

# **Yleinen tehostamistavoite sähkön ja maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoiminnan valvontamalleissa sekä tehostamiskannustimen arviointi:**

**Ehdotus Energiaviraston soveltamien menetelmien kehittämiseksi seuraavilla valvontajaksoilla.**

Timo Kuosmanen  
Antti Saastamoinen

Loppuraportti  
21.10.2014

## SISÄLLYS

Esipuhe.....	3
<b>1. Johdanto.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Tehostamiskannustimen periaatteet .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tehostamiskannustimen osat.....	5
2.2 Kustannustehokkuus.....	6
2.2 Kustannustehokkuuden muutoksen mittaaminen.....	7
2.3 Tehostamiskannustimen yhdistäminen kohtuullisen tuoton valvontaan.....	8
<b>3. Sähkö- ja kaasutoimialan yleinen tuottavuuskehitys .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Sähkön kantaverkkotoiminta.....</b>	<b>12</b>
4.1 Energiaviraston nykyisin soveltaman menetelmän kuvaus ja arviointi.....	12
4.2 Sähkön kantaverkkotoiminnan tuottavuuskehitys kansainvälisessä kirjallisuudessa .....	15
4.3 Empiirinen tarkastelu.....	16
4.3.1 Muuttujat ja aineisto .....	16
4.3.2 Kustannustehokkuuden muutos .....	18
<b>5. Maakaasun jakeluverkkotoiminta .....</b>	<b>19</b>
5.1 Energiaviraston soveltaman menetelmän kuvaus.....	19
5.2 Katsaus kansainväliseen tutkimuskirjallisuuteen.....	19
5.3 Empiirinen tarkastelu.....	21
5.3.1 Muuttujat ja aineisto .....	21
5.3.2 Malli ja menetelmät .....	23
5.3.3 Tulokset .....	23
<b>6. Maakaasun siirtoverkkotoiminta.....</b>	<b>24</b>
6.1 Energiaviraston soveltaman menetelmän kuvaus.....	24
6.2 Katsaus aiempiin tutkimuksiin ja selvityksiin .....	24
6.3 Empiirinen tarkastelu.....	25
6.3.1 Muuttujat ja aineisto .....	25
6.3.2 Tulokset .....	26
<b>7. Sähkön jakeluverkkotoiminta.....</b>	<b>26</b>
7.1 Energiaviraston kolmannella valvontajaksolla soveltaman yleisen tehostamistavoitteen kuvaus.....	26
7.2 Katsaus alan ulkomaisiin tuottavuustutkimuksiin .....	27
7.3 Empiirinen tarkastelu.....	28
7.3.1 Törnqvist-tuotosindeksiin perustuva arviointi .....	28
7.3.2 Kustannusrintamamalliin perustuva arviointi.....	29
<b>8. Yhteenveto ja kehittämissuhteet .....</b>	<b>32</b>
<b>Lähteet.....</b>	<b>34</b>

## Esipuhe

Tämän selvityksen on laatinut Sigma-Hat Economics Oy Energiaviraston toimeksiannosta. Hankkeen toteutuksesta vastaavat Professori Timo Kuosmanen (Aalto yliopiston kauppakorkeakoulu, hankkeesta vastaava johtaja) ja FT Antti Saastamoinen (Aalto yliopiston kauppakorkeakoulu). Työryhmä kiittää Energiaviraston Verkot yksikön asiantuntijoita hankkeen aikana saadusta palautteesta ja kommenteista.

Raportissa esitettävät tulkinnat, analyysit, johtopäätökset ja kehittämissuhteet ovat selvityksen tekijöiden riippumattomasti esittämiä, eivätkä ne välttämättä edusta Energiaviraston kantaa tarkasteltaviin asioihin.

## 1. Johdanto

Sähkön ja maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoiminnot ovat esimerkkejä luonnollisista monopoleista, jotka eivät kohtaa markkinoilla hintakilpailua tai alalle pyrkiviä uusia yittäjiä. Talousteorian näkökulmasta luonnollisten monopoliin 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 Sigma-Hat Economics Oy:ltä selvityksen koskien sähkön kanta- ja jakeluverkkotoimintojen sekä maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoimintojen valvontamalleissa sovellettavia tehostamiskannustimia seuraavilla valvontajaksoilla. Tässä loppuraportissa esitetään tutkimushankkeen tulokset ja niihin perustuvat konkreettiset toimenpide-ehdotukset koskien yleistä tehostamistavoitetta kaikkien neljän edellä mainitun verkkotoiminnon osalta. Tämän lisäksi raportissa arvioidaan sähkön kantaverkkotoiminnan ja maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoiminnan valvonnassa sovellettavan tehostamiskannustimen rakennetta. Sähkön jakeluverkkotoiminnan valvonnassa sovellettavaa tehostamiskannustinta ja sen rakennetta tarkastellaan yksityiskohtaisemmin raportissa Kuosmanen, Saastamoinen, Keshvari, Johnson & Parmeter (2014).

Tämän selvityksen tavoitteet ovat seuraavat:

- 1) Arvioida sähkön kantaverkkotoiminnan ja maakaasun siirtoverkkotoiminnan hinnoittelun kohtuullisuuden valvonnassa nykyisin sovellettavat tehokkuusmittausmenetelmät ja laatia konkreettinen suunnitelma kyseisten menetelmien kehittämisestä seuraaville kahdelle valvontajaksolle (2016 — 2023).
- 2) Arvioida yleisen tehostamistavoitteen soveltuvuutta maakaasun jakeluverkonhaltijoiden toimintaympäristöön.
- 3) Kaikkien edellä mainittujen verkkotoimintojen sekä myös sähkön jakeluverkkotoiminnan osalta määrittää tehostamiskannustimessa sovellettavan ns. yleisen tehostamistavoitteen taso.

Raportti rakentuu seuraavasti. Luvussa 2 tarkastellaan lyhyesti yleisen tehostamistavoitteen periaatteita sekä kokonaistuottavuuden käsitettä. Luvussa 2 esitellään myös kustannustehokkuuden muutoksen arviointiin tässä raportissa käytetty menetelmä. Luvussa 3 tarkastelemme lyhyesti energia-alan yleistä tuottavuutta perustuen Tilastokeskuksen toimialaluokitukseen. Luvuissa 4, 5, 6 ja 7 käsitellään vuorollaan sähkön kantaverkkotoimintaa, maakaasun jakelu- ja siirtoverkkotoimintaa sekä sähkön jakeluverkkotoimintaa. Jokaisessa näistä luvuissa käydään läpi nykyisin käytössä oleva tehostamiskannustin, aikaisemmassa tutkimuksessa saatuja tuloksia, sekä tämän raportin tulokset kunkin alan tuottavuudesta. Luvussa 8 kokoamme tulokset yhteen ja annamme suosituksemme alojen tuottavuuskannustimen suuruudesta sekä tuomme esille joitakin valvonnan kehittämisehdotuksia.

## 2. Tehostamiskannustimen periaatteet

### 2.1 Tehostamiskannustimen osat

Tehostamiskannustimen tarkoituksena on luoda verkkoyhtiöille kannustin toimia kustannustehokkaasti sekä pyrkiä jatkuvasti parantamaan kustannustehokkuutta. Tehostamiskannustimeen voi sisältyä:

- *Staattinen komponentti*, jonka tarkoituksena on kannustaa tehostomia yhtiöitä toimimaan nykyistä tehokkaammin. Tämä edellyttää kustannustehokkuuden tason mittaamista.
- *Dynaaminen komponentti*, jonka tarkoituksena on kannustaa tehokkaita yhtiöitä edelleen tehostamaan toimintaansa. Tämä edellyttää kustannustehokkuuden muutoksen mittaamista.<sup>1</sup>

Sähkön jakeluverkkotoiminnan valvontamalli sisältää molemmat edellä mainitut komponentit. EV on arvioinut kaikkien Suomessa toimivien jakeluverkkoyhtiöiden kustannustehokkuuden tasoa ja sen muutosta systemaattisesti vuodesta 2005 lähtien. Tehokkuusmittauksen perusteella EV on asettanut kolmen ensimmäisen valvontajakson aikana kullekin yhtiölle vuosittaisen yhtiökohtaisen tehostamistavoitteen, jonka tarkoituksena on kannustaa yhtiöitä kuromaan umpeen yhtiöiden välillä havaittavia tehokkuuseroja. Jakeluverkkoyhtiöiden tehostamiskannustimen staattista komponenttia tarkastellaan raportissa Kuosmanen ym. (2014), joten se rajataan tämän raportin ulkopuolelle.

Yhtiökohtaisen tehostamistavoitteen lisäksi sähkön jakeluverkonhaltijoihin sovelletaan yleistä tehostamiskannustinta, jonka tarkoituksena on kannustaa yhtiöitä kehittämään kustannustehokkuuttaan yli ajan. Toisella ja kolmannella valvontajaksolla sovellettu yleinen tehostamiskannustin on suuruudeltaan 2,06 % vuodessa. Tämä lukuarvo perustuu Malmquist-tuottavuusindeksin teknistä kehitystä kuvaavaan komponenttiin, jonka avulla voidaan arvioida alan teknisen kehityksen aikaansaamaa kustannusrintaman keskimääräistä vuosittaista siirtymää. Yleinen tehostamistavoite lisäään vuosittaiseen yrityskohtaiseen tehostamistavoitteeseen.

Suomessa on ainoastaan yksi sähkön kantaverkonhaltija ja yksi maakaasun siirtoverkonhaltija, joten näillä toimialoilla ei voida havaita verkkoyhtiöiden välisiä tehokkuuseroja. Näiden verkonhaltijoiden mahdollista tehostamispotentiaalia on siten hankalaa arvioida käytettävissä olevan aineiston puitteissa. Tämän takia tässä selvityksessä lähdetään oletuksesta, jonka mukaan sekä sähkön kantaverkonhaltija että maakaasun siirtoverkonhaltija toimivat olosuhteisiin nähden tehokkaan toiminnan mukaisella kustannustehokkuuden tasolla. Näin ollen näiden kahden siirtoverkkoyhtiön osalta keskitytään tarkastelemaan tehostamiskannustimen *dynaamista*, teknisen kehityksen aikaansaamaa tehostamispotentiaalia, mikä edellyttää kustannustehokkuuden muutoksen mittaamista (ns. yleinen tehostamistavoite).

Suomessa toimii tällä hetkellä yli 20 maakaasun jakeluverkon haltijaa. Näiden verkkoyhtiöiden osalta voitaisiin soveltaa kaksiosaista tehostamiskannustinta, johon sisältyy staattinen yhtiökohtainen

---

<sup>1</sup> Esimerkiksi sähkön jakeluverkkoyhtiöiden valvontamallissa staattista komponenttia edustaa *yrityskohtainen tehostamistavoite*, jonka tarkoituksena on pienentää verkkoyhtiöiden välisiä tehokkuuseroja. Valvontamallin dynaaminen komponentti on kaikille yhtiöille samansuuruinen *yleinen tehostamistavoite*, joka pyrkii huomioimaan teknisen kehityksen aikaansaaman tehostamispotentiaalain.

tehostamistavoite sekä dynaaminen kaikille yhtiöille samansuuruinen yleinen tehostamistavoite vastaavalla tavoin kuin sähkön jakeluverkkoyhtiöiden osalta on menetetty vuodesta 2005 lähtien. Käytännössä maakaasun jakeluverkkoyhtiöiden lukumäärä on kuitenkin melko pieni, joten kustannusrintaman estimoinnissa tulisi käyttää usean vuoden havainnot kattavaa paneeliaineistoa. Toinen ongelma koskee käytettävissä olevan tilastoaineiston luotettavuutta. Koska maakaasun jakeluverkkoihin ei ole aikaisemmin kohdistunut tehostamiskannustinta, yhtiöiden itse ilmoittamiin tietoihin vaikuttaa sisältyvän varsin huomattavia epätarkkuuksia, jotka haittaavat kustannusrintaman luotettavaa estimointia. Näiden syiden myötä kustannusrintamaan perustuvat yrityskohtaiset tehostamistavoitteet on rajattu tämän selvityksen ulkopuolelle: selvityksessä keskitytään myös maakaasun jakeluverkkojen osalta arvioimaan kaikille yhtiöille samansuuruista yleistä tehostamistavoitetta.

Yleisen tehostamistavoitteen määrittely tässä selvityksessä tarkasteltaville neljälle toimialalle edellyttää siis kustannustehokkuuden muutoksen arviointia, joten kustannustehokkuuden tason arviointi rajataan tämän selvityksen ulkopuolelle. Tarkastelemme seuraavaksi lyhyesti mitä kustannustehokkuudella tarkoitetaan ja kuinka sen muutosta voidaan mitata.

## 2.2 Kustannustehokkuus

Kustannustehokkuus määritellään kustannusfunktion ja toteutuneen kustannuksen osamääränä, missä kustannusfunktio määrittelee pienimmän kustannustason, jolla yhtiön kykenee tuottamaan kysytyt palvelut riittävän laadukkaasti. Kustannustehokkuuden arvioinnissa keskeisiä kysymyksiä ovat:

- Mitä kustannuseriä tehokkuusmittauksessa huomioidaan?
- Mitä tuotoksia tehokkuusmittauksessa huomioidaan?

Yleisenä periaatteena voidaan todeta, että tehokkuusmittaukseen sisältyvien kustannusten tulisi olla verkonhaltijan kontrolloitavissa. EV:n soveltamisessa valvontamalleissa tehostamiskannustin kohdentuu pääsääntöisesti kontrolloitavissa olevaan operatiiviseen kustannukseen (KOPEX).<sup>2</sup> Tehokkuusmittaukseen luonnollisesti vaikuttaa kuinka KOPEX tarkalleen ottaen määritellään ja mitä kustannuseriä siihen luetaan mukaan. Tässä selvityksessä käytetty KOPEX määritellään kullekin tarkasteltavalle verkkotoiminnolle erikseen samoja yleisiä periaatteita noudattaen, mutta ottaen kuitenkin huomioon kunkin toimialan erityispiirteet. KOPEX:n sisältämät kustannuserät luetellaan EV:n valvontamenetelmien vahvistuspäätöksissä.<sup>3</sup> Tämän selvityksen empiirisissä arvioinneissa on KOPEX:n osalta tehty joitakin korjauksia verrattuna EV:n soveltamaan laskentatapaan, jotka esitetään tarkemmin luvuissa 4 – 6.

Tehokkuusmittauksessa tulisi huomioida kaikki keskeiset tuotetut palvelut ja myös niiden laatu (tai havaitut laatuero ja niiden muutokset). Sähkön ja maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoiminnassa toteutunut energian siirtopalvelu voidaan mitata kohtuullisen yksinkertaisesti ja luotettavasti. Siirto- ja jakeluverkot joudutaan

---

<sup>2</sup> Lisäksi tehokkuusmittauksessa voidaan huomioida myös kiinteitä kustannuksia, joihin yhtiö ei voi ainakaan lyhyellä aikavälillä vaikuttaa, kuitenkin siten, että tehostamiskannustin kohdistuu yksinomaan KOPEX:iin (ks. Kuosmanen ym., 2014).

<sup>3</sup> Saatavana internet-osoitteessa: <http://www.energiavirasto.fi/>.

kuitenkin mitoittamaan potentiaalisen kysynnän ja mahdollisten kysyntäpiikkien (huipputehon) suhteen kestäväällä tavalla, joten pelkkä siirron toteuma ei ole riittävä tuotoksen mittari. Potentiaalista kysyntää vastaavan kapasiteetin arviointi on kuitenkin huomattavasti hankalampi tehtävä.

Alan kansainvälisessä tutkimuskirjallisuudessa sovelletaan useita erilaisia verkon kapasiteettia ja potentiaalista kysyntää kuvaavia indikaattoreita, eikä alalla ole tuotosmuuttujien suhteen vakiintuneita käytäntöjä. Luotettavan tilastoaineiston saatavuus on yksi merkittävä rajoittava tekijä tuotosmuuttujien valinnassa. EV:n soveltamisessa valvontamenetelmissä on potentiaalisen kysynnän indikaattoreina käytetty mm. verkon kokonaispituutta ja käyttäjämäärää. Mahdollisten tuotosmuuttujien kattava ja yksityiskohtaisempi arviointi joudutaan kuitenkin rajaamaan tämän selvityshankkeen ulkopuolelle.

## 2.2 Kustannustehokkuuden muutoksen mittaaminen

Kustannustehokkuuden muutosta arvioitaessa tehostamiskannustimessa sovelletun KOPEX:n vuosittainen muutos on yksinkertaista laskea. Suurin haaste koskee eri tuotoksissa havaittavien muutosten yhteismitallistamista. Tuotosten muutosta on yksikertaisinta arvioida indeksinumeroihin perustuvilla menetelmillä, kuten esim. suomalaisen tilastotieteilijän Leo Törnqvistin mukaan nimetty Törnqvist-indeksi, jota käytetään mm. Tilastokeskuksen ja lukuisien muiden vastaavien virallisten tilastotuottajien kokonaistuottavuustilastojen indeksilukuna. Käytännössä kustannustehokkuuden muutos voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\text{Kustannustehokkuuden muutos (\%)} = 100 \times [\text{Tuotosindeksin vuosimuutos} / \text{KOPEX:n vuosimuutos}] - 100.$$

Näin laskettu kustannustehokkuus on käsitteellisesti erittäin lähellä indeksinumeroihin perustuvaa kokonaistuottavuuden (engl. *total factor productivity TFP*) mittaamista (vrt. esim. Coelli ym., 2005). Ainoa ero käsitteiden välillä koskee panosten yhteismitallistamista: edellä esitetty kustannustehokkuuden muutoksen laskukaava huomioi ainoastaan panokset, jotka vaikuttavat KOPEX:iin, kun taas kokonaistuottavuuden laskennassa pyritään huomioimaan kaikki panokset, ml. kiinteät panokset kuten pääomakanta. Toisaalta KOPEX laskee panoskustannukset yhteen, kun taas kokonaistuottavuuden mittaamisessa sovelletaan indeksilukuihin perustuvaa panosten määräindeksiä. Usein tätä edellä mainittua käsitteellistä eroa kustannustehokkuuden ja kokonaistuottavuuden muutoksen välillä ei tehdä (vrt. esim. Syrjänen, 2007, ja Kuosmanen ym., 2010). Jos KOPEX voidaan tulkita määräindeksiksi (esim. jos panosten hinnat ovat samat kaikille yhtiöille eivätkä ne muutu tarkastelujakson aikana, eikä kiinteissä panoksissa tapahdu muutoksia), on kustannustehokkuuden muutos täsmälleen sama kuin kokonaistuottavuuden muutos. Siten muissa tutkimuksissa raportoituja arvioita kokonaistuottavuuden pitkän aikavälin tasosta kyseisellä tai vastaavalla toimialalla voidaan perustellusti käyttää vertailukohtana kustannustehokkuuden keskimääräisen muutoksen ja tehostamiskannustimen tason arvioinnissa.

Perinteinen Törnqvist-tuotosindeksi painottaa tuotosten havaittuja vuosimuutoksia kunkin tuotoksen suhteellisella osuudella yhtiön liikevaihdosta. Siten Törnqvist-indeksi vaatisi tietoa tuotosten hinnoista tai

tuotto-osuuksista. Toteutuneen siirron osalta hintatiedot olisivat kohtuullisella vaivalla hankittavissa, mutta potentiaalisen kysynnän osalta mitään havaittavia markkinahintoja ei ole olemassakaan. Tästä syystä selvityksessä sovelletaan tuotosindeksin laskennassa kaikkiin tuotoksiin yhtä suuria painoja. Tällöin tuotosindeksi voidaan tulkita tuotoksissa havaittavien muutosten geometriseksi keskiarvoksi.

EV:n valvontamalleissa on perinteisesti sovellettu verkkovolyymien muutokseen perustuvaa korjaustermiä. Verkkovolyymien muutos voidaan myös tulkita tuotosindeksiksi. Verkkovolyymiä sovelletaan tällä hetkellä sähkön kantaverkkotoiminnan valvontamallissa. Verkkovolyymien käyttöön tuotosten muutosta kuvaavana indeksinä liittyy kuitenkin eräitä ongelmia, joista tarkemmin luvussa 4.3. Toisaalta maakaasun jakeluverkkoyhtiöihin ei tällä hetkellä sovelleta valvontamallia, joten niille ei ole määritelty myöskään verkkovolyymien laskukaavaa. Näistä syistä tässä selvityksessä sovelletaan kaikkiin verkkotoimintoihin samaa Tönqvist-indeksiin perustuvaa laskutapaa tulosten vertailtavuuden varmistamiseksi.

Kustannustehokkuuden ja kokonaistuottavuuden muutosten arvioinnissa voidaan myös soveltaa Malmquist-indeksiä, joka voidaan laskea tuotos- ja panosmäärien perusteella ilman markkinahintoihin perustuvia painoja. Malmquist-indeksipohjainen tuottavuusanalyysi perustuu tuotantoteknologian tehokkaan rintaman estimointiin (esim. Coelli ym., 2005). Tehokas rintama voidaan määritellä etäisyysfunktioiden avulla ja nämä etäisyysfunktiot voidaan estimoida käyttäen esimerkiksi DEA- tai StoNED-menetelmää. Rintaman estimointi kuitenkin edellyttää useita havaintopisteitä. Siten tässä selvityksessä Malmquist-indeksiin perustuvaa arviointia sovelletaan ainoastaan sähkön jakeluverkkoyhtiöiden kustannustehokkuuden muutoksen mittaamisessa.

### *2.3 Tehostamiskannustimen yhdistäminen kohtuullisen tuoton valvontaan*

Käytännössä tehostamiskannustin voidaan yhdistää EV:n soveltamaan kohtuullisen tuoton valvontaan perustuvaan malliin seuraavasti. 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 voidaan toteuttaa siten, että yhtiön toteutuneeseen liikevoittoon lisätään tehostamiskannustin, joka voidaan määritellä seuraavasti:

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

Tehostamiskannustimen logiikka on täysin vastaavanlainen kuin nykyisin sähkön kanta- ja jakeluverkkotoimintaan ja maakaasun siirtoverkkotoimintaan sovellettavissa valvontamalleissa. Mikäli yhtiön toteutunut tehokkuuden muutos on täsmälleen yhtä suuri kuin asetettu tehostamistavoite, tehostamiskannustimen arvo on nolla. Tällöin tehostamiskannustin ei vaikuta valvontamallissa laskettavan oikaistun tuloksen arvoon. Jos verkkoyhtiön toteutunut kustannustehokkuuden muutos on asetettua tehostamistavoitetta korkeampi, tehostamiskannustimen arvo on negatiivinen luku. Tällöin tehostamistavoitteen ylittäminen 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 tavoitetasoa korkeammaksi. Toisaalta jos verkkoyhtiön toteutunut tehokkuuden muutos alittaa asetetun tavoitetason, tehostamiskannustin saa positiivisen arvon, mikä kasvattaa yhtiön oikaistua tulosta valvontamallissa. Tämä luo selkeän sanktion, joka kannustaa voittoa tavoittelevaa yhtiötä välttämään asetetun tehostamistavoitteen alittamista. Kuitenkaan voittoa tavoittelemattoman yhtiön ei ole pakko tehostaa toimintaa tehostamistavoitteen mukaisesti: yhtiö voi niin halutessaan käyttää verkkotoimintaan sijoitetulle omalle pääomalle kertyvän kohtuullisen tuoton osittain tai jopa kokonaan tehottomuustappion kattamiseen.

Sähkön jakeluverkkoyhtiöiden tehostamiskannustimen periaatteita ja mikrotalousteoreettista logiikkaa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin tämän hankkeen rinnakkaisessa raportissa Kuosmanen, Saastamoinen, Keshvari, Johnson & Parmeter (2014). Tehostamiskannustimen keskeinen komponentti on KOPEX:n vertailutason määrittäminen. Sähkön jakeluverkkoyhtiöiden osalta vertailutaso on perusteltua laskea tehokkaan toiminnan mukaisen kustannusrintaman perusteella, huomioiden yhtiökohtainen siirtymäajan tehostamistavoite. Tällä toimialalla KOPEX:n vertailutaso voidaan laskea seuraavan laskukaavan avulla:

$$\begin{aligned} & \text{KOPEX:n vertailutaso vuonna } t \\ &= [1 - \text{Verkonhaltijakohtainen tehostamistavoite (\%)}]^{t-2019} \\ & \times \text{Hintaindeksin muutos perusvuoteen verrattuna} \\ & \times \text{Kustannusrintaman mukainen vertailutaso vuonna } t. \end{aligned}$$

Verkonhaltijakohtainen tehostamistavoite sisältää yleisen tehostamistavoitteen (dynaaminen komponentti) sekä siirtymäajan yhtiökohtaisen tehostamistavoitteen (staattinen komponentti). Kustannusrintaman laskennassa huomioidaan vuosittaiset muutokset tuotoksissa ja toimintaympäristöä kuvaavissa muuttujissa, joten erillistä tuotosindeksikorjausta ei tarvita. Kustannusrintama estimoidaan valitun perusvuoden hintatason (esim. vuoden 2015) perusteella, jolloin hintaindeksin muutoksella korjataan rahan arvon muutos valitusta perusvuodesta vuoden  $t$  hintatasoon. Tämä laskukaava on täysin yhtenevä sähkön jakeluverkkoyhtiöiden valvontamallissa kolmannella valvontajaksolla sovelletun laskukaavan kanssa. Emme näe tarvetta ehdottaa muutoksia sähkön jakeluverkkotoiminnan tehostamiskannustimen rakenteeseen.

Sähkön kantaverkkotoiminnan sekä maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoiminnan valvontamalleissa voidaan soveltaa seuraavaa yksinkertaisempaa 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 vertailutasoa päivitetään vuosittain ottamaan huomioon tuotoksissa ja rahan arvossa tapahtuvat muutokset. Valvontajakson ensimmäisenä vuonna KOPEX:n vertailutasona voidaan käyttää esimerkiksi keskiarvoa viiden edellisen vuoden KOPEX:n toteutuneista arvoista, jotka korjataan yhteismitallisiksi tuotosindeksin ja hintaindeksin vuosittaisilla muutoksilla. Tuotosindeksinä voidaan soveltaa esimerkiksi tässä selvityksessä käytettyä Törnqvist-tuotosindeksiä tai mahdollisesti verkkovolyymien muutosta (johon kuitenkin mielestämme liittyy joitakin ongelmia, ks. tarkemmin luku 4.3). Hintaindeksinä voidaan soveltaa esimerkiksi kuluttajahintaindeksiä, mahdollisesti myös rakennuskustannusindeksiä.

Vaikka edellä kuvattu ehdotus tehostamiskannustimen rakenteeksi on perusteiltaan yhdenmukainen nykyisin sähkön kantaverkkotoiminnassa ja maakaasun siirtoverkkotoiminnassa sovellettavien tehostamiskannustimien kanssa, myös joitakin merkittäviä eroja voidaan havaita. Ehdotuksessa huomioidaan automaattisesti ja ilman erillistä neuvottelumenettelyä tuotosmuuttujissa tapahtuvat muutokset. Ehdotus ottaa huomioon myös rahan arvossa vuosittain tapahtuvat muutokset korjaamalla vertailutasoa hintaindeksin muutoksen mukaisesti. Toisaalta ehdotukseen ei sisälly kannustinkerrointa tai lattia- ja kattotasoa, jotka nykyisellään heikentävät tehostamiskannustimen vaikutuksen lähes olemattomaksi. Näitä eroja verrattuna nykyisiin sovellettaviin tehostamiskannustimiin tarkastellaan tarkemmin luvuissa 4.1 ja 6.1.

### 3. Sähkö- ja kaasutoimialan yleinen tuottavuuskehitys

Tässä luvussa arvioidaan sähkö- ja kaasutoimialan kokonaistuottavuuden kehitystä Tilastokeskuksen julkaisemien toimialatason tuottavuuslukujen perusteella, keskittyen ”sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta”-toimialaan (toimialaluokka D).<sup>4</sup> Tämä toimiala edustaa Tilastokeskuksen soveltaman luokittelun mukaisista toimialoista parhaiten tässä selvityksessä tarkasteltavia verkkotoimintoja. On kuitenkin huomattava, että kyseiseen toimialaan sisältyy myös muunlaista liiketoimintaa koskien mm. energian tuotantoa, mutta toisaalta siitä puuttuu tässä selvityksessä tarkasteltavien yhtiöiden toimintoja, merkittävimpana mm. maakaasun siirto valtakunnan runkoverkossa. Energia-alan tuottavuuskehityksen laajempi tarkastelu antaa kuitenkin hyödyllisen lähtökohdan ja vertailupisteen raportissa myöhemmin esitettävälle selvityksen tekijöiden omille laskelmille sähkön- ja maakaasun verkkotoimintojen kustannustehokkuuden kehityksestä.

---

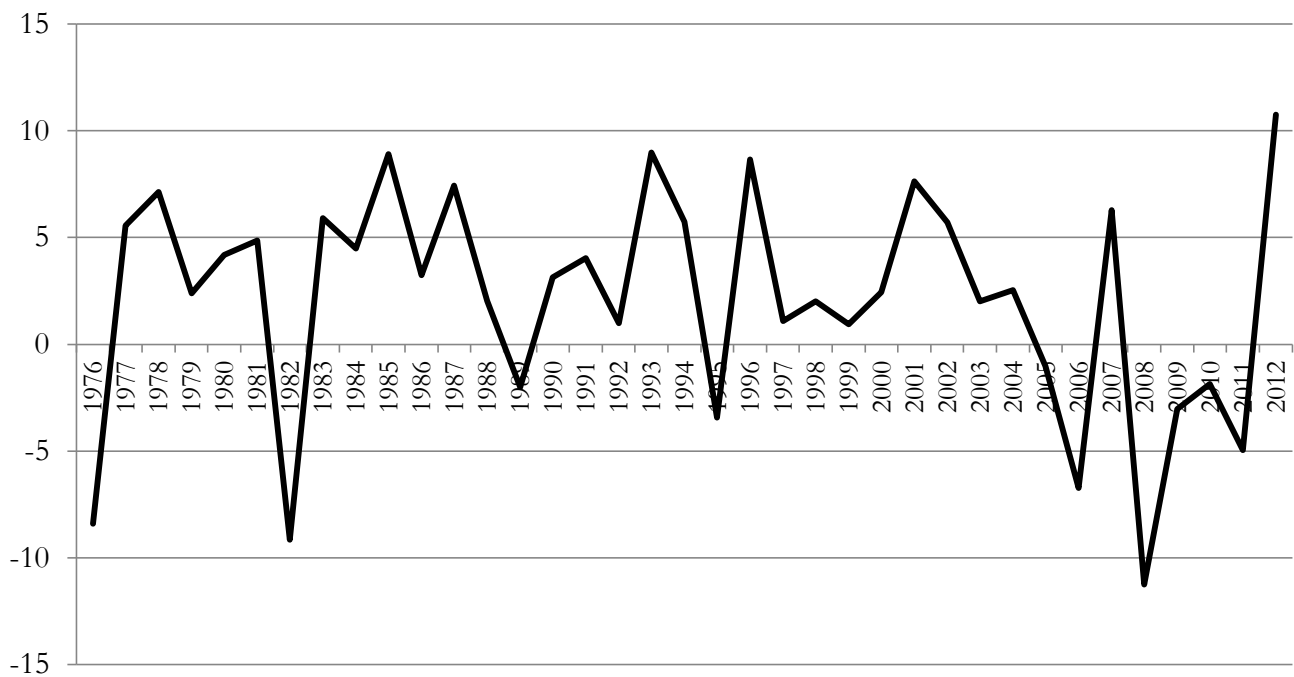
<sup>4</sup> Tilastokeskus määrittelee toimialan seuraavasti: ”**D Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta:** Tähän kuuluvat sähkön, kaasun ja lämmön ja vastaavien kiinteän verkoston tai putkiston kautta jaeltavien energiahyödykkeiden tuotantoon, jakeluun ja kauppaan liittyvät toiminnot. Tähän kuuluvat myös tilojen jäähdytykseen käytettävän ilman ja veden tuotanto ja jakelu (kaukojäähdytys). Teollisuutta palveleva sähkön ja lämmön tuotanto pääasiassa teollisuusyrityksen omaan käyttöön luokitellaan Suomessa sen toimipaikan toiminnan mukaan, jolle tällainen voimalaitos tuottaa sähköä ja lämpöä, kun teollinen toimipaikka ja voimalaitos muodostavat integroidun yksikön. Tähän ei kuulu: vesi- ja jätevesihuolto (36, 37), maakaasun siirto valtakunnan runkoverkossa (49500), sähköverkkojen rakentaminen ja korjaus (42220)”

Lähde: <http://www.stat.fi/meta/luokitukset/toimiala/001-2008/d.html>

Kuvio 3.1 havainnollistaa energia-alan (toimialaluokka D) kokonaistuottavuuden kehitystä ajanjaksolla 1976 – 2012: kuviossa esitetään kokonaistuottavuusindeksin pisteluvun vuosittainen muutos (%). Kuvion silmiinpistävien piirre on jyrkät vuosittaiset tuottavuusvaihtelut koko tarkastelujakson ajalla. Vaihtelu on yllättävän suurta huolimatta siitä, että tarkastelussa huomioitu toimiala on kohtuullisen laajasti määritelty. Tuottavuusindeksi perustuu panosten ja tuotosten määrä-indekseihin, joista on pyritty poistamaan hintojen muutoksista aiheutuvat kustannusten ja tuottojen vuosittaiset muutokset. Kun toimialan tuottavuuskehitys mahdollisimman laajasti määriteltynä ja virallisen tilastotuottajan laskemana sisältää näinkin huomattavaa vuosittaista vaihtelua, tuottavuuden kehitystä ei mielestämme tulisi arvioida yksittäisen yhtiön tai yksittäisen vuoden tuottavuuslukujen perusteella, vaan toimialan (mahdollisimman laajasti määriteltynä) pitkän aikavälin keskiarvo on suositeltavampi peruste tehostamistavoitteen suuruusluokan arvioimiseksi.

Kuviosta 3.1 voidaan myös havaita, että tuottavuuskasvu on ollut pääsääntöisesti positiivista; tuottavuus heikkenee 36 vuoden pituisen tarkastelujakson aikana ainoastaan 9 vuoden aikana. Toisaalta tuottavuuden tilapäinen heikkeneminen ei ole näiden tilastojen valossa mitenkään poikkeuksellista.

Laskemalla vuosittaisten tuottavuusmuutosten aritmeettinen keskiarvo, saadaan yli 30 vuoden keskimääräiseksi vuosittaiseksi kokonaistuottavuuden kasvuksi 2,09 %. Tämä lukuarvo on erittäin lähellä nykyisellä valvontajaksolla sähkön jakelu- ja kantaverkkotoiminnassa sovellettua 2,06 %:n suuruista yleistä tehostamistavoitetta.



Kuvio 3.1: Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäädytysliiketoiminta –toimialan kokonaistuottavuuden kehitys 1976 – 2012.

Luvuissa 4 – 7 tarkastellaan erikseen sähkön ja maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoiminnan kustannustehokkuuden kehitystä tarkemmin rajatuilla toimialoilla lyhyemmällä 8 vuoden pituisella ajanjaksolla 2005 – 2012 EV:n aineiston perusteella. Kuvioista 3.1 voidaan huomata, että Tilastokeskuksen toimialatason tuottavuuslukujen perusteella koko toimialan tuottavuus on ollut vuosia 2007 ja 2012 lukuun ottamatta negatiivinen kaikkina muina kyseisen tarkastelujakson vuosina. Tilastokeskuksen tuottavuustilaston perusteella toimialan D vuosittainen kokonaistuottavuuden muutos oli ajanjaksolla 2005 – 2012 negatiivinen, keskimäärin -1,5 % vuodessa. Seuraavissa luvuissa esitettävien arvioiden tulkinnassa on syytä pitää mielessä, että toimialan kokonaistuottavuus on Tilastokeskuksen virallisten tuottavuuslukujen perusteella laskenut selvästi vuosina 2005 – 2012, vaikka pitkän aikavälin keskimääräinen tuottavuuskasvu onkin ollut yli 2 % vuodessa. Lyhyen ajanjakson tuottavuustarkastelussa yksittäisen vuoden, erityisesti jakson ensimmäisen vuoden merkitys korostuu. Kahdeksan vuoden pituinen tarkastelujakso on arviomme mukaan aivan liian lyhyt toimialan pitkän aikavälin tuottavuuskehityksen arvioimiseksi. Korostamme, että Tilastokeskuksen toimialatason keskimääräistä kokonaistuottavuuden muutosta 37 vuoden ajanjaksolla voidaan mielestämme pitää huomattavasti luotettavampana yleisen tehostamistavoitteen tason arviointiperusteena kuin seuraavissa luvuissa esitettäviä tarkemmin rajattuja toimialoja koskevia lyhyen aikavälin arvioita.

#### 4. Sähkön kantaverkkotoiminta

##### 4.1 Energianviraston nykyisin soveltaman menetelmän kuvaus ja arviointi

Kolmannella valvontajaksolla 2012 – 2015 sähkön kantaverkonhaltijan tehostamiskannustin sisältää yleisen tehostamistavoitteen, jossa sovelletaan samaa 2,06 %:n suuruista tehostamistavoitetta kuin sähkön jakeluverkkoyhtiöiden tapauksessa. Kantaverkonhaltijan tehostamiskannustin kohdennetaan kolmannella valvontajaksolla kantaverkonhaltijan kontrolloitavissa oleviin operatiivisiin kustannuksiin (KOPEX). Toteutunutta KOPEX:n arvoa ( $KOPEX_{tot}$ ) verrataan erikseen määritettyyn vertailutasoon ( $KOPEX_{vert}$ ). Tämä vertailutaso perustuu yleisellä tehostamistavoitteella korjattuun KOPEX:in lähtötasoon ( $KOPEX_{läht}$ ). Pääpiirteiltään menettely on täysin yhdenmukainen luvussa 2.4 ehdotetun mallin kanssa.

Kantaverkonhaltijalla on neuvottelumenettelyn kautta mahdollisuus vaikuttaa asetettavaan lähtötasoon, eli toisin sanoen siihen, mitä kustannuseriä lähtötasoon määrittäessä tullaan käyttämään. Lähtötaso voidaan määrittellä käyttäen perusteena joko kunkin vuoden budjettia tai viiden edellisen tilikauden havaittuja kustannuksia. Jälkimmäisessä tapauksessa käytetään kuluttajahintaindeksiä korjaamaan rahan arvossa tapahtuneet muutokset. Lisäksi vertailutason määrittämisessä otetaan huomioon 5 %:n vaihteluväli, jolla pyritään korjaamaan lähtötason määrittämiseen liittyvää epävarmuutta. Kuinka vaihteluväliä tarkalleen ottaen sovelletaan jää ilmeisesti neuvottelumenettelyssä ratkaistavaksi, mutta käytännössä vaihteluväli mahdollistaa vertailutason pyöristämisen ylöspäin kantaverkonhaltijan eduksi. Jos neuvottelun tuloksena päädytään soveltamaan vaihteluvälin maksimiarvoa, vuotuinen 2,06 %:n tehostamistavoite täyttyy valvontajakson aikana käytännössä ilman minkäänlaisia tehostamistoimia.

Mikäli neuvottelumenettelyä sovelletaan, olisi verkkoyhtiöiden tasapuolisuuden nimissä kohtuullista, että kantaverkonhaltijan lisäksi muillakin verkkoyhtiöillä olisi mahdollisuus vastaavaan neuvottelumenettelyyn. Kaikkiin verkkotoimintoihin (ml. sähkön jakeluverkkoyhtiöt) sovellettuna neuvottelumenettely olisi kuitenkin melkoisen raskas ja kallis prosessi. Nykyisin sovellettavan neuvottelumenettelyn sijasta olisi valvontamallin kannalta uskottavampaa ja läpinäkyvämpää, jos lähtötaso ( $KOPEX_{\text{läh}}$ ) määriteltäisiin selkeästi etukäteen kaikkiin verkkotoimintoihin yhtäläisesti sovellettavan yleisen tehostamistavoitteen mukaisesti ja neuvottelumenettelystä luovuttaisiin. KOPEX:n laskentaperusteissa voidaan toki huomioida kunkin toimialan erityispiirteet, kuten tähänkin saakka on menetelty.

Historiatietoihin pohjautuvassa lähtötason määrittelyssä otetaan huomioon verkkovolyymissa tapahtuneet muutokset. Volyymikorjaus on korkeintaan verkkovolyymin prosentuaalisen muutoksen suuruinen. Toisin sanoen valvontamallissa sovelletaan tuotosindeksinä (ts. tuotosmuuttujissa tapahtuneiden muutosten yhteismitallistamisessa) verkkovolyymin muutosta. Siten kantaverkon haltijalle sallitaan enintään verkkovolyymin mukaisesti mitatun tuotosten kasvun mukainen kustannusten kasvu. Tuotoksissa tapahtuvat muutokset on perusteltua huomioida myös jatkossa, mutta kuten myöhemmin luvussa 4.3 todetaan, verkkovolyymin käyttöön tuotosindeksiä sisältyy mielestämme puutteita. Verkkovolyymin sijasta voidaan tuotosindeksinä soveltaa esimerkiksi tässä selvityksessä käytettyä Törnqvist-tuotosindeksiä, joka huomioi myös toteutuneen sähkön siirron.

Kantaverkonhaltijan tehostamiskannustin sisältää niin sanotun kannustinkertoimen (0,5), jolla kerrotaan kustannusten vertailutason ( $KOPEX_{\text{vert}}$ ) ja havaitun tason ( $KOPEX_{\text{tot}}$ ) välinen erotus. Mielestämme termi kannustinkerroin on harhaanjohtava, koska käytännössä kannustinkertoimella jaetaan vertailutason ylityksestä tai alituksesta tuleva hyöty tai haitta tasan verkonhaltijan ja sen asiakkaiden kesken, mikä osaltaan heikentää yhtiön kannustinta tehostaa toimintaa. Valvontamenetelmien vahvistuspäätöksestä tai Syrjäsen ja Vanhasen (2007) tekemästä selvityksestä ei mielestämme löydy vakuuttavaa perustelua sille, miksi kustannustehokkuudessa muutoksen johdosta syntyvät hyödyt tai haitat tulisi ylipäättään jakaa kantaverkonhaltijan ja sen asiakkaiden kesken. Mikäli vastaavaa kannustinkerrointa sovellettaisiin myös sähkön jakeluverkkoyhtiöihin, asettaisi se tehokkaitten ja tehottomien yhtiöiden asiakkaat eriarvoiseen asemaan, koska tehokkaitten yhtiöiden asiakkaat hyötyisivät alhaisempien hintojen muodossa, mutta tehottomat yhtiöt vierittäisivät puolet tehottoman toimintansa aiheuttamasta kustannuksesta sähköä käyttäville yrityksille ja kuluttajille. Mielestämme olisi perusteltua, että myös kantaverkonhaltija kantaisi kokonaan vastuun omasta tehostamiskannustimestaan, vastaavalla tavoin kuin sähkön jakeluverkkoyhtiöiden valvontamallissa menetellään. Vaikka kantaverkonhaltijan kannustinkerroin ei aiheuta sähkön käyttäjien välisiä hintaeroja, tehostamiskannustimen puolittainen heikentää mallin kannustinvaikutusta, koska tehostamisesta saatava hyöty ja toisaalta tehottomasta toiminnasta koitua sanktio eivät kohdistu täysimääräisesti kantaverkonhaltijaan.

Tehostamiskannustin huomioidaan toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa siten, että vahvistetusta tilinpäätöksen mukaisesta liikevoitosta (liiketappiosta) vähennetään verkonhaltijan tehostamiskannustimen vaikutus. Kantaverkonhaltijaan sovellettavaa tehostamiskannustinta kuitenkin rajoitetaan asettamalla

tehostamiskannustimelle niin sanotut lattia- ja kattotasot. Raja-arvon ylittävä tehostamiskannustimen arvo ei vaikuta verkonhaltijan oikaistun tuoton laskentaan. Nykyisin sovellettavassa mallissa tehostamiskannustimen arvo voi vastata suuruudeltaan enintään kolmea prosenttia verkonhaltijan kyseisen vuoden kohtuullisesta tuotosta. Koska kolme prosenttia kohtuullisesta tuotosta on yleensä vain pieni murto-osa toteutuneesta KOPEX:sta, heikentävät tiukoiksi asetetut lattia- ja kattotasot mallin kannustinvaikutusta merkittävästi. Jos tehostamisesta saatava hyöty ja toisaalta tehottomasta toiminnasta koituvaa sanktio rajataan etukäteen erittäin ahtaisiin raameihin, jotka laskelmiemme mukaan tulevat vastaan jo varsin vähäisten kustannustehokkuuden muutosten myötä, jää tehostamiskannustimen merkitys lähinnä symboliseksi. Jos kantaverkonhaltijaa halutaan oikeasti kannustaa toimimaan kustannustehokkaasti, tulisi lattia- ja kattotasoista luopua kokonaan, tai ainakin niiden vaihteluväliä tulisi laajentaa huomattavasti. 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 kulueria) voidaan sopeuttaa ilman tehostamiskannustimen keinotekoista rajoittamista.

Mikäli lattia- ja kattotaso katsotaan tarpeelliseksi yhden verkkotoiminnon osalta, olisi mielestämme tasapuolisuuden nimissä perusteltua, että myös muiden verkkotoimintojen valvontamalleihin sisällytettäisiin vastaavat lattia- ja kattotasot. Mikäli raja-arvot sidotaan vuosittaiseen kohtuulliseen tuottoon, voitaisiin yhtenä mahdollisena kaikille verkkotoimialoille soveltuvana lattia- ja kattotasona harkita seuraavaa alustavaa ehdotusta, jonka mukaan tehostamiskannustimen lattia- ja kattotasoksi voitaisiin asettaa kunkin verkkoyhtiön omavaraisuusasteen (%) suuruinen osuus vuosittaisesta kohtuullisesta tuotosta. Omavaraisuusaste kuvaa yhtiön oman pääoman osuutta koko pääomasta taseen loppusummassa. Rajaamalla suurin mahdollinen sanktio yhtiön omavaraisuusasteen suuruiseksi voitaisiin varmistua siitä, ettei yksikään verkkoyhtiö voi ajautua konkurssiin tehostamiskannustimen takia. Mikäli esimerkiksi jokin verkkoyhtiö laiminlöisi täysin tehostamiskannustimen, kaikkein pahimmassa tapauksessa tehottoman yhtiön omalle pääomalle kertyvä tuotto voisi laskea nolnaan. Tällöin pahimmassa tapauksessa tehottomasti toimivan verkkoyhtiön omistajat eivät saa tuottoa sijoitetulle pääomalle lainkaan, mutta toisaalta oman pääoman tuotto ei voi tehostamiskannustimen takia mennä negatiiviseksi (riski, jonka kilpailullisilla markkinoilla toimivan yhtiön omistajat joutuvat kantamaan). Omavaraisuusasteen suuruisen rajauksen myötä vuosittainen kohtuullinen tuotto riittäisi pahimmassakin tapauksessa kattamaan vieraan pääoman korkomenon olettaen, ettei vieraan pääoman vuosikorko ylitä valvontamallissa määriteltyä kohtuullista tuottoastetta. Näin ollen omavaraisuusasteen suuruinen lattia- ja kattotaso voitaisiin perustella verkkoyhtiöiden pitkän aikavälin toimintaedellytysten turvaamisella, mutta toisaalta lattia- ja kattotason vaihteluväli olisi alustavan arviomme mukaan riittävän suuri uskottavan kannustinvaikutuksen aikaansaamiseksi. Tämä alustava ehdotus vaatisi vielä huolellisempaa pohdintaa kuin mihin tämän hankkeen puitteissa on mahdollista ryhtyä. Esimerkiksi yhtiökohtaisen omavaraisuusasteen sijasta voitaisiin harkita käytettäväksi myös kiinteätä keskimääräistä omavaraisuusastetta WACC-mallin tavoin: WACC-mallissa oman pääoman painoksi asetetaan kaikille yhtiöille 40 %. Joka tapauksessa kiinteä tai yhtiökohtainen omavaraisuusaste tarjoaa mielestämme mielenkiintoisen vertailukohdan mahdollista lattia- ja kattotaso harkittaessa, jos leikkurin perusteena on vuosittainen kohtuullinen tuotto.

#### 4.2 Sähkön kantaverkkotoiminnan tuottavuuskehitys kansainvälisessä kirjallisuudessa

Sähkön kantaverkkotoiminnan tuottavuutta ja tehokkuutta koskeva tutkimuskirjallisuus on varsin niukkaa verrattuna esimerkiksi sähkön jakeluverkkotoiminnan tuottavuustutkimuksiin. Tähän on lukuisia syitä (ks. esim. Haney & Pollitt, 2013). Ensinäkin yhden maan sisällä toimivien yhtiöiden tehokkuusvertailuihin ei pääsääntöisesti ole mahdollisuutta sillä kantaverkko-operaattoreita on hyvin vähän, usein vain yksi. Tällöin rintamaestimoinnin menetelmien soveltaminen ei ole mielekästä. Tätä ongelmaa on pyritty ratkaisemaan toteuttamalla kansainvälisiä vertailuja, joissa eri maiden kantaverkko-operaattoreita on verrattu keskenään (esim. Sumicsid 2009; Frontier Economics, 2013). Eri maiden välinen suhteellinen tehokkuusanalyysi on kuitenkin haastavaa toteuttaa sillä lähtötietojen vertailtavuus on varsin kyseenalainen johtuen mm. eri maissa sovellettavista kirjanpitoikäytännöistä (ks. esim. Haney & Pollitt, 2012, 2013). Maiden välillä voi olla eroja myös mitattujen tunnuslukujen ja aineiston saatavuuden osalta. Siten esimerkiksi muuttujien valinta ja kustannusten vertailukelpoisuus asettavat suuria haasteita kansainvälisille vertailuille ja niiden mielekäs toteutus vaatii huomattavan määrän työtä aineiston saattamiseksi yhteismitalliseksi (Sumicsid, 2009).

Edellä mainituista haasteista huolimatta joitakin eurooppalaisten kantaverkkoyhtiöiden tehokkuusvertailuja on tehty konsulttiyhtiöiden toimesta. Näissä selvityksissä arvioidaan myös kantaverkkotoiminnan yleistä tuottavuuskehitystä. Taulukossa 4.1. esitetään kahdessa konsulttiselvityksessä julkaistut arviot.

*Taulukko 4.1: Kantaverkkotoiminnan tuottavuusarvioita konsulttiselvitysten perusteella*

Lähde	Ajanjakso	Kokonaistuottavuus	Tekninen kehitys
Sumicsid (2009)	2003 – 2006	3,5 %	2,2 %
Frontier Economics ym. (2013)	2007 – 2011	-1,4 %	-1,0 %

Ensin mainitussa selvityksessä Sumicsid (2009) kokonaistuottavuuden teknistä kehitystä kuvaava komponentti on keskimäärin 2,2 % vuodessa, mikä on hieman korkeampi kuin nykyisin valvontamallissa sovellettu yleinen tehostamistavoite (2,06 %). Toisaalta uudemmassa selvityksessä (Frontier Economics ym, 2013) raportoidaan alalla tapahtuneen teknistä taantumista. Kyseisen selvityksen laatijat selittävät tuottavuuden heikkenemistä muun muassa huomattavilla rakenteellisilla muutoksilla kyseisellä tarkastelujaksolla. Toisaalta tulokseen vaikuttavat myös tuottavuuden mittaamisessa käytettyjen panos- ja tuotosmuuttujien valinta, rintamaestimoinnissa käytetty menetelmä (em. selvityksissä sovelletaan determinististä DEA-menetelmä, joka on tunnetusti herkkä satunnaisvirheille ja yksittäisen yhtiön osalta tapahtuville muutoksille) ja sen yhteydessä aineistoon tehtävät manipuloinnit (ns. outlier -äärihavaintojen tunnistaminen ja eliminoiminen). Koska käytettyyn aineistoon sisältyy huomattavaa epävarmuutta johtuen mm. valuuttakurssimuunnoksista ja eri maissa sovellettavista kirjanpito- ja mittaamiskäytännöistä, olisi rintamaestimoinnissa perusteltua soveltaa DEA-menetelmän sijasta jotakin luotettavampaa ekonometristä menetelmää, joka kykenee huomioimaan satunnaisen virhetermin. Lisäksi yleisenä kommenttina mainittakoon, että konsulttiyhtiöiden tekemät selvitykset eivät yleensä täytä tieteellisen tutkimuksen

laatukriteereitä (vaikka selvityksen tekijöinä usein onkin akateemisesti ansioituneita kokeneita tutkijoita), joten suhtaudumme konsulttiselvitysten tuloksiin tietyin varauksin.<sup>5</sup>

### 4.3 Empiirinen tarkastelu

#### 4.3.1 Muuttujat ja aineisto

Kantaverkkotoiminnan kustannustehokkuuden arvioinnissa sovelletaan usein samantyyppisiä tuotosmuuttujia kuin sähkön jakeluverkkoyhtiöiden tehokkuusmittauksessa. Viimekädessä molempien verkkotoimintojen tavoite on sähköenergian siirtäminen tuotannosta kulutukseen. Sekä jakelu- että kantaverkkotoiminnassa kustannukset riippuvat paitsi toteutuneesta energian siirrosta, myös potentiaalisesta kysynnästä, jonka perusteella verkon kapasiteetti rakennetaan. Jakeluverkkojen osalta potentiaalia pyritään arvioimaan verkon kokonaispituuden ja käyttäjämäärän avulla. Seuraavassa tarkastelussa ei kuitenkaan huomioida käyttäjämäärän muutosta, koska sitä ei ole tekijöille toimitetussa aineistossa saatavana. Käytännössä kantaverkon käyttäjinä ovat jakeluverkkoyhtiöt, joiden lukumäärässä fuusioiden ja muiden yritysjärjestelyjen myötä tapahtuvat muutokset tuskin vaikuttaa merkittävästi kantaverkkotoiminnan kustannuksiin.

Kantaverkonhaltijaan nykyisin sovellettavassa valvontamallissa sovelletaan verkkovolyymien muutokseen perustuvaa tuotosindeksiä. Käytännössä verkkovolyymi lasketaan voimajohtojen kokonaispituuden ja kenttien lukumäärän painotettuna summana. Merkittävimpinä eroina tässä selvityksessä sovellettuun tuotosindeksiin ovat yhtäältä kenttien lukumäärän huomioiminen ja toisaalta toteutuneen energian siirron pois jättäminen. Siten verkkovolyymi pyrkii huomioimaan verkon kapasiteetissa tapahtuvan muutoksen, mutta jättää toteutuneen siirron huomioimatta. Käytännössä sekä jakeluverkkoyhtiöt että kantaverkonhaltija laskuttavat asiakkaitaan toteutuneen siirron perusteella, joten toteutunut energian siirto on mielestämme perusteltua huomioida tuotosmuuttujana. Mikäli yhtiöt tuottaisivat ainoastaan kapasiteettia eikä siirron toteuma vaikuta lainkaan kustannuksiin, voidaan kysyä miksi sähköyhtiöt eivät tarjoa asiakkailleen kiinteään kuukausihintaan perustuvia sopimuksia vastaavalla tavoin kuin esimerkiksi matkapuhelinverkoissa nykyisin varsin yleisesti menetellään.

Eräs verkkovolyymiin perustuvan indeksin mahdollinen ongelma on se, että verkkovolyymien laskennassa käytetyt voimajohtojen kokonaispituus ja kenttien lukumäärä ovat riippumattomia sähkön kysynnässä tapahtuvasta kehityksestä. Voimajohtojen rakentaminen vaatii EV:n hyväksynnän, joten siinä mielessä voimajohtojen pituus ei ole täysin endogeeninen muuttuja. Kuitenkin energian siirron toteuma riippuu sähkön käyttäjien yhteenlasketusta kokonaiskysynnästä, johon kantaverkonhaltijan vaikutusmahdollisuudet ovat huomattavasti vähäisemmät kuin verkkovolyymien perusteena olevissa muuttujissa.

Kustannustehokkuuden muutosta arvioidaan seuraavassa Törnqvist tuotos-indeksin perusteella luvussa 2 esitetyn kuvauksen mukaisesti. Kustannusmuuttujana tarkastelussa käytetään korjattua KOPEX:a, josta on

---

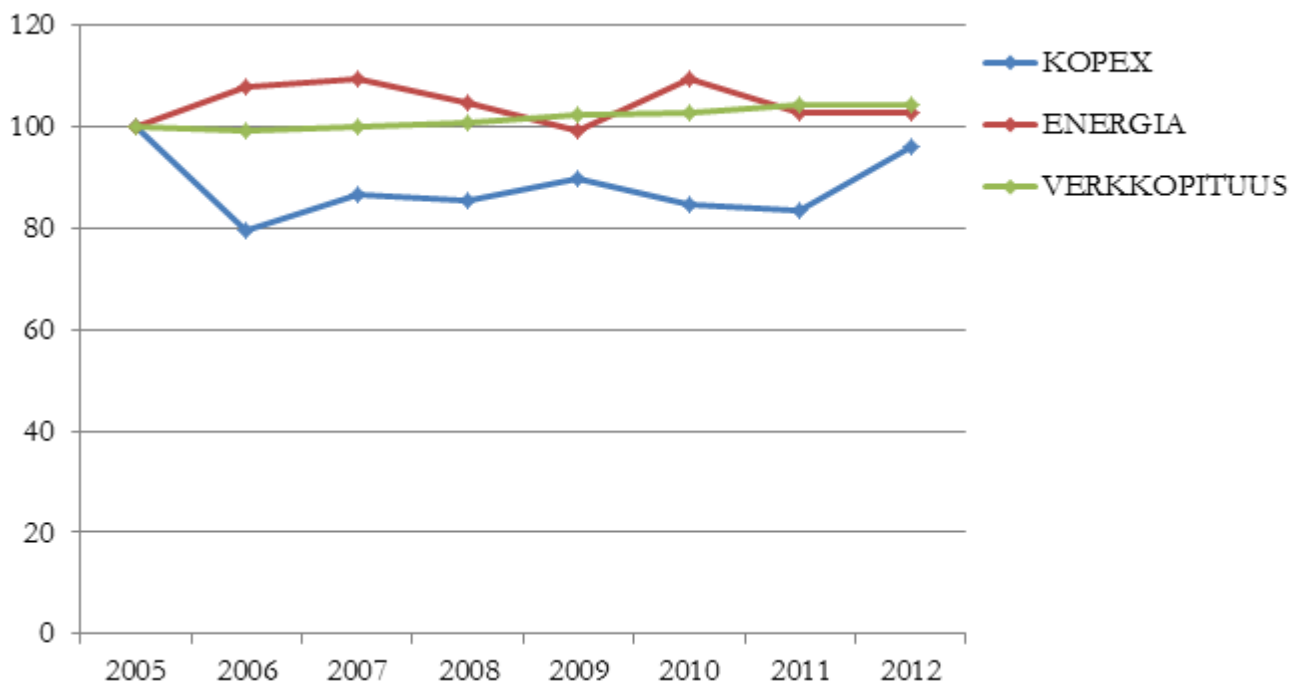
<sup>5</sup> Poikkeuksena mainittakoon Sigma-Hat Economics Oy:n selvitys (Kuosmanen ym., 2010), jonka tulosten pohjalta on julkaistu useita vertaisarvioituja artikkeleita alan arvostetuissa tieteellisissä lehdissä (ks. esim. Kuosmanen, 2012; Kuosmanen ym. 2013).



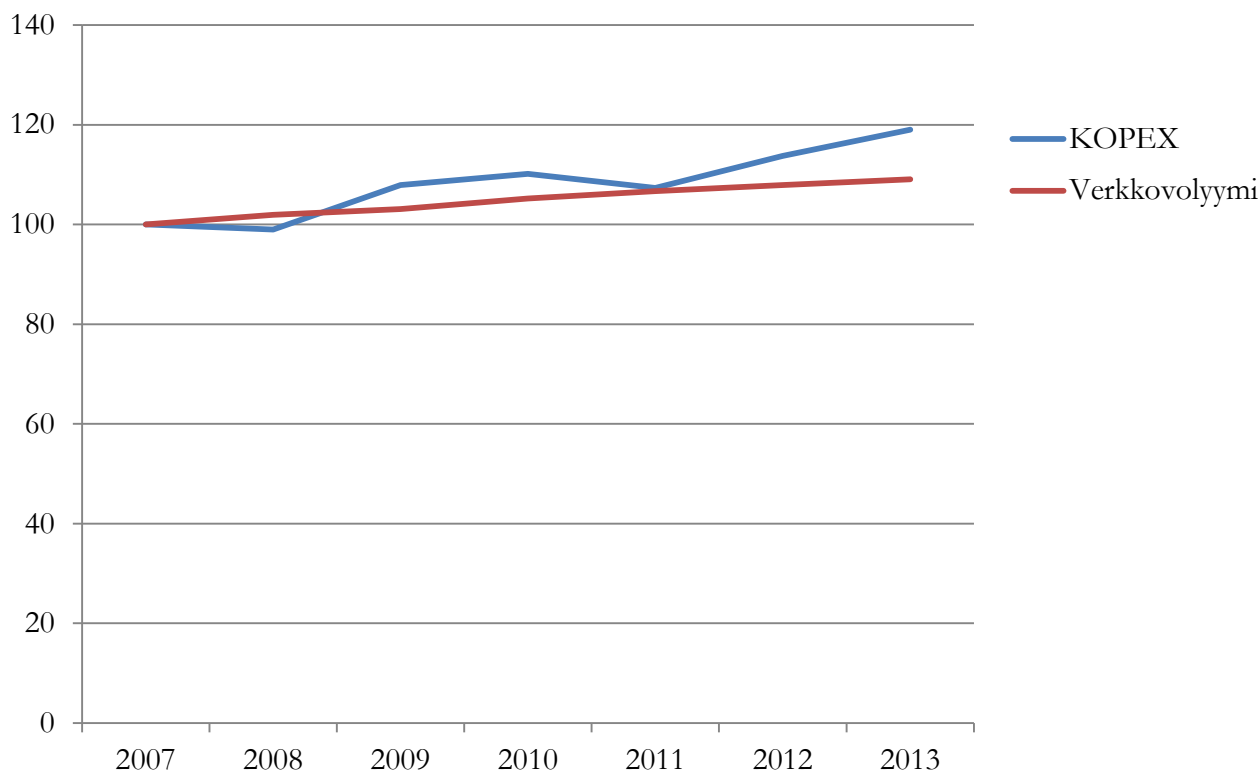
poistettu muut ostot tilikauden aikana ja sisäiset kulut. Eri vuosien KOPEX:t korjataan vuoden 2010 rahanarvoon kuluttajahintaindeksin perusteella. Tuotosmuuttujina huomioidaan verkosta luovutettu sähköenergia (GWh) ja verkkopituus jännitetasoittain (km).

Kuvio 4.1 kuvaa sähkön kantaverkonhaltijan KOPEX:n ja tuotosten kehitystä ajanjaksolla 2005 – 2012. Vertailun vuoksi kuviossa 4.2 esitetään neuvottelumenettelyssä hyväksytyn KOPEX:n ja verkkovolyymien kehitys vuosina 2007 – 2013 (huomaa kuvioiden poikkeavat ajanjaksot).

Kuviossa 4.1 indeksiluvun perusvuosi on 2005. Kuvioista voidaan havaita, että kantaverkkotoiminnassa on tarkasteltavana aikaperiodina tapahtunut selkeää tuottavuuden kehitystä vuoteen 2005 verrattuna: tuotoksissa havaitaan lievää kasvua, mutta KOPEX on koko tarkastelujakson ajan vuoden 2005 tason alapuolella. Vuonna 2012 KOPEX kasvoi huomattavasti vuoteen 2011 verrattuna. Näin lyhyellä ajanjaksolla kustannusten huomattava nousu tai lasku yksittäisen vuoden aikana vaikuttaa kustannustehokkuuteen merkittävästi. Kuviossa 4.2 kuvattu neuvottelumenettelyn tuloksena vahvistetun KOPEX:n kehitys on pääpiirteissään samankaltainen kuin kuviossa 4.1 esitetty KOPEX:n toteuma.



Kuvio 4.1: Sähkön kantaverkkoyhtiön kustannusten ja tuotosten kehitys (2005=100)



Kuvio 4.2: Sähköön kantaverkkoyhtiön neuvottelumenettelyssä hyväksytyjen kustannusten ja tuotosten kehitys (2007=100)

#### 4.3.2 Kustannustehokkuuden muutos

Tarkastellaan aluksi kustannustehokkuuden kehitystä toteutuneen KOPEX:n ja Törnqvist-tuotindeksin muutosten perusteella. Koko tarkastelujakson ajalta 2005 – 2012 laskettu keskimääräinen kustannustehokkuuden muutos on 1,9 % vuodessa. Tämä on varsin hyvin linjassa meneillään olevalla valvontajaksolla sovelletun yleisen tehostamistavoitteen kanssa ja myös Tilastokeskuksen toimiala luokitukseen perustuva tuottavuuskehitys on samaa suuruusluokkaa, noin 2,1 % vuodessa. Mikäli tarkastelujaksoa lyhennetään vuosiin 2005 – 2011, toisin sanoen jakson viimeinen vuosi 2012 jätetään arviosta pois, saadaan keskimääräiseksi kustannustehokkuuden muutokseksi 4,4 % vuodessa.

Vertailun vuoksi arviomme kustannustehokkuuden muutosta myös neuvottelumenettelyn perusteella vahvistetun KOPEX:n ja verkkovolyymien muutosten perusteella. Näiden lukujen perusteella laskettu keskimääräinen kustannustehokkuuden muutos on -3,3 % vuodessa ajanjaksolla 2007 – 2013. Toisin sanoen kustannustehokkuus on näiden tunnuslukujen valossa heikentynyt kyseisellä ajanjaksolla. Arviomme mukaan ero edellä mainittuihin positiivisiin tuottavuuslukuihin johtuu ennen kaikkea eri ajanjaksosta, ei niinkään arvioinnissa käytetyistä panos- tai tuotosmuuttujista. Tulkintamme mukaan negatiivinen kustannustehokkuuden muutos on vaikea tulkita toimialan tekniseksi taantumaksi. Koska EV on neuvottelumenettelyn kautta hyväksynyt kantaverkonhaltijan KOPEX:n kasvun, saattaa tehokkuuden heikkeneminen myös kertoa kantaverkonhaltijan neuvotteluvoiman kasvusta. Mikäli KOPEX:n kasvu

voidaan perustella kantaverkkotoimintaan kohdistuvilla uusilla palveluilla tai velvoitteilla, tulisi ne tavalla tai toisella pyrkiä huomioimaan tehokkuuden arvioinnissa käytettävissä tuotosmuuttujissa.

Edellä esitetyt vaihtoehtoiset laskelmat havainnollistavat kuinka herkkiä lyhyen aikavälin tuottavuusmittaukset on yksittäisenä vuonna tapahtuville muutoksille. Tämä tukee edellä esitettyä yleistä periaatetta, jonka mukaan yleisen tehostamistavoitteen arviointiperusteena tulisi käyttää yksittäisen yhtiön tai yksittäisen vuoden lukuarvojen sijasta koko toimialan (laajasti määriteltynä) pitkän aikavälin keskimääräistä kustannustehokkuuden muutosta.

## 5. Maakaasun jakeluverkkotoiminta

### 5.1 *Energiaviraston soveltaman menetelmän kuvaus*

Suomessa toimii tällä hetkellä 25 maakaasun jakeluverkkoyhtiötä, mutta niiden valvonnassa ei nykyisin sovelleta minkäänlaista tehostamiskannustinta. Koska maakaasun jakeluverkkoyhtiöitä on useita, voitaisiin tällä toimialalla soveltaa kustannusrintamaan perustuvaa tehostamiskannustinta vastaavalla tavoin kuin sähkön jakeluverkkoyhtiöiden osalta on menetelty jo vuodesta 2005 lähtien. Kuitenkaan maakaasun jakeluverkkojen osalta ole olemassa aiempaa käytäntöä, joka ohjaisi mallin kehitystyötä, vaan kustannusrintamamallin rakentaminen jouduttaisiin aloittamaan käytännössä lähes tyhjästä.<sup>6</sup> Esimerkiksi Agrell ja Bogetoft (2013) painottavat, että rintamaestimointiin perustuvan benchmark-regulaation käyttöönotto on raskas prosessi, joka vaatii huomattavan määrän aineiston ennakkokäsittelyä ja keskustelua sopivasta mallispefikaatiosta. EV:n toimittaman tilastoaineiston perusteella on selvää, että tällä hetkellä saatavissa oleva aineisto ei ole riittävän kattavaa ja luotettavaa kustannusrintamaan perustuvan tehostamiskannustimen rakentamiseksi seuraavalle valvontajaksolle, vaan asiaa tulisi valmistella perusteellisemmin kuin mitä tämän selvityshankkeen puitteissa on mahdollista. Näiden seikkojen nojalla kustannusrintamaan perustuvan tehostamiskannustimen soveltamiseen olisi panostettava huomattavasti enemmän resursseja kuin mitä tähän selvitystyöhön on käytettävissä. Tämän luvun tarkoituksena on arvioida yleisen tehostamistavoitteen soveltuvuutta maakaasun jakeluverkkotoiminnan valvontamalliin sekä sen mahdollista tasoa.

### 5.2 *Katsaus kansainväliseen tutkimuskirjallisuuteen*

Maakaasun jakeluverkkotoiminnan tuottavuuskehityksestä on julkaistu jonkin verran tutkimuskirjallisuutta. Taulukossa 5.1 esitetään eräissä alan tutkimuksissa käytetyt tuotos- ja panosmuuttujat sekä toimintaympäristöä kuvaavat muuttujat. On syytä huomauttaa, että taulukossa mainituissa tutkimuksissa tarkastellut yhtiöt voivat olla joko jakeluverkkoyhtiöitä (*distribution*), siirtoverkkoyhtiöitä (*transmission*) tai niin sanottuja integroituja yhtiöitä, jotka toimivat molemmilla sektoreilla (ks. esim. Lee ym., 1999). Mainituissa tutkimuksissa arvioidaan maakaasun verkkotoimintojen tuottavuutta tai tehokkuutta rintamaestimoinnin

---

<sup>6</sup> Myös kansainvälisesti arvioituna rintamaestimoinnin käyttö kaasuverkkojen regulaatiossa on huomattavasti vähäisempää kuin sähköverkkojen puolella (ks. esim. Haney & Pollit, 2009).

menetelmien avulla. Osassa tutkimuksissa on tarkasteltu useita erilaisia mallispesifikaatioita, joissa käytetään vain osaa alla mainituista muuttujista.

*Taulukko 5.1: Maakaasuverkkotoiminnan tuottavuus- ja tehokkuusanalyysin tutkimuskirjallisuudessa käytettyjä panos- ja tuotosmuuttujia sekä toimintaympäristöä kuvaavia tekijöitä.*

Lähde	Tuotokset	Panokset	Toimintaympäristö
Waddams Price & Weyman-Jones (1996)	-Kotitalousmyynti -Teollisuusmyynti -Kaupallinen myynti -Asiakasmäärä -Kaasulaitteiden myynti	-Työvoiman määrä -Verkkopituus	-Väestötiheys toiminta-alueella
Granderson & Linvill (1999)	-Kompressoriaseman polttoainetilavuus	-Työvoiman määrä -Kompressori- asema-pääoma -Siirtolinjapääoma	
Rossi (2001)	-Asiakasmäärä	-Työvoiman määrä -Verkkopituus	-Toimilupa-alue -Kotitalousmyynti /Kokonaismyynti -Maksimi kysyntä
Hawdon (2003)	-Kaasun kulutus/myynti -Asiakasmäärä	-Työvoiman määrä -Verkkopituus	-Kaasun osuus energiankysynnästä -Kysynnän kasvu -Markkinoiden yksityistäminen/vapauttaminen -EU reformin noudattaminen
Farsi ym (2007)	-Siirretty energia (MWh)	-Kokonais- kustannukset	-Käyttökerroin -Asiakastiheys -Toiminta-alueen koko
Erturk & Turut-Asik (2011)	-Kuluttaja- ja teollinen myynti TAI Kokonaismyynti -Asiakasmäärä -Huippukysyntä	-Työvoiman määrä -Verkkopituus -Operatiiviset kustannukset TAI kokonaiskustannukset	-Talven keskilämpötila -Asuntoja per rakennus

Taulukosta 5.1 havaitaan, että alan tutkimuksissa ei ole vakiintuneita tuotos- ja panosmuuttujia. Esimerkiksi jakeluverkon pituutta käytetään monissa tutkimuksissa panosmuuttujana, mikä on mielestämme virheellinen tulkinta. Koska verkkotoiminnan pääasiallinen funktio on maakaasun toimittaminen

loppukäyttäjälle, panosmuuttujan lisäämisellä tulisi olla tätä toimintaa tukeva vaikutus. Kuitenkaan jakeluverkon pidentämällä ei voida kasvattaa siirretyn maakaasun määrää. Toisaalta jakeluverkon pituutta kasvattamalla ei voida korvata muuttuvia panoksia kuten työpanos tai KOPEX, vaan jakeluverkon pituuden kasvattaminen luo pikemminkin paineita lisätä muiden panosten käyttöä. Näiden perustelujen nojalla katsomme, että jakeluverkon pituus kuvaa pikemminkin verkon kapasiteettia vastata potentiaaliseen kysyntään ja on siten perustellusti tulkittavissa tuotosmuuttujaksi.

Osassa Taulukossa 5.1 luetelluista tutkimuksissa tarkastellaan toiminnan tehokkuutta ainoastaan yhden aikaperiodin aikana. Yleisen tehostamistavoitteen arvioinnin kannalta olennaista on kuitenkin kustannustehokkuuden tai kokonaistuottavuuden muutos yli ajan. Taulukossa 5.2 esitetään kolmeen julkaistuun tutkimukseen perustuvat arviot kokonaistuottavuuden ja teknisen kehityksen vuosittaisesta keskimääräisestä tasosta 8 eri maassa. Taulukossa 5.2 esitetyissä lukuarvoissa voidaan havaita varsin suurta vaihtelua eri maiden välillä, johtuen muun muassa siitä, että eri tutkimuksissa sovelletaan erilaisia panos- ja tuotosmuuttujia. Lisäksi tarkasteltavat ajanjaksot ovat varsin lyhyitä.

*Taulukko 5.2: Maakaasuverkko toiminnan tuottavuus kansainvälisessä kirjallisuudessa*

Tutkimus	Maa	Ajanjakso	Tuottavuus	Tekninen kehitys
Waddams Price & Weyman-Jones (1996)	UK	1978 – 1991	1,8 % <sup>7</sup>	1,1 %
Rossi (2001)	Argentiina	1994 – 1997	2,8 %	2,4 %
Lee ym. (1999)	US	1987 – 1995	1,2 %	4,5 %
	Kanada	1987 – 1995	0,8 %	1,2 %
	Ranska	1987 – 1995	3,6 %	4,8 %
	Italia	1987 – 1995	-2,5 %	5 %
	Japani	1987 – 1995	5,1 %	4,3 %
	Etelä-Korea	1987 – 1995	15 %	3 %

Taulukon 5.2 perusteella voidaan havaita, että tutkimuskirjallisuudessa raportoidut arviot toimialan teknisestä kehityksestä vaihtelevat noin +1 % ja +5 % välillä. Useimmat raportoiduista arvioista ylittävät selvästi Tilastokeskuksen julkaiseman pitkän aikavälin toimialatason aineiston pohjalta arvioidun noin 2 %:n tason.

### 5.3 Empiirinen tarkastelu

#### 5.3.1 Muuttujat ja aineisto

Tarkastelemme seuraavaksi maakaasun jakeluverkko toiminnan kustannustehokkuuden kehitystä empiirisesti EV:n toimittaman tilastoaineiston perusteella.

<sup>7</sup> Tutkimus raportoi koko aikavälin tuottavuudeksi 23 %, josta saadaan 23 % / 13 (vuotta) = 1,8 % per vuosi.

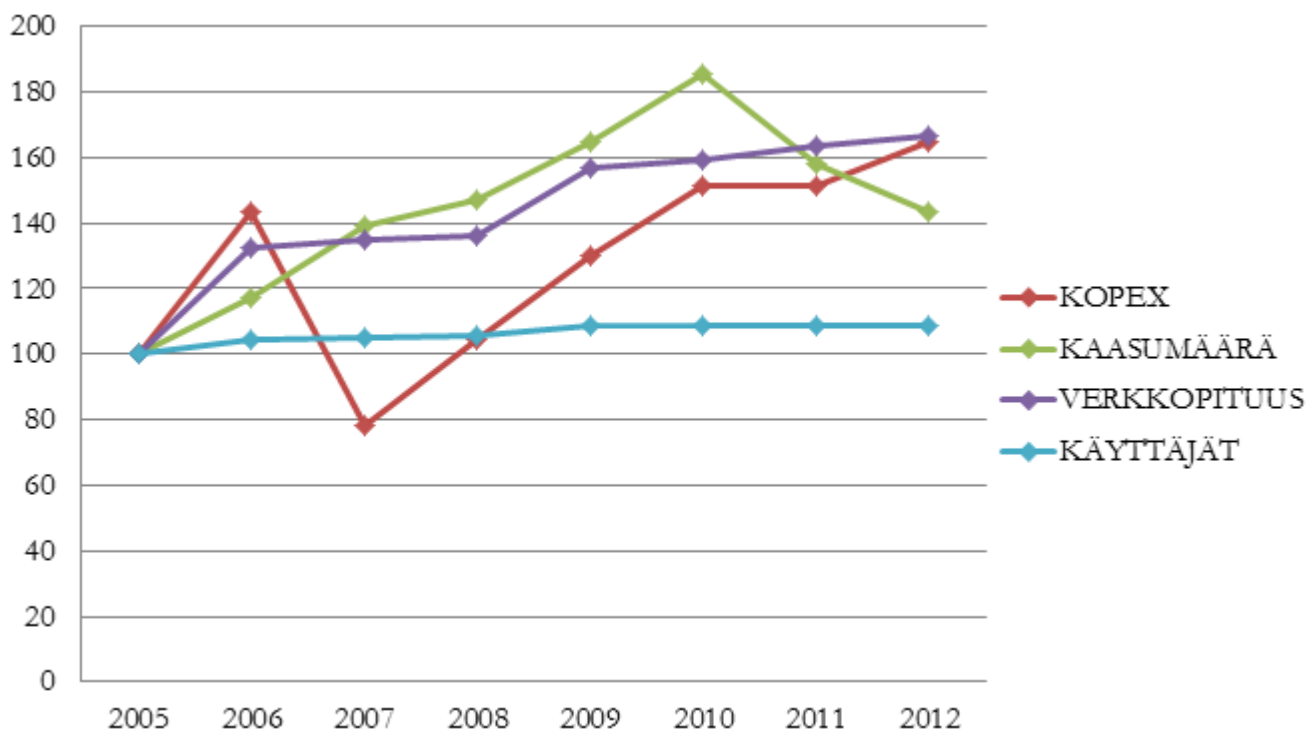
Kustannusmuuttujana käytetään muiden verkkotoimintojen tavoin KOPEX:a. Aineistoa on muokattu muutamien yhtiöiden osalta siten, että arveluttavat havainnot on poistettu kokonaan ja joitakin poikkeuksellisen suuria havaintoarvoja on korvattu joko edellisen tai seuraavan vuoden lukuarvolla tai niiden keskiarvolla. Aineistosta on poistettu kaikki sellaiset havainnot (KOPEX:n lisäksi myös kyseisen yhtiön tuotokset), joissa KOPEX saa negatiivisen arvon, mikä sotkee kustannustehokkuuden arviointia. KOPEX:n negatiiviset arvot johtuvat siitä, että varastojen muutokset ja valmistus omaan käyttöön vähennetään EV:n kirjanpidossa muista KOPEX:n komponenteista. Vuosittaiset kustannukset on korjattu keskenään vertailukelpoisiksi vastaamaan vuoden 2010 hintatasoa käyttäen kuluttajahintaindeksiä.

Tuotosmuuttujina huomioidaan:

- 1) siirretty kaasumäärä ( $m^3$ )
- 2) verkkopituus (km)
- 3) käyttäjämäärä (kpl)

Nämä kolme tuotosmuuttujaa kuvaavat sekä energian siirron toteumaa että potentiaalista kysyntää, yhdenmukaisesti sähkön jakeluverkkoyhtiöiden valvontamallin kanssa.

Kuviossa 5.1 esitetään jakeluverkkoyhtiöiden yhteenlasketun reaalisien KOPEX:n ja tuotosmuuttujien summan kehitys tarkastelujaksolla käyttäen indeksiä, jonka perusvuosi on 2005 = 100. Kuvioista havaitaan, että maakaasun jakeluverkkotoimialan yhteenlaskettu KOPEX on noussut voimakkaasti vuodesta 2007 saakka. Siirretyn kaasun määrä on noussut vuoteen 2010 saakka, mutta vuoden 2010 syksyllä päätetty ja vuoden 2011 alussa toteutettu veronkorotus on ilmeisesti vaikuttanut maakaasun kysyntään laskevasti vuosina 2011 ja 2012. Verkkopituus on kasvanut tasaisesti tarkastelujakson aikana, kun taas käyttäjämäärä on pysynyt miltei vakiona. Kannattaa myös huomioida, että koska käyttäjämäärä ei ole kasvanut vuoden 2008 jälkeen, kyseisen muuttujan sisällyttäminen tuotosindeksiin vaikuttaa kustannustehokkuuden muutosta alentavasti. Toisin sanoen käyttäjää kohden laskettu kustannus on kasvanut huomattavasti vuoden 2008 jälkeen.



Kuvio 5.1: Maakaasunjakeluverkko toiminnan kustannusten ja tuotosten kehitys 2005 – 2012 (2005=100)

### 5.3.2 Malli ja menetelmät

Keskitymme arvioimaan kustannustehokkuuden kehitystä koko toimialan tasolla siten, että kaikkien yhtiöiden vuosittaiset tuotokset ja reaaliset KOPEX:t lasketaan yhteen. Sovellamme kustannustehokkuuden muutoksen arvioimisessa luvussa 2 esitettyä Törnqvist-tuotosindeksiin perustuvaa menetelmää.

### 5.3.3 Tulokset

Koko toimialan yhteenlaskettujen tuotosten ja KOPEX:ien perusteella laskettu keskimääräinen kustannustehokkuuden muutos on 2,5 % vuodessa tarkastelujaksolla 2005 – 2012. Tämä lukuarvo on huomattavasti suurempi kuin luvussa 4 sähkön kantaverkon kustannustehokkuudesta esitetty vastaavalla ajanjaksolla ja vastaavalla menetelmällä laskettu arvio (1,9 %) tai Tilastokeskuksen toimialaluokituksen perustuva tuottavuuskehitys (2,1 %).

Mikäli tarkastelujaksoa lyhennetään vuosiin 2005 – 2011, toisin sanoen jakson viimeinen vuosi 2012 jätetään arviosta pois, saadaan keskimääräiseksi kustannustehokkuuden muutokseksi 4,7 % vuodessa. Tämä vaihtoehtoinen laskelma havainnollistaa jälleen, kuinka herkkä lyhyen aikavälin tuottavuusmittaus on yksittäisenä vuonna tapahtuville muutoksille. On syytä muistaa, että jakeluverkkoyhtiöihin ei tähän mennessä ole kohdistunut tehostamistavoitetta, mikä saattaa heikentää yhtiöiden itse ilmoittamien lukuarvojen luotettavuutta. Lisäksi maakaasun jakeluverkkoyhtiöiden lukumäärä on varsin pieni, jolloin jopa yksittäisen yhtiön havaintoarvo voi vaikuttaa huomattavasti koko toimialan kustannustehokkuuden

arvioituun tasoon ja sen vuosittaisiin muutoksiin. Tämän takia olemme pyrkineet systemaattisesti korjaamaan tai poistamaan aineistosta kaikki epäilyttävät havainnot. Esimerkkinä mainittakoon, että jos käsittelemme alkuperäistä EV:n toimittamaa aineistoa sellaisenaan ilman minkäänlaisia muokkauksia tai korjauksia, saadaan kustannustehokkuuden keskimääräiseksi vuosimuutokseksi noin 15 %.

## 6. Maakaasun siirtoverkkotoiminta

### 6.1 *Energiaviraston soveltaman menetelmän kuvaus*

Maakaasun siirtoverkonhaltijaan sovellettava tehostamiskannustin on käytännössä hyvin pitkälle yhteneväinen sähkön kantaverkonhaltijan tehostamiskannustimen kanssa. Sähkön kantaverkon tehostamiskannustinta tarkasteltiin yksityiskohtaisesti luvussa 4.1 ja siinä esitetty arviointi ja kehittämisehdotukset koskevat yleisiltä osin myös maakaasun siirtoverkon valvontamallia. Seuraavassa keskitytään tarkastelemaan joitakin maakaasun siirtoverkon tehostamiskannustimessa havaittavia eroja sähkön kantaverkkotoiminnan valvontamalliin verrattuna.

Sähkön kanta- ja jakeluverkonhaltijoista poiketen maakaasun siirtoverkkotoiminnan valvontamallissa ei sovelleta yleistä tehostamistavoitetta. Eri verkkotoimintojen tasapuolisen kohtelun näkökulmasta olisi perusteltua, että yleistä tehostamistavoitetta sovellettaisiin myös maakaasun siirtoverkonhaltijaan. Tällöin maakaasun siirtoverkonhaltijalla olisi voitontavoitteluun perustuva kannustin kehittää kustannustehokkuutta.

Myös maakaasun siirtoverkonhaltijalla on mahdollisuus neuvottelumenettelyn kautta valita KOPEX:n vertailutasona käytettäväksi kuluvan vuoden budjettitietoja tai edellisten tilikausien KOPEX:a. Jälkimmäisessä tapauksessa rahanarvon vuosittaiset muutokset korjataan käyttäen rakennuskustannusindeksiä. Jollei maakaasun siirtoverkkotoiminnan tapauksessa ole erityisiä perusteita rakennuskustannusindeksin käytölle, olisi mielestämme perusteltua soveltaa reaalisen toteutuneen KOPEX:n laskennassa johdonmukaisesti samaa hintaindeksiä kuin muidenkin verkkotoimintojen valvontamalleissa.

Maakaasun siirtoverkonhaltijan tehostamiskannustinta rajataan soveltamalla lattia- ja kattotasoja, joiden suuruudeksi on määritelty enintään 5 % vuosittaisesta kohtuullisesta tuotosta. Sähkön kantaverkonhaltijan osalta vastaava luku oli 3 %. Molemmat raja-arvot ovat arviomme mukaan kohtuuttoman tiukkoja todellisten kannustinvaikutusten aikaansaamiseksi. Luvussa 4.1 esitetyt kehittämisehdotukset koskevat edellä mainituin lisäyksiin myöskin maakaasun siirtoverkkotoiminnan valvontamallia.

### 6.2 *Katsaus aiempiin tutkimuksiin ja selvityksiin*

Luvussa 5.2 tarkasteltiin joitakin aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa saatuja estimaatteja maakaasun jakeluverkkotoiminnan tuottavuudesta. Taulukossa 5.1 mainituissa tutkimuksissa oli mukana myös maakaasun siirtoverkkoyhtiötä, joten näiden tutkimusten tuloksia voidaan käyttää perusteena myös sähkön



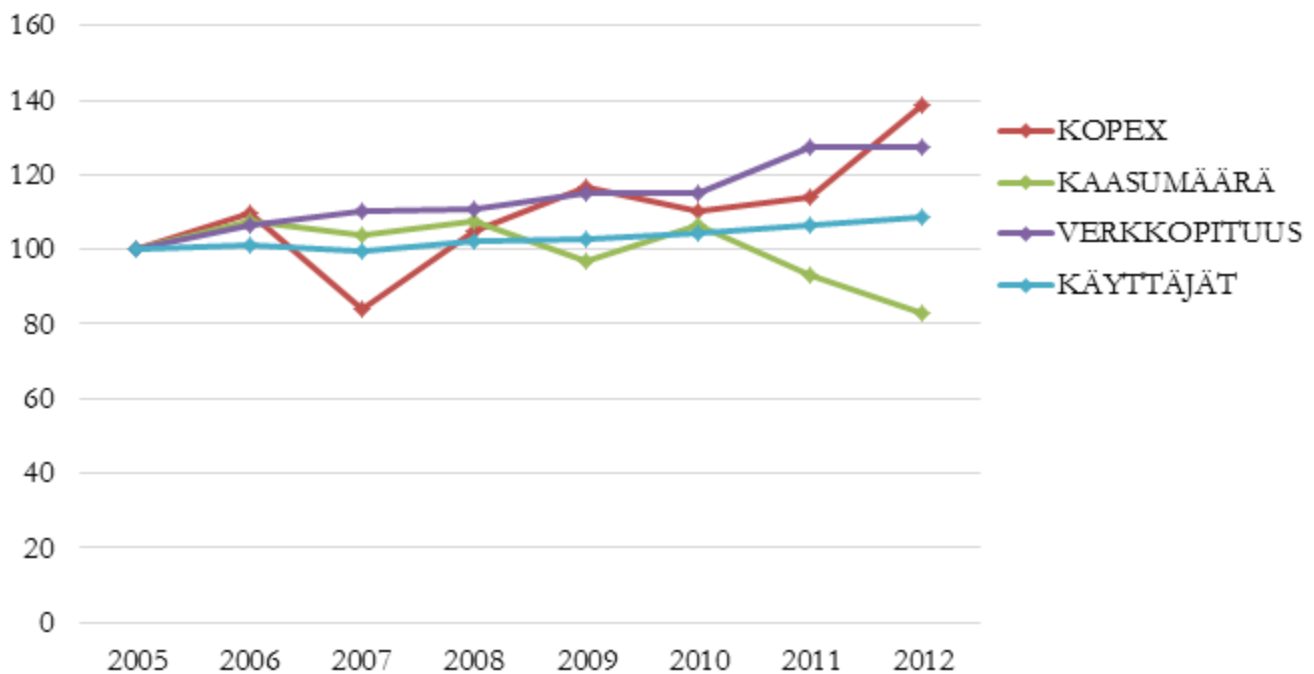
siirtoverkonhaltijaan soveltuva yleistä tehostamistavoitetta arvioitaessa. Taulukossa 5.1. esitettyjen tutkimusten lisäksi Jamasb ym. (2008) tarkastelevat maakaasun siirtoverkkoyhtiöitä Yhdysvalloissa soveltaen rintamaestimointiin perustuvaa Malmqvist-indeksiä. Heidän raporttoimiensa tulosten mukaan kokonaistuottavuuden teknisen kehityksen komponentti asettuu mallispesifikaatiosta riippuen -0,5 % ja +2,5 % välille.

### 6.3 Empiirinen tarkastelu

#### 6.3.1 Muuttujat ja aineisto

Kustannusmuuttujana käytetään reaalista KOPEX:a ja tuotosmuuttujina siirrettyä kaasumäärää (m<sup>3</sup>), verkkopituutta (km) ja käyttäjämäärää (kpl) yhdenmukaisesti luvussa 5 esitetyn maakaasun jakeluverkkoyhtiöiden tehokkuustarkastelun kanssa. EV:n laskentatavasta poiketen KOPEX:n laskennassa on kuitenkin jätetty huomioimatta sisäiset kulut ja muut ostot tilikauden aikana, vastaavalla tavoin kuin myös sähkön kantaverkkoyhtiön tapauksessa meneteltiin.

Kuviosta 6.1 esitetään reaalisen KOPEX:n ja tuotosten kehitys jaksolla 2005 – 2012 käyttäen indeksejä, joiden perusvuosi on 2005 = 100. Muuttujista KOPEX on kasvanut voimakkaimmin, varsinkin vuodesta 2007 lähtien. Siirretyn maakaasun määrässä havaitaan vuoden 2010 jälkeen selkeä lasku, vastaavalla tavoin kuin myös maakaasun jakeluverkkojen puolella. Verkkopituus on kasvanut lähes samaa tahtia kuin KOPEX. Myös käyttäjämäärässä havaitaan maltillista kasvua.



Kuvio 6.1: Maakaasun siirtoverkkotoiminnan kustannusten ja tuotosten kehitys (2005=100)

### 6.3.2 Tulokset

Törnqvist-tuotosindeksin perusteella arvioituna maakaasun siirtoverkon keskimääräinen kustannustehokkuuden muutos on -2,7 % vuodessa tarkastelujaksolla 2005 – 2012. Maakaasun siirtoverkon kustannustehokkuuden heikkeneminen muodostaa poikkeuksen verrattuna muihin edellisissä luvuissa tarkasteltuihin yhtiöihin, joiden tehokkuus parani kyseisellä tarkastelujaksolla. Jos tarkastelujaksoa lyhennetään vuosiin 2005 – 2011 jättämällä vuosi 2012 pois, saadaan keskimääräiseksi kustannustehokkuuden muutokseksi positiivinen arvo 0,25 % vuodessa. Jos ajanjaksoa lyhennetään edelleen vuosiin 2005 – 2010, jolloin maakaasun verotuksesta johtuvan kysynnän lasku vuosina 2011 ja 2012 jää pois arviosta, on vuotuinen keskimääräinen kustannustehokkuuden muutos noin 1 %. Nämä vaihtoehtoiset laskelmat havainnollistavat jälleen kerran kuinka herkkiä lyhyen aikavälin tuottavuusmittaukset ovat yksittäisen yrityksen yksittäisenä vuonna tapahtuville muutoksille.

Vertailtaessa maakaasun siirtoverkkotoiminnan kustannustehokkuuden kehitystä suhteessa muihin raportissa tarkasteltuihin verkkotoimintoihin on syytä muistaa, ettei maakaasun siirtoverkonhaltijan valvontamallissa sovelleta tällä hetkellä lainkaan tehostamiskannustinta. Tämä voi osaltaan selittää kyseisen yhtiön varsin alhaiset tai jopa negatiiviset kustannustehokkuuden muutosta koskevat arviot.

## 7. Sähkön jakeluverkkotoiminta

### 7.1 Energianviraston kolmannella valvontajaksolla soveltaman yleisen tehostamistavoitteen kuvaus

Kolmannella valvontajaksolla 2012 – 2015 tehostamiskannustin sisältää yleisen tehostamistavoitteen, jonka suuruus on toisen valvontajakson tavoin 2,06% vuodessa. Yleinen tehostamistavoite lisätään siirtymäajan yrityskohtaiseen tehostamistavoitteeseen. Sovellettu lukuarvo 2,06% perustuu Syrjäsen (2007) selvitykseen, joka on päivitetty versio Korhosen ja Syrjäsen (2003) aikaisemmasta selvityksestä. Molemmat edellä mainitut selvitykset perustuvat Malmquist-indeksin teknistä kehitystä kuvaavaan komponenttiin, jonka laskennassa tarvittavat etäisyysfunktiot on estimoitu DEA-menetelmällä perustuen toisella valvontajaksolla sovellettavaan rintamamalliin. Yleisen tehostamistavoitteen perusteena on siten teknisen kehityksen aikaansaama kustannusrintaman siirtymä. Koko toimialan kokonaistuottavuus voi kasvaa toimialan tehokkuuden parantuessa rintaman siirtymää nopeammin. Toisaalta toimialan tuottavuus voi kasvaa rintaman siirtymää hitaammin tai jopa laskea, jos toimialan keskimääräinen tehokkuus heikkenee.

Kuosmasen ym. (2010) laatimassa selvityksessä tarkasteltiin lyhyesti yleisen tehostamistavoitteen tasoa käyttäen Malmquist-indeksin teknistä kehitystä kuvaavaa komponenttia, jonka laskennassa tarvittavat etäisyysfunktiot estimoitiin StoNED-menetelmällä kyseisessä selvityksessä sovellettuun mallispesifikaatioon perustuen. Kyseisessä selvityksessä saatu arvio teknisen kehityksen keskimääräistä tasosta (2,08 % vuodessa ajanjaksolla 2005 – 2008) oli niin lähellä toisella valvontajaksolla sovellettua lukuarvoa, ettei selvityksen perusteella nähty tarvetta muuttaa tehostamistavoitteen lukuarvoa kolmannella valvontajaksolla.

## 7.2 Katsaus alan ulkomaisiin tuottavuustutkimuksiin

Edellä käsiteltiin lyhyesti Suomessa sovellettavan yleisen tehostamistavoitteen suuruutta ja sen laskentaperusteita. On myös perusteltua huomioida alan kansainvälisessä tutkimuskirjallisuudessa sähkön jakeluverkkotoiminnan tuottavuuskehityksestä ja erityisesti toimialan teknistä kehitystä kuvaavasta komponentista raportoidut arviot. Alan tuottavuuskehityksestä on olemassa runsaasti empiiristä evidenssiä, joka on julkaistu energia-alan johtavissa vertaisarviointia noudattavissa tieteellisissä lehdissä. Tieteellisten tutkimusten lisäksi toimialan tuottavuutta on arvioitu lukuisissa konsulttiyhtiöiden tekemissä selvityksissä. Koska konsulttiselvitykset eivät pääsääntöisesti täytä tieteellisen tutkimuksen laatukriteereitä, jätämme ne seuraavan tarkastelun ulkopuolelle.

Keskitymme erityisesti tutkimuksiin, joissa sovelletaan Malmquist-indeksiä ja rintamaestimoinnin menetelmiä (pääsääntöisesti DEA-menetelmää) sähkön jakeluverkkotoiminnan tuottavuuskehityksen estimointiin. Taulukossa 7.1 esitetään yhteenveto tutkimuksista, joihin työryhmä on tämän selvityksen yhteydessä perehtynyt. Taulukossa esitetään sekä kokonaistuottavuuden että teknisen kehityksen keskimääräinen vuosittainen muutos kyseisessä maassa ja tarkastellulla ajanjaksolla lähteessä mainitun tutkimuksen mukaisesti.

Taulukosta 7.1 voidaan havaita, että kansainvälisessä tutkimuskirjallisuudessa raportoidut arviot toimialan teknisestä kehityksestä ovat suuruusluokaltaan vähintään nykyisellä valvontajaksolla sovelletun 2,06 %:n tasolla tai jopa huomattavasti korkeampiakin. On kuitenkin myös todettava, että eri tutkimuksissa esitetyt arviot perustuvat erilaisiin mallispesifikaatioihin mm. tutkimuksessa huomioitujen panos- ja tuotosmuuttujien osalta, mikä häiritsee raportoitujen lukuarvojen vertailtavuutta. Tämän lisäksi myös käytetty kustannusmuuttuja (OPEX, CAPEX, TOTEX) ja sen laskentaperusteet vaihtelevat eri tutkimusten ja eri maiden välillä. Näistä ongelmista huolimatta nykyisin sovellettavaa yleisen tehostamistavoitteen tasoa 2,06 % voidaan pitää kansainvälisen tutkimuskirjallisuuden valossa varsin kohtuullisena tavoitteena.

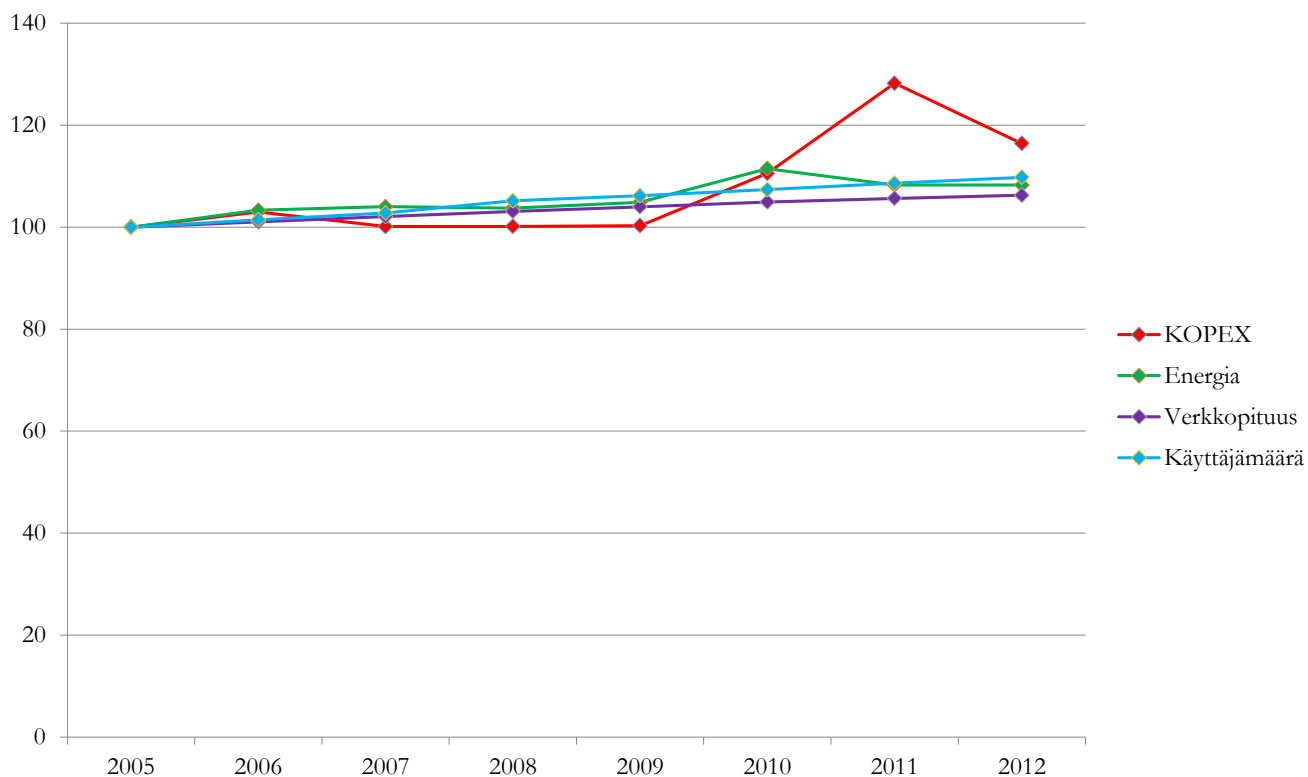
*Taulukko 7.1: Sähkönjakeluverkkotoiminnan tuottavuus kansainvälisessä kirjallisuudessa*

Tutkimus	Maa	Ajanjakso	Kokonaistuottavuus	Tekninen kehitys
Førsund & Kittelsen (1998)	Norja	1983 - 1989	1,5% - 2%	1,5% - 2%
Pérez-Reyes & Tovar (2009)	Peru	1996 - 2006	4,3%	4%
Miguéis et al. (2012)	Norja	2004 - 2007	0,3%	3,5%
Ramos-Real et al. (2009)	Brasilia	1998 - 2005	1,3%	2,1%
Celen (2013)	Turkki	2002 - 2009	3,3%	3,4%
Hattori et al. (2005)	Japani	1985 - 1998	0,3%	3,6%
Hattori et al. (2005)	UK	1985 - 1998	1%	2,6%
Pombo & Tabora (2008)	Kolumbia	1985 - 2001	2,5%	3,9%
Abbott (2006)	Australia	1969 - 1999	2,5%	1,8%
Santos et al. (2011)	Portugali	2002 - 2006	2,2%	2,8%

### 7.3 Empiirinen tarkastelu

#### 7.3.1 Törnqvist-tuotosindeksiin perustuva arviointi

Vertailun vuoksi arvioimme ensiksi sähkön jakeluverkkotoiminnan kustannustehokkuuden kehitystä toimialan tasolla soveltaen vastaavanlaista Törnqvist-tuotosindeksiin perustuvaa menetelmää kuin edellä luvuissa 4 – 6. Panosmuuttujana on jakeluverkonhaltijoiden yhteenlaskettu KOPEX. Tuotosmuuttujina käytetään jakeluverkkoyhtiöiden yhteenlaskettua jännitetasoittain painotettua sähköenergian siirtoa (GWh), verkon kokonaispituutta (km) ja käyttäjämäärää. KOPEX:n ja tuotosmuuttujine kehitys ajanjaksolla 2005 – 2012 havainnollistetaan kuviossa 7.1.



Kuvio 7.1: Sähkön jakeluverkkotoiminnan kustannusten ja tuotosten kehitys (2005=100)

Kuviosta voidaan havaita, että jakeluverkonhaltijoiden yhteenlasketut tuotosmuuttujat kasvoivat hieman yhteenlaskettua KOPEX:a nopeammin jakson alussa vuosina 2005 – 2009. Vuosina 2010 ja 2011 monet verkkoyhtiöt kärsivät poikkeuksellisen ankarista myrskyistä, mikä näkyy kuviossa 7.1 huomattavana KOPEX:n kasvuna tarkastelujakson viimeisinä vuosina.

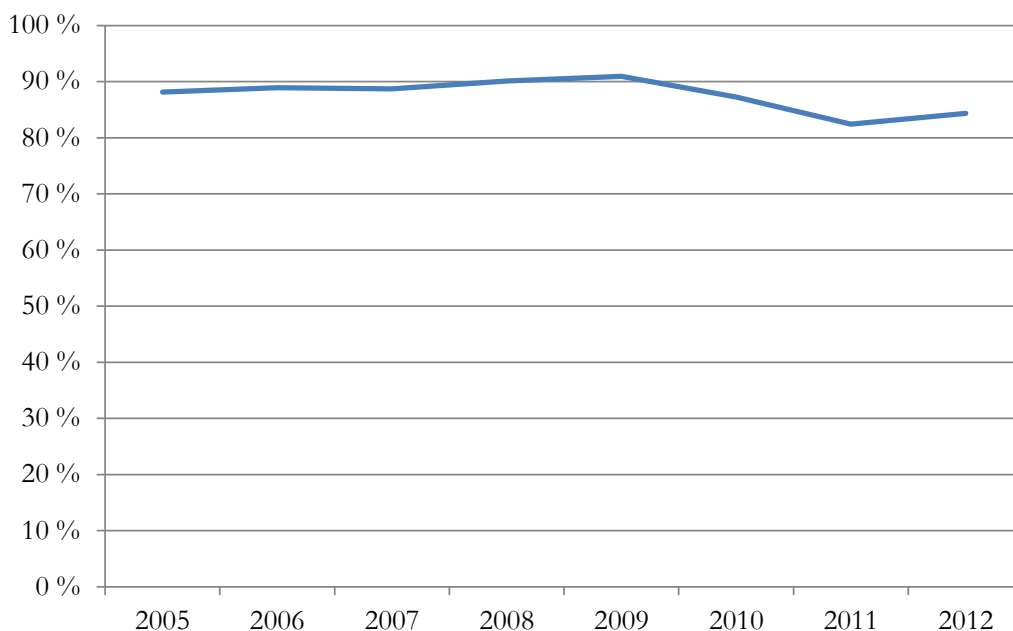
Törnqvist-tuotosindeksin perusteella laskettu jakeluverkkotoiminnan kustannustehokkuuden muutos on keskimäärin -1,8 % vuodessa ajanjaksolla 2005 – 2012. Tehokkuuden heikkeneminen selittyy vuosien 2010 ja 2011 myrskyillä. Jos tarkastelujakso rajataan vuosiin 2005 – 2009, jolloin ankarat myrskyvuodet jäävät

laskelmassa huomioimatta, saadaan kustannustehokkuuden muutokseksi keskimäärin 2,6 % vuodessa. Toisaalta jos edellisissä luvuissa esitettyjen vertailujen tavoitin arviointi rajataan vuosiin 2005 – 2011, eli viimeinen vuosi jätetään pois, saadaan kustannustehokkuuden muutokseksi keskimäärin -1,4 % vuodessa.

### 7.3.2 Kustannusrintamamalliin perustuva arviointi

Luvussa 7.3.1 esitetty Törnqvist-tuotosindeksiin perustuva tarkastelu mahdollistaa vertailun edellisissä luvuissa tarkasteltujen sähkön kantaverkkotoiminnan ja maakaasun siirto- ja jakeluverkkotoimintojen kanssa. Sähkön jakeluverkkotoiminnan osalta yleisen tehostamistavoitteen tason arvioinnissa on kuitenkin johdonmukaista soveltaa samaa mallia kuin mihin yhtiökohtaiset tehostamistavoitteet ja kustannusrintaman mukainen vertailutaso perustuvat. Seuraava tarkastelu perustuu edellä tarkasteltuun mallispesifikaatioon, joka estimoidaan StoNED-menetelmällä vuosien 2005 – 2012 paneeliaineiston perusteella (malli ja estimointimenetelmä esitetään yksityiskohtaisesti raportissa Kuosmanen ym., 2014).

Jakeluverkkotoiminnan tehokkuuskehityksen havainnollistamiseksi tarkastelemme aluksi alan yhtiöiden keskimääräistä kustannustehokkuuden kehitystä. Kuvion 7.2 esittämä käyrä kuvaa yhtiökohtaisten tehokkuuslukujen aritmeettisen keskiarvon kehitystä tarkastelujakson aikana. Keskimääräinen tehokkuus kasvoi tasaisesti keskimäärin noin 1 % vuodessa tarkastelujakson alussa, mutta vuoden 2010 jälkeen havaitaan jakeluverkkoyhtiöiden keskimääräisessä tehokkuudessa selvä notkahdus alaspäin. Tämä johtunee ainakin osittain verkkoyhtiöiden kohtaamilla myrskyillä, mutta myös myrskyiltä säästyneiden yhtiöiden tehokkuudessa voidaan havaita heikkenemistä tarkastelujakson viimeisinä vuosina.



Kuvio 7.2: Verkkoyhtiöiden keskimääräisen tehokkuuden kehitys tarkastelujakson aikana

Yleisen tehostamistavoitteen perusteena ei kuitenkaan käytetä keskimääräisen tehokkuuden muutosta, vaan edellä viitatuissa Korhosen ja Syrjäsen (2003) ja Syrjäsen (2007) selvityksissä yleisen tehostamistavoitteen tasoa arvioidaan nimenomaan tehokkaan rintaman keskimääräisen vuosittaisen rintaman siirtymän perusteella (ts. Malmquist-indeksin teknistä kehitystä kuvaava komponentti). Paneeliaineistoon perustuvissa stokastisissa SFA-malleissa tehokas rintama määritellään perinteisesti kaikkein tehokkaimman yhtiön perusteella (vrt. Schmidt & Sickles, 1984): tehokkain yhtiö määrittelee rintaman tason, johon kaikkia muita yhtiöitä verrataan. Vastaavaa periaatetta sovelletaan analogisesti myös DEA-menetelmässä Malmquist indeksin teknisen kehityksen komponenttia laskettaessa, mutta tällöin rintama estimoidaan kullekin vuodelle erikseen, jolloin tehokkaita yhtiöitä voi olla vuosittain useita.

Tarkastelemme seuraavassa kustannusrintaman mukaista rintaman siirtymää kaikkien tehokkaimman yhtiön lisäksi myös eri kriteereillä tehokkaaksi luokiteltavissa olevien yhtiöiden kustannustehokkuuden muutoksen perusteella. Tehokkaan rintaman keskimääräinen vuosittainen muutos rintamamallin perusteella eri laskutavoilla arvioituna esitetään taulukossa 7.2.

Ensinnäkin tehokkaan rintaman siirtymää voidaan arvioida kaikkein tehokkaimman yhtiön kustannustehokkuuden keskimääräisen vuosimuutoksen perusteella. Tässä tehokkaimmaksi yhtiöksi tulkitaan yhtiö, jonka vuosittaisten tehokkuuslukujen keskiarvo vuosina 2005 – 2012 on kaikkien korkein. Näin arvioituna kustannustehokkuuden keskimääräinen vuosimuutos on 0,7 % vuosina 2005 – 2012. Jos jakson viimeinen vuosi jätetään tarkastelusta pois edellisissä luvuissa esitettyjen vertailujen tavoin, saadaan rintaman siirtymäksi huomattavasti suurempi keskiarvo 2,9 % vuodessa.

*Taulukko 7.2: Tehokkaan rintaman keskimääräinen vuosittainen muutos StoNED-rintamamallin perusteella arvioituna eri tehokkuuden määritelmien mukaisesti.*

<b>Tehokas rintama =</b>	<b>2005 – 2012</b>	<b>2005 – 2011</b>
Tehokkain yhtiö	0,7 %	2,9 %
4 super-tehokasta yhtiötä (keskiarvo)	1,0 %	1,2 %
9 keskimäärin tehokasta yhtiötä (keskiarvo)	0,5 %	1,1 %
Suurin tehokkuuden muutos	8,1 %	6,5 %

Tehokkaan yhtiön määritelmä voidaan luontevasti laajentaa koskemaan myös niitä yhtiöitä, joiden tehokkuus ylittää 100 %:n tason tarkastelujakson jokaisena vuonna. Näitä ns. *super-tehokkaita* yhtiöitä on yhteensä neljä kappaletta. Näiden neljän yhtiön KOPEX:illa painotetun tehokkuuskeskiarvon keskimääräinen muutos tarkastelujaksolla on tasan 1,0 % vuodessa. Keskimääräinen tehokkuuden muutos on hieman korkeampi, 1,2 % vuodessa, jos jakson viimeinen vuosi jätettäisiin pois.

Vieläkin laajemman tulkinnan mukaan tehokkaiksi yhtiöiksi voidaan määritellä ne yhtiöt, joiden kustannustehokkuus on tarkastelujakson jokaisena vuonna vähintään 90 % ja joiden keskimääräinen

tehokkuus tarkastelujaksolla on yli 100 %. Tällaisia yhtiöitä on yhteensä 9 kappaletta. Näiden 9 yhtiön kustannustehokkuuden KOPEX:lla painotetun keskiarvon muutos tarkastelujaksolla on keskimäärin 0,5 % vuodessa. Jos jakson viimeinen vuosi jätetään tarkastelusta pois, saadaan näiden yhtiöiden perusteella rintaman siirtymäksi 1,1 % vuodessa.

Edellä esitetyt vertailut havainnollistavat, että yksittäiseen yhtiöön kohdistuvat satunnaisvaihtelut voivat vaikuttaa huomattavasti koko ryhmän tehokkuuskeskiarvon perusteella laskettuun arvioon tehokkaan rintaman siirtymästä, koska tarkasteltu ajanjakso on kovin lyhyt. Tämä ilmenee muun muassa siitä, että rintaman siirtymän vuosikeskiarvo muuttuu huomattavasti, jos jakson viimeinen vuosi jätetään pois.

Taulukon 7.2 alimmalla rivillä esitetään vertailun vuoksi myös suurin yksittäisen yhtiön saavuttama kustannustehokkuuden muutos tarkastelujakson aikana rintamamallin mukaisesti arvioituna. Parhaimmillaan yksittäinen yhtiö on kyennyt parantamaan kustannustehokkuutta keskimäärin 8,1 % vuodessa koko tarkastelujakson aikana. Jos jakson viimeinen vuosi jätetään pois, korkein kustannustehokkuuden keskimääräinen muutos on 6,5 % vuodessa. Lisäksi on syytä mainita, että edellä esitetyt lukuarvot viittaavat kahden eri yhtiön tehokkuuslukujen muutoksiin. Nämä lukuarvot osoittavat, että yksittäisissä yhtiöissä on kyetty saamaan aikaan myös erittäin nopeaa kustannustehokkuuden kehitystä tarkastelujakson aikana. On kuitenkin syytä muistaa, että tehokkaalla rintamalla toimivien yhtiöiden mahdollisuudet tehostaa toimintaa ovat huomattavasti rajallisemmat, joten rintaman siirtymän arvioinnissa on perusteltua rajata tarkastelu koskemaan ainoastaan tehokkaita yhtiöitä. Tällöin kuitenkin otoskoko jää väistämättä varsin pieneksi. Koska yksittäisen yhtiön tehokkuuslukuihin sisältyy lyhyellä ajanjaksolla huomattavaa satunnaisvaihtelua, on yleisen tehostamistavoitteen tason arvioinnissa perusteltua huomioida myös koko toimialan pitkän aikavälin kokonaistuottavuuden kehitys sekä muiden verkkotoimintojen kustannustehokkuuden kehitys.

Edellä esitettyjen tulosten perusteella toimialan arvioitu tekninen kehitys on jäänyt ainakin tarkastelujakson viimeisinä vuosina selvästi jälkeen nykyisin sovellettavasta 2,06 %:n suuruisesta yleisestä tehostamistavoitteesta. Vaikka tehokkaan yhtiön rajauksella on vaikutusta taulukossa 7.2 esitettyihin lukuarvoihin, kaikki arviot viittaavat joka tapauksessa positiiviseen tekniseen kehitykseen tarkastelujaksolla. Yksittäiset yhtiöt ovat toki kyenneet parantamaan kustannustehokkuuttaan huomattavasti yli 2 % vuodessa, kuten edellä jo todettiin. Sähkön jakeluverkkotoiminnassa on viime vuosina investoitu älykkäisiin sähköverkkoihin ja verkon älykkyyden kehittämiseen, joten alan teknisestä kehityksestä on saatavissa suoraa empiiristä näyttöä. Näitä ns. *smart-grid* -investointeja perustellaan usein nimenomaan tehokkuuden paranemisen mukanaan tuomilla hyödyillä. On kuitenkin mahdollista, että sähköverkon älykkyyden kehittäminen lisää alkuvaiheessa operatiivisia kustannuksia ennen kuin teknisestä kehityksestä koituvat tuottavuushyödyt ja kustannussäästöt kyetään realisoimaan. Vastaavanlainen tuottavuusparadoksi (engl. *productivity paradox*) on aiemmin havaittu tietotekniikkaan 1980- ja 1990-luvuilla tehtyjen mittavien investointien osalta, kun tietotekniikan vaikutuksia kokonaistuottavuuden kehitykseen oli vaikea havaita tuottavuustilastoista (ks. esim. Brynjolfsson, 1993). Lisäksi älykkäisiin sähköverkkoihin liittyvä tekninen kehitys saattaa ilmetä esimerkiksi asiakkaalle tarjotun palvelun laadun parantumisena, mitä on kuitenkin

vaikea mitata objektiivisesti. Siten on mahdollista, että osa teknisen kehityksen mukanaan tuomista hyödyistä jää luotettavien mittarien puuttuessa tehokkuusmittauksessa huomioimatta.

## 8. Yhteenveto ja kehittämisehdotukset

Luvuissa 4 – 7 esitetyt tulokset kustannustehokkuuden keskimääräisestä vuosimuutoksesta raportissa tarkastelluilla toimialoilla vedetään yhteen taulukossa 8.1. Taulukon keskimmaisessä sarakkeessa esitetään keskimääräinen kustannustehokkuuden vuosimuutos koko tarkastelujakson aikana. Estimaattien herkkyyden havainnollistamiseksi oikeanpuoleisessa sarakkeessa esitetään vaihtoehtoinen tulos, joka saadaan jättämällä jakson viimeisin vuosi pois tarkastelusta. Selvyyden vuoksi huomautettakoon, että Taulukossa 8.1 tulokset esitetään yhden desimaalin tarkkuuteen pyöristettynä, koska useissa aikaisemmissa selvityksissä käytetty kahden desimaalin pyöristystarkkuus ei arviomme mukaan ole mielekäs mittaustarkkuus kun otetaan huomioon tilastoaineiston luotettavuus ja tarkastelujakson lyhyt aikajänne. Tehostamistavoitteessa sovellettava yleinen tehostamistavoite olisi mittaustarkkuuden nimissä perusteltua pyöristää lähimpään kokonaiseen prosenttilukuun ilman desimaaleja.

*Taulukko 8.1: Yhteenveto eri verkkotoimintojen keskimääräisestä vuosittaisesta kokonaistuottavuuden tai kustannustehokkuuden muutoksesta (suluissa indeksi, johon arvio perustuu)*

	2005 – 2012	2005 – 2011
Toimialaluokka D (TFP)	-1,5 %	-3,2 %
Sähkön kantaverkko (Törnqvist)	1,9 %	4,4 %
Maakaasun siirtoverkko (Törnqvist)	-2,7 %	0,3 %
Maakaasun jakeluverkot (Törnqvist)	2,5 %	4,7 %
Sähkön jakeluverkot (Törnqvist)	-1,8 %	-1,4 %
Sähkön jakeluverkot (Malmquist, 4 super-tehokasta yhtiötä)	1,0 %	1,2 %

Taulukon 8.1 ensimmäisellä rivillä esitetään Tilastokeskuksen kokonaistuottavuustilastojen perusteella laskettu keskimääräinen vuosittainen tuottavuuden muutos sähkö-, kaasu-, lämpöhuolto ja jäähditysliiketoiminnassa (toimialaluokka D). Kyseisen toimialan pitkän aikavälin keskimääräinen kokonaistuottavuus on noin 2,1 % vuodessa, mutta tässä selvityksessä tarkastellulla lyhyemmällä 8 vuoden pituisella jaksolla (tai 7 jos viimeinen vuosi jätetään huomioimatta) toimialan tuottavuuskehitys on ollut negatiivista. Olemme useaan otteeseen korostaneet, että lyhyen aikavälin tarkasteluun sisältyy huomattavaa satunnaisvaihtelua. Tämä näkyy myös taulukossa 8.1 raportoiduissa tarkemmin rajattujen verkkotoimintojen kustannustehokkuuden kehityksessä. Lasketut kustannustehokkuuden keskimääräiset vuosimuutokset muuttuvat huomattavasti, jos jakson viimeinen vuosi jätetään huomioimatta.



Taulukon 8.1 lukuarvoista voidaan havaita, että kustannustehokkuus on kehittynyt tarkastelluista verkkotoiminnoista kaikkein suotuisimmin maakaasun jakeluverkkotoiminnassa. Sähkön kantaverkkotoiminnan kustannustehokkuus on myös kasvanut keskimäärin muuta energiatoimialaa nopeammin, lähes samaa tahtia toimialan pitkän aikavälin keskimääräisen tuottavuuskasvun kanssa. Maakaasun siirtoverkkotoiminnan kustannustehokkuus on laskenut tarkastelujaksolla, mutta tulee muistaa, ettei maakaasun siirtoverkonhaltijaan kohdistu tällä hetkellä tehostamistavoitetta. Toimialan tuottavuuskehitystä on painanut alaspäin erityisesti sähkön jakeluverkkoyhtiöiden negatiivinen tuottavuuskehitys, mikä johtuu ennen kaikkea yhtiöiden keskimääräisen kustannustehokkuuden heikkenemisestä varsinkin tarkastelujakso viimeisinä vuosina. Täytyy kuitenkin muistaa, että yleisen tehostamistavoitteen arvioinnin kannalta on olennaista, kuinka tehokkaitten yhtiöiden kustannustehokkuus kehittyy. Tehokkaimman 4 yhtiön lukujen perusteella arvioituna kustannusrintama on siirtynyt keskimäärin 1 % vuodessa tarkastelujakson aikana. Tämä lukuarvo on positiivinen, mutta vain noin puolet toimialan pitkän aikavälin kokonaistuottavuuden keskimääräisestä kasvuvauhdista. Myös tältä osin tulee muistaa, että tarkasteltu ajanjakso on varsin lyhyt.

Yleisen tehostamistavoitteen tason osalta toteamme ensinnäkin, että kaikkiin raportissa tarkasteltuihin verkkotoimintoihin olisi johdonmukaista soveltaa samansuuruista yleistä tehostamistavoitetta. Toimialakohtaiset erityispiirteet voidaan arviomme mukaan huomioida luontevimmin määrittelemällä KOPEX:n laskentaperusteet ja siihen sisällytettävät kustannuserät kullekin verkkotoiminnolle sopivalla tavalla. Tilastokeskuksen julkaiseman energia-alan pitkän aikavälin kokonaistuottavuustilaston sekä myös Taulukossa 8.1 esitetyn yhteenvedon valossa arvioimme, että kohtuullinen taso raportissa tarkastellun neljän verkkotoimialan yleiseksi tehostamistavoitteeksi olisi 2 % vuodessa. Muutamia edellisissä luvuissa tarkasteltuja, lähinnä tilapäisiksi häiriöiksi tulkittavissa olevia poikkeuksia lukuun ottamatta kaikki neljä tarkasteltua sektoria ovat historiallisesti kyenneet kasvattamaan kustannustehokkuuttaan vähintään 2 % vuodessa. Joinakin vuosina kustannustehokkuus on kehittynyt hitaammin tai jopa laskenut useilla prosenttiyksiköillä, toisina vuosina kustannustehokkuus on puolestaan kasvanut huomattavasti historiallista keskiarvoa nopeammin. Korostamme jälleen kerran, että yleisen tehostamistavoitteen tasoa on perusteltua arvioida toimialan pitkän aikavälin tuottavuuskehityksen perusteella, eikä yksittäisen verkkoyhtiön tai lyhyen aikavälin heikolle kustannustehokkuuden kehitykselle tulisi antaa arviossa kohtuuttoman suurta painoarvoa.

Tehostamiskannustimen rakenteen osalta ehdotamme, että kaikkiin tässä raportissa tarkasteltuihin verkkotoimintoihin sovellettaisiin tasapuolisesti samanlaista tehostamiskannustinta, joka esitettiin luvussa 2.4. Ehdotuksen peruslogiikka on täysin yhteneväinen nykyisin sovellettavien tehostamiskannustinten kanssa, mutta siihen sisältyy sähkön kantaverkkotoiminnan ja maakaasun siirtoverkkotoiminnan osalta myös joitakin merkittäviä uudistuksia.

Ensinnäkin ehdotettu tehostamiskannustin huomioi tuotoksissa vuosittain tapahtuvan muutoksen automaattisesti ilman erillistä neuvottelumenettelyä. Toiseksi, ehdotettu tehostamiskannustin ottaa huomioon rahan arvossa tapahtuvan muutoksen soveltamalla indeksikorjausta KOPEX:n vertailutasoon. Kolmanneksi, ehdotettu tehostamiskannustin ei sisällä erillistä kannustinkerrointa tai lattia- ja kattotasoa,

jotka arviomme mukaan olennaisesti heikentävät nykyisin sähkön kantaverkkotoimintaan ja maakaasun siirtoverkkotoimintaan sovellettavien valvontamallien kannustinvaikutusta. Mikäli tehostamiskannustimella halutaan saada aikaan todellista kustannustehokkuuden kehittymistä, mallin kannustinvaikutusta ei tulisi vesittää perusteettomilla kannustinkertoimilla tai liian ahtaasti rajatuilla lattia- ja kattotasolla. On syytä muistaa, että tehostamiskannustin ei rajoita KOPEX:n vaihtelua yksittäisenä kalenterivuonna, vaan neljän vuoden pituisen valvontajakson aikana. Kokonainen valvontajakso ja sitä seuraava nelivuotinen valvontajakso, jonka aikana mahdollinen ylijäämä täytyy palauttaa, tarjoaa mielestämme kohtuullisen pitkän ajanjakson jonka aikana tilapäiset KOPEX:n vaihtelut on mahdollista sopeuttaa ilman tehostamiskannustimen keinotekoisia rajoittamista.

## Lähteet

Agrell, P. & Bogetoft, P. (2013). Benchmarking and Regulation. E CORE Discussion paper 2013/38.

Brynjolfsson, E. (1993). The productivity paradox of information technology. *Communications of the ACM* 36(12): 66–77.

Ertürk, M. & Türüt-Aşık, S. (2011). Efficiency analysis of Turkish natural gas distribution companies by using data envelopment analysis method. *Energy Policy* 39(3): 1426-1438.

Farsi, M., Filippini, M., & Kuenzle, M. (2007). Cost efficiency in the Swiss gas distribution sector. *Energy Economics* 29(1): 64-78.

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

Granderson, G. & Linvill, C. Parametric and Nonparametric Approaches to Benchmarking the Regulated Firm. *Journal of Productivity Analysis* 12(3): 211-232.

Haney, A.B. & Pollitt, M.G. (2013). International benchmarking of electricity transmission by regulators: A contrast between theory and practice? *Energy Policy* 62: 267-281

Haney, A.B. & Pollitt, M.G. (2012). International benchmarking of electricity transmission by regulators: A contrast between theory and practice? EPRG Working Paper 1226; Cambridge Working Paper in Economics 1254.

Haney, A.B. & Pollitt, M.G. (2009). Efficiency analysis of energy networks: An international survey of regulators, *Energy Policy* 37(12): 5814-5830.

- Hawdon, D. (2003). Efficiency, performance and regulation of the international gas industry—a bootstrap DEA approach. *Energy Policy* 31(11): 1167-1178.
- Irastorza, V. (2003). Benchmarking for Distribution Utilities: A Problematic Approach to Defining Efficiency. *Electricity Journal* 16(10): 30-38.
- Jamasb, T., Pollitt, M., & Trieb, T. (2008). Productivity and efficiency of US gas transmission companies: A European regulatory perspective. *Energy Policy* 36(9): 3398-3412.
- Jamasb, T. & Pollitt, M. G. (2003). International benchmarking and regulation: an application to European electricity distribution utilities. *Energy Policy* 31(15): 1609-1622.
- Kuosmanen, T. (2012). Stochastic semi-nonparametric frontier estimation of electricity distribution networks: Application of the StoNED method in the Finnish regulatory model. *Energy Economics* 34: 2189-2199.
- Kuosmanen T., Kortelainen, M., Kultti, K., Pursiainen, H., Saastamoinen, A. & Sipiläinen, T. (2010). Sähköverkkotoiminnan kustannustehokkuuden estimointi StoNED-menetelmällä, Sigma-Hat Economics Oy, 31.8.2010, saatavana osoitteessa [www.energiavirasto.fi](http://www.energiavirasto.fi).
- Kuosmanen, T., Saastamoinen, A., Keshvari, A., Johnson, A., & Parmeter, C. (2014). Tehostamiskannustin sähkön jakeluverkkoyhtiöiden valvontamallissa: Ehdotus Energiaviraston soveltamien menetelmien kehittämiseksi neljännessä valvontajaksolla 2016 – 2019. Sigma-Hat Economics Oy. 21.10.2014
- Kuosmanen, T., A. Saastamoinen & T. Sipiläinen (2013). What is the best practice for benchmark regulation of electricity distribution? Comparison of DEA, SFA and StoNED methods. *Energy Policy* 61: 740-750.
- Lee, J-D., Oh, K.J., & Kim, T.-Y. (1999). Productivity growth, capacity utilization, and technological progress in the natural gas industry. *Utilities Policy* 8(2): 109-111.
- Rossi, M.A. (2001). Technical change and efficiency measures: the post-privatisation in the gas distribution sector in Argentina. *Energy Economics* 23(3): 295-304.
- SumicSid (2009). International Benchmarking of Electricity Transmission System Operators; e3GRID project – Final report.
- Syrjänen, M. (2007). Lausunto tuottavuuskehityksen huomioivasta alan yleisestä tehostamistavoitteesta. Gaia Consulting Oy, 9.2.2007, saatavana osoitteessa [www.energiavirasto.fi](http://www.energiavirasto.fi).

Syrjänen, M. & Vanhanen, J. (2007). Tehokkuuden arviointimenetelmän kehittäminen siirtoverkkotoiminnalle (julkinen versio). Gaia Consulting Oy.

Waddams Price, C. & Weyman-Jones, T. (1996). Malmquist indices of productivity change in the UK gas industry before and after privatization. *Applied Economics* 28(1), 29-39.