739	9822	13851
2012	16667	494	0	22063	13897	9389	5177	17444
2013	12672	774	0	22673	13602	9724	8883	15715
2014	13240	1107	0	22646	12785	9277	6379	17967
2015	16584	2327	0	22326	12119	8710	4062	16337
2016	15634	3068	0	22280	11988	8879	4319	18951
2017	14610	4795	44	21574	11607	9110	3284	20426
2018	13137	5839	90	21881	12267	9554	4748	19936
2019	12246	6025	147	22915	11983	9576	3142	20042
2020	15669	7938	218	22354	9475	8614	2311	15104
2021	15624	8180	298	22646	10647	9066	2848	17768
2022	13337	11560	392	24242	8883	7849	2858	12517
2023	15026	14465	716	32759	6604	6880	1813	1724
Muutos 2010-2023 (%)	17,9	4820	1527	49,7	-60,9	-38,5	-87,2	-83,6



Kuva 7. Eri tuotantomuotojen energiantuotantomäärien vaihtelu vuosina 2010-2023. Lähde: Energiateollisuus 2025b.

Tuotantokapasiteetin kehitys

Sähkön tuotantomuotojen kapasiteetti

Tarkasteltaessa sähkön eri tuotantomuotojen kapasiteetin kehitystä viimeisten noin 15 vuoden aikana havaitaan selkeästi erottuvia trendejä eri tuotantomuotojen välillä (kuva 8).

Tuulivoiman tuotantokapasiteetti on kasvanut merkittävästi, mikä korreloi myös tuotantomäärän kasvun kanssa (kuva 7). Myös aurinkovoiman kapasiteetissa on havaittavissa selkeää kasvua erityisesti 2020-luvun taitteen jälkeen.

Vesivoiman tuotantokapasiteetissa ei

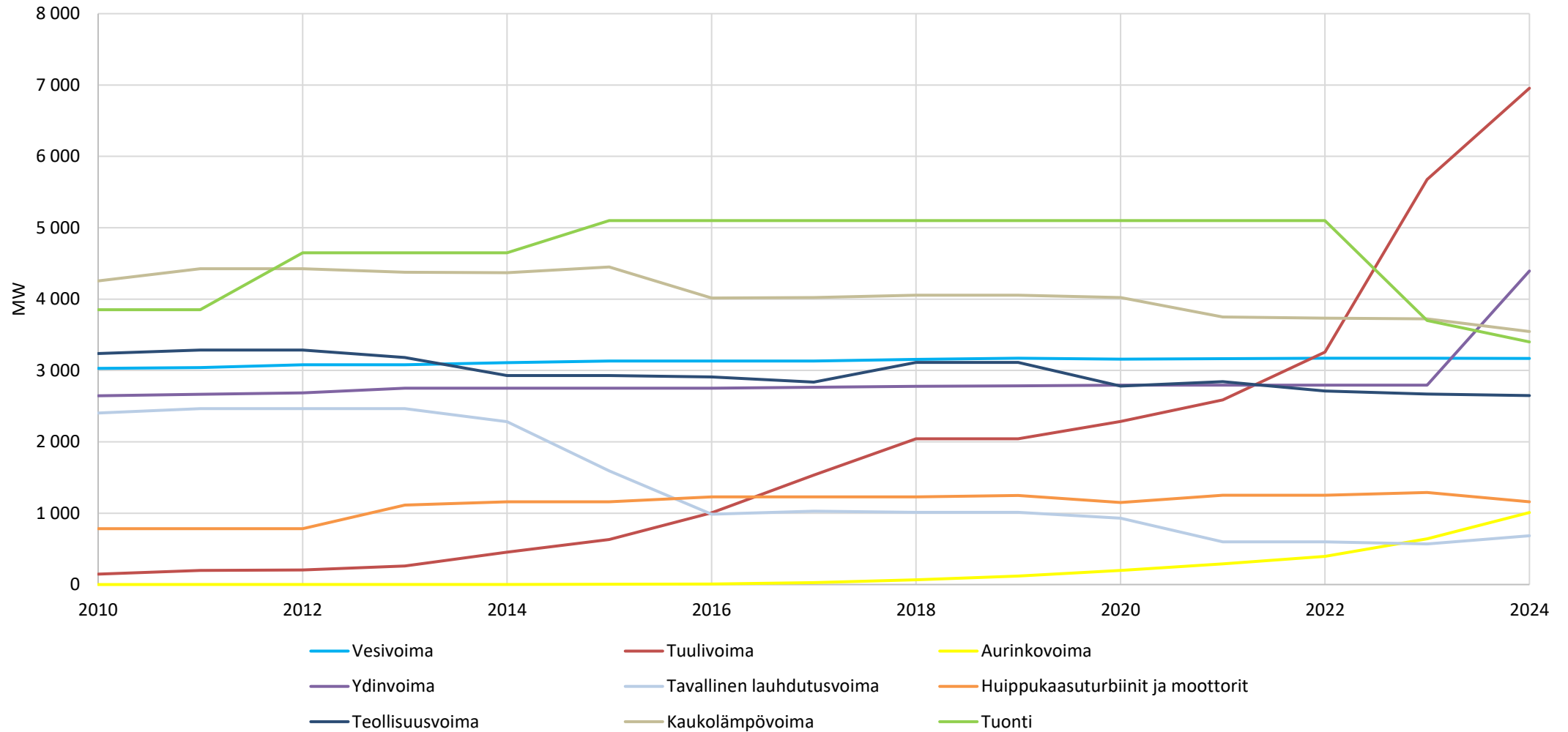
ole havaittavissa muutoksia, eikä uutta vesivoimakapasiteettia enää rakenneta. Vesivoiman tuotantomääriin vaikuttavat siis esimerkiksi muutokset sateisuudessa.

Sähkön erillistuotannon ja kaukolämpövoiman kapasiteetit ovat pienentyneet, mikä viittaa siihen, että kapasiteettia on vähennetty uusiutuvien energiamuotojen luoman hintapaineen seurauksena.

Teollisuusvoiman kapasiteetti on ollut laskusuunnassa viimeisten viiden vuoden aikana. Ydinvoimakapasiteettia tarkasteltaessa Olkiluoto 3:n reaktorin käyttöönotto on selkeästi havaittavissa.



Sähkön tuotantolaitosten kokonaiskapasiteetti (MW) tuotantomuodoittain 2010-2024



Kuva 8. Sähkön eri tuotantomuotojen tuotantokapasiteettien kehitys vuosina 2010-2024. Lähde: Tilastokeskus 2025.

Tuotantomuotojen päästökertoimet

Vuosittaiset päästökertoimet

Lauhetuotannon ja kaukolämpövoiman päästökertoimet vaihtelevat riippuen käytettävistä polttoaineista sekä polttolaitosten hyötysuhteista. Tilastokeskuksen (2025) julkaisemat energiamenetelmän mukaiset päästöt ja tuotantomäärät sekä näistä lasketut vuosittaiset päästökertoimet on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Energiamenetelmän mukaiset CO₂-päästöt ja tuotantomäärät (Tilastokeskus, 2025) ja näistä lasketut päästökertoimet lauhde- ja kaukolämpövoimalle.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Lauhdevoima (milj. t CO ₂)	2,9	3,9	2,3	1,9	2,6	2,3	1,7
Kaukolämpövoima (milj. t CO ₂)	3,1	3,2	3,0	2,2	2,2	1,9	1,2
Lauhdevoima (GWh)	3 284	4 748	3 142	2 311	2 848	2 858	1 813
Kaukolämpövoima (GWh)	12 069	12 663	12 394	9 867	11 060	9 282	6 897
Päästökerroin, lauhdevoima (t CO ₂ /GWh)	883	821	732	822	913	805	938
Päästökerroin, kaukolämpövoima (t CO ₂ /GWh)	257	253	242	223	199	205	174

Sähkön päästökertoimen määrittäminen vaikuttavuusarviointia varten

Menetelmäehdotus

Edellä kuvatun taustaselvityksen sekä työn ensimmäisessä vaiheessa käydyn asiantuntijakeskustelun pohjalta vaikuttavuusarvioinnissa hyödynnettävät uudet sähkön päästökertoimet ehdotetaan muodostettavan seuraavasti:

- Tuulivoiman oletetaan korvaavan 30-prosenttisesti tuontia (ks. sivu 35) koko tarkastelujaksolla.
- Ennen vuotta 2017 rakennetun tuulivoimakapasiteetin oletetaan korvaavan 70-prosenttisesti sähkön erillistuotantoa. Päästökertoimenä (ml. tuonnin korvaaminen) ehdotetaan käytettävän vaikuttavuusarvioinnissa aikaisemminkin käytössä ollutta kerrointa 600 t CO₂/GWh.
- Vuosien 2017-2023 tuulivoiman vuosituotanto kasvoi noin 9700 GWh. Samanaikaisesti kaukolämpövoima ja erillistuotanto vähenivät yhteensä noin 6500 GWh.
- Näin ollen vuosina 2017-2023 rakennetun tuulivoimakapasiteetin tuottaman sähkön (70 prosenttia) oletetaan korvaavan kaukolämpövoimaa ja erillistuotantoa näiden vuosittaisten tuotantojen suhteessa.
- Vuodesta 2024 lähtien rakennetun uuden tuulivoimakapasiteetin oletetaan korvaavan tuontisähköä ja muuta päästötöntä, sillä hiilineutraalin sähkön osuus kotimaisesta sähköntuotannosta oli 95 prosenttia vuonna 2024.



Tuontisähkön rooli

Tuontisähkön korvaaminen

Sähkön tuonti vaihtelee sekä tunti- että vuositason netto-
tuonti on reagoinut paitsi uusiutuvan
energian kasvaneeseen tuotantoon
myös esimerkiksi ydinvoima-
kapasiteetin kasvuun sekä useisiin
muihin tekijöihin.

Vaikka nettotuonti on ollut
voimakkaassa laskussa (kuva 7),
tuulivoiman ei voida olettaa korvanneen
ainoastaan nettotuontia. Toisaalta ei ole
perusteita myöskään olettaa, että
tuulivoima ei korvaisi tuontia lainkaan.
Edellä kuvatusti ehdotetussa
menetelmässä tuulivoimatuotannon
oletetaan korvaavan 30-prosenttisesti

nettotuontia.

Tuontisähkö oletetaan tässä
selvityksessä päästöttömäksi kansallisen
kasvihuonekaasuinventaarion sekä
kansallisten skenaarioarviointien
rajauksia mukaillen. Tuontisähkön
päästöjen tarkastelu osana
vaikuttavuusarvioinneissa käytettäviä
päästökertoimia on mahdollinen
jatkoselvityskohde.



Sähkön päästökerroin käyttöönottoajankohdan mukaan

**Vaikuttavuusarvioinnin
päästökerroin
käyttöönottovuosittain**

Edellä kuvattua menetelmää sekä taulukossa 3 esitettyjä energiamenetelmällä laskettuja erillistuotannon ja kaukolämpövoiman päästökertoimia hyödyntäen määritetyt sähkön päästökertoimet tuulivoimaloiden käyttöönotto-ajankohdittain on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4. Päästökerroin
tuulivoimakapasiteetin
käyttöönottoajankohdan mukaan.**

Käyttöönottovuosi	Päästökerroin (t CO ₂ /GWh)
<2017	600
2017-2019	325
2020-2023	275
2024	0



Ehdotus vaikuttavuusarvioissa käytettäväksi päästökertoimiksi

Sähkön päästökerroin

Sähkölle ehdotetaan käytettäväksi kolmen vuoden välein päivittyviä päästökertoimia (taulukko 5). Päästökertoimet on laskettu yhdistämällä taulukon 4 päästökertoimet tuulivoiman tuotantomääriin. Vaikka päästökertoimet on laadittu tuulivoimatietoja hyödyntäen, voidaan niitä soveltaa myös muita sähköntuotantomuotoja sekä energiatehokkuutta koskeviin vaikutusarviointeihin. Taulukossa esitetyt päästökertoimet on laskettu esimerkinomaisesti aikaväleille 2017-2019 sekä 2020-2023.

Lisäksi taulukossa on esitetty arviot päästökertoimen kehityksestä vuosille 2030, 2035, 2040, 2045 ja 2050. Arviot on laskettu olettaen, että vuodesta 2024 lähtien rakennettu tuulivoima korvaa tuontisähköä tai muuta päästötöntä sähköä. Lisäksi on oletettu, että tuulivoimaloiden käyttöikä on 25 vuotta, jolloin päästökerroin laskee nollan tuntumaan vuonna 2050, kun vanhat voimalat

jäävät pois ja rakennetaan uusia, jotka korvaavat päästötöntä sähköntuotantoa.

Lämmön päästökerroin

Tässä selvityksessä ehdotettu, kolmen vuoden välein muuttuva sähkön päästökerroin on menetelmällisesti aikaisempaa yhtenäisempi vaikuttavuudenarvioinnissa hyödynnettävän lämmön päästökertoimen kanssa. Kaukolämmön päästökertoimen laskennassa hyödynnetään kolmen vuoden keskiarvoa.

Lämmön päästökertoimella ei nykyisin ole uusiutuvan energian vaikuttavuusarvioissa merkittävää roolia, sillä suurin osa lämmöntuotannon vaikutuksista arvioidaan polttoainekorvaavuuden perusteella ja biokaasun osalta jatkossa käytettävissä ovat kestävyyskriteeriselvitysten tiedot. Lämmön päästökerroin on siis merkityksellinen ainoastaan energiatehokkuustarkasteluja ajatellen.

Taulukko 5. Ehdotus vaikuttavuusarvioissa käytettäväksi sähkön päästökertoimiksi sekä arviot vuosina 2030, 2035, 2040, 2045 ja 2050 käytettävistä kertoimista.

Vuosi	Päästökerroin (t CO ₂ /GWh)
-2017	600
2017-2019	435
2020-2023	290
2030	155
2035	110
2040	80
2045	35
2050	0

Lähteet

A large wind turbine stands prominently in a dense forest. The scene is captured in a dark, monochromatic blue tone, with the turbine's three blades reaching towards the top of the frame. The forest below is thick and textured, filling the lower half of the image.

Lähdeluettelo (1/2)

EEA, 2024a. Magdalena Jozwicka, sähköposti 28.11.2024. Methods used for PaMs assessment (Viitattu 2.12.2024)

EEA, 2024b. Overview of Policy Evaluation Guidelines v2024. Saatavilla: [Overview of policy evaluation guidelines v2024 — Eionet Portal](#) (Viitattu 5.12.2024)

EEA, 2024c. EEA database on integrated national climate and energy policies and measures in Europe. Saatavilla: <https://pam.apps.eea.europa.eu/> (Viitattu 5.12.2024)

Energiateollisuus 2025a. Sähkön tuntidata 2010-2024. Saatavilla: [Sähkön tuntidata – Energiateollisuus](#)

Energiateollisuus. 2025b. Sähkötase 1970-2023. Saatavilla: [Sähköntuotanto ja -käyttö – Energiateollisuus](#)

Energiateollisuus 2025c. Sähkön vuosi 2024. Saatavilla: [Sähkötilastot - Energiateollisuus](#)

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action, Report of the German Government, 2023. National Communication (NC). NC 8. Biennial Reports (BR) BR 5. Saatavilla:

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/8th%20National%20Communication_5th%20BR%20Germany.pdf (Viitattu 26.11.2024)

Government Offices of Sweden, Ministry of Climate and Enterprise, 2023. National Communication (NC). NC 8. Saatavilla: [Sweden's Eighth National Communication on Climate Change.pdf](#) (Viitattu 26.11.2024)

Leinonen, E., Liljeström, E. ja Monni, S. 2023. Uusiutuvan energian vaikuttavuusarviointi 2010-2022.

Saatavilla: https://www.motiva.fi/files/21957/Uusiutuvan_energian_vaikuttavuusarviointi_2023.pdf (Viitattu 5.12.2024)

Lindroos, T., Monni, S., Honkatukia, J., Soimakallio, S. ja Savolainen I., 2012. Arvioita uusiutuvan energian lisäämisen vaikutuksista Suomen kasvihuonekaasupäästöihin ja kansantalouteen. Saatavilla: <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2012/T11.pdf> (Viitattu 5.12.2024)

Lähdeluettelo (2/2)

Ministry of Economic Affairs and Climate Policy of the Netherlands, 2022. National Communication (NC). NC 8. Saatavilla: [Eighth Netherlands National Communication under the UNFCCC](#) (Viitattu 26.11.2024)

Schumacher, K., Anke H., Koch, M., Döring, U., Harthan, R., Wolfram, J., Pollitt, H., Grebot, B., Marsden, M., Sobey, M., Noden, R., Mistry, R., Hill, J., Harmelink, M., Pulles, T., Jozwick, M., Smokers, R., Bolech, M., Coenen, P. ja Kuenen, J. Ex-post quantification of the effects and costs of policies and measures. CLIMA.A.3/SER/2010/0005. Saatavilla: [report_expost_quantification_en.pdf](#) (Viitattu 5.12.2024)

Siler-Evans, K., Azevedo, I.L. and Morgan, M.G., 2012. Marginal Emissions Factors for the U.S. Electricity System. Environmental Science & Technology, 46(9), pp.4742–4748. Saatavilla: <https://doi.org/10.1021/es300145v>

Swiss Confederation, 2022. National Communication (NC). NC 8. Biennial Report (BR). BR 5. Saatavilla: [Switzerland. National Communication \(NC\). NC 8. Biennial Reports \(BR\). BR 5. | UNFCCC](#) (Viitattu 26.11.2024)

Tilastokeskus, 2025. Energian kokonaiskulutus –taulukot (Excel, xlsx). Saatavissa: [Tilastokeskus - 1 Energian kokonaiskulutus](#)

Umweltbundesamt, 2023. Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Saatavilla: [Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger](#) (Viitattu 26.11.2024)

UNFCCC, 2018. Methodological tool, Tool to calculate the emission factor for an electricity system. Saatavilla: [am-tool-07-v7.0.pdf](#) (Viitattu 5.12.2024)

