

# **Yleinen tehostamistavoite sähkön ja maakaasun verkkotoiminnoissa 6. ja 7. valvontajaksoilla 2024–2031**

Timo Kuosmanen

Loppuraportti  
15.11.2022

## SISÄLLYS

Esipuhe.....	3
<b>1. Johdanto.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Tehostamiskannustin kohtuullisen tuoton valvonnassa .....</b>	<b>6</b>
2.1 Yleinen tehostamistavoite tehostamiskannustimessa .....	6
2.2 Yleisen tehostamistavoitteen taloudellinen merkitys .....	8
<b>3. Toimialan yleinen tuottavuuskehitys Suomessa ja vertailumaissa .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Sähkön kantaverkkotoiminta .....</b>	<b>17</b>
4.1 Kantaverkkotoiminnan kustannustehokkuus ja sen muutos.....	17
4.2 Verkkovolyymi tuotosindeksinä .....	19
4.3 Yleisen tehostamistavoitteen taso .....	22
<b>5. Sähkön suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta .....</b>	<b>24</b>
<b>6. Sähkön jakeluverkkotoiminta .....</b>	<b>27</b>
<b>7. Maakaasun siirtoverkkotoiminta.....</b>	<b>30</b>
7.1 Maakaasumarkkinan kehitys.....	30
7.2 Maakaasun siirtoverkkotoiminnan valvontamalli .....	30
<b>8. Maakaasun jakeluverkkotoiminta .....</b>	<b>33</b>
<b>9. Yhteenveto ja kehittämissuhteet .....</b>	<b>35</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>37</b>

## **Esipuhe**

Tämän selvityksen on laatinut ECKTA Oy Energiaviraston toimeksiannosta. Hankkeen toteutuksesta vastaa Professori Timo Kuosmanen. Selvityksen laatija kiittää Energiaviraston Verkot -yksikön asiantuntijoita, erityisesti Lari Teittistä, Tiina Karppista ja Veli-Pekka Saajoa hankkeen aikana saadusta palautteesta ja kommentteista.

Raportissa esitettävät tulkinnat, analyysit, johtopäätökset ja kehittämissuhteet ovat ECKTA Oy:n riippumattomasti esittämiä, eivätkä ne edusta Energiaviraston kantaa raportissa tarkasteltaviin asioihin.

## 1. Johdanto

Sähkön ja maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoiminnot ovat esimerkkejä luonnollisista monopoleista, jotka eivät kohtaa markkinakilpailua. Talousteorian näkökulmasta luonnollisten monopolien hinnoittelun kohtuullisuutta ja kustannustehokkuutta on perusteltua säädellä viranomaisten toimesta. Suomessa tämä viranomaistehtävä on edellä mainittujen verkkotoimintojen osalta säädetty Energiaviraston (EV) vastuulle.

EV:n on johdonmukaisesti pyrkinyt soveltamaan valvontamenetelmissään uusinta ja luotettavinta tutkimustietoa. Tämän kehitystyön loogisena jatkona EV tilasi ECKTA Oy:ltä selvityksen koskien sähkön ja maakaasun verkkotoimintojen valvontamalleissa sovellettavia yleisiä tehostamiskannustimia 6. ja 7. valvontajaksoilla vuosina 2024–2031. Selvityksessä tarkasteltavat viisi verkkotoimintoa ovat seuraavat (suluissa verkonhaltijoiden lukumäärä vuonna 2021):

- sähkön kantaverkkotoiminta (1),
- sähkön suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta (9),
- sähkön jakeluverkkotoiminta (77),
- maakaasun siirtoverkkotoiminta (1) sekä
- maakaasun jakeluverkkotoiminta (18).

Selvityksen pääpaino on toimeksiannon mukaisesti sähkön kantaverkkotoiminnan ja maakaasun siirtoverkkotoiminnan tehostamiskannustimien arvioinnissa ja kehittämisessä sekä yleisen tehostamistavoitteen määrittämisessä kaikille edellä luetelluille viidelle verkkotoiminnoille.

EV:n soveltamassa kohtuullisen tuoton valvonnassa tehostamiskannustin kohdistuu kontrolloitavissa oleviin operatiivisiin kustannuksiin (KOPEX). Verkonhaltijan tehostamiskannustimen laskenta muodostuu viidestä eri tekijästä:

- 1) yleinen tehostamistavoite
- 2) yrityskohtainen tehostamistavoite
- 3) yrityskohtaisen KOPEX:n vertailutaso
- 4) yrityskohtainen toteutunut KOPEX
- 5) tehostamiskannustimen soveltaminen toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa

Tässä selvityksessä keskitytään kunkin verkkotoiminnon osalta tarkastelemaan erityisesti tekijöitä 1), 3) ja 5), toisin sanoen yleisen tehostamistavoitteen soveltuvaan lukuarvoa, vertailutason laskentaa sekä tehostamiskannustimen soveltamista toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa. Toteutuneen KOPEX:n laskenta ja siinä huomioitavat kustannukset rajataan tämän selvitystyön ulkopuolelle. Yhtiökohtaista tehostamistavoitetta on sovellettu aiemmin ainoastaan sähkön jakeluverkkotoiminnan valvonnassa, mutta siirtymäajan päätyttyä vuonna 2019 yhtiökohtaisesta tehostamistavoitteesta on käytännössä luovuttu. Yleisen tehostamiskannustimen periaatteita on pohdittu aiemmin selvityksessä Kuosmanen & Saastamoinen (2014), joka muodostaa erinomaisen lähtökohdan tälle selvitystyölle.

Tässä loppuraportissa esitetään hankkeen tulokset ja niihin perustuvat konkreettiset toimenpide-ehdotukset. Raportin rakenne on seuraava. Luvussa 2 esitetään lyhyesti yleisen tehostamistavoitteen periaate. Luvussa 3 tarkastellaan energia-alan yleistä tuottavuutta Suomessa ja vertailumaissa. Luvuissa 4 – 8 käydään läpi edellä mainitut verkkotoiminnot ja niiden erityspiirteet: kussakin luvussa arvioidaan kyseisen alan tuottavuuskehitystä sekä käydään läpi nykyisin käytössä oleva tehostamiskannustin ja siinä havaitut kehittämistarpeet. Konkreettiset kehittämissuositukset esitetään kootusti luvussa 9.

## 2. Tehostamiskannustin kohtuullisen tuoton valvonnassa

### 2.1 Yleinen tehostamistavoite tehostamiskannustimessa

Meneillään olevalla 5. valvontajaksolla tehostamiskannustinta sovelletaan kaikkien verkkotoimintojen valvontamalleissa, pois lukien maakaasun jakeluverkkotoiminta. Tässä luvussa esitetty tarkastelu pyrkii kattamaan kaikki verkkotoiminnot, koska periaatteessa vastaavanlaista menettelyä voidaan jatkossa soveltaa myös maakaasun jakeluverkkotoiminnan valvontamallissa. Tässä selvityksessä käytetään EV:n vahvistamissa valvontamenetelmissä määriteltyjä KOPEX-arvoja,<sup>1</sup> jotka on asetettu kullekin tarkasteltavalle verkkotoiminnolle erikseen samoja yleisiä periaatteita noudattaen, ottaen kuitenkin huomioon kunkin toimialan erityispiirteet. Kannustinvaikutuksen kannalta on merkitystä kuinka yritysکوhtainen KOPEX tarkalleen ottaen määritellään ja mitä kustannuseriä siinä huomioidaan, mutta nämä kysymykset rajataan tämän selvitystyön ulkopuolelle.

Tehostamiskannustimessa kunkin verkkoyhtiön toteutunutta KOPEX:a verrataan valvontamallissa määriteltyyn KOPEX:n vertailutasoon, jonka arvo päivitetään valvontajakson aikana vuosittain. Toteutunut KOPEX voi yksittäisenä vuonna poiketa vertailutasosta suuntaan tai toiseen siten, että vertailutasoa alhaisemmasta kustannuksesta seuraa palkkio ja toisaalta vertailutasoa korkeammasta kustannuksesta seuraa sanktio. Palkkio ja sanktio on toteutettu siten, että yhtiön toteutuneeseen liikevoittoon lisätään seuraava tehostamiskannustin:

$$\text{Tehostamiskannustin} = \begin{cases} -K, & \text{jos } T < -K \\ T, & \text{jos } -K \leq T \leq K \\ K, & \text{jos } T > K \end{cases}$$

missä

$$T = \text{KOPEX:n vertailutaso} - \text{Toteutunut KOPEX}$$

$$K = \alpha \times \text{verkonhaltijan kyseisen vuoden kohtuullinen tuotto}$$

Tehostamiskannustimen ala- ja ylärajat määrittelevä parametri  $\alpha$  on määritelty eri verkkotoiminnoille seuraavasti:

$$\text{sähkön kantaverkkotoiminta: } \alpha = 5 \%$$

$$\text{sähkön suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta: } \alpha = 20 \%$$

$$\text{sähkön jakeluverkkotoiminta: } \alpha = 20 \%$$

$$\text{maakaasun siirtoverkkotoiminta } \alpha = 5 \%$$

Kannustinvaikutuksen kannalta erityisesti erotus  $T$  on keskeinen. Mikäli yhtiön toteutunut KOPEX on täsmälleen yhtä suuri kuin vertailutaso (nk. sallittu KOPEX tai SKOPEX), tehostamiskannustin saa arvon

---

<sup>1</sup> Valvontamenetelmien ajantasainen esitys on saatavissa www-sivulta: <https://energiavirasto.fi/hinnoittelun-valvonta>.

nolla. Tällöin tehostamiskannustin ei vaikuta valvontamallissa laskettavan oikaistun tuloksen arvoon. Jos verkkoyhtiön toteutunut KOPEX on asetettua vertailutasoa korkeampi, tehostamiskannustimen arvo on negatiivinen. Tällöin tehostamiskannustin alentaa yhtiölle valvontamallissa laskettavaa oikaistua tulosta, jolloin yhtiön toteutunut tuotto voi ylittää valvontamallissa laskettavan kohtuullisen tuoton arvon. Tämä luo voitontavoitteluun perustuvan kannustimen parantaa kustannustehokkuutta asetettua vertailutavoitetasoa korkeammaksi. Toisaalta jos verkkoyhtiön toteutunut KOPEX alittaa asetetun vertailutason, tehostamiskannustin saa positiivisen arvon, mikä kasvattaa yhtiön oikaistua tulosta valvontamallissa. Tämä luo selkeän sanktion, joka kannustaa voittoa tavoittelevaa yhtiötä välttämään vertailutason alittamista. Kuitenkin yhtiö voi niin halutessaan käyttää verkkotoimintaan sijoitetulle omalle pääomalle kertyvän kohtuullisen tuoton osittain tai jopa kokonaan sanktion kattamiseen.

Tehostamiskannustimen enimmäisvaikutusta verkonhaltijoiden toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa kohtuullistetaan verkonhaltijan näkökulmasta asettamalla tehostamiskannustimelle raja-arvot eli ns. kattotaso  $K$  ja lattia- $-K$ . Asetettuja raja-arvoja suurempi tai pienempi tehostamiskustannusten vertailutason ja toteutuneiden tehostamiskustannusten välinen erotus ei vaikuta toteutuneen oikaistun tuloksen laskentaan. Nämä lattia- ja kattotasot koskevat sekä KOPEX:n vertailutason alittavista kustannuksista saatavaa tehostamisbonusta että vertailutason ylittämisestä aiheutuvaa tehostamissanktiota. Lattia- ja kattotasot suhteutetaan verkkoon sitoutuneelle pääomalle maksettavaan kohtuulliseen tuottoon, mutta niiden vaihteluväli on huomattavasti suurempi sähkön jakeluverkkotoiminnassa ja suurjännitteisessä jakeluverkkotoiminnassa kuin sähkön kantaverkolla ja maakaasun siirtoverkolla. Näihin raja-arvoihin palataan tarkemmin kunkin verkkotoiminnon osalta erikseen luvuissa 4 – 8.

Tehostamiskannustimen keskeinen komponentti on KOPEX:n vertailutason määrittäminen. Sähkön jakeluverkkoyhtiöiden osalta vertailutaso on perusteltua laskea tehokkaan toiminnan mukaisen kustannusrintaman perusteella. Sähkön jakeluverkkoyhtiöiden tehostamiskannustimen periaatteita ja mikrotalousteoreettista logiikkaa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin raportissa Kuosmanen, Kuosmanen & Dai (2022). Tällä toimialalla KOPEX:n vertailutaso voidaan laskea seuraavan laskukaavan avulla:

$$\begin{aligned} & \text{KOPEX:n vertailutaso vuonna } t \\ & = [1 - \text{Yleinen tehostamistavoite}] \\ & \times \text{Hintaindeksin muutos perusvuoteen verrattuna} \\ & \times \text{Tehokkaan kustannusrintaman mukainen vertailutaso vuonna } t \text{ (perusvuoden hinnoin)} \end{aligned}$$

Kustannusrintaman laskennassa huomioidaan vuosittaiset muutokset tuotoksissa ja toimintaympäristöä kuvaavissa muuttujissa. Kustannusrintama estimoidaan valitun perusvuoden hintatason (esim. vuoden 2022) perusteella, jolloin hintaindeksin muutoksella korjataan rahan arvon muutos valitusta perusvuodesta vuoden  $t$  hintatasoon. Hintaindeksinä voidaan soveltaa esimerkiksi kuluttajahintaindeksiä, tai jotain vaihtoehtoista hintaindeksiä kuten rakennuskustannusindeksiä tai niiden yhdistelmää. Tämä laskukaava on täysin yhtenevä sähkön jakeluverkkoyhtiöiden valvontamallissa viidennellä valvontajaksolla sovelletun laskukaavan kanssa.

Aiemmillä valvontajaksoilla sovelletuista yhtiökohtaisista tehostamistavoitteista käytännössä luovuttiin annetun siirtymäajan päätyttyä vuonna 2019.

Kaikissa muissa verkkotoiminnoissa voidaan soveltaa seuraavaa laskukaavaa, joka ei edellytä kustannusrintaman estimointia:

$$\begin{aligned} & \text{KOPEX:n vertailutaso vuonna } t \\ & = [1 - \text{Yleinen tehostamistavoite}] \\ & \times \text{Hintaindeksin muutos vuodesta } t - 1 \text{ vuoteen } t \\ & \times \text{Tuotosindeksin muutos vuodesta } t - 1 \text{ vuoteen } t \\ & \times \text{KOPEX:n vertailutaso vuonna } t - 1. \end{aligned}$$

Tässä laskukaavassa edellisen vuoden vertailutasoa päivitetään vuosittain ottamaan huomioon tuotoksissa ja rahan arvossa tapahtuvat muutokset. Valvontajakson ensimmäisenä vuonna KOPEX:n vertailutasona voidaan käyttää esimerkiksi keskiarvoa edellisellä valvontajaksolla toteutuneista KOPEX:n arvoista, jotka korjataan yhteismitallisiksi tuotosindeksin ja hintaindeksin vuosittaisilla muutoksilla. Tuotosindeksinä voidaan soveltaa esimerkiksi ns. verkkovolyymien muutosta, jonka laskennassa sovellettavaa tuotosindeksiä tarkastellaan tarkemmin kunkin verkkotoiminnon osalta erikseen luvuissa 4 – 8.

## *2.2 Yleisen tehostamistavoitteen taloudellinen merkitys*

Vaikka yleinen tehostamistavoite on suhteellisen pieni prosenttiluku, sen taloudellinen merkitys on suuri. Toisella ja kolmannella valvontajaksolla EV:n soveltama yleinen tehostamistavoite oli suuruudeltaan 2,06 % vuodessa. Tämä lukuarvo perustui Malmquist-tuottavuusindeksin teknistä kehitystä kuvaavaan komponenttiin, jonka avulla arvioitiin teknisen kehityksen aikaansaamaa kustannusrintaman keskimääräistä vuosittaista siirtymää.

Kuosmasen & Saastamoisen (2014) raportissa suositeltiin neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla sovellettavaksi vastaavalla tavoin alan tekniseen kehitykseen perustuen 2 %:n suuruista yleistä tehostamiskannustinta. EV kuitenkin päätti asettaa yleisen tehostamistavoitteen arvoksi 0 % kaikille verkkotoiminnoille. Päätöstä perusteltiin uusista tehtävistä ja toimintatavoista johtuvilla lisäkustannuksilla: EV:n näkemyksen mukaan ”selkeintä ja riittäväällä tasolla oikeellista” on huomioida uusista tehtävistä ja toimintatavoista aiheutuneet kustannukset ja hyödyt ”korjaamalla” yleisen tehostamistavoitteen tasoksi pitkän aikavälin tuottavuuskehityksen perusteella määritetyn kahden prosentin sijaan 0 %.

Taulukossa 2.1 esitetyn laskuesimerkin tarkoituksena on havainnollistaa EV:n soveltaman ”korjauksen” taloudellista kustannusvaikutusta 4. ja 5. valvontajakson aikana. Laskelman lähtökohtana on eri verkkotoimintojen toteutunut KOPEX vuonna 2016. Laskelmassa tarkastellaan reaalisia kustannuksia vuoden 2016 hinnoin, joten kun yleisen tehostamistavoitteen arvoksi asetetaan 0 %, reaalin KOPEX pysyy vakiona kahden valvontajakson ajan, kuten Taulukon 2.1 yläosassa on esitetty. Vertailun vuoksi taulukon alaosassa esitetään vaihtoehtoinen skenaario, jossa yleisen tehostamistavoitteen arvoksi olisi asetettu kaksi



prosenttia Kuosmasen & Saastamoisen (2014) suosituksen mukaisesti. Laskelma havainnollistaa korkoa korolle -ilmiön, jonka johdosta yleisen tehostamistavoitteen ”korjauksen” kustannusvaikutus oli suuruusluokaltaan noin 300 miljoonaa euroa. Laskelman perusteella uusilla tehtävillä ja toimintatavoilla perusteltu yleisen tehostamistavoitteen asettaminen aiemmin sovelletun kahden prosentin sijasta nolllaksi maksoi sähkön ja maakaasun loppukäyttäjille noin 300 miljoonaa euroa kahden valvontajakson aikana.

*Taulukko 2.1: Yleisen tehostamistavoitteen taloudellisen merkitystä havainnollistava laskelma. Taulukon lukuarvot kuvaavat kunkin verkkotoiminnon yhteenlasketun sallitun KOPEX:n (miljoonaa € vuoden 2016 hinnoin) kehitystä kahden valvontajakson aikana, kun yleisen tehostamistavoitteen arvoksi asetetaan 0 % tai 2 %*

<b>Yleinen tehostamistavoite 0%</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	
Sähkö kantaverkko	78	78	78	78	78	78	78	78	
suurjännite	6	6	6	6	6	6	6	6	
jakeluverkot	430	430	430	430	430	430	430	430	
Maakaasu siirtoverkko	25	25	25	25	25	25	25	25	
jakeluverkot	19	19	19	19	19	19	19	19	
<b>Yhteensä</b>	<b>558</b>	<b>558</b>	<b>558</b>	<b>558</b>	<b>558</b>	<b>558</b>	<b>558</b>	<b>558</b>	
<b>Yleinen tehostamistavoite 2%</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	
Sähkö kantaverkko	78	76	75	73	72	71	69	68	
suurjännite	6	6	6	6	6	5	5	5	
jakeluverkot	430	421	413	405	397	389	381	373	
Maakaasu siirtoverkko	25	25	24	24	23	23	22	22	
jakeluverkot	19	19	18	18	18	17	17	16	
<b>Yhteensä</b>	<b>558</b>	<b>547</b>	<b>536</b>	<b>525</b>	<b>515</b>	<b>504</b>	<b>494</b>	<b>484</b>	
<b>Erotus</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>43</b>	<b>54</b>	<b>64</b>	<b>74</b>	<b>Yhteensä 300</b>

Mikäli yleisen tehostamistavoitteen arvoksi olisi päätetty asettaa hieman maltillisempi lukuarvo 1 %, olisi kokonaisvaikutus ollut edellä esitetyssä laskemassa 153 miljoonaa euroa. Siten esitetyn laskelman avulla voi hahmottaa kuinka suuri taloudellinen kannustinvaikutus saadaan aikaan yleisen tehostamistavoitteen lukuarvon prosenttiyksikön muutoksella, kun pysytään vaihteluvälin 0 % – 2 % sisällä.

Taulukon 2.1 laskema havainnollistaa myös, miten kannustinvaikutus jakautuu eri verkkotoimintojen kesken. Sähkön jakeluverkkotoiminnan osuus kaikkien tarkasteltujen verkkotoimintojen yhteenlasketusta KOPEX:sta oli 77 % vuonna 2016. Sähkön kantaverkon osuus oli vastaavasti 14 %, kun taas suurjännitteisten jakeluverkkotoimintojen osuus oli vain noin 1%. Maakaasun siirtoverkon osuus oli 4 % ja maakaasun jakeluverkkotoimintojen osuus 3 %. Näin ollen yli kolme neljäsosaa verkkotoimintojen tehostamiskannustimen kustannusvaikutuksista kohdistuu sähkön jakeluverkkotoimintaan.

### 3. Toimialan yleinen tuottavuuskehitys Suomessa ja vertailumaissa

Tässä luvussa tarkastellaan energia-alan tuottavuuskehitystä Tilastokeskuksen sekä Luiss Universityn julkaisemien EUKLEMS & INTANProd toimialatason tuottavuustietokannan tilastojen perusteella,<sup>2</sup> keskittyen toimialaluokkaan *D 35 Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta*. Tämä toimiala kattaa Kuosmasen & Saastamoisen (2014) selvityksen mukaan parhaiten tässä tarkasteltavat verkkotoiminnot, mutta tähän toimialaan sisältyy myös muunlaista liiketoimintaa kuten mm. energian tuotantoa. Toisaalta siitä puuttuu tässä selvityksessä tarkasteltavien yhtiöiden toimintoja, merkittävimpänä maakaasun siirtoverkkotoiminta. Energia-alan tuottavuuskehityksen laajempi tarkastelu antaa kuitenkin hyödyllisen lähtökohdan raportissa myöhemmin esitettäville tarkasteluille sähkön- ja maakaasun verkkotoimintojen kustannusten ja kustannustehokkuuden kehityksestä.

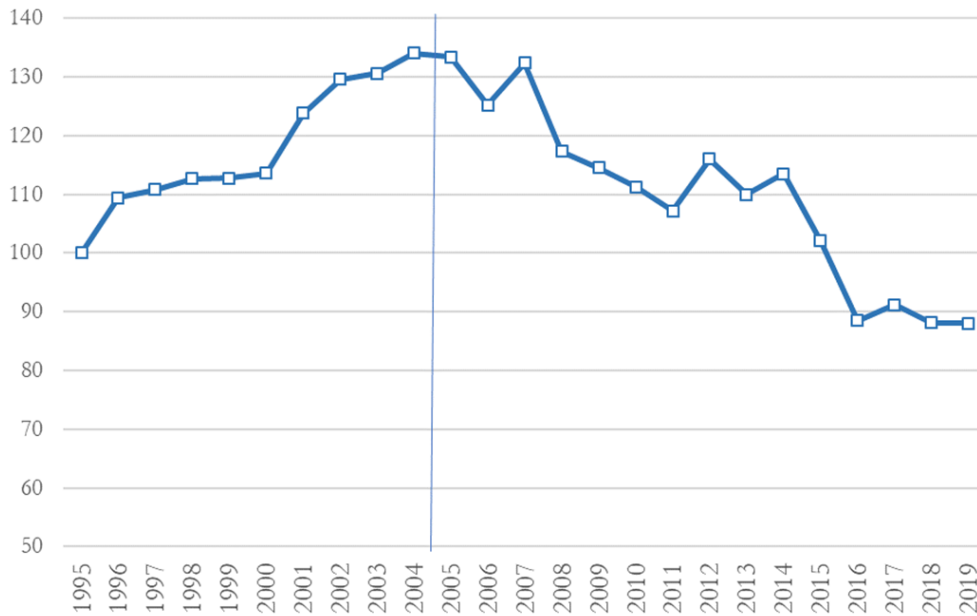
Tässä luvussa tarkasteltavat kokonaistuottavuuden mittarit perustuvat yleisesti taloustieteessä käytettyyn kasvutilinpidon menetelmään, jossa toimialan tuottavuuskasvu lasketaan arvonlisäyksen muutoksena, joka ei selity työ- ja pääomapanosten muutoksella (nk. Solowin residuaali). Toimialan arvonlisäys saadaan vähentämällä toimialan yritysten yhteenlasketusta liikevaihdosta (kokonaimyynni) tuotannossa käytettyjen välituotteiden (kuten tavarat, palvelut ja polttoaineet) arvo. Siten arvonlisäys kattaa työvoimakustannukset sekä pääoman tuoton, mukaan lukien mahdollisen monopolivoiton. Tämä on syytä ottaa huomioon tulosten tulkinnassa: koska monopolivoittojen väheneminen ajan myötä pienentää tuotosmuuttujan arvoa suhteessa työ- ja pääomapanoksiin, toimialalla toteutetut markkinareformit sekä tiukentunut sääntely saattavat näennäisesti heikentää toimialan mitattua kokonaistuottavuutta.<sup>3</sup>

Kuvio 3.1 havainnollistaa energia-alan (toimialaluokka D) kokonaistuottavuuden kehitystä ajanjaksolla 1995-2019 (indeksi 1995=100) EUKLEMS & INTANProd toimialatason tuottavuustietokannan tilastojen perusteella. Kuvioista 3.1 havaitaan, että toimialan nouseva tuottavuuskehitys kääntyi laskevaksi trendiksi vuonna 2005, mikä osuu ajallisesti yhteen EV:n valvontamallin 1. valvontajakson kanssa. Eri verkkotoimintoihin sovelletuista tehostamiskannustimista huolimatta energia-alan mitattu kokonaistuottavuus on vuoden 2005 jälkeen laskenut huomattavasti: 4. valvontajaksoilla 2016-2019 kokonaistuottavuus oli laskenut yli 30 % vuoteen 2005 verrattuna.

---

<sup>2</sup> EUKLEMS & INTANProd tietokanta on vapaasti käytettävissä sivulla: <https://euklems-intanprod-luce.luiss.it/download>

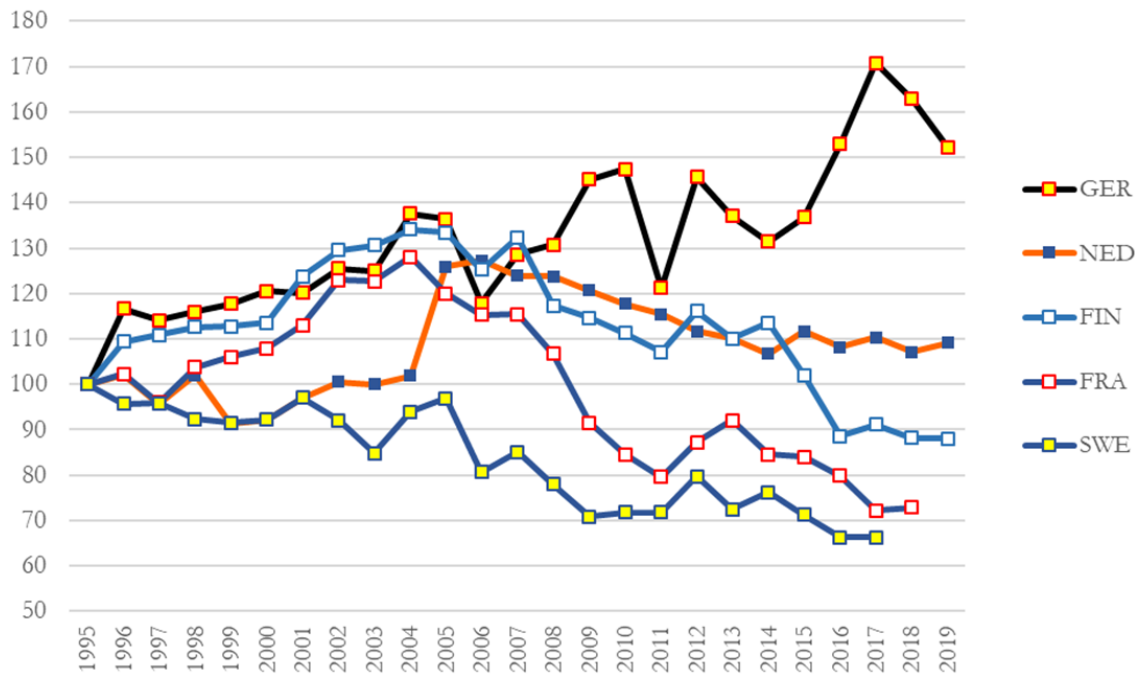
<sup>3</sup> Vaihtoehtoisesti kokonaistuottavuuden mittaamisessa voitaisiin käyttää tuotosmuuttujana esimerkiksi toimialan loppukäyttäjille toimittamaa energiamäärää (MW), jolloin tuotoksen hintatasossa tapahtuneet muutokset eivät vääristäisi tuottavuuden mittausta. Koko toimialan tasolla fyysisten tuotosmuuttujien käyttöön sisältyy kuitenkin omat haasteensa.



Kuvio 3.1: Kokonaistuottavuus (indeksi 1995=100) toimialalla D 35 Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäädytysliiketoiminta. Lähde: Kuvio laadittu EUKLEMS & INTANProd tietokannan tilastojen perusteella.

Kuviossa 3.2 esitetään energiatoimialan D kokonaistuottavuuskehitys Suomessa sekä neljässä vertailumaassa (Saksa, Alankomaat, Ranska ja Ruotsi).<sup>4</sup> Kuvio havainnollistaa, että toimialan kokonaistuottavuus on kääntynyt laskuun 2000-luvulla myös useissa muissa Euroopan maissa. Ruotsissa laskeva trendi alkoi jo Suomea aiemmin 1990-luvulla. Ainoa selkeä poikkeus vertailumaiden joukossa on Saksa, jossa kokonaistuottavuuden kasvutrendi on jatkunut myös 2000-luvulla.

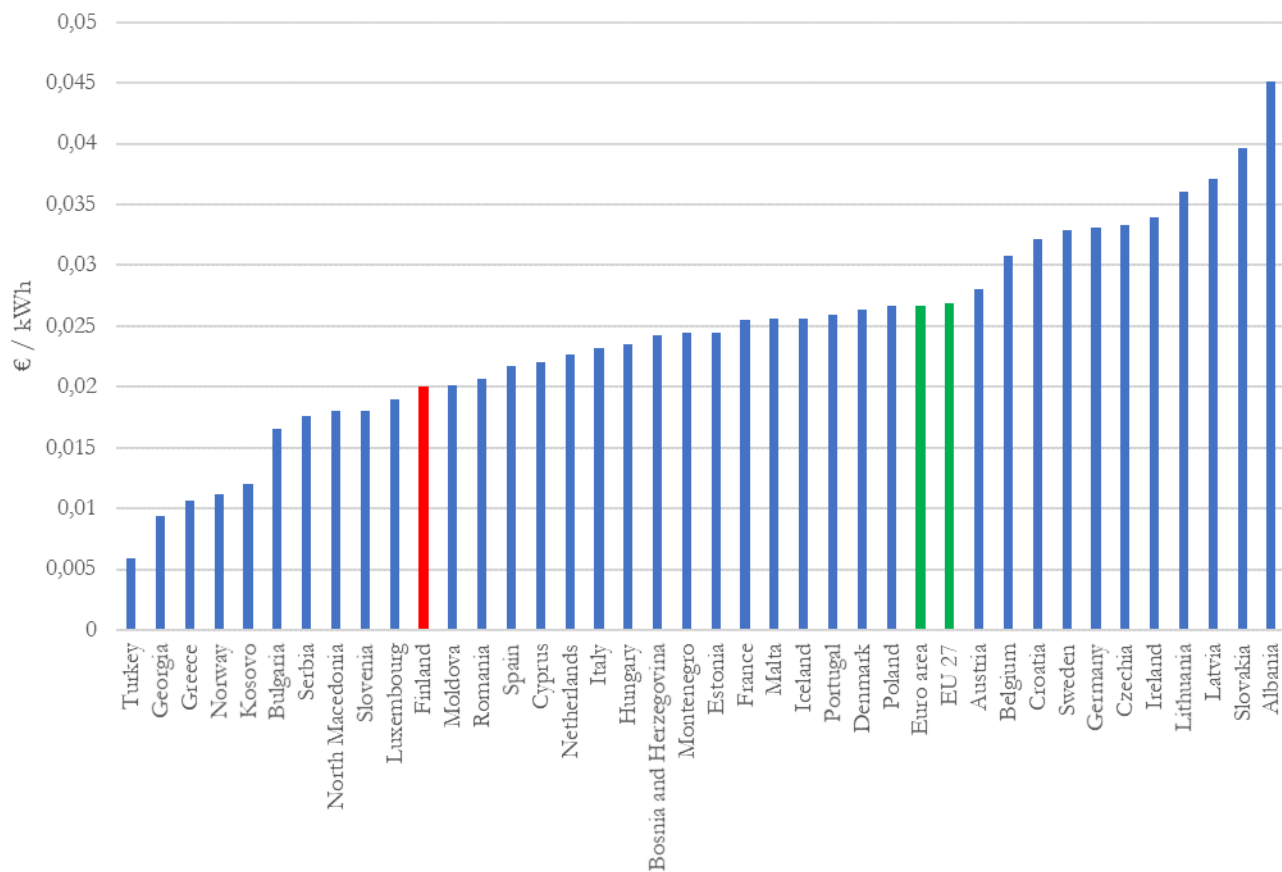
<sup>4</sup> Valitettavasti vertailukelpoisia tilastoja ei ollut saatavissa Norjasta tai Tanskasta.



Kuvio 3.2: Kokonaistuottavuus (indeksi 1995=100) toimialalla D 35 Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta Saksassa (GER), Alankomaissa (NED), Suomessa (FIN), Ranskassa (FRA) ja Ruotsissa (SWE).

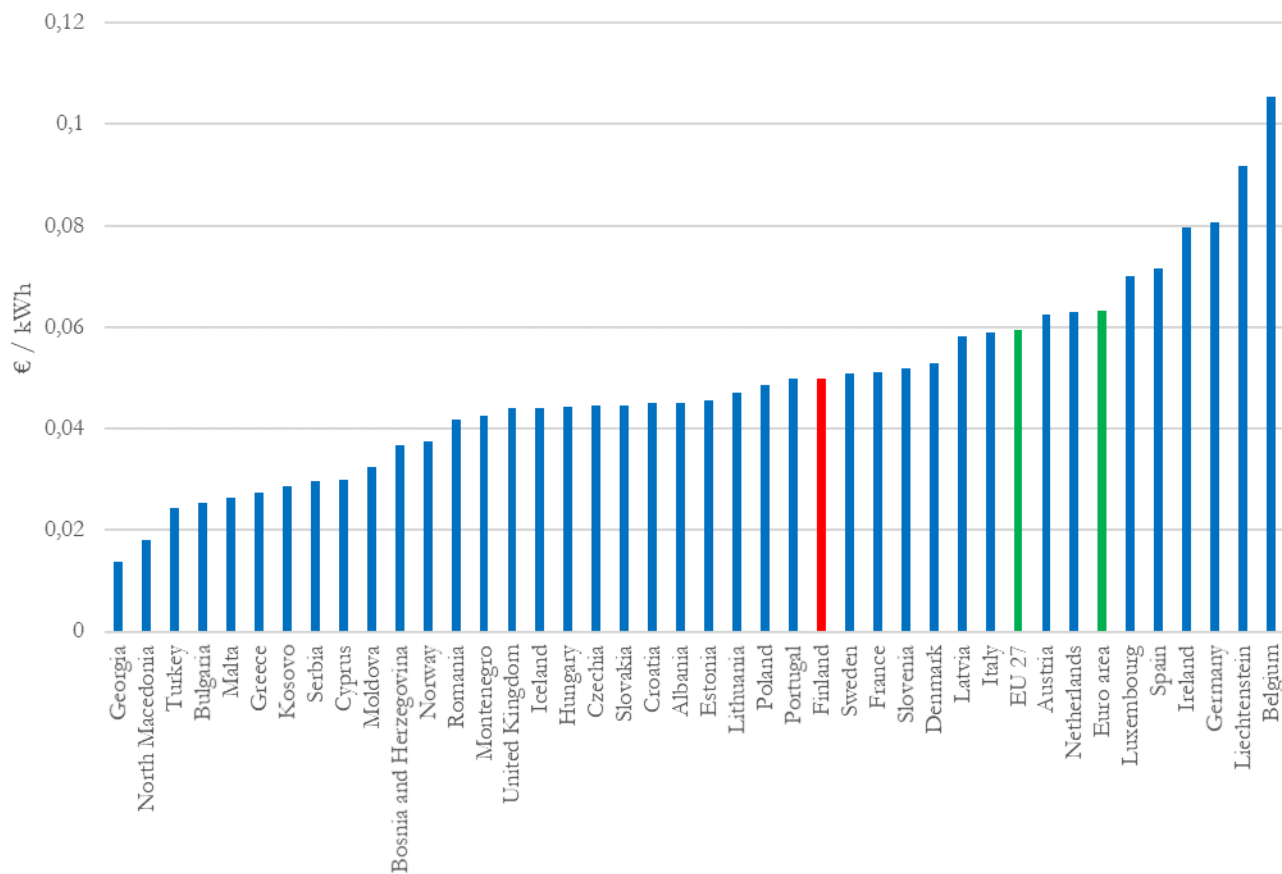
Lähde: Kuvio laadittu EUKLEMS & INTANProd tietokannan tilastojen perusteella.

Edellä todettiin, että monopolivoittojen pieneneminen saattaa näennäisesti pienentää toimialan mitattua tuottavuutta. Mahdolliset monopolivoitot taas nostava kotitalouksien ja yritysten maksamaa sähkön hintaa (ml. siirtohintaa). Yritysten ja kotitalouksien kohtaamia sähkön siirtohintoja Euroopan maissa ja alueilla havainnollistetaan Kuvioissa 3.3 (yrityssasiakkaat, keskiarvo 2019-2021) ja Kuviossa 3.4 (kotitaloudet, keskiarvo 2017-2021). Pylväskuvioissa Suomi on korostettu selvyiden vuoksi punaisella värillä, EU 27 ja Euroalueen keskiarvot esitetään vihreällä värillä ja kaikki muut maat ja alueet sinisillä pylväillä.



Kuvio 3.3: Yritysassiakkaiden keskimääräinen sähkön siirtobinta Euroopan maissa / alueilla, keskiarvo vuosina 2019-2021. Lähde: Kuvio laadittu Eurostatin tilastojen perusteella.

Erityisesti yritysasiakkaiden kohtaamat sähkön siirtohinnat ovat Suomessa keskimäärin useimpia muita Länsi-Euroopan maita huomattavasti edullisemmat, mikä parantaa sähköä käyttävien yritysten kilpailukykyä. Vaikka monet kotitalousasiakkaat pitävät sähkön siirtohintoja korkeina, myös kotitalouksien kohtaamat siirtohinnat ovat keskimäärin useimpia muita Länsi-Euroopan maita edullisemmat ja myös EU- ja Euromaiden keskiarvoa alhaisemmat. Vastaavasti sähkön hintataso on Saksassa selvästi EU:n keskiarvoa korkeampi Kuvioiden 3.3 ja 3.4 perusteella. Mikäli vertailumaita korkeampi sähkön hinta Saksassa johtuu monopolivoitoista, tämä voi selittää Saksan kokonaistuottavuudessa havaitun kasvutrendin (vrt. Kuvio 3.2).

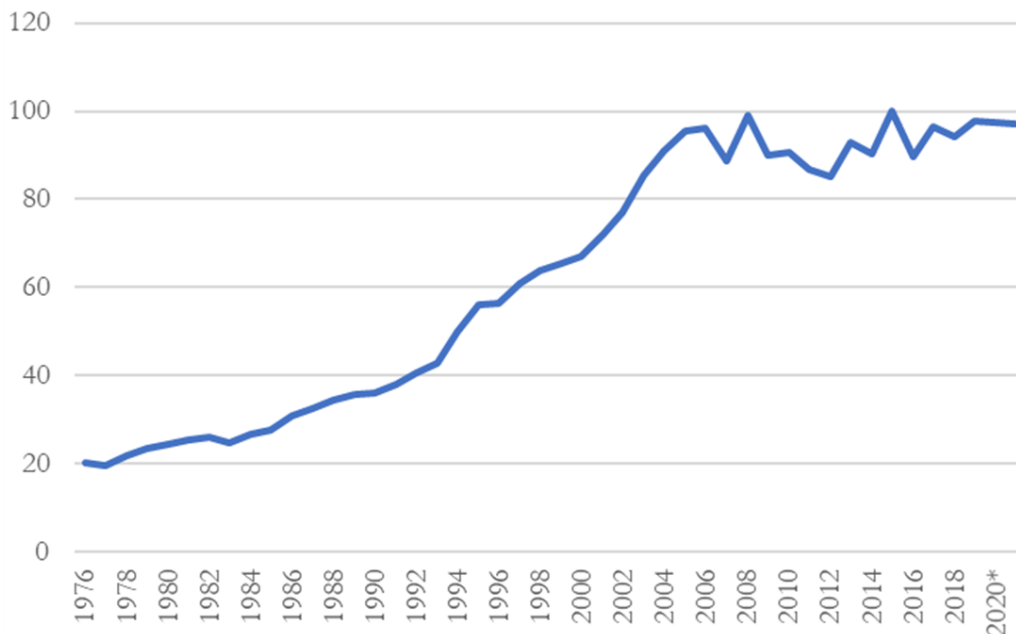


Kuvio 3.4: Kotitalouksien keskimääräinen sähkön siirtobinta Euroopan maissa / alueilla, keskiarvo vuosina 2017-2021. Lähde: Kuvio laadittu Eurostatin tilastojen perusteella.

Sähkön hintatilastojen valossa on mahdollista, että mitatun kokonaistuottavuuden laskeva trendi Suomessa ja Ruotsissa saattaa johtua ainakin osittain toimialalla 1990-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa toteutetuista markkinareformeista, kuten pohjoismaisen Nord Pool sähköpörssin perustaminen vuonna 1993 (Suomi liittyi mukaan vuonna 1998) sekä kuluttajien mahdollisuus vaihtaa ja kilpailuttaa sähköenergian myyjä (vuodesta 1998 lähtien). Lisääntynyt kilpailu energiamaarkkinoilla vähentää monopolivoittoja, jolloin tuotosmuuttujana käytetty arvonlisäys pienenee suhteessa työ- ja pääomapanoksiin. Myös siirto- ja jakeluverkkotoimintojen kehittynyt regulaatio on todennäköisesti edelleen heikentänyt paikallisten monopolien mahdollisuuksia kerätä monopolituottoja. Kilpailun lisääntyminen ja regulaation kiristyminen saattaa näennäisesti heikentää alan mitattua kokonaistuottavuutta, mutta toisaalta uudistukset kasvattavat kuluttajien ylijäämää, parantavat sähköä käyttävien yritysten kilpailukykyä ja sitä kautta lisäävät yhteiskunnan taloudellista hyvinvointia. Täytyy kuitenkin korostaa, että vaikka edellä esitetty yhteys monopolivoittojen ja kokonaistuottavuuden välillä on teoriassa mahdollinen kokonaistuottavuuden laskua selittävä tekijä, tämän selvityksen perusteella kausaali vaikutusta ei voida todentaa empiirisesti: toimialan negatiivisen tuottavuuskehityksen juurisyitä olisi tarpeellista tutkia tarkemmin kuin mitä tämän selvityksen puitteissa on mahdollista.

Koska Saksa erottuu Kuviossa 3.2 tarkastelluista vertailumaista positiivisen tuottavuustrendinsä myötä, on mielenkiintoista verrata kuinka yleisen tehostamistavoitteen (ns. Xgen) toteutustapa Saksassa poikkeaa EV:n soveltamasta menettelystä (vrt., esim. Oxera, 2017, 2018). Ensimmäinen olennainen ero koskee tehostamistavoitteen kohdentamista: Saksassa tehostamistavoite kohdistuu kokonaiskustannuksiin (ml. pääoman kustannus), kun taas Suomessa tehostamiskannustin koskee ainoastaan KOPEX:a. Toisaalta Saksassa yleisen tehostamistavoitteen tasoa arvioidaan toimialan keskimääräisen kokonaistuottavuuskehityksen perusteella, kun taas Suomessa yleinen tehostamistavoite on perustunut nimenomaan tehokkaiden yhtiöiden mahdollisuuksiin kohottaa tuottavuutta teknisen kehityksen avulla. Myös inflaatiokorjauksen soveltamisessa on olennaisia eroja maiden välillä, joten yleiselle tehostamistavoitteelle asetetut lukuarvot eivät ole vertailukelpoisia.

Koska KOPEX koostuu suurelta osin työpanoksesta, ml. verkonhaltijoiden alihankkijoilta tilaamat työt, on mielenkiintoista tarkastella kuinka työn tuottavuus on kehittynyt energiatoimialalla D. Kuvio 3.5 esittää työn tuottavuuden indeksin (2015 = 100) pisteluvun kehityksen vuosina 1976-2020. Kuvioista havaitaan, että työn tuottavuus kasvoi kokonaistuottavuuden tavoin aina vuoteen 2005 saakka. Tämän jälkeen työn tuottavuuden kasvu on käytännössä sahanut vaakasuoran trendin ympärillä. Työn tuottavuuden stagnaatio koko kansantalouden tasolla on hyvin lähellä Kuviossa 3.5 havaittua kehitystä.



Kuvio 3.5: Työn tuottavuus (indeksi 2015=100) toimialalla D 35 Säbkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäädytysliiketoiminta. Lähde: Tilastokeskus.

Kuvioita 3.1 ja 3.5 vertaamalla voidaan päätellä, että kokonaistuottavuuden negatiivinen trendi vuoden 2005 jälkeen täytyy johtua pääoman tuottavuuden heikkenemisestä, koska työn tuottavuuskehityksessä ei ole havaittavissa vastaavanlaista laskevaa kehitystä. Työpanoksen ulkoistaminen alihankkijoille saattaa vaikuttaa toimialan mitattuun työn tuottavuuteen positiivisesti erityisesti sellaisten alihankkijoiden osalta, joiden päätoimiala on jokin muu kuin tässä tarkasteltu D 35 (esim. siivouspalvelujen ulkoistaminen), mutta sama vaikutus koskee myös mitattua kokonaistuottavuutta, joten työn tuottavuuden ja kokonaistuottavuuden toisistaan poikkeavat trendit eivät voi selittyä ulkoistamisella. Näiden vertailujen valossa herää kysymys, olisiko Suomessakin perusteltua kohdentaa yleinen tehostamiskannustin KOPEX:n sijaan kokonaiskustannuksiin (TOTEX), kuten Saksassa on menetelty?

Pelkästään KOPEX:iin kohdistettuna tehostamiskannustin saattaa luoda yhtiöille vääränlaisen kannustimen korvata työpanosta pääomainvestoinneilla, joihin ei kohdistu tehostamiskannustinta. Tämä kannustinvaikutus saattaa mahdollisesti olla yhteydessä kokonaistuottavuuden heikkenemiseen, joka on tapahtunut nimenomaan pääoman tuottavuuden heikkenemisen kautta. Toisaalta jo tehtyjä kiinteitä pääomainvestointeja on yleensä jälkikäteen hyvin vaikeaa ellei jopa mahdotonta ”tehostaa”, mikä puoltaa tehostamiskannustimen kohdentamista muuttuviin kustannuksiin (ts. KOPEX:iin), kuten EV on tähänkin saakka menetellyt.

Pääomainvestointien kontrolloimiseksi on sähkön jakeluverkkotoiminnassa otettu käyttöön kehittämissuunnitelmat, joissa tullaan kiinnittämään aikaisempaa enemmän huomiota myös verkon kehittämistoimien kustannustehokkuuteen.<sup>5</sup> Kustannustehokkuuden tarkempi kontrolli kehittämissuunnitelmien kautta luo aikaisempaa vahvemman perustan tehostamiskannustimen kohdentamisen KOPEX:iin myös jatkossa. Liian korkeaksi asetettuna KOPEX:iin kohdistuva yleinen tehostamistavoite saattaa kuitenkin edelleenkin vääristää työn ja pääoman tehokasta allokaatiota, mikä on tarpeellista ottaa huomioon kun arvioidaan yleisen tehostamistavoitteen kohtuullista tasoa.

---

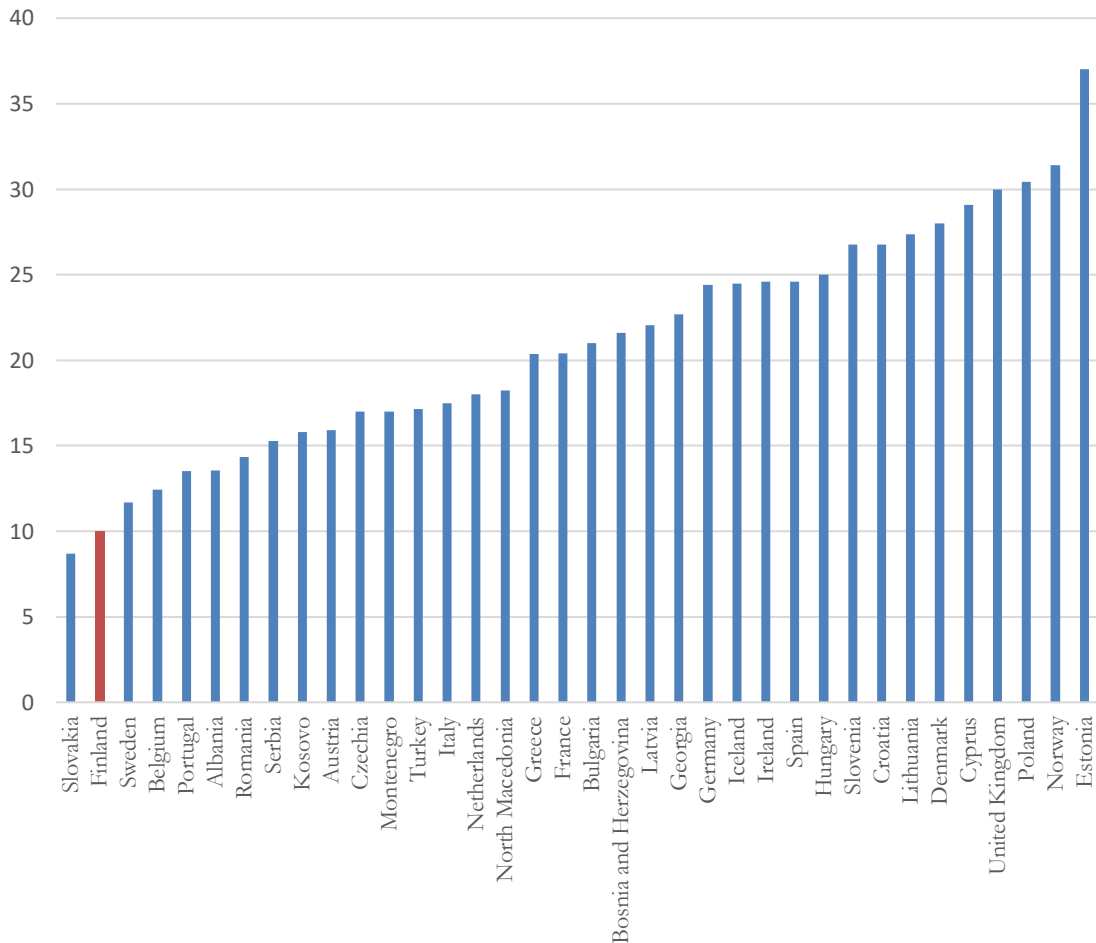
<sup>5</sup> Kehittämissuunnitelmia on kerätty vuodesta 2014 lähtien. Määräystä jakeluverkon kehittämissuunnitelmista muutettiin joulukuussa 2021, jolloin kehittämissuunnitelmien piiriin otettiin myös verkon kehittämistoimien kustannustehokkuuden valvonta. Ensimmäiset uuden määräyksen mukaiset kehittämissuunnitelmat kerättiin kesäkuuhun 2022 mennessä ja siitä lähtien ne kerätään kahden vuoden välein. EV:n tiedote uudesta Määräyksestä on saatavana sivulla: <https://energiavirasto.fi/-/maarays-sahkonjakeluverkon-kehittamissuunnitelmista>.



## 4. Sähkön kantaverkkotoiminta

### 4.1 Kantaverkkotoiminnan kustannustehokkuus ja sen muutos

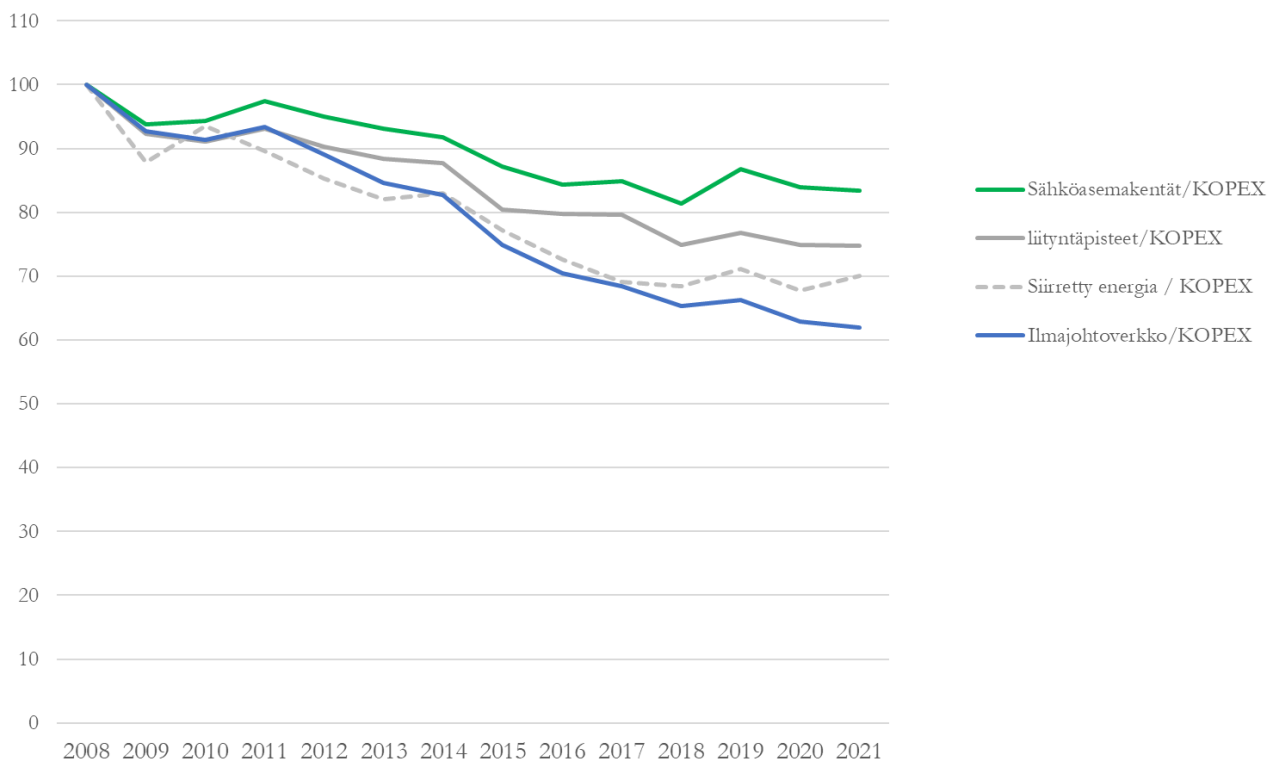
Suomessa on vain yksi kantaverkonhaltija, joten tehostamispotentiaalin arvioinnissa käytetään viiteryhmänä muita eurooppalaisia sähkön kantaverkonhaltijoita. Eurooppalaisten kantaverkonhaltijoiden tehokkuutta käsitellessä selvitysten valossa kantaverkkotoiminta Suomessa vaikuttaa olevan varsin kustannustehokasta (ks. esim., Frontier Economics ym., 2013). Myös Eurostatin tilastojen valossa kantaverkon osuus sähkön siirtohinnoista on Suomessa alhaisempi kuin muissa Länsi-Euroopan maissa. Kuvio 4.1 esittää Eurostatin tilastoihin perustuen sähkön kantaverkon osuuden kuluttajien maksamasta siirtohinnoista eri Euroopan maissa ja alueilla vuonna 2021; Suomi on korostettu pylväskuviossa punaisella värillä. Eurostatin hintatilastojen valossa Suomen kantaverkkotoiminta vaikuttaa eurooppalaisittain kustannustehokkaalta.



Kuvio 4.1: Kantaverkon osuus sähkön siirtobinnasta vuonna 2021 Euroopan maissa ja alueilla.

Lähde: Kuvio laadittu Eurostatin tilastojen perusteella.

Valitettavasti kantaverkon kustannustehokkuus on heikentynyt ajan myötä, käytettiinpä kustannustehokkuuden mittaamiseen mitä mittareita hyvänsä. Kuvio 4.2 havainnollistaa kantaverkon kustannustehokkuuden heikkenemistä vuosina 2008-2021 neljän erilaisen osittaistuottavuutta mittaavan suhdeluvun avulla (indeksi 2008 = 100), joissa tuotosta kuvaava muuttuja on jaettu inflaatiokorjatulla KOPEX:lla (vuoden 2021 hinnoin). Tuotosmuuttujina tarkastelussa huomioidaan sähköasemakenttien lukumäärä (vihreä käyrä) ja ilmajohtoverkon pituus (sininen käyrä), joita käytetään verkkovolyymikorjauksen laskennassa. Lisäksi tarkastelussa on huomioitu liityntäpisteiden lukumäärä (harmaa käyrä) ja siirretty energia (harmaa katkoviiva). Kantaverkon tuottavuus heikkeni jo kolmannella valvontajaksolla, jolloin kantaverkkoon sovellettiin 2,06 %:n suuruista yleistä tehostamistavoitetta. Tuottavuus on edelleen jatkanut laskua myös 4. ja 5. valvontajaksoilla, jolloin yleinen tehostamistavoite asetettiin nollassi. Tämän kehityksen valossa vaikuttaa siltä, ettei tehostamiskannustimen luomat bonukset ja sanktiot luo kantaverkon haltijalle riittävää kannustinta tuottavuuden kehittämiseen.



Kuvio 4.2: Kantaverkon osittaistuottavuuden indikaattorit 2008-2021.

Selvityksen laatijan käytettävissä olevan aineiston perusteella voidaan havaita, että KOPEX:n kasvu ja sen seurauksena tapahtunut kustannustehokkuuden heikkeneminen selittyvät hyvin pitkälti muiden ostojen ja muiden ulkopuolisten palveluiden kasvulla. Näissä kuluerissä havaittiin hyvin huomattava tasokorotus vuoden 2018 jälkeen. Näiden kuluerien nousu vaikuttaa tilastoaineiston perusteella olevan ajallisesti

yhteydessä mm. tasepalveluiden ja reservikapasiteetin ylläpidon kulujen voimakkaan nousun kanssa, mutta selvityksen tekijän käytettävissä olevin tiedoin mahdollisia syy-seuraussuhteita on mahdotonta todentaa. Suosittelemme, että EV selvittää yhdessä kantaverkkoyhtiön kanssa mistä muiden ostojen ja ulkopuolisten palveluiden huomattavasti kasvaneet kulut viime kädessä johtuvat.

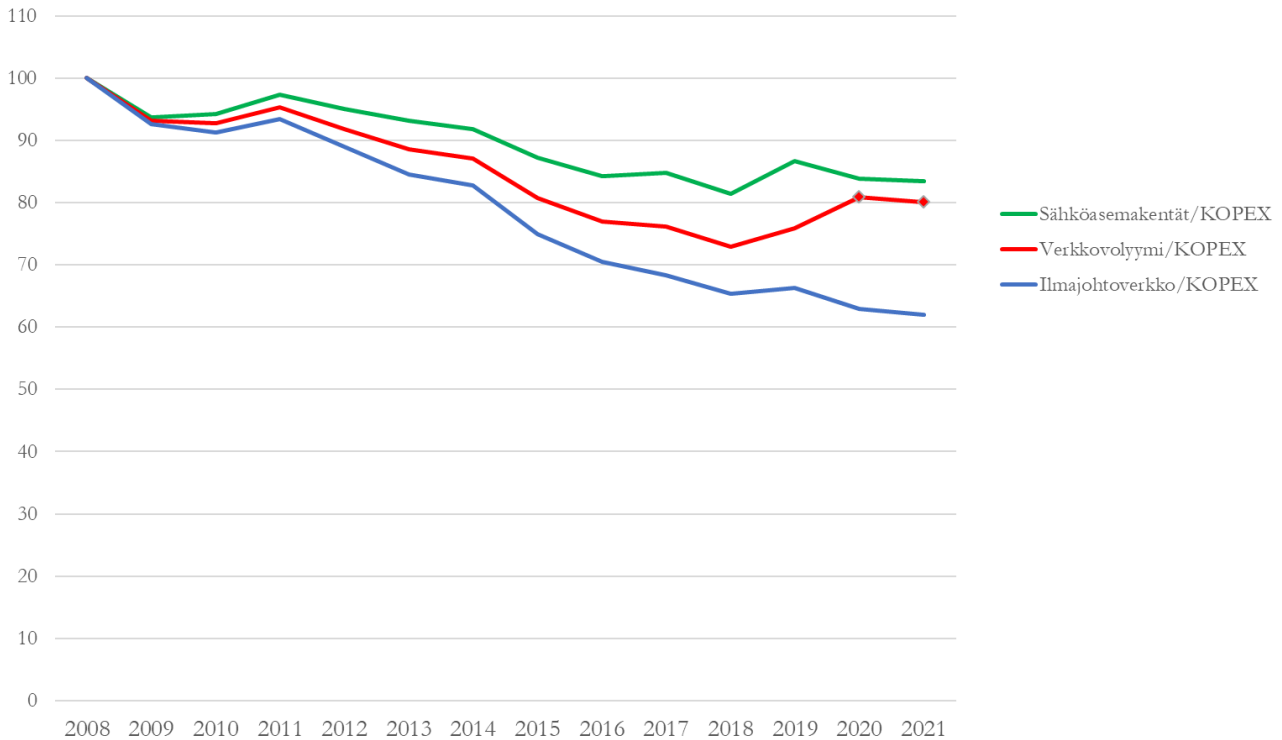
Yleisen tehostamistavoitteen sopivaa tasoa tarkastellaan luvussa 4.3. Riippumatta siitä, kuinka suureksi yleinen tehostamistavoite tulevilla valvontajaksoilla asetetaan, tehostamiskannustimen lattia- ja kattotason rajaaminen 5 prosenttiin kohtuullisesta tuotosta vaikuttaa Kuvion 4.2 valossa käytännössä vesittävän kannustinvaikutuksen. Edes maksimisanktio ei näytä kannustavan kantaverkonhaltijaa parantamaan kustannustehokkuutta. Vertailun vuoksi sähkön jakeluverkkoyhtiöihin sovelletaan nykyisellä valvontajaksolla 20 prosentin raja-arvoa kohtuullisesta tuotosta. Mikäli jakeluverkonhaltijoiden lattia- ja kattotasot pidetään jatkossakin tällä tasolla, voitaisiin myös kantaverkkotoiminnan valvonnassa korottaa lattia- ja kattotasot 20 prosenttiin kohtuullisesta tuotosta, jotta tehostamiskannustimella saavutetaan riittävän suuri toimintaa ohjaava kannustinvaikutus. Neljän vuoden pituinen valvontajakso ja sitä seuraava nelivuotinen valvontajakso, jonka aikana mahdollinen ylijäämä tulee sopeuttaa, tarjoaa mielestämme jo sellaisenaan kohtuullisen pitkän ajanjakson, jonka aikana tilapäiset KOPEX:n vaihtelut (jotka määritelmän mukaisesti ovat yhtiöiden kontrolloitavissa olevia kulueriä) voidaan sopeuttaa ilman, että tehostamiskannustimen vaikutusta täytyy vuosittain rajata liian tiukasti.

#### 4.2 Verkkovolyymi tuotosindeksinä

Kantaverkon laajuudessa tapahtuvat muutokset otetaan huomioon EV:n yhdessä kantaverkonhaltijan kanssa kehittämän mallin mukaisesti. Verkkovolyymi lasketaan kantaverkon ilmajohtoverkon kokonaispituuden ja sähköasemakenttien lukumäärän painotettuna summana, missä painokertoimet on määritelty ilmajohtoverkon ja sähköasemakenttien kunnossapitoon käytettyjen kustannusten perusteella. Tämän laskentatavan ongelmana on se, että kunnossapidon kustannukset kasvavat ajan myötä inflaation vaikutuksesta, jolloin verkkovolyymien painokertoimet kasvavat. Koska inflaation vaikutus huomioidaan tehostamiskannustimessa hintaindeksin avulla tehtävänä korjauksena, nimellisiin kustannuksiin perustuva painokertoimien korotus valvontajakson vaihtuessa johtaa kaksinkertaiseen inflaatiokorjaukseen (engl. *double counting*).

Kuvio 4.3 havainnollistaa verkkovolyymien laskentatapaan liittyvän ongelman valvontajakson vaihtuessa. Kuviossa esitetään osittaistuottavuuden indikaattorit (tuotos / reaalin KOPEX) Kuvion 4.2 tapaan siten, että tarkastelussa huomioidaan tuotosmuuttujina sähköasemakenttien lukumäärä (vihreä käyrä), ilmajohtoverkon pituus (sininen käyrä) sekä niiden painotettuna summana laskettu verkkovolyymi (punainen käyrä). Verkkovolyymi vuosina 2008-2019 on laskettu käyttäen 4. valvontajaksolla sovellettuja kustannuskertoimia, kun taas vuosina 2020-2021 on käytetty 5. valvontajakson kustannuskertoimia. Kuvio havainnollistaa, kuinka verkkovolyymiin perustuva tuottavuusindikaattori (punainen viiva) on painotettu keskiarvo sähköasemakenttien lukumäärän (vihreä viiva) ja ilmajohtoverkon pituuden (sininen viiva)

perusteella lasketuista tuottavuusindikaattoreista, mutta valvontajakson vaihtuessa 2020 verkkovolyymiin perustuva tuottavuusindikaattori nousee hintatason muutoksen takia. Koska tehostamiskannustimeen sisältyy erillinen inflaatiokorjaus, verkkovolyymien laskenta tulisi arviomme mukaan perustua reaalsiin tuotosten muutoksiin, joihin inflaatio ei vaikuta. Tietenkin tuotosindikaattoreiden suhteellisten hintojen mahdolliset muutokset on perusteltua ottaa huomioon verkkovolyymien laskennassa, mutta yleisen hintatason muutosta ei ole perusteltua kompensoida uudestaan aina valvontajakson vaihtuessa.



Kuvio 4.3: Verkkovolyymien muutos yliarvioi tuotoksen valvontajakson vaihtuessa 2020.

Ongelma voidaan luontevimmin ratkaista määrittelemällä verkkovolyymi tuotosindeksiksi, jossa tuotosten painokerrointen summa on yksi. Yleisesti käytetty tuotosindeksi on Kuosmasen & Saastamoisen (2014) selvityksessä ehdotettu Törnqvist-indeksi, joka voidaan määritellä seuraavasti

$$VV = VJ^p \times KE^{1-p}$$

missä

VJ = kantaverkon ilmajohtoverkon pituus (km)

KE = kantaverkon sähköasemakenttien lukumäärä

ja painokerroin p määritellään kustannusosuuksien perusteella seuraavasti

$$p = C_{VJ} / (C_{VJ} + C_{KE}),$$

missä

$C_{VJ}$  = kantaverkon ilmajohtoverkon kunnossapitoon käytetyt kustannukset edellisinä 4 vuonna

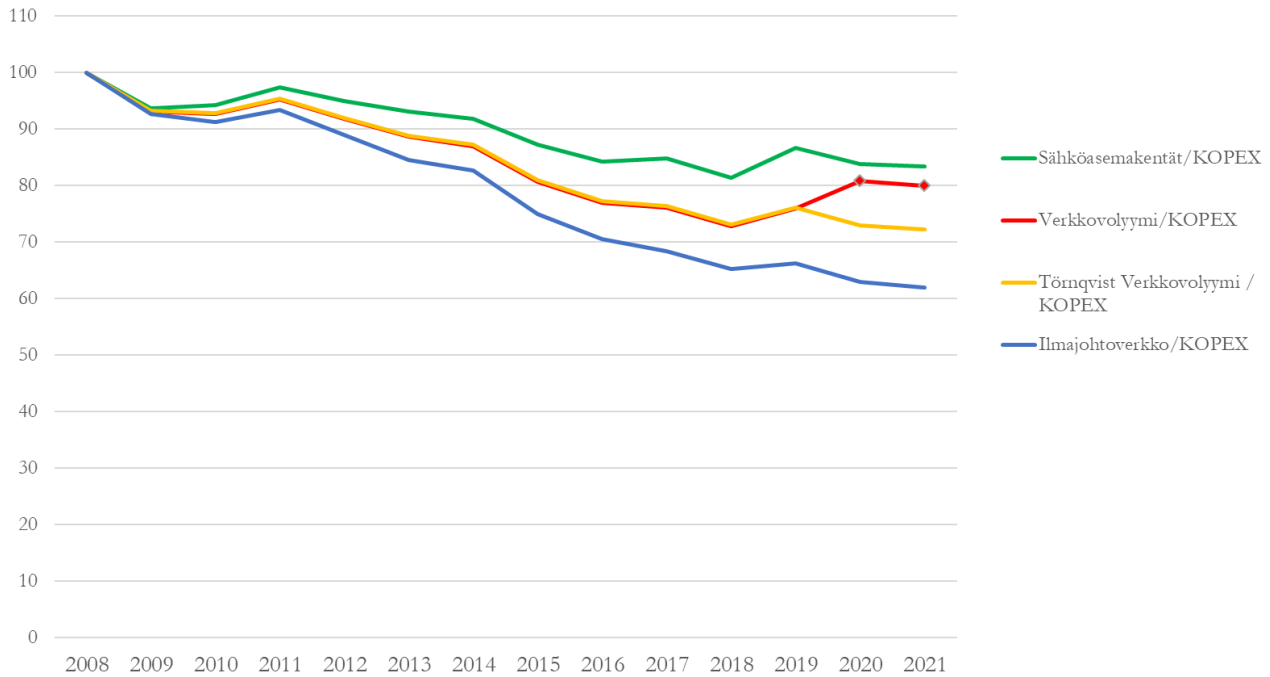
$C_{KE}$  = kantaverkon sähköasemakenttien kunnossapitoon käytetyt kustannukset edellisinä 4 vuonna

Toisin sanoen verkkovolyymi lasketaan ilmajohtoverkon kokonaispituuden ja sähköasemakenttien lukumäärän painotetun summan sijaan painotettuna geometrisena keskiarvona.<sup>6</sup> Valvontajakson vaihtuessa painokerroin  $p$  päivitetään, jolloin Törnqvist-tuotosindeksi huomioi mahdolliset muutokset ilmajohtoverkkojen ja sähköasemakenttien kunnossapidon kustannuksissa. Kuitenkin painokertoimien  $p$  ja  $(1-p)$  summa on aina yksi, joten indeksin avulla vältytään kaksinkertaiselta inflaatiokorjaukselta.

Kuvio 4.4 havainnollistaa ehdotetun indeksiteoriaan perustuvan ratkaisun verkkovolyymien laskemiseksi. Kuviossa esitetään samat käyrät kuin Kuviossa 4.3, mutta niiden lisäksi kuviossa esitetään Törnqvist-indeksiin perustuva vaihtoehtoinen ratkaisu oranssilla viivalla. Törnqvist verkkovolyymikorjaus tuottaa lähes identtisen käyrän nykyisin sovelletun verkkovolyymikorjauksen kanssa vuosina 2016-2019, mutta valvontajakson vaihtuessa käyrät poikkeavat vuosina 2020-2021. Koska hintatason muutoksen vääristävä vaikutus on poistettu Törnqvist-indeksistä, oranssi katkoviiva kuvaa paremmin ilmajohtoverkon pituudessa ja sähköasemakenttien lukumäärässä havaittua kehitystä. Lopuksi on syytä huomauttaa, että tässä laskuesimerkissä on käytetty 4. valvontajaksolla sovellettuja painokertoimia myös 2. ja 3. valvontajakson lähtötietoihin: todellisuudessa vastaavanlainen laskentatekninen ongelma havaittaisiin aina 4 vuoden välein valvontajakson vaihtuessa.

---

<sup>6</sup> Nykyisin verkkovolyymikorjauksessa huomioitujen tuotosmuuttujien lisäksi tuotosindeksiin voitaisiin ottaa mukaan myös muita mahdollisia tuotosindikaattoreita, kuten esimerkiksi liityntäpisteiden lukumäärä. Kuitenkin tässä selvityksessä käytetyssä tilastoaineistossa on kunnossapitokulut raportoitu ainoastaan nykyisin käytössä oleville muuttujille VJ ja KE, joten joudumme tässä selvityksessä keskittymään nykyisin käytössä oleviin tuotosmuuttujiin.



Kuvio 4.4: Törnqvist-indeksiin perustuva verkkovolyymikorjaus.

### 4.3 Yleisen tehostamistavoitteen taso

Jotta kantaverkkoyhtiön kustannustehokkuuden laskeva trendi saataisiin taitettua ja kantaverkkotoiminnan kansainvälinen kustannuskilpailukyky turvattua myös tulevaisuudessa, yleistä tehostamistavoitetta olisi perusteltua korottaa. Koska kantaverkon kustannustehokkuus on laskenut ajan myötä, sopivaa prosenttilukua voidaan arvioida historiallisen kustannuskehityksen pohjalta seuraavasti. Taulukossa 4.1 esitetään kolme kantaverkon omaan historiaan perustuvaa referenssipistettä: toisen, kolmannen ja neljännen valvontajakson ensimmäiset vuodet 2008, 2012 ja 2016. Taulukossa esitetyt yleisen tehostamistavoitteen tason on laskettu siten, että niiden mukaisesti kustannustehokkuutta parantamalla voitaisiin kahden valvontajakson eli kahdeksan vuoden aikana saavuttaa kunkin referenssivuoden mukainen kustannustehokkuuden taso, kun kustannustehokkuutta arvioidaan Törnqvist-indeksiin perustuvan verkkovolyymi-indeksin ja reaalisien KOPEX:n suhdeluvun perusteella. Tarkastelussa lähdetään liikkeelle vuoden 2021 kustannustehokkuuden tasosta ja oletetaan, että kantaverkon kustannustehokkuus säilyy ennallaan 5. valvontajakson loppuun saakka.

Taulukon 4.1 yleisen tehostamistavoitteen arvojen tulkinta on seuraava. Jotta kantaverkon kustannustehokkuus saataisiin palautettua takaisin vuoden 2008 tasolle 2. valvontajakson alussa, tarvitaan 3,1 %:n vuotuinen kustannustehokkuuden paraneminen 6. ja 7. valvontajakson aikana. On syytä korostaa, että reaalisien KOPEX:n ja verkkovolyymikorjauksen perusteella kantaverkko on kyennyt toimimaan vuonna

2008 tämän tavoitteen mukaisella kustannustehokkuuden tasolla: 3,1 %:n tehostamistavoite auttaisi kääntämään kustannustehokkuuden laskevan trendin ja palauttamaan kantaverkon tehokkuuden samalle tasolle, missä se oli 2. valvontajakson ensimmäisenä vuonna. Toisin sanoen, tämä tavoitetaso ei vaadi mitään sellaista suorituskykyä, mihin kantaverkko ei olisi kyennyt toisen valvontajakson alussa.

*Taulukko 4.1: Kuinka suuri yleinen tehostamistavoite vaaditaan, jotta kahden valvontajakson aikana saavutettaisiin aikaisemmin vuonna t havaittu kustannustehokkuuden taso?*

Vuosi t	Yleinen tehostamistavoite
2008	3,1 %
2012	2,3 %
2016	0,6 %

Kustannustehokkuuden heikkenemistä voidaan pyrkiä perustelemaan uusilla tehtävillä ja toimintatavoilla. Tämä voidaan ottaa ainakin osittain huomioon tarkastelemalla uudempaa referenssipistettä 3. valvontajakson alussa vuonna 2012. Vuonna 2012 havaitun kustannustehokkuuden tason saavuttaminen vaatisi vuotuisen 2,3 %:n kustannustehokkuuden paranemisen 6. ja 7. valvontajakson aikana.

Mikäli hyväksytään EV:n esittämä näkemys, jonka mukaan ”selkeintä ja riittävällä tasolla oikeellista” on huomioida uusista tehtävistä ja toimintatavoista aiheutuneet kustannukset ja hyödyt ”korjaamalla” yleisen tehostamistavoitteen tasoksi pitkän aikavälin tuottavuuskehityksen perusteella määritetyn kahden prosentin sijaan arvoksi 0 %, tulisi yleisen tehostamistavoitteen ehdoton alaraja olla 0,6 % kahden seuraavan valvontajakson aikana. Käytännössä 0,6 % vastaa tehostamistavoitteen asettamista nolnaan, koska tämän lukuarvon myötä kantaverkon kustannustehokkuus saadaan ainoastaan palautettua sille tasolle, missä se olisi nyt, jos kantaverkko olisi kyennyt säilyttämään vuoden 2016 kustannustehokkuuden tason 4. valvontajakson alussa. Toisin sanoen tarvitaan vähintään 0,6 %:n vuosittainen kustannustehokkuuden paraneminen vuoteen 2031 saakka, jotta 4. ja 5. valvontajakson aikana tapahtunut kustannustehokkuuden heikkeneminen saataisiin kurottua umpeen.

Lopuksi huomautettakoon, että yleinen tehostamistavoite on ikään kuin itsensä toteuttavaksi ennustus: jos tavoitetaso on nolla, tuottavuuskasvua on turha odottaa. Koska yleinen tehostamistavoite kohdistuu KOPEX:iin, liian korkea tehostamistavoite saattaa kuitenkin luoda väärän kannustimen korvata muuttuvia kustannuksia ylimitoitetuilla pääomainvestoinneilla, mikä saattaa johtaa kokonaiskustannusten nousuun. Tämän takia maltillinen, noin 2 %:n suuruinen yleinen tehostamistavoite on mielestämme perusteltu kantaverkon oman historiallisen suorituskyvyn valossa. Tästä 0,6 prosenttiyksikköä vaaditaan 4. ja 5. valvontajakson aikana tapahtuneen kustannustehokkuuden heikkenemisen kompensoimiseen.

## 5. Sähkön suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta

Vuonna 2021 Suomessa toimi 9 suurjännitteisen jakeluverkon haltijaa, joiden yhteenlaskettu KOPEX oli hieman yli 6 miljoonaa euroa. Suurimman yhtiön (EPV Alueverkko Oy) osuus koko alatoimialan KOPEX:sta ja tuotoksia kuvaavasta verkkovolyymistä oli 49 % vuonna 2021. Suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta on kuitenkin varsin pieni alatoimiala verrattuna kantaverkkoon tai suurimpiin jakeluverkkoyhtiöihin. Toimialan yritysten lukumäärä on vähentynyt fuusioiden myötä neljällä vuoden 2008 jälkeen ja myös näiden yhtiöiden verkosta luovuttama sähköenergia väheni ajanjaksolla 2008-2021 keskimäärin 3,6 % vuodessa, joten kysymyksessä ei ole kasvava alatoimiala.

Suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan valvonnassa KOPEX:a tarkastellaan suhteessa verkkovolyymien muutokseen. Verkkovolyymien laskennassa huomioidaan ilmajohtoverkon ja maakaapeloidun verkon pituudet eri jännitetasoilla sekä asiakasmäärä. Näiden tuotosmuuttujien aggregoinnissa sovelletaan painotettua summaa ja kiinteitä painokertoimia, jotka on esitetty Taulukossa 5.1.

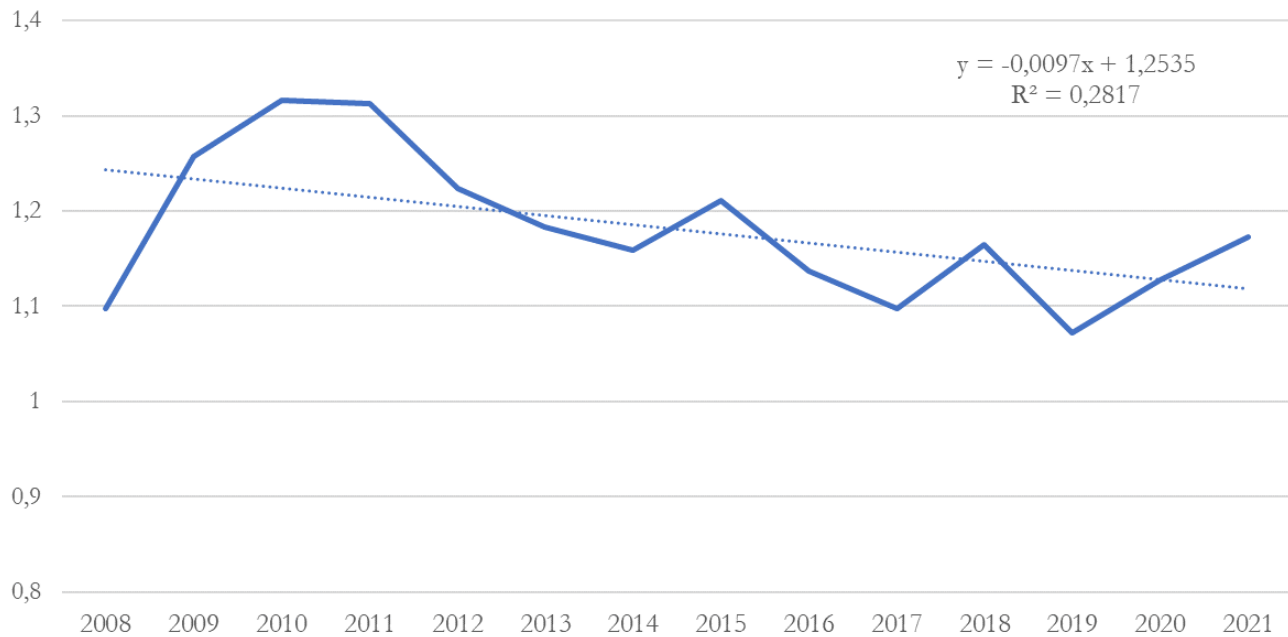
*Taulukko 5.1: Verkkovolyymikerroin suurjännitteisessä jakeluverkkotoiminnassa*

<b>Komponentti</b>	<b>Kerroin</b>
1 km 110 kV ilmajohtoa	4,2
1 km 110 kV maakaapelia	2,3
1 asiakas	0,025

Taulukossa 5.1 esitetyt painokertoimet eivät summaudu lukuarvoon 1. Tämä ei sinänsä ole ongelma, mikäli kertoimia ei muuteta valvontajakson vaihtuessa. Kuitenkin jos kertoimia päivitetään alan kustannuskehityksen perusteella, tulee huolehtia siitä, ettei inflaation vaikutusta lueta mukaan kahteen kertaan valvontajakson vaihtuessa, kuten kantaverkkotoiminnan valvontamallissa on menetelty (ks. luku 4.3). Mikäli kertoimia on tarvetta päivittää, suositellaan siirtymistä luvussa 4.3 ehdotettuun tuotosindeksiin perustuvaan verkkovolyymikorjaukseen, jossa kertoimet summautuvat ykköseen ja siten inflaation vaikutus on poistettu.

Kuviossa 5.1 esitetään suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan tuottavuuden kehitys tuotoksia kuvaavan verkkovolyymien ja reaalisin KOPEX:n (vuoden 2021 hinnoin) suhdeluvun perusteella vuosina 2008-2021. Kuviossa esitetty katkoviiva kuvaa aikasarjaan sovitettua lineaarista trendiä, jossa havaitaan keskimäärin noin yhden prosenttiyksikön suuruinen vuotuinen lasku tarkastelujaksolla. Toimialan tuottavuus on heikentynyt vuodesta 2010 huolimatta 2. ja 3. valvontajaksoilla sovelletusta 2,06 %:n suuruisesta yleisestä tehostamistavoitteesta, eikä laskeva trendi ole havaittavasti kääntynyt vaikka 4. ja 5- valvontajaksoilla yleinen tehostamistavoite asetettiin nollassa.

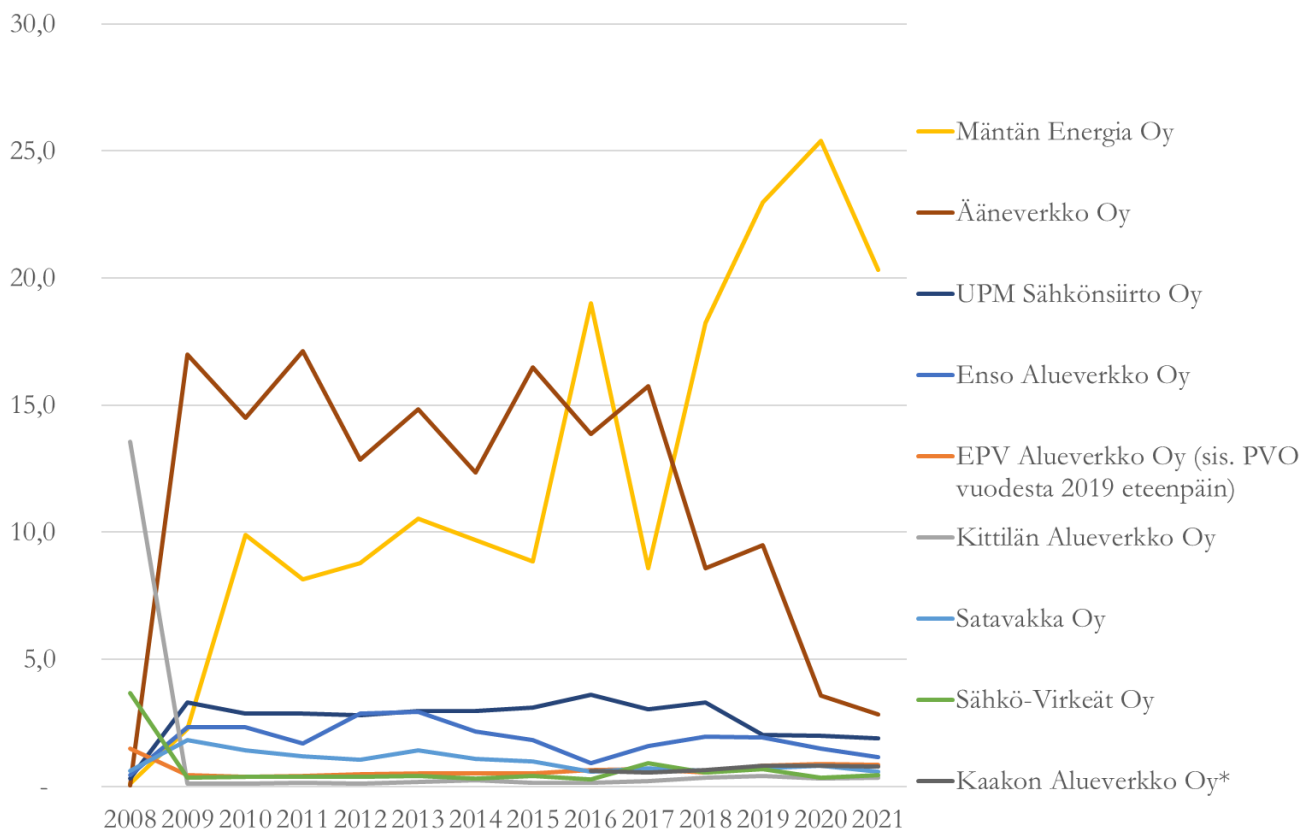




Kuvio 5.1: Suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan tuottavuuden (verkkovolyymi / reaalin KOPEX vuoden 2021 hinnoin) kehitys 2008-2021; katkoviiva kuvaa aikasarjaan sovitettua lineaarista trendiä.

Jotta toimialan kustannustehokkuuden laskeva trendi saataisiin taitettua, yleistä tehostamistavoitetta tulisi korottaa. Koska suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan kustannustehokkuus on laskenut ajan myötä, vaaditaan vähintään 1,5 %:n suuruisen vuotuinen kustannustehokkuuden paraneminen, jotta kahden valvontajakson aikana toimiala pääsisi edes samalle kustannustehokkuuden tasolle, jossa toimittiin vuonna 2010. Tätä voidaan pitää yleisen tehostamistavoitteen minimitasona: toimiala on kyennyt saavuttamaan tämän kustannustehokkuuden tason vuonna 2010, joten 1,5 prosentin vuotuinen kustannustehokkuuden paraneminen tarvitaan vuoden 2010 jälkeen heikentyneen kustannustehokkuuden kompensoimiseksi. Mikäli tavoitellaan aidosti tuottavuuskasvua, yleisen tehostamistavoitteen tulee olla lukuarvoa 1,5 % suurempi. Yleisen tehostamistavoitteen sopivan tason arvioinnissa voidaan noudattaa samankaltaista linjaa sekä suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan että muun jakeluverkkotoiminnan osalta.

Kuvio 5.2 havainnollistaa suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan yhtiökohtaisia tehokkuuseroja reaalisien KOPEX:n ja verkkovolyymien suhdeluvun perusteella (vuoden 2021 hintatasoon korjattuna). Kuvioista erottuu selvästi kaksi yhtiötä (Mäntän Energia Oy ja Ääneverkko Oy), joiden KOPEX suhteessa verkkovolyymiin on ollut huomattavasti korkeammalla tasolla kuin muilla yhtiöillä. Näistä jälkimmäinen on kyennyt kiitettävästi tehostamaan toimintaansa viime vuosina, mutta valitettavasti ensiksi mainitun yhtiön KOPEX suhteessa verkkovolyymiin vuonna 2021 oli edelleen lähes 60 kertaa suurempi kuin kaikkein tehokkaimman yhtiön ja yli 20 kertaa suurempi kuin toimialan mediaanin.



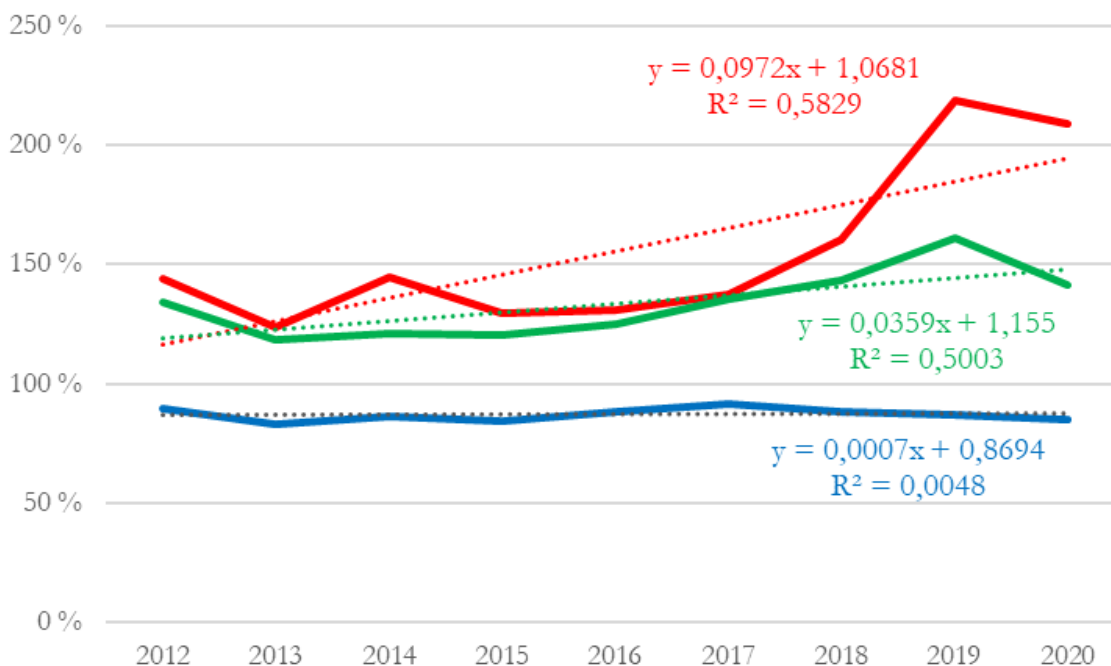
Kuvio 5.2: Suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan yhtiökohtaiset tehokkuuserot: reaalin KOPEX / verkkovolyymi vuoden 2021 binnoin.

Jotta suuret tehokkuuserot voitaisiin kuroa umpeen seuraavien kahden valvontajakson aikana, suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan valvonnassa voitaisiin ottaa käyttöön yhtiökohtaiset tehostamistavoitteet. Tasapuolisuuden näkökulmasta yhtiökohtainen tehostamistavoite tulisi asettaa kaikille suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan yhtiöille, mutta käytännössä se kohdistuisi erityisesti kaikkein tehottomimpiin yhtiöihin. Käytännössä yhtiökohtainen tehostamistavoite voitaisiin määrittellä esimerkiksi yhtiön reaalin KOPEX / verkkovolyymi -suhdeluvun edellisen 7 vuoden keskiarvon ja toimialan mediaanin suhdeluvun perusteella siten, että mediaaniyhtiön tehokkuusluku saa arvon 100 % ja sen yhtiökohtainen tehostamistavoite saa arvon 0. Toimialan mediaania tehottomampien yhtiöiden yhtiökohtainen tehostamistavoite voidaan asettaa siten, että yhtiön tulee saavuttaa mediaaniyhtiön mukainen KOPEX / verkkovolyymi -suhdeluvun taso seuraavien 2-3 valvontajakson aikana. Vastaavasti toimialan mediaania tehokkaampien yhtiöiden yhtiökohtainen tehostamistavoite lasketaan vastaavalla tavoin, mutta niiden osalta yhtiökohtaisen tehostamiskannustimen etumerkki olisi negatiivinen (ts. tehokkaimpien yhtiöiden osalta yhtiökohtainen tehostamistavoite pienentää kaikille yhtiöille samansuuruista yleistä tehostamistavoitetta).

## 6. Sähkön jakeluverkkotoiminta

Sähkön jakeluverkkoyhtiöiden tehostamiskannustimen taloustieteellistä logiikkaa ja yhtiökohtaista tehostamiskannustinta on tarkasteltu tarkemmin tuoreessa selvityksessä Kuosmanen, Kuosmanen & Dai (2022). Tässä luvussa keskitytään yleisen tehostamistavoitteen sopivan lukuarvon tarkasteluun, jonka avulla pyritään tavoittamaan teknisen kehityksen aikaansaama tehokkaan rintaman siirtyminen ajan kuluessa. Tarkastelu perustuu em. Kuosmanen ym. (2022) esittämään kustannusrintamamalliin ja sen perusteella estimoituihin vuosittaisiin yhtiökohtaisiin tehokkuuslukuihin, jolloin tässä arvioitu yleisen tehostamistavoitteen taso on johdonmukaisesti linjassa yhtiökohtaisten tehostamistavoitteiden kanssa.

Sähkön jakeluverkkoyhtiöiden yleinen tehostamistavoite on jo 1. valvontajaksosta alkaen tulkittu kuvaavan tehokkaiden yhtiöiden mahdollisuutta parantaa kustannustehokkuutta yli ajan teknologisen kehityksen ansiosta. Kuosmanen & Saastamoisen (2014) raportissa tarkasteltiin tehokkaimman jakeluverkkoyhtiön kustannustehokkuuden keskimääräistä vuosimuutosta. Samassa hengessä Kuviossa 6.1 esitetty punainen käyrä esittää kaikkein tehokkaimman yhtiön tehokkuusluvun kehityksen 3.-5. valvontajaksolla vuosina 2012-2020. Kuvion vihreä viiva puolestaan esittää tehokkuusjakauman ylimmän prosenttien (ts. tehokkuusjakauman 99. persenttiin) kehityksen vastaavalla jaksolla. Vertailun vuoksi kuvion sininen käyrä kuvaa kustannustehokkuuden keskiarvon kehitystä. Kuvion katkoviivat kuvaavat näiden kolmen aikasarjan lineaarista trendiä.



Kuvio 6.1: Tehokkaimman jakeluverkkoyhtiön (punainen käyrä) ja tehokkuusjakauman ylimmän prosenttien eli 99. persenttiin (vihreä käyrä) sekä keskimääräisen yhtiön (sininen käyrä) kustannustehokkuuden kehitys 3. - 5. valvontajaksolla 2012-2020; katkoviivat kuvaavat aikasarjoihin sovitettua lineaarista trendiä.

Mikäli yleinen tehostamistavoite haluttaisiin asettaa kaikkein tehokkaimman yhtiön kustannustehokkuuden perusteella, kuten ensimmäisillä valvontajaksoilla käytännössä meneteltiin, voitaisiin edellisten valvontajaksojen kehityksen perusteella yleisen tehostamistavoitteen arvoksi asettaa 9,7 % vuodessa. Kaikkein tehokkain yhtiö on kyennyt parantamaan kustannustehokkuutta vuosittain keskimäärin näin paljon ajanjaksolla 2012-2020. Jotta kaikkia yhtiöitä koskeva yleinen tehostamistavoite ei nojaisi liian vahvasti yksittäisen yhtiön kehitykseen (erityisesti vuonna 2019), robustimpi tapa arvioida teknologisen kehityksen aikaansaamia mahdollisuuksia on tarkastella 99. persentiilin eli tehokkuusjakauman ylimmän prosentin mukaista kustannustehokkuuden kehitystä, joka esitetään kuviossa 6.1 vihreällä värillä. Katkoviivalla merkityn keskimääräisen trendin perusteella tehokkain prosentti yhtiöistä on kyennyt kasvattamaan kustannustehokkuuttaan keskimäärin 3,6 % vuodessa.

Keskimääräisen yhtiön kohdalla kustannustehokkuuden muutos oli likimain nolla. Kantaverkkoon ja sähkön suurjännitteiseen jakeluverkkotoimintaan verrattuna tämäkin on huomattavasti parempi vaihtoehto kuin tehokkuuden heikkeneminen, varsinkin kun jakeluverkkotoiminta kattaa yli kolme neljäsosaa tässä selvityksessä tarkasteltujen verkkotoimintojen yhteenlasketusta KOPEX:sta.

Jos otetaan edellisten lukujen tavoin huomioon 3. valvontajaksolle asetettu 2,06 %:n suuruinen yleinen tehostamistavoite, joka on Kuvion 6.1 perusteella keskimääräisen yhtiön kohdalla selvästikin jäänyt toteutumatta, voidaan laskea, että seuraavalla kahdella valvontajaksolla tarvittaisiin vähintään 1 %:n vuotuinen kustannustehokkuuden nousu, jotta 3. valvontajaksolle asetettu, mutta toteutumatta jäänyt tavoite voitaisiin saavuttaa seuraavien kahden valvontajakson aikana. Tätä voidaan pitää jonkinlaisena lattiatasona yleisen tehostamistavoitteen lukuarvolle. Jos taas lasketaan kuinka paljon keskimääräisen yhtiön pitäisi tehostaa toimintaansa vuosittain kahden valvontajakson ajan, jotta saavutettaisiin sama kustannustehokkuuden taso kuin mihin ylin 5 % verkkoyhtiöistä ylsi vuonna 2021, saadaan lukuarvoksi 3,1 % vuodessa.

Edellä esitetyt laskelmat osoittavat, että tehokkaimmat jakeluverkkoyhtiöt ovat ylittäneet keskimäärin yli 3 %:n vuotuisen kustannustehokkuuden nousuun ja myös keskimääräisen yhtiön kohdalla 3 %:n tehostamistavoite on saavutettavissa nostamalla tehokkuus samalle tasolle kuin mitä parhaat 5 % verkkoyhtiöistä ylsivät jo vuonna 2021. Mikäli tuleville valvontajaksoille halutaan asettaa kunnianhimoinen tavoite, voidaan 3 % vuodessa pitää perusteltuna yleisen tehostamistavoitteen arvona. Aiempaa kunnianhimoisemmalla tavoitteella voidaan myös kompensoida nykyisellä ja edellisellä valvontajaksolla sovellettua nollatavoitetta, sekä 3. valvontajaksolle asetettua tavoitetta, joka keskimääräisen yhtiön kohdalla on jäänyt saavuttamatta.

Luvussa 4 ehdotettiin kantaverkon yleiseksi tehostamistavoitteeksi 2 % vuodessa, joten tasapuolisuuden nimissä tätä hieman maltillisempaa tavoitetta voitaisiin soveltaa myös jakeluverkkoyhtiöiden osalta, mukaan lukien suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta. Hieman maltillisempaa tavoitetta voidaan perustella sillä, että hyvin korkea KOPEX:iin kohdistettu tavoite voi luoda väärän kannustimen korvata muuttuvia panoksia pääomainvestoinneilla, mikä saattaa johtaa sähkön käyttäjien näkökulmasta kokonaistaloudellisesti kalliimpaan ratkaisuun. Toisaalta hieman maltillisempi tavoite jättää myös verkkoyhtiöille mahdollisuuden

asetetun tuottavuustavoitteen ylittämiseen, jolloin kaikkea teknologisesta kehityksestä saatavaa kustannussäästöä ei tarvitsisi siirtää edelleen asiakkaille.

Toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa jakeluverkkoyhtiöihin sovelletaan lattia- ja kattotasoja, jotka ovat nykyisellä valvontajaksolla 20 prosenttia kohtuullisesta tuotosta. Käytännössä tämä leikkuri kohdistuu ainoastaan kaikkein tehokkaimpiin ja toisaalta kaikkein tehottomimpiin yhtiöihin, mikä on ilmeisesti myös ollut näiden lattia- ja kattotasojen tarkoituskin. Luvussa 4 havaittiin, että liian tiukaksi mitoitettut lattia- ja kattotasot voivat käytännössä vesittää kannustinvaikutukset, joten raja-arvon laskeminen alle 20 prosentin ei ole suositeltavaa.

## 7. Maakaasun siirtoverkkotoiminta

### 7.1 Maakaasumarkkinan kehitys

Venäjän aloittama hyökkäyssota Ukrainassa on johtanut Euroopassa ennekuulumattomaan energiakriisiin, joka on kohdistunut erityisesti maakaasun markkinoihin. Maakaasun hinta Suomessa ja Euroopassa on noussut jyrkästi ja maakaasulla on kiireesti ryhdytty korvaamaan muilla energian ja raaka-aineen lähteillä. Venäjä katkaisi kaasutoimitukset Suomeen toukokuussa 2022, joten tätä kirjoitettaessa Suomeen saadaan nesteytettyä maakaasua laivakuljetuksilla LNG-terminaalien kautta sekä Baltiasta vuoden 2019 lopulla avattua Baltic Connector -putkea pitkin.

Baltic Connectorin käyttöönoton lisäksi toinen merkittävä uudistus Suomen maakaasumarkkinoilla tapahtui vuoden 2020 alussa, jolloin kaasun maahantuonti ja myynti avattiin kilpailulle. Valtion kokonaan omistama monopoliyhtiö Gasgrid Finland Oy keskittyy vastaa siirtoverkkotoiminnasta. Uudistuksen myötä myös kuluttajilla on mahdollisuus vaihtaa kaasun myyjää. Valtaosa kaasun ostajista on kuitenkin suuria tai keskisuuria teollisuusyrityksiä, kaukolämpöä ja sähköä tuottavia energiayhtiötä, kaukolämpöyhtiötä sekä paikallisia jakelu- ja voimayhtiöitä. Maakaasun käyttö on Suomessa moniin muihin Euroopan maihin verrattuna varsin vähäistä, mikä on suuresti helpottanut sopeutumista Venäjältä tuodun maakaasun äkilliseen loppumiseen. Maakaasun siirtoverkossa siirretty kaasumäärä on laskenut huomattavasti jo ennen Ukrainan sotaa: vuonna 2021 siirretty kaasumäärä oli vain noin puolet vuoden 2010 vastaavasta kaasumäärästä.

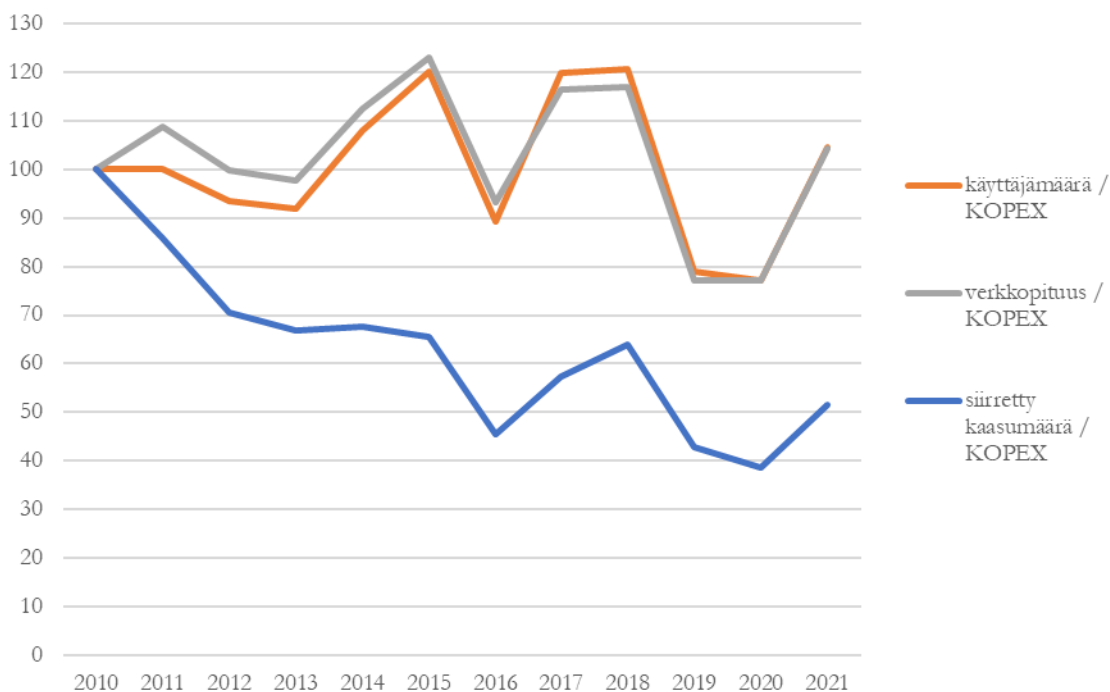
Meneillään oleva energiakriisi on edelleen kiihdyttänyt tarvetta kehittää päästöttömiä energiaratkaisuja, joiden mahdollistajana erityisesti vedyllä uskotaan olevan merkittävä rooli tulevaisuuden energijärjestelmässä. Tässä yhteydessä on syytä huomata, että nykyisiä maakaasuverkkoja voidaan mahdollisesti hyödyntää tulevaisuudessa vedyn siirto- ja jakeluverkkojen rakentamisessa. Siksi onkin luontevaa, että maakaasun siirtoverkkoyhtiö on ryhtynyt laajentamaan toimintaansa vedyn ja sen kaasumaisten johdannaisten siirron ja siirtoinfrastruktuurin sekä niihin liittyvän vetymarkkinan kehittämiseen.

### 7.2 Maakaasun siirtoverkkotoiminnan valvontamalli

Maakaasun siirtoverkkotoiminnan valvontamalli sisältää tehostamiskannustimen, mutta nykyisellä valvontajaksolla tehostamistavoitteeksi on asetettu 0 %. Valvontamalli ei nykyisin ota huomioon minkäänlaista verkkovolyymikorjausta, mikä saattaa muodostua puutteeksi tulevilla valvontajaksoilla, varsinkin jos maakaasun kulutus olennaisesti muuttuu energiakriisin seurauksena ja/tai merkittävä osa maakaasuverkosta muunnetaan toiseen käyttötarkoitukseen, esimerkiksi vedyn siirtoinfrastruktuuria rakennettaessa. Sähkön kantaverkkoyhtiön tavoin toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa tehostamiskannustimeen sovelletaan katto- ja lattiatasoina 5 % kyseisen vuoden kohtuullisesta tuotosta.

Maakaasun siirtoverkon kustannustehokkuuden kehitystä voidaan arvioida kolmen osittaistuottavuutta kuvaavan indikaattorin avulla vastaavalla tavoin kuin luvussa 4. Kuvio 7.1 esittää kolmen tuotosmuuttujan ja reaalisin KOPEX:n (vuoden 2021 hintatasoon korjattuna) suhdeluvun kehityksen 2010-2021. Tuotosmuuttujina tarkastellaan siirrettyä kaasumäärää (sininen käyrä), käyttäjämäärää (oranssi käyrä) sekä siirtoverkon pituutta (harmaa käyrä). Käyrissä havaittava voimakas volatiliiteetti johtuu pääasiassa KOPEX:ssa tapahtuneesta vuosittaisesta vaihtelusta.

Kuviosta 7.1 havaitaan, että siirtoverkon tuottavuus on heikentynyt erityisesti, jos sitä tarkastellaan siirretyn kaasumäärän ja reaalisin KOPEX:n suhdeluvun perusteella. Siirretty kaasumäärä on laskenut tarkastelujaksolla noin puoleen, mutta KOPEX on pysynyt suunnilleen samalla tasolla. Verkkopituuden ja käyttäjämäärän mittareilla tarkasteltuna tuottavuuden kehityksessä ei ole havaittavissa selkeää trendiä, koska tuottavuus on vaihdellut varsin voimakkaasti ylös ja alaspäin. Vuonna 2021 päädyttiin kuitenkin hieman korkeammalle tasolle kuin vuonna 2010.



Kuvio 7.1: Maakaasun siirtoverkon tuottavuuskehitys kolmen osittaistuottavuusmittarin mukaisesti (tuotos / reaalisin KOPEX vuoden 2021 hinnoin) vuosina 2010-2021.

Arviomme mukaan maakaasun siirtoverkon tehostamiskannustimen osalta keskeisin kehittämistarve koskee verkkovolyymikorjauksen käyttöönottoa. Verkkovolyymikorjaus voidaan toteuttaa vastaavalla tavoin kuin sähkön kantaverkon tapauksessa. Verkkovolyymin laskennassa suositellaan käytettäväksi luvussa 4 esitettyä Törnqvist tuotosindeksiä, jossa tuotosmuuttujina huomioida tuotosmuuttujina verkkopituus ja

käyttäjämäärä. Kuviosta 7.1 havaitaan, ettei osittaistuottavuutta kuvaavissa mittareissa ole kovin suurta eroa käytettiinpä kumpaa tuotosmuuttujaa hyvänsä, joten tuotosindeksin painokertoimen vaikutus jää varsin vähäiseksi. Ellei painokertoimien määräämiseen ole käytettävissä esimerkiksi kustannusosuuksiin perustuvaa arviota, painokertoimena voitaisiin käyttää esimerkiksi lukuarvoa 0,5, joka käytännössä antaa yhtä suuren painoarvon verkkopituudessa ja käyttäjämäärässä tapahtuville muutoksille. Epätäydellisenkin verkkovolyymin korjaus olisi huomattavasti parempi vaihtoehto kuin tuotosmuuttujissa tapahtuvien muutosten jättäminen kokonaan huomioimatta.

Toinen olennainen kehittämiskohde koskee toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa sovellettavia katto- ja lattiatasoja. Kuten edellä on todettu, liian tiukoiksi asetetut leikkurit voivat heikentää tai jopa kokonaan vesittää tehostamiskannustimen kannustinvaikutuksen. Tämän selvityksen tulosten perusteella suositellaan lattia- ja kattotason raja-arvon nostamista 20 %:iin vuotuisesta kohtuullisesta tuotosta myös maakaasun siirtoverkkotoiminnan valvontamallissa.

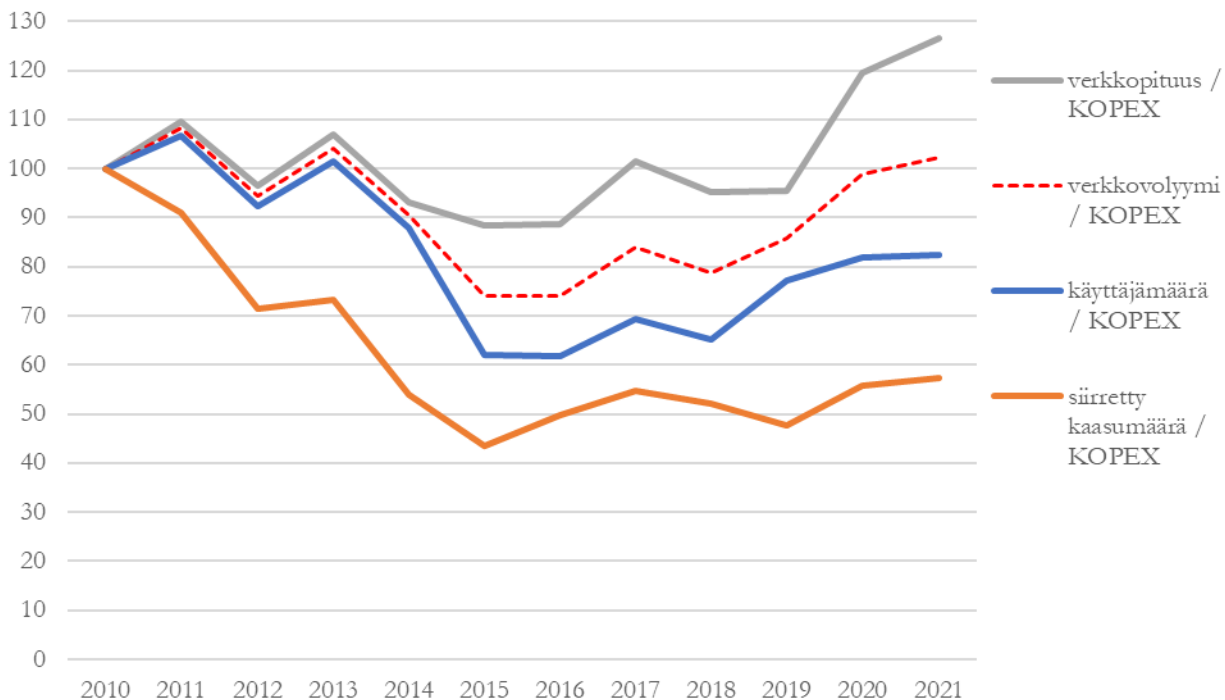
Mitä tulee yleisen tehostamistavoitteen arvoon, maakaasun siirtoverkkotoiminnan tulevaisuuden näkymiin sisältyy niin suuria epävarmuuksia seuraavien valvontajaksojen aikana, että tehostamistavoitteen säilyttäminen 0 %:n vaikuttaa energiakriisin ja maakaasumarkkinoiden tulevaisuuden näkymien valossa perustellulta. Kuten edellä todettiin, siirtoverkon tuottavuuskehityksessä ei aikaisempina vuosina 2010-2021 voida havaita selkeää nousevaa tai laskevaa trendiä kun tuotosmuuttujina käytetään verkkopituutta ja käyttäjämäärää.



## 8. Maakaasun jakeluverkkotoiminta

Maakaasun vähittäismyynnistä ja paikallisjakelusta huolehtii useimmiten alueella toimiva energiayhtiö tai erillinen maakaasun paikallinen jakeluyhtiö. Maakaasun jakeluverkkoyhtiöitä oli kaikkiaan 18 vuonna 2021.<sup>7</sup> Maakaasun jakeluverkko kattaa Suomen kaakkois- ja eteläosan, jossa maakaasua on saatavilla noin 40 paikkakunnalla. EV:n tilastojen mukaan maakaasun vähittäismyyjien osuus on ollut noin 7 % koko maakaasun myyntivolyymista. Meneillään oleva energiakriisi ja maakaasun hinnannousu vaikuttanevat myös jakeluverkkojen kautta siirrettyyn maakaasumäärään.

Kaikista muista verkkotoiminnoista poiketen maakaasun jakeluverkkotoiminnan valvontamalliin ei sisälly nykyisin lainkaan tehostamiskannustinta, vaikka jakeluverkkojen yhteenlaskettu KOPEX on yli 75 % siirtoverkon KOPEX:sta, johon sovelletaan tehostamiskannustinta. Mikäli tehostamiskannustin halutaan jatkossa ottaa käyttöön myös maakaasun jakeluverkkotoiminnassa, olisi selkeintä toteuttaa se vastaavalla tavoin kuin maakaasun siirtoverkon tapauksessa, jossa keskeisimmät elementit koskevat verkkovolyymikorjausta ja siinä käytettäviä muuttujia ja indeksiä, tehostamiskannustimen lattia- ja kattotasoja, sekä yleisen tehostamistavoitteen lukuarvoa.



Kuvio 8.1: Maakaasun jakeluverkkotoiminnan tuottavuuskehitys kolmen osittaistuottavuusmittarin (tuotos / reaalin KOPEX vuoden 2021 hinnoin) sekä ehdotetun verkkovolyymin mukaisesti vuosina 2010-2021.

<sup>7</sup> Vuoden 2010 jälkeen 6 yhtiötä poistui markkinoilta fuusion myötä. Suurimman jakeluverkkoyhtiön osuus toimialan liikevaihdosta oli 46 % vuonna 2021.

Maakaasun jakeluverkkotoiminnan kustannustehokkuuden kehitystä voidaan arvioida osittaistuottavuutta kuvaavien indikaattorien avulla vastaavalla tavoin kuin luvuissa 4 ja 7. Kuvio 8.1 esittää kolmen tuotosmuuttujan ja reaalis KOPEX:n (vuoden 2021 hintatasoon korjattuna) suhdeluvun kehityksen 2010-2021. Tuotosmuuttujina tarkastellaan siirrettyä kaasumäärää (oranssi käyrä), käyttäjämäärää (sininen käyrä) sekä siirtoverkon pituutta (harmaa käyrä). Kuviosta havaitaan, että jakeluverkkotoiminnan tuottavuus on heikentynyt erityisesti, jos sitä tarkastellaan siirretyn kaasumäärän ja reaalis KOPEX:n suhdeluvun perusteella. Maakaasun kulutus väheni tarkastelujaksolla huomattavasti, mutta KOPEX on pysynyt suunnilleen samalla tasolla. Verkkopituuden ja käyttäjämäärän mittareilla tarkasteltuna tuottavuus heikkeni vuosina 2010-2015, erityisesti käyttäjämäärän vähenemisen myötä, mutta vuoden 2015 jälkeen molemmissa osittaistuottavuutta kuvaavissa indikaattoreissa havaitaan selkeä kasvutrendi.

Tehostamiskannustimessa tuotosmuuttujat täytyisi yhteismitallistaa. Luvussa 4 ehdotettiin Törnqvist -tuotosindeksiin perustuva lähestymistapa, jossa tuotosmuuttujia painotetaan niiden kustannusosuuksien perusteella. Vastaavaa menettelyä voitaisiin soveltaa myös maakaasun jakeluverkkotoiminnan valvontamallissa. Kuviossa 8.1 esitetty punainen katkoviiva kuvaa ehdotetun verkkovolyymien ja reaalis KOPEX:n suhdeluvun kehitystä, kun tuotosmuuttujina käytetyille verkkopituudelle ja käyttäjämäärälle asetetaan yhtä suuret painot (0,5). Kuten edellä luvussa 7 todettiin, epätäydellisenkin verkkovolyymikorjaus olisi parempi vaihtoehto kuin tuotosmuuttujissa tapahtuvien muutosten jättäminen kokonaan huomioimatta.

Toinen kannustinvaikutusten kannalta keskeinen kysymys koskee tehostamiskannustimeen sovellettavia katto- ja lattiatasoja toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa. Kuten edellä on jo useaan otteeseen korostettu, liian tiukoiksi asetetut leikkurit voivat heikentää tai jopa kokonaan vesittää tehostamiskannustimen kannustinvaikutuksen. Tämän selvityksen tulosten perusteella suositellaan lattia- ja kattotasoina sovellettavaksi 20 %:a vuotuisesta kohtuullisesta tuotosta yhtäläisesti kaikkien verkkotoimintojen valvontamalleissa.

Mitä tulee yleisen tehostamistavoitteen arvoon, myös maakaasun jakeluverkkotoiminnan tulevaisuuden näkymiin sisältyy energiakriisin myötä niin suuria epävarmuuksia seuraavien valvontajaksojen aikana, että tehostamistavoite voitaisiin aluksi asettaa 0 %:n tasolle. Tällöin tehostamistavoitteen saavuttaminen ei vaadi muuta, kuin reaalis KOPEX:n pitämisen nykyisellä tasolla suhteessa verkkovolyymissä mahdollisesti tapahtuviin muutoksiin. Jo 0 %:n tavoitetaso auttaisi hillitsemään jakeluverkkojen kustannuskehitystä, mikäli esimerkiksi jonkin jakeluverkon käyttäjämäärässä tapahtuu merkittäviä muutoksia tai jokin merkittävä teollinen toimija liittyy verkkoon tai poistuu verkosta. Tehostamiskannustimen käyttöönotto maakaasun jakeluverkkotoiminnassa olisi sinänsä tällä toimialalla merkittävä uudistus.

## 9. Yhteenveto ja kehittämissuositukset

Tässä selvityksessä tarkasteltujen verkkotoimintojen tulevaisuuden näkymät ja haasteet ovat hyvin erilaisia. Meneillään oleva energiakriisi on vähentänyt sähkön kulutusta ja saattaa vaikuttaa kulutustottumuksiin ja kysyntäjoustoihin pidemmälläkin aikajänteellä. Toisaalta yhteiskunnan digitalisaation, liikenteen sähköistymisen ja laajemminkin vihreän siirtymän myötä sähkön käytön odotetaan tulevaisuudessa kasvavan. Energiakriisi on iskenyt erityisen voimakkaasti maakaasumarkkinoille, mutta maakaasun kulutus Suomessa on laskenut jo vuosikymmenen ajan ennen Venäjän hyökkäyssotaa Ukrainassa. Koska vedyllä ennustetaan olevan merkittävä rooli päästöttömän uusiutuvan energian siirron ja varastoinnin mahdollistajana, tulevaisuudessa maakaasun siirto- ja jakeluverkoja saatetaan mahdollisesti hyödyntää vedyn siirto- ja jakeluinfrastruktuurin rakentamisessa.

Kuten johdannossa todettiin, verkonhaltijan tehostamiskannustimen laskenta muodostuu viidestä eri tekijästä:

- 1) yleinen tehostamistavoite
- 2) yrityskohtainen tehostamistavoite
- 3) yrityskohtaisen KOPEX:n vertailutaso
- 4) yrityskohtainen toteutunut KOPEX
- 5) tehostamiskannustimen soveltaminen toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa

Seuraavassa vedetään yhteen esitetyt kehittämissuositukset tässä selvityksessä tarkasteltujen kohtien 1, 2, 3 ja 5 osalta (kohta 4 ei sisälly tähän selvitykseen).

### *1) yleinen tehostamistavoite*

Yleinen tehostamistavoite suositellaan selvityksessä esitettyjen perustelujen nojalla asetettavaksi seuraavasti:

- sähkön kantaverkkotoiminta 2 %
- sähkön suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta 2 %
- sähkön jakeluverkkotoiminta 2 %
- maakaasun siirtoverkkotoiminta 0 %
- maakaasun jakeluverkkotoiminta 0 %

Ehdotetut lukuarvot perustuvat yhtäältä kunkin toimialan historialliseen tuottavuuskehitykseen, toisaalta myös toimialan tulevaisuuden näkymiin ja haasteisiin.

### *2) yrityskohtainen tehostamistavoite*

Yrityskohtainen tehostamistavoite oli käytössä sähkön jakeluverkkotoiminnassa 1.-4. valvontajaksoilla, mutta annetun siirtymäajan päätyttyä vuonna 2019, nyt meneillään olevalla 5. valvontajaksolla verkonhaltijan

toteutuneita kontrolloitavissa olevia operatiivisia kustannuksia verrataan suoraan tehokkuusrintaman mukaiseen KOPEX:n vertailutasoon. Siten yrityskohtaisesta tehostamistavoitteesta on sähkön jakeluverkkotoiminnassa jo käytännössä luovuttu, eikä tämänkään selvityksen perusteella yrityskohtaiselle tehostamistavoitteelle nähdä enää tarvetta sähkön jakeluverkkotoiminnassa.

Sähkön suurjännitteisessä jakeluverkkotoiminnassa ei ole aiemmin sovellettu yrityskohtaista tehostamistavoitetta, mutta KOPEX / verkkovolyymi suhdeluvun perusteella havaittiin hyvin suuria tehokkuuseroja eri verkkoyhtiöiden välillä. Suurjännitteisille jakeluverkoille suositellaan asetettavaksi yleisen tehostamistavoitteen lisäksi kullekin yhtiölle sopivan suuruiseksi asetettu yhtiökohtainen tehostamistavoite, joka on tietty vakio  $\xi$  % vuodessa yleisen tehostamistavoitteen päälle, jotta kohtuuttoman suuriksi nousseet tehokkuuserot saataisiin kurrottua umpeen 2-3 valvontajakson aikana.

### *3) yrityskohtaisten tehostamiskustannusten vertailutaso*

Sähkön jakeluverkkotoiminnassa KOPEX:n vertailutasona käytetään kaikkien yhtiöiden tunnuslukujen perusteella estimoidun tehokkaan kustannusrintaman mukaista vertailutasoa, johon korjataan vuosittain inflaation ja yleisen tehostamistavoitteen vaikutukset. Tällä toimialalla suositellaan kehittämään vertailutason estimointia Kuosmanen ym. (2022) esitettyjen tulosten ja kehittämisehdotusten pohjalta.

Kaikissa muissa verkkotoiminnoissa vertailutason laskennassa voidaan soveltaa yhtiön oman historian perusteella laskettua KOPEX:n vertailutasoa. Vertailutasoon on syytä korjata paitsi inflaation ja yleisen tehostamistavoitteen vaikutukset, myös tuotosmuuttujissa ajan myötä tapahtuva kehitys nk. verkkovolyymikorjauksen avulla. Tämän selvityksen tulosten perusteella suositellaan verkkovolyymin laskennassa sovellettavaksi Törnqvist -tuotosindeksiin perustuvaa lähestymistapaa, joka huomioi tuotosten kustannusosuuksissa yli ajan mahdollisesti tapahtuvat muutokset, mutta välttää moninkertaisen inflaatiokorjauksen vääristävän vaikutuksen valvontajakson vaihtuessa.

### *5) tehostamiskannustin toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa*

Toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa suositellaan kaikkien verkkotoimintojen osalta tasapuolisesti sovellettavaksi lattia- ja kattotasona 20 prosenttia kyseisen vuoden kohtuullisesta tuotosta. Esitetty raja-arvo perustuu pääasiassa sähkön jakeluverkkotoiminnasta saatuihin myönteisiin kokemuksiin. Toisaalta sähkön kantaverkon tapaus osoittaa, että liian tiukaksi asetettu lattia- ja kattotaso heikentää kannustinvaikutusta merkittävästi tai jopa vesittää sen kokonaan.

## Lähteet

Frontier Economics, Consentenc, Sumicsid & E3GRID2012 (2013) European TSO Benchmarking Study: A Report for European Regulators.

Kuosmanen, T., N. Kuosmanen & S. Dai (2022) Kohtuullinen muuttuva kustannus sähkön jakeluverkkoyhtiöiden valvontamallissa: Ehdotus tehostamiskannustimen kehittämiseksi 6. ja 7. valvontajaksoilla vuosina 2024-2031, ECKTA Oy, Helsinki. Saatavana: [ResearchGate](#)

Kuosmanen, T. & A. Saastamoinen (2014) Yleinen tehostamistavoite sähkön ja maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoiminnan valvontamalleissa sekä tehostamiskannustimen arviointi: Ehdotus Energiaviraston soveltamien menetelmien kehittämiseksi seuraavilla valvontajaksoilla, Sigma-Hat Economics Oy, Helsinki. Saatavana: [ResearchGate](#)

Oxera (2017) Small number, big impact—the productivity factor for energy networks in Germany. Saatavana: [Oxera](#).

Oxera (2018) The X factor: what is the productivity target for German gas utilities? Saatavana: [Oxera](#).