

TAMPEREEN YLIOPISTO

Johtamiskorkeakoulu

## ENERGIA OSANA TALOUTTA

Sähkön tarjonnan häiriöiden vaikutukset kehittyvien maiden yrityksissä

Taloustiede

Pro Gradu

2018

Ohjaaja: Jukka Pirttilä

Niina Setälä



# SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO.....	5
2 ENERGIA TALOUSTIETEEN KIRJALLISUUDESSA .....	9
2.1 Energia ja talouskasvu .....	9
2.2 Energian substituotavuus.....	12
2.3 Energian merkitys teollistumisessa .....	14
2.4 Energian kysyntä ja tarjonta .....	15
2.4.1 Energian kysyntä.....	15
2.4.2 Energian kysynnän erityispiirteet kehittyvissä maissa .....	16
2.4.3 Energian tarjonta ja primäärienergiälähteet .....	17
2.4.4 Sähkön kysyntä, tarjonta ja markkinat.....	18
3 ENERGIAN TARJONNAN HÄIRIÖT KEHITYSMAISSA.....	22
3.1 Energia, talouskasvu ja -kehitys kehittyvissä maissa .....	23
3.2 Verkkosähkön saatavuuden ongelmat kehittyvien maiden yritysten näkökulmasta .....	25
3.2.1 Yritysten turvautuminen omaan sähköntuotantoon .....	26
3.2.2 Epäluotettavan sähkön tarjonnan vaikutus yritysten tuottavuuteen ja valintoihin... ..	29
4 EMPIIRISEN ANALYYSIN TAUSTAA, AINEISTO JA MENETELMÄT .....	36
4.1 Taustaa tarkastelun kohteena olevista maista .....	36
4.1.1 Talous ja väestö.....	36
4.1.2 Sähkösektori.....	40
4.1.3 Verkkosähkön tarjonnan kehitys Keniassa ja Vietnamissa .....	42
4.2 Aineiston kuvaus .....	50
4.2.1 Enterprise Surveys -kyselyaineiston ominaisuuksia .....	50
4.2.2 Muuttujien määrittely.....	51
4.2.3 Maakohtaiset aineistot: Vietnam 2009, Vietnam 2015 ja Kenia 2013 .....	53
4.2.4 Yhdistetyt aineistot: Kenia 2013 ja Vietnam 2009 sekä Kenia 2013 ja Vietnam 2015.....	56
4.3 Tutkimusmenetelmät .....	59
5 EMPIIRISEN ANALYYSIN TULOKSET .....	63
5.1 Maakohtaiset estimaatit .....	63
5.1.1 Kenia 2013 .....	63
5.1.2 Vietnam 2009.....	64
5.1.3 Vietnam 2015.....	66
5.2 Estimoinnit yhdistetyllä aineistolla käyttäen maa-dummy-muuttujaa .....	67
5.2.1 Vietnam 2009 ja Kenia 2013 .....	67
5.2.2 Vietnam 2015 ja Kenia 2013 .....	69
6 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	72
LÄHTEET .....	76

Kirjallisuus.....	76
Muut lähteet.....	79
<b>LIITTEET.....</b>	<b>80</b>
Liite 1: vaihtoehtoiset estimoinnit voittoaste selittäjänä Vietnamin vuoden 2009 ja Kenian vuoden 2013 aineistolla.....	80
Liite 2: luettelo taulukoista.....	81

# 1 JOHDANTO

Laajimmassa merkityksessä kaikki pyörii energialla. Työvoima saa energiansa ruoasta eikä koneita ja laitteita voi käyttää ilman energiaa. Tässä työssä energialla tarkoitetaan kuitenkin nimenomaan energiasektorin tuotteita.

Vaikka esimerkiksi taloushistorioitsijat yhdistävät teollisen vallankumouksen höyryvoimaan, (Li ja Ayres, 2008, 5), ja energialla on todettu olleen merkitystä teollisen vallankumouksen talouskasvussa myös tilastollisissa tarkasteluissa (Fröling, 2009; Stern ja Kander, 2012), valtavirran kasvumalleissa energia on useimmiten jätetty huomiotta johtuen todennäköisesti energian pienestä kustannusosuudesta (Kümmel, Lindenberger ja Weiser, 2015, 835; Stern ja Kander, 2012, 127). On kuitenkin esitetty, että energian tuottavuusvaikutus voisi olla suurempi, kuin sen hinta antaisi ymmärtää (Kümmel, 2015, 836; Ayres ja Voudouris, 2014, 17).

Esimerkiksi Li ja Ayres (2008, 1–2) huomauttavat, että ei ole perusteltua olettaa, että energialla ei ole vaikutusta esimerkiksi talouskasvuun. Energiataloudesta onkin jo muodostunut oma taloustieteen tutkimushaaransa, jossa tarkastellaan energiaa mikro- ja makrotaloudellisissa viitekehyksissä (Bhattacharyya, 2011, 2). Tässä työssä esitellään molempia puolia, mutta pääpaino on mikrotaloudellisessa näkökulmassa.

Energiatalouden tutkimus on elänyt ajan mukana. Esimerkiksi 1970-luvun öljykriisin jälkeen kiinnostuksen kohteena oli erityisesti esimerkiksi energian substituotavuus muilla panoksilla, kun taas viime aikoina energiatalouden keskustelussa on keskitytty energian niukkuuteen ja tarjonnan turvaamiseen ottaen huomioon, että hiilen käyttöä on rajoitettava. (Bhattacharyya, 2011, 2.) Nykyaikaiset taloudet ovat luottaneet energian saatavuuteen, mutta energian globaalin kysynnän kasvaessa voimakkaasti ei siihen vastaaminen ole tulevaisuudessa itsestään selvää (Atems ja Hotaling, 2018, 111). Myöskään niin sanottuja perinteisiä energianlähteitä ei ole ikuisesti saatavilla, ja niiden niukkuudella voi alkaa olla vaikutuksia tuotantoon (Dissou, Karnizova ja Sun, 2014, 108). Huolta energian tarjonnan riittävydestä aiheuttavat erityisesti kehittyvien talouksien väestönkasvu ja lisääntyvä energiankulutus (Rosen, 2011, 3). Saharan eteläpuolisessa Afrikassa ja Aasian kehittyvissä maissa esimerkiksi sähköä ei saada riittämään

kaikille (IEA, 2017a). Näin ollen energian ja talouden osa-alueiden yhteyden tarkastelu on nyt vähintään yhtä tärkeää kuin aikaisemminkin.

Energian ja talouskasvun yhteydestä ei ole kuitenkaan löydetty konsensusta. Tulokset vaihtelevat maittain ja tutkimuksittain. Energian merkityksen ymmärtämiseksi on myös tärkeää tietää, onko energia substituotavissa muilla tuotannon panoksilla tarvittaessa. Erityisesti energian ja pääoman substituotavuutta on tutkittu paljon (Arnberg ja Bjørner, 2007, 123), mutta tulokset ovat vaihtelevia myös tämän kysymyksen osalta. On kuitenkin esitetty, että täydellisen substituution olettaminen panosten välillä ei ole perusteltua (esimerkiksi Ayres ym., 2013, 82).

Energiaa tarvitaan sekä tuotantofunktion panoksena että kuluttajien puolella tietynlaisena hyödykkeenä (Bhattacharyya ja Timilsina, 2010, 1981–1982). Energian kysynnässä ja tarjonnassa on omat erityispiirteensä. Esimerkiksi energian kysyntää hyödykkeenä ohjaa voimakkaasti muu kulutus (Bhattacharyya ja Timilsina, 2010, 1981). Energian tarjonnan piirteet puolestaan riippuvat energiantuotannossa käytetystä primäärienergianlähteestä (Bhattacharyya, 2011, 191–249). Sähkön markkinoissa huomionarvoista on se, että sähkö on kulutettava samanaikaisesti kuin se tuotetaan, koska sitä ei voi yleensä järkevästi varastoida. Tuotannon on siis vastattava kysyntää. (Bhattacharyya, 2011, 231; Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 74.)

Monissa kehitysmaissa kärsitään edelleen sähkön saatavuusongelmista ja epäluotettavasta sähköverkosta, ja ongelmat korostuvat Saharan eteläpuolisessa Afrikassa ja Aasian kehittyvissä maissa (IEA, 2017a). Kodongon ja Ojahn (2016, 106) tarkastellessa Maailmanpankin World Development Indicators -aineistoa he havaitsivat, että Saharan eteläpuolisessa Afrikassa infrastruktuurin taso ja kehitys ylipäättään ovat jäljessä muista kehittyvistä maista. Vuonna 2013 Saharan eteläpuolisessa Afrikassa esimerkiksi puhelinlinjojen, Internetin tai puhtaan veden saatavuus olivat huomattavasti alhaisempia kuin muissa kehittyvissä maissa. Kodongo ja Ojah (2016, 106) esittävät kuitenkin, että sähköinfrastruktuuri on alueella erityisen heikolla tasolla.

Ottaen huomioon, että energialla ja talouskasvulla on vaihtelevissa määrin havaittu olevan yhteys myös kehittyvien maiden tarkasteluissa, ei sähkön saatavuusongelmien merkitystä talouden kannalta voi sulkea pois. Mikrotasolla yrityksillä on periaatteessa erilaisia mahdollisuuksia sopeutua sähkön saatavuusongelmiin (esim. Fisher-Vanden, Mansur ja Wang,

2015), mutta tuloksena voi olla myös tuottavuuden lasku, tiettyjen yritysten joutuminen ulos markkinoilta ja jopa toimialarakenteiden vääristyminen (Allcott, Collard-Wexler ja O'Connell, 2016; Alby, Dethier ja Straub ym., 2012).

Tämän työn empiirisen osan tavoitteena on tarkastella sitä, miten sähkön tarjonnan häiriöt vaikuttavat yritysten tuottavuuteen Vietnamissa ja Keniassa. Aineiston tarkastelu viittaa siihen, että kahden tarkasteluvuoden välillä Keniassa sähkön saannin luotettavuuden taso yritysten näkökulmasta ei ole merkittävästi kehittynyt, kun taas Vietnamissa on tapahtunut jopa huomattavaa edistystä. Vastaavia yritystasolla tehtyjä tutkimuksia, jotka vertailevat sähkön saannin häiriöiden vaikutuksia Aasian nopeasti kehittyvien maiden ja Saharan eteläpuolisen Afrikan maiden välillä ei tämän työn taustatutkimuksessa juurikaan löytynyt.

Sekä Vietnamissa että Keniassa sähkön tuonnin ja viennin merkitys on pieni, ja luonnonvarojen puolesta molemmilla mailla voisikin olla edellytyksiä tietyn tason energiaomavaraisuuteen. Sähkömarkkinat eivät ole olleet kummassakaan maassa kovin kilpaillut. Yleisesti ottaen Vietnamissa ja Keniassa näyttää maina olevan tiettyjä eroja, joilla saattaa olla vaikutusta myös yritysten olosuhteisiin. Vietnam on taloutena ja väestöltään Keniaa suurempi, mutta Keniassa väestönkasvu on tarkasteluajanjaksona ollut nopeampaa. Vuonna 2013 Keniassa yritysten reaalin vuosimyynti on kuitenkin laskenut voimakkaammin kuin Vietnamissa vuonna 2015. Teollisuussektorilla, jonka tasolla tämän työn estimoinnit tehdään, lasku on kuitenkin ollut Keniassa hieman lievempää, ja Vietnamissa teollisuussektorilla päästiin vuonna 2015 jopa kasvuun.

Tarkasteltaessa sähkön saannin häiriöiden vaikutusta yritysten tuottavuuteen menetelmänä on sisällyttää tuottavuuden tekijät tuotantoa selittävään yhtälöön Moyon (2013) tapaan. Estimointien aineistona käytetään Enterprise Surveys -kyselyaineistoa Kenialle vuodelta 2013 ja Vietnamille vuosilta 2009 ja 2015. Selitettävänä käytetään vuosimyyntejä. Estimoinnit toteutetaan sekä maakohtaisesti että kahdella Kenian ja Vietnamin yhdistetyllä aineistolla, jossa Vietnamin osalta vaihdellaan vuoden 2009 ja vuoden 2015 aineistoja, eli aineistoja joiden välillä sähkön saannin luotettavuudessa näyttää tapahtuneen merkittävä parannus. Sähkön saannin luotettavuutta kuvaamaan käytetään sähkökatkojen määrää ja sähkökatkojen kestoa erillisissä estimoinneissa.

Tämä työ rakentuu seuraavasti. Luvussa 2 tarkastellaan energiaa erilaisista makro- ja mikrotaloudellisista näkökulmista: luvussa 2.1 tarkastellaan energian roolia talouskasvun teorioissa, luvussa 2.2 esitellään energian substituointimahdollisuuksia, luvussa 2.3 energian roolia teollistumisessa ja luvussa 2.4 energian kysynnän, tarjonnan ja markkinoiden erityispiirteitä.

Luvussa 3 siirrytään energian tarjonnan häiriöihin kehittyvissä maissa ja niistä aiheutuviin ongelmiin talouskasvun kannalta. Luvussa 3.1 nostetaan esiin muutamia tutkimuksia, joissa pyritään selvittämään energian ja talouskasvun yhteyttä ja energian merkitystä talouskasvun kannalta, ja luvussa 3.2 tarkastellaan sähkön saannin häiriöiden vaikutuksia yrityksiin kehittyvissä maissa.

Luvuissa 4 ja 5 esitellään empiirinen selvitys sähkökatkojen ja yritysten tuottavuuden yhteydestä Vietnamissa ja Keniassa. Luvussa 4.1 tarjotaan lyhyt katsaus selvityksen kohteena oleviin maihin sekä yleisellä että sähkösektorin tasolla, keskittyen erityisesti sähköinfrastruktuurin kehittymiseen yritysten näkökulmasta kyselyaineiston perusteella. Luvussa 4.2 avataan estimoinneissa käytettävän aineiston luonnetta ja sen keräämiseen käytettyjä menetelmiä sekä aineistosta valittujen ja aineiston tietojen avulla muodostettujen muuttujien ominaisuuksia. Estimointien tulokset on esitetty luvussa 5. Luku 6 tarjoaa yhteenvedon ja johtopäätöksiä.



## 2 ENERGIA TALOUSTIETEEN KIRJALLISUUDESSA

Tässä luvussa tarkastellaan energiaa talouden eri osa-alueilla: makrotaloudellisesta näkökulmasta talouskasvussa ja teollistumisessa sekä mikrotaloudellisesta näkökulmasta energian kysynnän ja tarjonnan erityispiirteitä. Lisäksi tarkastellaan energian substituutiomahdollisuuksia tuotannon panosten kanssa.

### 2.1 Energia ja talouskasvu

Tuotantofunktio toimii keskeisenä elementtinä suurimmassa osassa talouskasvun teorioita (Ayres ym., 2013, 83). Neoklassisessa talousteoriassa energiaa ei huomioida tuotantofunktiossa, vaan panoksina pidetään pääomaa ja työvoimaa, ja teknologinen kehitys selittää sen osan tuotannosta, jota näiden kahden panoksen käytöllä ei kyetä selittämään (Kümmel ym., 2015, 834). On kuitenkin havaittu, että teknologisen kehityksen selitysvoima talouskasvuun nähden on todella suuri erityisesti teollistuneissa maissa (Kümmel ym., 2015, 834; Lindenberger ja Kümmel, 2011, 6011). Yhdysvalloissa vuosina 1909–1949 eksogeenisen teknologisen kehityksen, jota kutsutaan yleisesti myös Solow'n residuaaliksi, on esitetty selittävän jopa 80 prosenttia työntekijämäärään suhteutetun tuotannon kasvusta (Li ja Ayres, 2008, 3). Solow'n (1994, 48) mukaan neoklassinen malli onkin saanut kritiikkiä juuri siksi, että se jättää talouskasvun kannalta merkityksellimmän tekijän selittämättä.

Esimerkiksi Ayres ja Voudouris (2014, 17) esittävät, että teknologisen kehityksen suurta selitysvoimaa voisi lieventää lisäämällä tuotantofunktioon työvoiman ja pääoman lisäksi kolmannen panoksen, energian. Tältä kannalta ovatkin lähteneet Ayresin ja Voudourisin (2014) lisäksi myös esimerkiksi teollistumisen ja energian yhteyttä tarkastelevat Stern ja Kander (2012) sekä Fröling (2011).

Kümmel ym. (2015, 834–835) kuitenkin huomauttaa, että jos energia otetaan tuotantofunktioon panokseksi siten, että sen tuotantojoustopa käytetään sen osuutta panosten kustannuksista, energian merkitys tuotantofunktion lopputulokseen jää hyvin pieneksi, koska kustannusosuus on hyvin pieni. Lähihistoriassa energian hinta on nimittäin ollut suhteellisesti matala (Stern ja

Kander, 2012, 127; Kümmel ym., 2015, 835). Näin ollen myös energian osuus kansantalouden kirjanpidossa on ollut pieni (Ayres ja Voudouris, 2014, 16). Teollisuusmaissa energian osuus kustannuksista on viime vuosikymmeninä ollut vain viisi prosenttia, kun pääomalle vastaava luku on noin 30 ja työvoimalle jopa 65 prosenttia (Kümmel ym., 2015, 835; Lindenberger ja Kümmel, 2011, 6011). Tämä on voinut olla yksi syistä siihen, että valtavirran kasvumalleissa energia on jätetty useimmiten kokonaan huomiotta (Ayres ym., 2013, 80; Kümmel ym., 2015, 835; Stern ja Kander, 2012, 127).

Jos tuotantofunktiota muodostettaessa oletetaan, että panosten yhdistelyssä ei ole rajoitteita, optimoinnin tuloksena on usein tilanne, jossa panosten tuotantojoustot ovat niiden kustannusosuuksien suuruisia (Ayres ym., 2013, 81–82). Ayres ym. (2013, 82) sekä esimerkiksi myös Kümmel ym. (2015, 836) kuitenkin esittävät, että teknisiä rajoitteita pääoman käytölle selvästi on, koska kapasiteetin hyödyntämisen ja automatisaation aste eivät voi ylittää yhtä. On myös esitetty, että energialla ja pääomalla on lähtökohtaisesti keskenään komplementaarinen suhde – energiaa ei voi konvertoida hyödylliseen työhön ilman pääomaa eli prosessiin tarvittavaa välineistöä (Kümmel ym., 2015, 839), mutta ilman energiaa pääomasta ei ole hyötyä (Kümmel ym., 2015, 839; Ayres ym., 2013, 82). Laki puolestaan rajoittaa työvoiman käyttöä (Ayres ym., 2013, 82). Ayres ja Voudouris (2014, 17) huomauttavat, että jos panosten väliset substituutiomahdollisuudet ovat pienempiä kuin yleisesti oletetaan, energian tuotantojoustop tulisi olla paljon sen kustannusosuutta suurempi, mikä taas tarkoittaisi sitä, että energia olisi panoksena paljon tuottavampi kuin sen hinta antaisi ymmärtää. Kümmel ym. (2015, 836) esittävät, että todellisuudessa tuotantojoustot eivät tosiaan ole panosten kustannusosuuksien suuruisia.

Empiirisissä tarkasteluissa energian edustajana käytetään erilaisia tekijöitä. Ayresin ja Voudourisin (2014, 17) mukaan esimerkiksi polttoaineen kulutus sinällään ei ole hyvä edustaja. Esimerkiksi Ayres ja Voudouris (2014, 17) ja Li ja Ayres (2008, 11) esittävät, että edustajana tulisi käyttää niin kutsuttua hyödyllistä energiaa, eli sitä osaa energiasta, joka voidaan muuntaa työksi. Li ja Ayres (2008) toteuttavat tämän muodostamalla energiatekijän yhdistäen väkilukuun ja vertailumaan, Yhdysvaltojen, kulutustasoihin suhteutetun sähkönkulutuksen arvioidulla hyötysuhteella suhteutettuun öljynkulutukseen. Ayres ja Voudouris (2014, 23, 27) selvittävät hyödyllisen energian selitysvoimaa bruttokansantuotteeseen Japanin, Iso-Britannian ja Yhdysvaltojen osalta 1900-luvulla ja esittävät, että koska edullisia polttoaineita on ollut

saatavilla teollisesta vallankumouksesta lähtien, energia on ollut edullista ja sitä on ollut käytettävissä riittävästi, mikä on osaltaan edistänyt talouskasvua.

Myös sähkö itsessään on niin sanottua hyödyllistä energiaa (Li ja Ayres, 2008, 11). Viime aikoina onkin tutkittu paljon nimenomaan sähkönkulutuksen vaikutusta talouskasvuun (Atems ja Hotaling, 2018, 111). Monissa tutkimuksissa tarkastellaan tekijöiden vuorovaikutussuhdetta, joka voi ilmetä neljällä eri tavalla: joko vuorovaikutusta ei ole, vuorovaikutus on yksisuuntaista sähkönkulutuksesta talouskasvuun tai toisinpäin tai vuorovaikutus on kaksisuuntaista eli sähkönkulutus vaikuttaa talouskasvuun ja talouskasvu vuorostaan sähkönkulutukseen. Nämä neljä erilaista vuorovaikutussuhdetta voidaan muuntaa vastaavasti testattaviksi hypoteeseiksi. Jos vuorovaikutus on kaksisuuntaista tai yksisuuntaista sähkönkulutuksesta talouskasvuun, voidaan päätellä, että esimerkiksi erilaiset energiankulutusta rajoittavat poliittiset päätökset voivat häiritä talouskasvua. (Payne, 2010, 723; Eggoh, Bangake ja Rault, 2011, 7409.)

Tulokset edellä mainittujen hypoteesien testauksessa ovat olleet hyvin vaihtelevia eri tutkimuksissa, mihin voi olla syynä esimerkiksi erilaisten tutkimusmenetelmien valinta (Atems, 2018, 111; Payne, 2010, 729). Payne (2010, 729) kokoaa sähkönkulutuksen ja talouskasvun suhdetta tarkastelevia tutkimuksia, jotka kohdistuvat yhteensä 74 maahan. Talouskasvun mittarina on useimmissa käsitellyistä tutkimuksista käytetty joko reaalista bruttokansantuotetta tai reaalista bruttokansantuotetta väkilukuun suhteutettuna (Payne, 2010, 725–728). Payne (2010, 729) toteaa, että tutkimusten tulokset jakaantuvat melko tasaisesti tukemaan kutakin edellä mainituista neljästä hypoteesista. Eniten tukea saa hypoteesi, jonka mukaan talouskasvulla ja sähkönkulutuksella ei ole lainkaan vuorovaikutussuhdetta, ja vähiten hypoteesi, jonka mukaan vuorovaikutussuhde on kaksisuuntainen. Yli puolessa tarkastelluissa maissa tulokset viittaavat siihen, että sähkönkulutusta voisi rajoittaa esimerkiksi sähköjärjestelmän luotettavuuden takaamiseksi vaarantamatta kuitenkaan talouskasvua. (Payne, 2010, 729.)

Sähkönkulutuksen sijasta sähköntuotantoa energiatekijän edustajana käyttävät Atems ja Hotaling (2018) esittävät, että sekä uusiutuvista että uusiutumattomista energialähteistä tuotetulla sähköllä on tilastollisesti merkitsevä ja positiivinen vaikutus talouskasvuun. Atems ja Hotaling (2018, 112) käyttävät talouskasvun mittana väkilukuun suhteutetun, reaalian bruttokansantuotteen kasvuastetta ja aineistona 174 maan paneeliaineistoa vuosilta 1980–2012.

On myös esitetty, että teknologista kehitystä ilmaisemassa voi käyttää kokonaispanostuottavuutta. (Li ja Ayres, 2008, 10), joka voisi toimia talouskasvun mittana bruttokansantuotteen sijaan (Ladu ja Meleddu, 2014, 566). Tästä lähtökohdasta Ladu ja Meleddu (2014, 560) tarkastelevat kokonaispanostuottavuuden ja energiankulutuksen suhdetta Italian aluetason aineistolla vuosilta 1996–2008. Tutkimuksessa löydetään kaksisuuntainen vuorovaikutussuhde kokonaispanostuottavuuden ja energiankulutuksen välillä siten, että energiankulutuksen kasvaessa kokonaispanostuottavuus kasvaa, mutta kokonaispanostuottavuuden vaikutus energiankulutukseen on erisuuntainen pitkällä ja lyhyellä aikavälillä. Pitkällä aikavälillä kokonaispanostuottavuuden kasvaessa myös energiankulutus kasvaa, mutta lyhyellä aikavälillä kokonaispanostuottavuuden kasvaessa energiankulutus pienenee. (Ladu ja Meleddu, 2014, 566.) Tämän perusteella Ladu ja Meleddu (2014, 566) päättävät, että teknologisen kehityksen edetessä energian käytön tehokkuus paranee, mutta teknologian lopulta vanhentuuessa energiatehokkuus taas huonontuu.

Murillo-Zamorano (2010, 70–71) kuitenkin esittää, että tuottavuuden kasvun voi vielä jakaa teknologian kehitykseen, joka kasvattaa potentiaalista tuotantoa, ja tehokkuuden kasvuun, joka taas mahdollistaa tuotannon kasvun olemassa olevalla teknologialla. Tässä viitekehityksessä Murillo-Zamorano (2010, 69–70, 83) tarkastelee energian merkitystä tuottavuuden kasvussa tarkastellen energiankulutuksen ja molempien tuottavuuden kasvun osa-alueiden korrelaatiota useiden teollistuneiden OECD-maiden aineistolla. Tulosten mukaan energiankulutuksen ja tuottavuuden sekä energiankulutuksen ja molempien tuottavuuden osa-alueiden välillä on korrelaatiota ja tehokkuuden muutokset selittävät merkittävän osan tuottavuudesta.

## **2.2 Energian substituotavuus**

Luvussa 2.1 kuvataan, miten oletukset panosten substituotavuudesta vaikuttavat talouskasvun teorioissa. Lisäksi esimerkiksi energiaan liittyvien shokkien vaikutusten ymmärtämiseksi on tärkeää tietää, onko energia käytännössä substituotavissa muilla tuotannon panoksilla (Dissou ym., 2015, 108). Viime vuosikymmenen loppupuolelta lähtien energian, pääoman ja työvoiman substituutiota teollisuudessa tarkastelevia tutkimuksia on tehty paljon johtuen esimerkiksi tarpeesta vähentää hiilidioksidipäästöjä ja ymmärtää energian verotuksen vaikutuksia energiankulutukseen ja muiden panosten käyttöön (Arnberg ja Bjørner, 2007, 122). Esimerkiksi

Dissou ym. (2014, 120) esittävät vuodet 1962–1997 kattavan Kanadan toimialatason aineiston perusteella, että työvoiman ja energian välillä on korkea mahdollisuus substituutioon.

Erytystä kiinnostusta on kuitenkin herättänyt pääoman ja energian suhde, joka on mielenkiintoinen esimerkiksi teollisuuden hiilidioksidipäästöjen vähentämisen näkökulmasta: jos pääoman ja energian suhde on komplementaarinen, energiankulutuksen vähentäminen ei yksin riitä päästöjen vähentämisessä, vaan myös pääoman käyttöä tulee rajoittaa. Yrityksille edullisempaa luonnollisesti olisi, jos vähenevää energiankulutusta voisi korvata pääoman käytöllä. (Arnberg ja Bjørner, 2007, 123.)

Koetse, de Groot ja Florax (2008) analysoivat aikaisemmista tutkimuksista keräämiään pääoman ja energian välisten substituutiojoustojen arvoja, joita on kahta eri tyyppiä. He esittävät, että teknologinen substituutiopotentiaali pääoman ja energian välillä on suuri erityisesti pitkällä tähtäimellä, ja myös ristihintajoustit (cross price elasticities), jotka mittaavat pääoman kysynnän muutosta energian hinnan noustessa, viittaavat siihen, että pääoman ja energian välillä on substituutiomahdollisuuksia.

Vastoin Koetsen ym. (2008) tuloksia, sekä mikrotason paneeliaineistoa tarkastelevat Arnberg ja Bjørner (2007) että vuosikymmeniä käsittävän, pidemmän aikavälin aineistoa tarkastelevat Tovar ja Iglesias (2013) löytävät viitteitä pääoman ja energian komplementaarisuudesta tai matalasta substituutioasteesta. Arnberg ja Bjørner (2007, 122–123, 127) tarkastelevat panossuhteita Tanskan teollisuusyrityksissä vuosilta 1993, 1995, 1996 ja 1997. He saavat tulokseksi, että pääoma ja energia ovat substituutteja, jos aineiston aikaelementtiä ei oteta huomioon, mutta aikaelementin huomioon ottaen he sen sijaan löytävät komplementaarisen suhteen sekä sähkön ja pääoman että muun energian ja pääoman väliltä.

Tovar ja Iglesias (2013) löytävät viitteitä pitkän aikavälin komplementaarisuudesta energian ja pääoman välillä tutkiessaan ristihintajoustoja toimialatason aineistolla Iso-Britanniasta vuosilta 1970–2006. He kontrolloivat toimialan ja pääomatyyppin vaikutusta joustoihin. Tarkastelun alaisena tutkimuksessa on kahdeksan suurimman energiankulutuksen omaavaa toimialaa, ja pääoma jaetaan kahteen osaan, koneisiin ja laitteisiin sekä rakennuksiin. Tutkimuksessa viitteitä energian ja pääoman komplementaarisuudesta löytyy sekä kaikkien toimialojen että pääomatyyppien osalta. Lisäksi heidän tuloksensa viittaavat siihen, että ristihintajoustit lähestyvät energian kustannusosuutta, kun pääoman kustannusosuus kasvaa. Lyhyellä

aikavälillä viitteitä komplementaarisuudesta ei tutkimuksessa kuitenkaan löydy (Tovar ja Iglesias 2013, 140, 146–148).

### **2.3 Energian merkitys teollistumisessa**

Taloushistorioitsijat yhdistävät esimerkiksi teollisen vallankumouksen höyryvoimaan, eli energian saatavuuden äkilliseen kasvuun (Li ja Ayres, 2008, 5). Usein pitkän aikavälin talouskasvun muutosten selitykseksi esitetäänkin niin kutsuttua yleiskäyttöistä teknologiaa (General Purpose Technology, GPT), jollaiseksi juuri höyryvoima ja esimerkiksi myös sähkö lukeutuvat. GPT:n voi tunnistaa kolmesta seikasta: sitä voidaan käyttää suurimmalla osalla talouden osa-alueista, se helpottaa uusien keksintöjen tekemistä ja sen potentiaali tuottavuuden kasvussa ei käy ilmi heti teknologian saapuessa markkinoille, vaan ajan kanssa. Pitkällä tähtäimellä GPT nimittäin lisää tuotantoa ja parantaa tuottavuutta, mutta lyhyellä tähtäimellä kasvu voi myös hidastua, kun uuteen teknologiaan sopeudutaan ja esimerkiksi pääomakanta pitää uusia. (Aghion ja Howitt, 2009, 193, 196–197.)

Fröling (2009) sekä Stern ja Kander (2012) tarkastelevat talouskasvun ja energian yhteyttä hyvin pitkällä aikavälillä, jonka alkupiste on teollisen vallankumouksen aikakaudella. Fröling (2009, 1152) käyttää empiirisessä analyysissään maailmandataa vuosilta 1800–1970 ja Stern ja Kander (2012, 126, 137) estimoivat malliaan Ruotsin aineistolla vuosilta 1850–2000. Fröling (2009, 1136) käyttää tilastoaineistonsa päätepisteenä nimenomaan vuotta 1970 sillä perusteella, että vuodesta 1970 alkaen energian säästäminen on johtanut myös energian roolin muuttumiseen.

Maan teollistuessa esimerkiksi energian tuotantoon käytetyt polttoaineet muuttuvat (IEA, 2017a, 20). Yleensä energialähteet vaihtuivat perinteisistä bioenergiälähteistä kaupallisiin (Ouedraogo, 2013, 38; IEA, 2017a, 20). Frölingin (2009, 1134) tutkimuksen lähtökohta onkin se, että energian tarjonnan voimakkaan kasvun lisäksi teolliseen vallankumoukseen liittyi siirtymä erilaisten primäärienergiamuotojen, biomassan ja hiilen, välillä. Mallissa energia jaetaan siis kahteen kategoriaan, biomassasta tuotettuun ja hiilestä tuotettuun, ja teknologinen kehitys puolestaan jaetaan lopputuotesektorin teknologiseen kehitykseen ja hiilienergiasektorin teknologiseen kehitykseen. Oletuksena on, että hiilienergiasektorin teknologian kehittyessä siirrytään biomassan käytöstä hiileen, minkä oletetaan osaltaan kiihdyttävän talouskasvua.

Lisäksi energia sisällytetään tuotantofunktioon selittäjäksi. Tulosten mukaan energialla on osansa talouskasvun selittäjänä ja hiilienergiasektorin teknologinen kehitys on oletusten mukaisesti vaikuttanut ajanjakson talouskehitykseen maailmassa. (Fröling, 2009, 1135, 1152.)

Stern ja Kander (2012, 129) lisäävät energian tuotannon panokseksi siten, että se ei ole täysin substituotavissa pääomalla ja työvoimalla, kun taas työvoiman ja pääoman välillä mallissa oletetaan olevan mahdollisuus täyteen substituutioon. Teknologian kehityksen Stern ja Kander (2012, 129) jakavat työn tuottavuutta kasvattavaan ja energian tuottavuutta kasvattavaan kehitykseen. Tulostensa perusteella Stern ja Kander (2012, 125, 145) esittävät, että jos energian tarjonta ei olisi kasvanut, myöskään talouskasvua ei olisi välttämättä koettu; tulosten mukaan energian niukkuus rajoittaa talouskasvua, kun taas energian tarjonnan ollessa runsasta, taloudella on mahdollisuus päästä kasvu-uralle. Sternin ja Kanderin (2012, 126, 146) tulosten mukaan energiasektorin kehitys avusti Ruotsin siirtymistä nykyaikaiseen talouskasvuun ja mahdollisti talouskasvun jatkumisen myös myöhemmin. Tutkimuksen tulokset viittaavat kuitenkin myös siihen, että työn tuottavuutta kasvattava teknologian muutos nousi energiaa merkittävämmäksi talouskasvun tekijäksi 1950-luvulta alkaen.

## **2.4 Energian kysyntä ja tarjonta**

### **2.4.1 Energian kysyntä**

Energian kysyntä syntyy sekä kotitalouksista että yrityksistä. Olettaen, että kuluttajien toiminta on rationaalista, kotitalouksien kuluttajat maksimoivat hyötyään ja allokoivat tulojaan myös energian käyttöön hyötyfunktionsa mukaisesti. Tuottajat puolestaan käyttävät energiaa tuotantonsa panoksena tavoitteenaan tuotannon kokonaiskustannusten minimointi. (Bhattacharyya ja Timilsina, 2010, 1981–1982.)

Energiaa hyödykkeenä ei tarvita sen itsensä vuoksi vaan välillisesti muiden tarpeiden täyttämiseksi. Energian kysyntään vaikuttavat siis esimerkiksi energian hinnan lisäksi preferenssit niiden tarpeiden suhteen, joihin energiaa tarvitaan. (Bhattacharyya, 2011, 42; Bhattacharyya ja Timilsina, 2010, 1981.) Lisäksi energiaa tarvitsevien laitteiden käytöstä päätökset tehdään usein pitkällä tähtäimellä (Bhattacharyya, 2011, 42; Bhattacharyya ja

Timilsina, 2010, 1981), koska välineistön käyttöikä on usein pitkä, ja hinta korkea (Bhattacharyya, 2011, 46).

Energian kysynnän ennustamiseen on useita erilaisia menetelmiä. Yksinkertaisemmat menetelmät perustuvat esimerkiksi kasvuasteisiin tai trendin etsimiseen, eivätkä niinkään perustu mihinkään teoreettiseen viitekehykseen. Kehittyneemmät mallit voidaan jakaa malleihin, joissa keskitytään aggregaattitason tarkasteluun ja malleihin, joissa keskitytään energian loppukäyttäjien käytöksen tarkasteluun taloudellis-teknisestä näkökulmasta. Aggregaattitason mallit perustuvat usein taloustieteen teorioihin ja ekonometriisiin menetelmiin. (Bhattacharyya ja Timilsina, 2010, 1982–1983.)

Yleisesti käytetään menetelmiä, joissa energian kysyntä jaetaan osiinsa, joiden perusteella energian kysyntää pyritään ennustamaan. Yleensä energian kysynnän selittäjinä käytetään taloudellista aktiivisuutta, joka tarkoittaa käytännössä yleensä bruttokansantuotetta, energian käytön teknologisen tehokkuuden muutoksia toimialatasolla sekä talouden rakenteellisia muutoksia, joilla viitataan esimerkiksi siirtymään teollisuuspainotteisesta yhteiskunnasta palvelukeskeiseksi. Kyseinen muutos vähentää energiankulutusta. (Bhattacharyya, 2011, 58.) Toisaalta taas teollistuminen puolestaan yleensä lisää energiankulutusta (IEA, 2017a, 30; Ouedraogo, 2013, 38).

#### **2.4.2 Energian kysynnän erityispiirteet kehittyvissä maissa**

Kysynnän ennustaminen matalan sähköistymisasteen maissa on erityisen tärkeää sähköjärjestelmien kehityksen ja investointien allokoimisen vuoksi. Kysynnän ennustaminen kehittyvissä maissa on kuitenkin vaikeaa, ja käytössä olevat energian ennustamismallit kehittyvissä maissa on johdettu teollistuneiden maiden malleista. (Ouedraogo, 2017, 1.) Bhattacharyya ja Timilsina (2010, 1987) arvioivatkin, että suuri osa käytössä olevista energian kysyntää mallintavista malleista ei sovellu kehittyvien maiden olosuhteisiin.

Bhattacharyya ja Timilsina (2010, 1982) huomauttavat, että kuluttajien ja tuottajien energian kysynnän perusteet, joita kuvailtiin edellisessä luvussa 2.4.1, olettavat markkinoiden olevan valmiit ja energiatuotteita löytyvän markkinoilta. Kuitenkin esimerkiksi biomassa, joka on energianlähde, jolla ei yleensä käydä kauppaa perinteisessä mielessä, on usein tärkeä energianlähde kehittyvissä maissa. Esimerkiksi Saharan eteläpuolisessa Afrikassa yli puolet



alueella käytetystä primäärienergiasta tulee biomassasta, jota käytetään ruoanlaitossa. (IEA, 2017a, 20, 76–77.) Syynä kaupallisen energian pienelle osuudelle ovat esimerkiksi pienet tulot ja matala teollistumisen taso (Kebede, Kagochi ja Jolly, 2010, 533). Näin ollen kehittyvissä maissa teoria ei vastaa todellisuutta, koska esimerkiksi käyttäjien itsensä keräämät energianlähteet eivät sisälly teorioihin. Tällaisten vaikeasti mitattavien ja tilastoitavien energianlähteiden jättäminen tarkasteluista aiheuttaakin merkittävän harhan. Lisäksi yhdistelmä markkinapohjaista kaupankäyntiä ja markkinoiden ulkopuolista kaupankäyntiä, jossa käytetään vaihdon välineenä jotain muuta kuin varsinaista rahaa, monimutkaistaa päätöksentekoprosessia. (Bhattacharyya ja Timilsina, 2010, 1982.)

Energian kysyntä on olemassa jo ennen ostopäätöksen tekemistä, kun taas energian kulutus mittaa toteutunutta energian käyttöä (Bhattacharyya, 2011, 41). Energian kysynnän analyyseissa käytetään usein apuna aineistoa toteutuneesta kulutuksesta (Bhattacharyya ja Timilsina, 2010, 1982). Esimerkiksi suuressa osassa Afrikkaa saatavissa oleva tarjonta on kuitenkin rajoittanut energian kulutusta, kun kysyntään ole siis pystytty vastaamaan (IEA, 2014, 39.) Sitä osaa kysynnästä, johon ei ole pystytty tarjonnalla vastaamaan ei yleensä oteta ennusteissa huomioon, mikä voi myös vääristää kysynnän analysointien tuloksia (Bhattacharyya ja Timilsina, 2010, 1982).

### **2.4.3 Energian tarjonta ja primäärienergiälähteet**

Energian tarjonnan parantamiseen tähtäävät projektit vaativat yleensä paljon pääomaa ja aikaa: energiaprojekteissa pyritään yleensä hyödyntämään skaalaetuja, mikä johtaa suureen pääoman käyttöön, vaikka pääomakustannus tuotettua yksikköä kohden olisikin pieni, ja esimerkiksi sähköntuotantolaitosten rakentaminen ja käyttöönotto voivat vaatia useitakin vuosia. Pitkän käyttöönottoajan lisäksi energiainvestoinnit ovat pitkäikäisiä, esimerkiksi sähköntuotantolaitoksen, eli voimalan, toimi-ikä voi olla useita kymmeniä vuosia. Näin ollen tulevaisuuden kustannus-hyöty-suhteen arviointi on vaikeaa. Lisäksi energiateollisuudessa käytetyillä omaisuuserillä ei yleensä ole vaihtoehtoista käyttökohdetta, mikä tekee energiainvestoinneista riskialttiimpia. Energiainvestointien ajoitus on tärkeää koko järjestelmän kannalta, mikä johtaa siihen, että energiainvestointeja suunniteltaessa energian kysynnän ennustaminen on erityisen tärkeää. (Bhattacharyya, 2011, 43, 164–165.)

Primäärienergiälähteet voidaan jakaa uusiutuviin ja uusiutumattomiin, ja esimerkiksi sähköä voidaan tuottaa sekä uusiutuvista että uusiutumattomista energianlähteistä. (Bhattacharyya, 2011, 191–249). Uusiutuvien energianlähteiden merkitys on kasvanut esimerkiksi kestävän kehityksen tavoitteiden osana (Bhattacharyya, 2014, 249). Vielä vuonna 2015 uusiutumattomien energianlähteiden, öljyn, maakaasun ja hiilen, osuus maailman primäärienergian tarjonnasta oli kuitenkin yli 80 prosenttia (IEA, 2017b, 6).

Johtuen fossiilisten energialähteiden uusiutumattomuudesta niiden käyttöä ohjaa kysymys siitä, käytetäänkö ne nyt vai myöhemmin (Bhattacharyya, 2011, 219). Fossiiliset energialähteet on myös etsittävä ja erotettava maaperästä, mistä seuraa riski siitä, että energialähdettä ei löydykään sieltä, missä sitä luultiin olevan. (Bhattacharyya, 2011, 191–209.) Fossiilisten polttoaineiden tuotannossa skaalaeduilla on suuri merkitys, mutta tuotannon kustannuksilla on kuitenkin tapana kasvaa ajan myötä johtuen esimerkiksi siitä, että polttoaineen saaminen kulutetusta lähteestä alkaa vaatia enemmän vaivaa. (Bhattacharyya, 2011, 210.)

Fossiilisten polttoaineiden markkinoilla on tapana ylitarjontaan, koska muuttuvat kustannukset ovat pienet ja kiinteät kustannukset suuret, ja jokainen tuottaja yrittää toimia täydellä kapasiteetilla. Näin ollen markkinahintaan kohdistuu laskupaineita, mikä voi johtaa siihen, että olemassa olevien tuottajien toiminta muuttuu kannattamattomaksi arvioitua nopeammin, eikä uusien tuottajien ole kannattavaa tulla markkinoille. Tällä voi pitkällä tähtäimellä olla vaikutuksia lopulta koko toimialaan. (Bhattacharyya, 2011, 210.) Öljy on fossiilisista polttoaineista yleensä arvostetuin vaihtoehto, koska sillä on globaalit markkinat ja esimerkiksi korkea lämpöarvo (Bhattacharyya, 2011, 193). Kansainvälisillä öljymarkkinoilla on kuitenkin tilanne, jossa tarjonta on maailmanlaajuisesti todella keskittynyttä, ja OPEC käyttäytyy markkinoiden säätelijänä (Bhattacharyya, 2011, 340).

#### **2.4.4 Sähkön kysyntä, tarjonta ja markkinat**

Sähkön erityispiirre on se, että sen varastointi on hankalaa, joten se kulutetaan samaan aikaan kuin se tuotetaan. Kysynnän on siis vastattava tarjontaa joka hetkellä. Sähkö voidaan jakaa verkkosähköön ja hajautetusti tuotettuun sähköön, jolla on merkitystä esimerkiksi kehitysmaiden syrjäisillä alueilla. (Bhattacharyya, 2011, 227–230.) Historiallisesti sähkön tuotannon skaalaedut ovat kuitenkin olleet merkittävät, ja usein energian siirto on edullisempaa sähkön muodossa kuin esimerkiksi polttoaineena, mistä johtuen hajautettujen järjestelmien

sijaan on usein päädytty verkkosähköjärjestelmiin (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 70). Tämän työn luvussa 3.2 sekä työn empiirisessä analyysissä, joka esitetään luvuissa 4 ja 5, tarkastellaankin erityisesti verkkosähkön tarjonnan häiriöitä kehittyvissä maissa ja niiden vaikutuksia talouteen ja yrityksiin.

## **Sähkön kysyntä**

Kuten todettiin luvussa 2.4.1 energian kysynnän osalta ylipäätään, myös sähkön kysyntä koostuu kotitalouksien ja yritysten kysynnästä (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 70). Myös sähkö kulutetaan sitä tarvitsevien laitteiden kautta (Bhattacharyya, 2011, 228; Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 70). Sähkön maksimikysyntä olisi se, jos kaikki kuluttajat käyttäisivät kaikkia sähkölaitteitaan samanaikaisesti. Maksimikuorma puolestaan on suurin kerralla toteutunut kulutus. Mitä pienempi maksimikuorma on maksimikysyntään verrattuna, sitä pienempää huippukapasiteettia tarvitaan, mikä vähentää systeemin investointitarvetta. (Bhattacharyya, 2011, 228.)

Sähkön kysyntä riippuu usein päivänajasta. Päivittäinen, tunneittain esitetty sähkön kysyntäkäyrä on kuormituskäyrä, joka esittää päivän aikana tapahtuvan kysynnän vaihtelun. Kysyntä vaihtelee usein myös viikonpäivän ja vuodenajan mukaan, ja pysyvyyskäyrä esittää sen osuuden ajasta, jonka mitäkin teho on ollut käytössä. Huipputehon käyttöaika on yleensä alle 20 prosenttia vuodesta. Toinen tehon ääripää on pohjateho, joka on kuormana verkossa jatkuvasti. Kuorma vaihtelee näiden ääripäiden välillä. Pysyvyyskäyrällä on merkitystä esimerkiksi sähköntuotantojärjestelmän toiminnan suunnittelun kannalta. (Bhattacharyya, 2011, 228–230.)

## **Sähkön tarjonta**

Sähköä voidaan tuottaa eri energialähteistä erilaisilla tekniikoilla. Eri energialähteiden hyödyntämisessä sähköntuotannossa on myös erilaiset piirteensä esimerkiksi pääoman sitomisen tai käyttökustannusten kannalta. Kaikki energialähteet eivät ole varastoitavissa: siinä missä polttoaineita voidaan varastoida, esimerkiksi tuulivoimaa voidaan tuottaa käytännössä vain silloin, kun tuulee. (Bhattacharyya, 2011, 231.)

Johtuen kysynnän vaihtelusta ja sähkön varastoinnin vaikeudesta, sähköjärjestelmä tarvitsee kolmenlaisia tuotantolaitoksia. Pohjatehoa tuottavat laitokset ovat usein vaikeita säätää, ja ne ovat käynnissä vuoden ympäri. Tällaisissa laitoksissa pääomakustannukset ovat yleensä korkeat ja tuotantokustannukset pienet. Pohjatehon ja huipputehon välillä toimivat laitokset säädetään tuottamaan sähköä aina kysynnän mukaisesti. Lisäksi tarvitaan laitoksia, jotka toimivat käytännössä vain huippukuorman aikana. Näissä laitoksissa yleensä pääomakustannukset ovat pienet ja tuotantokustannukset suuret. (Bhattacharyya, 2011, 230.) Lisäksi on pidettävä yllä niin sanottua sähköntuotantoreserviä, jonka voi ottaa käyttöön esimerkiksi kysynnän ennustamisen epäonnistuessa tai tuotantolaitoksen kaatuessa. Tällaisia laitoksia on kahdenlaisia. Toiset ovat toiminnassa jo valmiiksi, mutta maksimitehoaan pienemmällä teholla, joten tarvittaessa tehon voi nostaa maksimiin. Toinen vaihtoehto ovat nopeasti käyntiin saatavat laitokset, jollaisia ovat esimerkiksi vesivoimalat ja kaasuturbiinit. (Bhattacharyya, 2011, 233.)

Kuten tuotantoreservin osalta, myös koko sähköjärjestelmässä on mahdollista pitää kaikkia tuotantolaitoksia päällä matalalla tuotantotasolla tai valikoida laitokset, joiden tuotanto riittää vaihtelevaan kysyntään vastaamiseen. Jälkimmäinen vaihtoehto on kustannustehokkaampi, ja järjestelmän tavoitteena on minimoida kokonaiskustannukset. Päällä olevien laitosten valintaan on useita eri menetelmiä. On kuitenkin huomioitava, että laitoksen sammuttua sen käynnistäminen vaatii tietyn ajan, joka riippuu voimalatyypistä ja näin ollen myös käytetystä energialähteestä. (Bhattacharyya, 2011, 231, 233–234.)

## **Sähkön markkinat**

Sähköjärjestelmä muodostuu tuotannon ja kulutuksen lisäksi jakeluverkostosta (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 70). Sähköjärjestelmät ovat hyvin erilaisia eri maissa. Monissa maissa koko sähköjärjestelmä on monopolitoimittajan hallussa, kun taas joissain maissa osa sähköjärjestelmän toiminnoista on kilpailutettu (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 73.)

Kilpaillussa sähkön tukkukaupassa sovelletaan markkinamallia, jossa normaali kilpailullisten markkinoiden prosessi korvataan keskitetyllä järjestelmällä (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 17, 29). Tämä tapahtuu niin sanotun markkinaoperaattorin kautta. Sähkön myyjät antavat operaattorille tarjousfunktion, joka kertoo, paljonko milläkin hinnalla ollaan valmiita tuottamaan; samoin ostajat esittävät operaattorille funktion, joka kertoo, paljonko ollaan

valmiita kuluttamaan milläkin hinnalla. Näiden käyrien operaattori olettaa edustavan osapuolten toteutuvia tarjonta- ja kysyntäkäyriä. Tällöin markkinaoperaattori optimoi tuotannon ja kulutuksen siten, että kokonaisylijäämä on maksimissaan, lähettää kullekin tuottajalle ja ostajalle ohjeet tuotetuista ja kulutetuista määristä ja julkistaa markkinahinnat, jotka voivat vaihdella tuottajien ja kuluttajien välillä. Näin jokainen tuottaja ja kuluttaja valitsee tuottamansa ja ostamansa määrän operaattorin antamien hintojen perusteella. (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 18.)

Biggar ja Hesamzadeh (2014, 18, 82–83) esittävät, että käytännössä markkinaoperaattorin on oltava monopoliasemassa, mistä johtuen markkinoille tarvitaan myös monopolia valvova osapuoli. Lisäksi sähkömarkkinoilla voi toimia sähkön vähittäismyyjiä, jotka toimivat usein sähkön kaupan ja loppukuluttajien rajapinnassa, eli tekevät loppukuluttajien kanssa sähkösopimukset, jotta kuluttajien kokemat sähkön hinnat eivät heittelehtisi liian lyhyellä aikavälillä. Lisäksi sähköllä on usein niin sanotut jälkimarkkinat, joissa kauppaa käydään loppukuluttajien riskiä vähentävillä sopimuksilla. (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 82.)

Sähkömarkkinat ovat nyt murroksessa: hajautetun energian tuotantomahdollisuudet kehittyvät, varastointimahdollisuudet lisääntyvät ja hiljalleen myös esimerkiksi sähkön kuluttajista voi tulla sähköntuottajia (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 71). Viimeisen mahdollisuuden on esitetty voivan toimia ratkaisuna kehitysmaiden verkkosähkön tarjontaongelmiin (Steinbuks ja Foster, 2010; Alby ym., 2012), mihin palataan luvussa 3.2.1.

### 3 ENERGIAN TARJONNAN HÄIRIÖT KEHITYSMAISSA

Tässä osiossa esitellään energian tarjonnan häiriöitä ja niiden seurauksia kehittyvissä maissa, pääosin Saharan eteläpuolisessa Afrikassa ja Aasiassa. Tässä keskitytään nimenomaan kaupallisen energian, ja erityisesti sähkön tarjonnan häiriöihin.

Sähkön saatavuus maailmassa absoluuttisella väkimäärällä mitattuna on parantunut nopeutuvalla tahdilla vuodesta 2000 (IEA, 2017a, 39). IEA:n (2017a, 39) mukaan suurimmat saatavuusongelmat ovat Aasian kehittyvissä maissa ja Saharan eteläpuolisessa Afrikassa, joihin keskitytäänkin tämän työn tarkasteluissa. Syitä ongelmille on erilaisia. Esimerkiksi Saharan eteläpuolisessa Afrikassa investoinnit energiainfrastruktuuriin ovat olleet puutteellisia, joten kaupallisen energian, kuten sähkön, toimittamisessa asiakkaille on puutteita (Kebede ym., 2010, 533). Energiainvestoinnit Saharan eteläpuolisessa Afrikassa eivät nimittäin ole suhteessa väkilukuun: energiainvestoinnit ovat vain alle viisi prosenttia maailman energiainvestoinneista, vaikka alueen väkiluku on 14 prosenttia koko maailman väestöstä. (IEA, 2017a, 76–77.)

Talouskehityksen kannalta olennaista on, että energiaa on riittävästi saatavilla sekä kotitalouksissa että tulonmuodostuksessa. Sähkön saanti on tärkeää sekä maatalous- palvelu- että teollisuussektoreilla (IEA, 2017a, 29–33). Teollisuus kattaa kuitenkin yli kolmanneksen kokonaisenergiankulutuksesta kehittyvissä maissa. Teollisuus voikin toimia sähkösektoria kehittävänä voimana – sähköinfrastruktuurin kehittäminen on kannattavaa vain riittävän suurilla kulutuksen volyymeilla, joita suuri teollisuusasiakas voi tarjota. (IEA, 2017a, 33–34.) Itse asiassa Kooijman-van Dijk ja Clancy (2010), jotka tarkastelevat maaseutumaisten alueiden sähköistämisen vaikutuksia tulonmuodostukseen Tansaniassa, Vietnamin ja Boliviassa, esittävät, että pienissä maaseudun yrityksissä, joissa yleisin sähkön käyttökohde on valaistus, sähköistymisen aiheuttamat muutokset yrittäjien tuloissa ovat yleisesti ottaen pieniä, ja voitot voivat jopa vähentyä markkinasaturaation takia. Lisäksi Kooijman-van Dijk ja Clancyn (2010, 20) mukaan maatalous jää usein aluetalouden kantavaksi toimialaksi jopa vuosikymmeniä sähköistymisen jälkeen. Vaikka nykyaikaisen energian tarjonnan parantaminen ei yksin riitä tuotannon kasvattamisessa, oikeiden olosuhteiden vallitessa siitä voi kuitenkin olla hyötyä. Esimerkiksi sähköllä tuotettujen tuotteiden markkinoiden ollessa

kehittymättömät paikallisten yrittäjien on kuitenkin vaikeaa laajentaa tuotantoaan niihin. (Kooijman-van Dijk ja Clancy, 2010, 17.)

Seuraavassa luvussa 3.1 tarkastellaan, millainen merkitys energialla on kehitysmaiden taloudessa laajassa mittakaavassa, eli tarkastellaan energian eri muotojen sekä energian tarjonnan häiriöiden ja talouskasvun yhteyttä kehittyvissä maissa. Luvussa 3.2 puolestaan siirrytään mikrotason tarkasteluun yritysten mahdollisuuksista reagoida verkkosähkön saatavuusongelmiin ja sähkön saatavuusongelmien vaikutuksesta tuottavuuteen.

### **3.1 Energia, talouskasvu ja -kehitys kehittyvissä maissa**

Vaikka kehittyvissä maissakin aletaan siirtyä energiaintensiivisten toimialojen painotuksesta esimerkiksi palvelualoille ja energiatehokkuutta parannetaan, energiankulutuksen ja talouskehityksen välillä kehittyvissä maissa on yleensä vuorovaikutussuhde (Ouedraogo, 2013, 28). Lin ja Ayresin (2008) tulosten mukaan maissa, joissa väkilukuun suhteutettu bruttokansantuotteen taso on matala, energiankulutuksen kasvu voi johtaa nopeaan kasvuun suhteessa verrokkimaahan, Yhdysvaltoihin; toisin sanottuna matalan kehitystason maat voivat energian avulla saavuttaa Yhdysvaltoja nopeammin, mutta mitä lähempänä bruttokansantuotteen taso on Yhdysvaltojen tasoa, energian siivittämä kasvu hidastuu suhteessa Yhdysvaltoihin.

Ouedraogo (2013, 39) arvioi tutkimuksessaan 15 kehittyvän maan paneeliaineiston perusteella energian vaikutusta inhimillisen kehityksen indeksiin (Human Development Index, HDI). Ouedraogon (2013, 39) mukaan väkilukuun suhteutetun energiankulutuksen kasvu ja energian hintojen kasvu pienentävät indeksiä, kun taas väkilukuun suhteutetun sähkönkulutuksen kasvu kasvattaa sitä. Näin ollen Ouedraogo (2013, 39) pääättelee, että nykyaikaisten energiapalveluiden, kuten sähkön, saatavuus on tärkeää inhimillisen kehityksen näkökulmasta.

Eggoh ym. (2011) puolestaan tarkastelevat 21 Afrikan maan paneeliaineistoa vuosilta 1970–2006, ja esittävät, että vähentävä energiankulutus vähentää kasvua ja vähentävä talouskasvu puolestaan energiankulutusta sekä mailla, jotka käyttävät tuontienergiaa, että mailla, jotka harjoittavat energian vientiä. Adams, Klobodu ja Opoku (2016) ja Kumar ja Kumar (2013) selvittävät energiankulutuksen ja talouskasvun suhdetta Saharan eteläpuolisessa Afrikassa.

Adams ym. (2016) käyttävät 16 maata käsittävää paneeliaineistoa vuosilta 1971–2013, ja löytävät viitteitä energiankulutuksen ja talouskasvun kaksisuuntaisesta ja positiivisesta vuorovaikutussuhteesta. Lisäksi he löytävät viitteitä siitä, että jos maassa vallitsee demokratia, energiankulutuksen ja talouskasvun vaikutukset toisiinsa ovat heikompia.

Kumarin ja Kumarin (2013, 1187) mukaan pitkällä aikavälillä työntekijää kohti laskettu tuotanto riippuu työvoimaan suhteutetusta energiankulutuksesta Keniassa vuosina 1979–2009 ja Etelä-Afrikassa vuosina 1971–2009. Tulosten mukaan vuorovaikutussuhde on yksisuuntainen molemmissa maissa. Kumarin ja Kumarin (2013, 1187, 1192–1193) mukaan energiankulutuksen lisääntyminen Keniassa yhdellä yksiköllä lisää tuotannon kasvua lyhyellä tähtäimellä 0,50 prosenttia ja pitkällä tähtäimellä 1,71 prosenttia, ja Etelä-Afrikassa vastaavat luvut ovat 0,17 ja 0,34 prosenttia.

Kodongo ja Ojah (2016, 105, 122) selvittävät laajemmin infrastruktuurin ja talouskasvun yhteyttä Saharan eteläpuolisessa Afrikassa. He esittävät 45 Saharan eteläpuolisen Afrikan maan paneeliaineistoon perustuvan tutkimuksensa pohjalta, että panostus infrastruktuuriin ja infrastruktuurin saatavuuteen vaikuttavat positiivisesti talouskasvuun erityisesti vähiten kehittyneissä maissa. Lisäksi he löytävät yhteyden infrastruktuurin saatavuuden ja ulkomaankaupan kilpailukyvyn sekä infrastruktuurin laadun ja maiden välisen pääoman liikkuvuuden kanssa, jotka omalta osaltaan vaikuttavat talouskasvuun (Kodongo ja Ojah, 2016, 122).

Sähkökatkot puolestaan häiritsevät Andersenin ja Dalgaardin (2013, 22) mukaan merkittävästi talouskasvua Afrikassa. Andersen ja Dalgaard (2013, 22) arvioivat, että prosentin kasvu sähkökatkoissa vähentää pitkän aikavälin väkilukuun suhteutettua bruttokansantuotetta lähes kolmella prosentilla. Lisäksi he esittävät, että jos kaikissa Afrikan maissa olisi ollut sama sähköntarjonnan laatu kuin Etelä-Afrikassa, maanosan talouskasvu olisi voinut olla kaksi prosenttiyksikköä suurempaa, ja maiden väliset erot kasvuasteissa olisivat puolestaan voineet olla jopa 20 prosenttia pienempiä.

Tang, Tan ja Ozturk (2016, 1512) tarkastelevat energiankulutuksen ja talouskasvun suhdetta Vietnamissa vuosina 1971–2011, ja esittävät tulostensa perusteella energiankulutuksen kasvun voimistavan talouskasvua. Tutkimuksen mukaan vuorovaikutussuhde on yksisuuntainen, eli talouskasvu ei puolestaan lisää energiankulutusta. Näin ollen Tang ym. (2016, 1512)



päättelevät, että energiankulutusta rajoittavat politiikkatoimet tai muut shokit häiritsivät talouskehitystä Vietnamissa.

Akinlo (2008), joka tarkastelee energiankulutuksen ja talouskasvun suhdetta 11 Saharan eteläpuolisen Afrikan maassa, toteaa, että energiankulutuksen ja talouskasvun vuorovaikutussuhde vaihtelee eri maiden välillä, eikä maakohtaisia tuloksia siis voi yleistää yleiseksi politiikan ohjeeksi.

### **3.2 Verkkosähkön saatavuuden ongelmat kehittyvien maiden yritysten näkökulmasta**

Kehitysmaissa esiintyvien sähkökatkojen ja oman sähköntuotannon kustannusten arviointi on ollut vaikeaa, koska tarvittavaa mikrotaloudellista paneeliaineistoa ei ole ollut aiheesta saatavilla (Steinbuks ja Foster, 2010, 506). Infrastruktuuriin liittyviä ongelmia omaavissa maissa ei nimittäin välttämättä juurikaan kerätä tietoa infrastruktuurista (Allcott ym., 2016, 588).

Analysoinnin haasteena ovat myös endogeenisuusongelmat (esim. Alby ym., 2012, 5; Allcott ym., 2016, 588; Fisher-Vanden ym., 2015, 179). Esimerkiksi sähkön tarjonnan puutteellisuuden ja tuottavuuden yhteyttä tarkasteltaessa voidaan kohdata endogeenisuusongelma useistakin eri syistä. Sähkön alitarjonta voi nimittäin johtua esimerkiksi talouden kehittymisen myötä lisääntyneestä kysynnästä. (Allcott ym., 2016, 605; Grainger ja Zhang, 2016, 6.)

Häiriöt sähkösaannissa aiheuttavat materiaalimenetyksiä ja vaikuttavat tuotannon kustannuksiin ja tuotantoon itseensä (Alby ym., 2012, 2). Koska sähkön varastointi on kallista, yritykset joutuvat sopeutumaan puutteelliseen jakeluun muilla tavoin (Fisher-Vanden ym., 2015, 172). Yksi tällaisista tavoista on esimerkiksi oma sähköntuotanto, jota pidetään yleisesti verkkosähköä huonompana vaihtoehtona (Alby ym., 2012, 2).

Sähkön saannin luotettavuuden ja infrastruktuurin puutteiden vaikutusten tutkimista yritystasolla on lähestytty eri näkökulmista ja eri maita tarkastelemalla. Steinbuks ja Foster (2010) sekä Alby, Dethier ja Straub (2012) tutkivat sitä, mitkä tekijät vaikuttavat yritysten päätöksen hankkia oma generaattori, Steinbuks ja Foster (2010) 25 Afrikan maan osalta, Alby

ym. (2012) 87 kehittyvän maan näkökulmasta. Moyo (2013) ja Grainger ja Zhang (2017) tutkivat sähkön tarjonnan ongelmien vaikutusta yritysten tuottavuuteen. Moyo (2013) tarkastelee aihepiiriä viiden Afrikan maan, Grainger ja Zhang (2017) Pakistanin näkökulmasta. Allcott ym. (2016) puolestaan tutkivat sähkön riittämättömyyden vaikutusta tuottavuuden lisäksi myös tuottajien panosten valintaan sekä voittoihin Intiassa vuosina 1992–2010. Fisher-Vanden ym. (2015) selvittävät, miten yritykset vastaavat sähkön alitarjontaan Kiinassa. Fisher-Vanden ym. (2015) käyttävät analyysissään noin 23 000 energia-intensiivistä yritystä 11 toimialalla käsittävää paneeliaineistoa vuosilta 1999–2004.

### **3.2.1 Yritysten turvautuminen omaan sähköntuotantoon**

IEA (2014, 42) esittää, että esimerkiksi Saharan eteläpuolisessa Afrikassa generaattoritkaan eivät riitä vastaamaan ylikysyntään, koska kaikilla ei ole varaa generaattoriin, ja generaattorin omistavat tahot jättävät käyttämättä sitä välttääkseen sähkön suuremmat kustannukset. Steinbuksin ja Fosterin (2010, 506, 512) mukaan oman sähköntuotannon kustannukset afrikkalaisissa yrityksissä tosiaankin ovat korkeat, jopa kolminkertaiset verrattuna verkkosähkön hintaan, jota yleensä myös tuetaan julkisin varoin. Polttoaineena generaattoreissa käytetään yleensä dieseliä, jonka hinta määrää pääosin myös generaattorin käytön kustannukset. Generaattorien käyttö ei kuitenkaan Steinbuksin ja Fosterin (2010, 506, 512) mukaan vaikuta merkittävästi toimialan keskimääräisiin sähkökustannuksiin, koska niitä ei käytetä jatkuvasti. Allcott ym. (2016, 588) puolestaan esittävät, että Intiassa tehtailla, joilla on käytössään generaattori, sähkökatkokset kasvattavat energian panoskustannuksia vain hieman, mikä sekin korvautuu suureksi osaksi sillä, että verkkosähköstä ei katkoksen aikana makseta.

Steinbuksin ja Fosterin (2010, 506–507) tutkimuksessa käytetty kyselyaineisto kattaa 8 483 yritystä vuosilta 2002–2006. Tutkimuksessa tarkastellaan oman sähköntuotannon kustannusten lisäksi generaattorin hankkimisen todennäköisyyttä sähkön tarjonnan luotettavuuden, yrityksen ominaisuuksien ja muiden kontrollimuuttujien perusteella sekä generaattorin kapasiteetin määräytymistä samojen selittävien muuttujien perusteella.

Steinbuksin ja Fosterin (2010, 506–5011) mukaan päätökseen omasta sähköntuotannosta vaikuttaa moni asia, joista verkkosähkön häiriöt eivät ole tärkein syy. Tutkimuksen mukaan generaattorin omistussuhde voisi pysyä korkeana, vaikka sähköntarjonta olisikin luotettavaa. Enemmän sekä generaattorin omistamisen todennäköisyyteen että generaattorin kapasiteetin

määräytymiseen vaikuttavat esimerkiksi yrityksen toimiala, ikä, vientiorientoituneisuus ja työntekijämäärän perusteella määritetty koko, jonka merkitys korostuu erityisesti: suuret yritykset omistavat generaattorin jopa kaksi kertaa todennäköisemmin kuin pienet yritykset. Steinbuksin ja Fosterin (2010, 507) mukaan sähkön saannin ongelmat häiritsevät eniten pieniä yrityksiä, koska niillä ei ole mahdollisuuksia tuottaa sähköä itse. Yrityksen koon ja sähköntarjonnan luotettavuuden yhteisvaikutus on tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevä vain pienillä yrityksillä.

Steinbuks ja Foster (2010, 512, 509) esittävät, että mahdollisuus korvata verkkosähkö tarvittaessa itse tuotetulla sähköllä tuo mukanaan merkittäviä etuja. Esimerkiksi sähkökatkoista johtuvia häviöitä voi generaattorin omistamisen avulla vähentää yhdellä prosentilla myynneistä. Tutkimuksessa ei siitä huolimatta löydetä merkittävästi positiivista kustannus-hyötysuhdetta generaattorin käytölle missään maassa, millään toimialalla tai yritysten kokoluokassa. Syyksi esitetään, että esimerkiksi sähkökatkoista johtuvaa välineistön rikkoutumista ei tutkimuksessa oteta huomioon, vain suora myynninmenetys. (Steinbuks ja Foster, 2010, 512.)

Steinbuks ja Foster (2010, 512) huomauttavat, että investointi oman generaattorin käytön kautta kalliimpaan sähköön viittaa siihen, että yritykset haluavat maksaa luotettavasta sähkön saannista. Näin ollen heidän mukaansa korkealaatuaiselle sähköntarjonnalle olisi kysyntää, ja yritysten voisi olla järkevää maksaa verkkosähköstä enemmän rahoittaakseen sen kehittämiseen tähtäviä investointeja. He nostavat esiin myös sen, että monen Afrikan maan hallinto käyttää kallista hätäsähköntuotantomuotoa vähentääkseen sähkökatkoja. Tätä hätäsähköä kuitenkin myydään verkkoon teollisuuden käyttöön normaalihinnalla kalliimmista tuotantokustannuksista huolimatta. Tässä on ristiriita, koska yritykset olisivat maksaneet täyden tuotantokustannuksen myös itse tuottamalla sähkönsä omilla generaattoreillaan, jos hätäsähköä ei olisi ajettu verkkoon niiden käyttöön. Näin ollen hätäsähkö tulisi myydä teollisuudelle täydellä kustannuksella. (Steinbuks ja Foster (2010, 512.)

Alby ym. (2012, 3–5) pyrkivät selvittämään, miten sähkön saatavuuden ongelmat vaikuttavat kehittyvien maiden yritysten päätökseen oman generaattorin hankinnasta, miten ongelmien vaikutukset vaihtelevat eri sektoreilla ja eri yrityksissä ja miten häiriöt lopulta vaikuttavat koko teollisuusrakenteeseen maa- ja sektoritasolla. Steinbuksin ja Fosterin (2010) tavoin tutkimuksen pääasiallisena tilastoaineistona käytetään Enterprise Surveys -kannasta löytyvää

aineistoa vuosilta 2002–2006. Alby ym. (2012) kuitenkin ulottavat tarkastelunsa 87 kehittyvään maahan ja yli 46 000 yritykseen, joista kuitenkin kaikista ei ole saatavilla tietoja kaikista mahdollisista muuttujista, mikä pienentää varsinaisissa estimoinneissa käytettävien aineistojen kokoa.

Steinbuks ja Foster (2010, 507) huomauttavat, että usein sähkön ja rahoituksen saatavuus määräytyvät rinnakkain, ja esimerkiksi generaattorin omistaminen saattaa olla ehto lainan saamiselle, millä voi olla entisestään vaikutusta siihen, miten pienet yritykset kokevat sähkön saannin häiriöt verrattuna suuriin yrityksiin. Albyn ym. (2012) tutkimuksessa käytetään moraalikadon huomioivaa investointimallia, joka perustuu siihen, että yritysten on otettava lainaa toteuttaakseen investointiprojektin. Investointiprojektin tuotto puolestaan riippuu mallissa sähkön saannista, joka on komplementaarinen panos lainapääomalle. Lisäksi investointi joko onnistuu tai epäonnistuu, ja epäonnistumisen tapauksessa tuotto on nolla. Lopputulemien todennäköisyys riippuu yrittäjän vaivannäöstä, jonka tasoa lainanantaja ei tiedä. Investoinnin tuotto voi mallissa olla positiivinen vain, jos projektin toteuttaja näkee vaivaa. Yritykset jaetaan mallissa kahteen luokkaan, sähköstä riippuvaisiin ja vähemmän sähköstä riippuvaisiin. Sähkön saannin häiriintyessä sähköstä riippuvaiset yritykset joutuvat joko tuottamaan oman sähkönsä kalliimmalla hinnalla tai käyttämään tuotannossaan tehottomampaa teknologiaa. (Alby ym., 2012, 5–11, 22.) Yritykset, joilla sähköntarjonnan häiriöstä seuraavat häviöt jäävät pieniksi, investoivat omaan generaattoriin vain, jos yritysten koko on tiettyä raja-arvoa suurempi. Tämä raja-arvo on sitä suurempi, mitä parempi on sähkönkäytön tehokkuus. (Alby ym., 2012, 5.)

Tutkimuksessa saadaan tulokseksi, että toimialoilla, joilla toimivat yritykset ovat sähköstä riippuvaisia, generaattorin hankintaan vaikuttaa erityisesti yrityksen pääoma sähkökatkojen määrän sijaan. Sähköstä riippuvaisilla toimialoilla sähkökatkojen suuri määrä myös laskee investointien tuottoa niin merkittävästi, että useimmat pienet yritykset, joilla ei ole alkujaan mahdollisuuksia investoida generaattoriin, eivät saa myöskään lainaa tuotantonsa laajentamiseen. Lopulta sähkökatkojen suuri määrä johtaa tällaisen toimialan rakenteen vääristymiseen, kun vain suuret yritykset säilyvät markkinoilla. (Alby ym., 2012, 2, 22.)

Sen sijaan toimialoilla, joiden yritykset eivät ole niinkään riippuvaisia energiasta, generaattoriin investoimisen todennäköisyys kasvaa sähkökatkojen lisääntyessä. Pienemmätkin yritykset

pääsevät näillä sektoreilla lainamarkkinoille, vaikka niillä ei olisi generaattoria. Näin niiden käyttämä teknologia pysyy lähempänä markkinarintaman teknologiaa. (Alby ym., 2012, 23.)

Suuren koon ja toimialan lisäksi ulkomaalaisomistus, vientiorientoituneisuus ja sijainti pääkaupungissa selittävät generaattorin omistamista. (Alby ym., 2012, 5.) Erilaisesta lähestymistavasta huolimatta Albyn ym. (2012) tulokset ovat siis ainakin sähköintensiivisten toimialojen osalta linjassa Steinbuksin ja Fosterin (2010) tulosten kanssa siltä osin, että myöskään Albyn ym. (2012) mukaan generaattorin omistamisen todennäköisyys ei riipu niinkään sähköntarjonnan luotettavuudesta kuin yrityksen ominaisuuksista.

Alby ym. (2012) nostavat esiin, että poliittisilla toimenpiteillä olisi tärkeää tukea sähköintensiivisillä toimialoilla toimivien yritysten mahdollisuuksia oman generaattorin hankintaan esimerkiksi siihen tarkoitettujen lainojen julkisella takaamisella. Heidän mukaansa verkkosähkön tarjonnan pienimuotoinen parantaminen ei juurikaan auta, ennen kuin lähes täydellinen luotettavuus on saavutettu. Tämä johtuu siitä, että pienet parannukset eivät riitä auttamaan pienten yritysten astumista sähköintensiivisen toimialan markkinoille, eivätkä vaikuta suuriin yrityksiin juuri lainkaan. Kuitenkin toimialoilla, jotka eivät ole niinkään riippuvaisia sähköstä, generaattorin hankinta riippuu enemmän sähkökatkojen määrästä. Tällaisten toimialojen kannalta taas verkkosähkön luotettavuuden parantamisella voisi olla merkittäviä positiivisia vaikutuksia. (Alby ym., 2012, 22.)

Sekä Steinbuks ja Foster (2010, 512) että Alby ym. (2012, 22) nostavat esiin kaksisuuntaisen sähköverkon potentiaalin. Kaksisuuntaisessa sähköjärjestelmässä myös sähkökuluttajat voisivat myydä itse tuottamaansa sähköä verkkoon. Kaksisuuntainen sähköjärjestelmä voisi tulla kyseeseen niissä maissa, joissa suurilla kuluttajilla on paljon sähköntuotantokapasiteettia verrattuna varsinaisiin verkkosähkön tuottajiin. (Steinbuks ja Foster, 2010, 512.) Tällöin pienillä yrityksillä olisi mahdollisuus ostaa niiden tuottamaa sähköä. Tällainen sähköjärjestelmä ei kuitenkaan ole yleinen kehittyvissä maissa, ja vaatisi paljon erilaisia toimenpiteitä. (Alby ym., 2012, 22.)

### **3.2.2 Epäluotettavan sähkön tarjonnan vaikutus yritysten tuottavuuteen ja valintoihin**

Allcottin ym. (2016, 600) tutkimuksen lähtökohta on, että päivittäin voi ajatella olevan kaksi vaihtoehtoista maailmantilaa riippuen siitä, onko sähköä saatavilla. Vaihtoehtojen

todennäköisyydet selviävät vuoden alussa. Panokset puolestaan voidaan jakaa kolmeen tyyppiin: kiinteisiin, vuositasolla joustaviin ja päivittäin joustaviin panoksiin. Pääoma luetaan kiinteäksi panokseksi, työvoima vuositasolla joustavaksi ja materiaalit ja sähkö päivittäin joustaviksi panoksiksi. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että pääoman käytöstä päätetään pisimmällä tähtäimellä, kun taas materiaalien ja sähkön käyttöön voi vaikuttaa hyvinkin lyhyellä tähtäimellä. Kiinteät panokset joudutaan siis valitsemaan ennen kuin maailmantilojen todennäköisyydet ovat tiedossa. Vuositasolla joustavat panokset voidaan valita sähkökatkojen todennäköisyyksien selvittyä, mutta valinnat panosten käytöstä on tehtävä ennen kuin selviää, kumpi maailmantila käytännössä toteutuu kunakin päivänä. (Allcott ym., 2016, 600.)

Lisäksi Allcott ym. (2016, 588–602) jakavat tehtaat kahteen luokkaan, niihin joilla on generaattori ja niihin, joilla ei ole. Sähkökatkot vaikuttavat eri tavoin riippuen siitä, onko tehtailla mahdollisuus tuottaa sähköä itse katkosten aikana. Tehtaet, joilla on generaattori, joutuvat maksamaan sähköstä enemmän katkosten aikana, koska ne joutuvat tuottamaan sen itse korkeammalla hinnalla, kun taas niillä tehtailla, joilla generaattoria ei ole, tuotanto on sähkökatkon aikana nolla.

Generaattorin omistavilla tehtailla oma, kalliimpi sähköntuotanto johtaa Allcottin ym. (2016, 588–602) mallissa siihen, että tehtaet vähentävät sähkön kulutusta, kun sähköä ei ole saatavissa verkosta. Sähkön kulutuksen vähentäminen taas pienentää sekä materiaalipanosten että työvoiman marginaalivoittotuloa, joten myös niiden käyttöä vähennetään. Näin ollen kaikkien joustavien panosten kulutusta vähennetään.

Sen sijaan niillä tehtailla, joilla generaattoria ei ole, olennaisin haitta tuottavuuden kannalta on Allcottin ym. (2016, 588–600) mukaan se, että rakennusten ja koneiden arvo laskee myös silloin, kun tehdas ei katkosten aikana tuota mitään. Sähkökatkot vaikuttavat mallin mukaan siis enemmän tehtaisiin, joissa ei ole generaattoria, ja koska generaattorin kustannuksissa on merkittävät skaalaedut, sähkökatkot vaikuttavat enemmän pieniin tehtaisiin. Allcott ym. (2016, 588–600) esittävät, että voiton menetykset voivat olla keskimäärin jopa kaksin- tai kolminkertaisia pienillä tehtailla verrattuna isoihin tehtaisiin.

Tuottavuuden Allcott ym. (2016, 601–602) määrittävät voiton ja panoskäytön logaritmien erotuksena. Tällä tavoin laskettu tuottavuus vähenee tietyllä, materiaalien ja sähkön käytöstä

riippuvalla määrällä, kun sähköä ei ole saatavilla. Voiton menetys on suurempi kuin tuottavuuden menetys, koska voittoa vähentää myös edellä kuvattu panoskäytön väheneminen.

Allcott ym. (2016, 589) käyttävät estimoinnissa instrumenttimenetelmää, jonka instrumenttimuuttujana käytetään vesivoiman vuosittaista saatavuutta. Näin ollen estimaatit näyttävät lähinnä sähkön puutteen lyhyen tähtäimen vaikutuksia, jolloin esimerkiksi generaattorin omistamisesta tehty päätös on jo tehty ennen tarkastelujaksoa, eikä sitä voi jakson kuluessa enää muuttaa. Kuitenkin tarkastelemalla tehtaan ominaisuuksia ja keskimääräisiä sähkön saatavuuden puutteita kahden vuoden ajalta ennen tehtaan toiminnan aloittamista tutkimuksessa löydetään myös viitteitä siitä, että energiaintensiivisillä aloilla toimivat tehtaat jättävät toimintansa aloittamatta todennäköisemmin silloin, kun sähkön alitarjonta pahenee. Tämän perusteella he päättelivät, että sähkön puutteella voi olla suuria vaikutuksia Intian teollisuusrakenteeseen pidemmällä tähtäimellä.

Allcott ym. (2016, 610) esittävät vertailukohtana myös vastaavat pienimmän neliösumman (OLS) menetelmän kertoimet, jotka eroavat instrumenttimenetelmän estimaateista siten, että erot viittaavat endogeenisuusongelman aiheuttavaan simultaanisuusharhaan ja mittausvirheisiin. Pienimmän neliösumman menetelmällä estimaatit ovat harhaisia alaspäin.

Soveltamalla malliaan intialaisille yrityksille toteutettuun kyselyaineistoon ja käyttäen virallisten arvioiden mukaista sähkön alitarjontaa vuodelle 2005, Allcott ym. (2016, 589) arvioivat, että keskimääräisessä tehtaassa tuottajan ylijäämä laskee verkkosähkön alitarjonnasta johtuen lähes kymmenen prosenttia, voitot yli 5 prosenttia ja tuottavuus 1,5 prosenttia. Allcott ym. (2016, 589) simuloivat myös vaikutuksia, joita voisi olla sovelletuilla sähkösopimuksissa, joissa tehtaot saisivat sähköä alennetulla hinnalla hyväksyessään tiheämmät sähkökatkot. Näin katkokset kohdistuisivat niihin tehtaisiin, jotka pystyvät parhaiten sopeutumaan niihin. Tuloksena he esittävät, että jos tällaisia sähkösopimuksia sovellettaisiin maanlaajuisesti, tuottajan ylijäämän menetykset voisivat vähentyä merkittävästi, joskin tekninen toteutus vaatisi muutoksia esimerkiksi infrastruktuuriin.

Moyo (2013) sekä Grainger ja Zhang (2017) tarkastelevat sähkön saannin häiriöiden vaikutuksia tuottavuuteen. Grainger ja Zhang (2017, 2–5) käyttävät aineistonaan noin 4 500 pakistanilaisen tuotantoyrityksen kyselyaineistoa vuodelta 2011 sekä erillistä raporttia sähkönjakelijoiden suoriutumuksesta. Moyo (2013, 1066–1068) puolestaan käyttää

Maaailmanpankin Investment Climate Surveys -kyselyaineistoja viidestä Afrikan maasta, Etelä-Afrikasta, Sambiasta, Ugandasta, Mauritiuksesta ja Tansaniasta vuosilta 2002–2005, joissa mukana olevien yritysten määrä vaihtelee noin kahdesta sadasta noin kuuteensataan. Tällöin havaintoyksikköjä on yhteensä 1 598.

Graingerin ja Zhangin (2017, 7) estimoinneissa selitettävänä muuttujina eli tuottavuuden kuvaajina ovat yritystason lisäarvo ja tuotannon voitto, kun taas Moyo (2013, 1066) käyttää kaikissa estimoinneissaan selitettävänä muuttujana kokonaistuotannon logaritmia, jonka selittäjiksi hän lisää suoraan myös tuottavuuden tekijät – toisin sanottuna hän jakaa tuottavuustekijän osiinsa, joilla selittää suoraan tuotantoa. Sähkön saannin ongelmia kuvaavina tekijöinä Moyo (2013, 1076) käyttää erillisissä estimoinneissa sähköttömiä tunteja päivässä, sähköttömien päivien määrää kuukaudessa ja prosenttimääräistä, sähkökatkoista johtuvaa tuotannon menetystä vuodessa, ja Grainger ja Zhang (2017, 6–7) käyttävät puolestaan keskimääräistä katkosten määrää vuodessa, katkosten keskimääräistä kestoja minuuotteina ja molempia yhdessä.

Grainger ja Zhang (2017, 7) estimoivat yhtälön 1 mukaisen regression:

$$Y_i = \alpha + \beta \ln(\text{shortage}_i) + \gamma X_i + \delta S_i + \epsilon_i, \quad (1)$$

jossa  $Y_i$  on siis luonnollinen logaritmi yrityksen tuotannon voitoista tai lisäarvosta yritykselle  $i$ , ja  $\text{Shortage}_i$  kuvaa yrityksen  $i$  sähkön tarjonnan häiriöitä.  $X_i$  sisältää yrityksen ominaisuudet ja panoskustannukset, joita ovat esimerkiksi työvoima-, raaka-aine- ja materiaalikustannukset. Tekijään  $S_i$  sisältyvät toimialakohtaiset shokit. Estimoitavat parametrit ovat  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ja  $\delta$ , ja  $\epsilon_i$  on virhetermi. (Grainger ja Zhang, 2017, 7.)

Moyon (2013, 1055–1066) estimointiyhtälö on yhtälön 2 mukainen:

$$y_i = a_0 + a_1 L_i + a_2 M_i + a_3 K_i + \beta_1 \text{PINFRA}_i + \beta_2 X_i + \epsilon_{ii}, \quad (2)$$

jossa  $y_i$  on yrityksen  $i$  tuotannon logaritmi,  $\text{PINFRA}_i$  mittaa sähköinfrastruktuurin laatua eli sähkön saannin häiriöitä,  $L_i$  työvoimaa,  $M_i$  materiaalinkäyttöä,  $K_i$  pääomaa ja  $X_i$  on vektori kontrollimuuttujista eli esimerkiksi yrityksen iästä, ulkomaisesta omistuksesta, maasta ja toimialasta. Virhetermi on  $\epsilon_{ii}$ .



Lisäksi Moyo (2013) tarkastelee, lieventääkö generaattorin omistaminen sähkökatkojen negatiivisia tuottavuusvaikutuksia lisäämällä estimointiin generaattorin omistamista kuvaavan dummy-muuttujan ja sähköinfrastruktuurimuuttujan yhteisvaikutuksen. Graingerin ja Zhangin (2017, 11) käyttämä aineisto ei anna tietoa yritysten omasta sähköntuotannosta, joten tutkimuksessa ei voida tutkia sen vaikutuksia. Tämän tutkijat itse mainitsevat yhdeksi tutkimuksensa puutteeksi.

Sekä Moyo (2013, 1066) että Grainger ja Zhang (2017, 7) nostavat esiin mahdollisuuden, että sähkön tarjonnan häiriöiden vaikutukset voivat vaihdella toimialoittain. Grainger ja Zhang (2017, 7, 11) tutkivat tätä mahdollisuutta tekemällä estimoinnit erikseen eri toimialoille sekä tarkastelemalla toimialasta muodostetun dummy-muuttujan ja sähkökatkosten yhteisvaikutusta. Tarkastelun mukaan sähkökatkosten vaikutukset tuottavuuteen vaihtelevat toimialakohtaisesti siten, että energia-intensiivisimmät yritykset, esimerkiksi metallituotealalla, kärsivät katkoksista eniten.

Myös Moyo (2013, 1066–1068) lähestyy aihetta toteuttamalla erilliset toimialakohtaiset estimoinnit sekä käyttämällä kaikki toimialat sisältävissä estimoinneissa toimialaa kuvaavaa dummy-muuttujaa. Tarkasteltavat toimialat ovat tekstiili- ja vaateteollisuus, kemia- ja lääketieteellisyys sekä ruoka- ja maatalousala. Syyksi kyseisten toimialojen valintaan esitetään ryhmiin kuuluvien havaintoyksiköiden suhteellisen suuri määrä. Sähköttömien tuntien määrällä päivässä on tilastollisesti merkitsevä, negatiivinen vaikutus tuottavuuteen viiden prosentin merkitsevyydellä ruoka- ja maatalousalalla. Sähköttömien tuntien määrän ja generaattorin omistamisen yhteisvaikutuksella puolestaan on vastaavasti merkitsevä, mutta positiivinen vaikutus tekstiili- ja vaateteollisuudessa.

Moyo (2013, 1066–1067) tekee estimoinnit erikseen myös maatasolla, sekä kaikille maille ja sektoreille sisällyttäen toimialojen lisäksi myös maille dummy-muuttujat. Estimoidut kertoimet päivän sähköttömille tunneille ja tuotannon prosentuaaliselle menetykselle ovat negatiivisia ja tilastollisesti merkitseviä, mutta sähköttömien päivien määrälle kuukaudessa estimoitu kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä. Maatasolla puolestaan päivän sähköttömien tuntien kerroin on negatiivinen kaikissa maissa, mutta tilastollisesti merkitsevä vain Ugandassa, Tansaniassa ja Sambiassa.

Graingerin ja Zhangin (2017, 8–10, 23–24) regressioiden selitysaste on korkeampi käytettäessä selitettävänä muuttujana tuotannon voittoja. Sähkökatkojen kestolla on negatiivinen, tilastollisesti merkitsevä vaikutus sekä voittoihin että lisäarvoon kaikissa esitetyissä spesifikaatioissa, kun taas sähkökatkojen yleisyyden kertoimen tilastollinen merkitsevyys ja merkki vaihtelevat eri spesifikaatioissa. Sisällytettäessä molemmat sähkön saannin luotettavuutta mittaavat tekijät estimointiin ja voittojen ollessa selitettävänä, sähkökatkojen yleisyys ei saa tilastollisesti merkitsevää kerrointa, mutta lisäarvojen ollessa selitettävänä kerroin on merkitsevä molemmilla sähkön saannin luotettavuutta mittaavilla selittäjillä. Sähkökatkojen yleisyyden kerroin on positiivinen molemmissa tapauksissa, minkä perusteella Grainger ja Zhang (2017, 9, 11) esittävät, että pidettäessä sähkökatkojen kokonaiskesto vuodessa vakiona, sähkökatkojen yleisyys pienentää sähkökatkojen negatiivista vaikutusta; toisin sanoen yritykset valitsisivat mieluummin usein esiintyvät, lyhyet katkokset, kuin harvoin esiintyvät, mutta pitkäkestoiset.

Graingerin ja Zhangin (2017, 8–10, 11) mukaan sähkökatkojen kestolla on lisäarvoon lähes kaksi kertaa niin suuri vaikutus kuin voittoihin. Tutkimuksessa eron päätellään selittyvän yritysten omalla sähköntuotannolla, jota aineiston puitteissa ei ole mahdollista huomioida.

Grainger ja Zhang (2017, 9) nimittäin esittävät, että generaattorin avulla katkosten vaikutuksia lisäarvoon ei pystytä hillitsemään samalla tavalla kuin suoraan tuotantoon, koska sähköntuotanto omilla generaattoreilla on tehottomampaa ja kalliimpaa kuin verkkosähkön käyttö.

Moyon (2013, 1069) mukaan generaattorin omistamisella voi olla merkitystä sähkökatkosten negatiivisten vaikutusten lieventämisessä, mutta nostaa kuitenkin esiin kysymyksen siitä, johtaako kasvu sähkökatkoissa tuottavuuden laskuun vai generaattoreiden hankintaan. Juuri tätä kysymystä selvittävät Fisher-Vanden ym. (2015, 174), jotka nostavat taustatutkimuksensa perusteella esiin neljä hypoteesia siitä, miten yritykset voivat reagoida sähkön puutoksiin. Ensimmäinen hypoteesi on tuottavuuden lasku, jos yrityksillä ei ole mahdollisuuksia sopeutua toiminnassaan sähkönpuutteeseen, ja toisena vaihtoehtona on yrityksen oma sähköntuotanto, jolloin sähköä substituoidaan muun energianlähteen ja pääoman yhdistelmällä. Lisäksi Fisher-Vanden ym. (2015, 174) esittävät kolmantena vaihtoehtona ulkoistamisen ja neljäntenä investoinnin energiatehokkaampiin teknologioihin. Hypoteesien testaamista varten Fisher-Vanden ym. (2015, 173) estimoivat joustavan kustannusfunktion ja testaavat, muuttuvatko panosten osuudet tai kokonaistuottavuus, jos verkkosähköstä on pulaa.

Fisher-Vandenin ym. (2015) saamat tulokset viittaavat siihen, että sähkön tarjonnan häiriintyessä kiinalaiset yritykset siirtyvät kuluttamaan sähkön ja muiden energiapanosten sijaan materiaalipanoksia, mikä johtaa ulkoistamishypoteesin hyväksymiseen. Käytännössä siis, kun sähköstä on pulaa, yritykset ostavat tuotannon välilliset hyödykkeet muualta sen sijaan, että tekisivät ne itse. Sen sijaan Fisher-Vandenin ym. (2015, 180–183) tutkimuksen mukaan yritykset eivät käytä generaattoreita substituoidakseen sähkön puutetta, koska pääoman käyttö ei kasva, ja itse asiassa muun energian, toisin sanottuna polttoaineen, käyttö näyttää vähenevän, kun sähköstä on pulaa. Koska pääoma ei lisäännä, myöskään hypoteesi energiatehokkaampiin teknologioihin investoimisesta ei näytä tutkimuksen mukaan olevan hyväksyttävissä.

Fisher-Vandenin ym. (2015, 173) tulosten mukaan kaikilla aloilla ulkoistamisen aiheuttama yksikkötuotantokustannusten kasvu oli 13 prosenttia vuosituhannen vaihteessa, kun sähköstä oli pulaa. Tätä lisäkustannusta kuitenkin hyvittivät pieni kokonaispanostuottavuuden kasvu ja säästöt muiden panosten osalta. Fisher-Vandenin ym. (2015, 173) mukaan sähkön korvaaminen materiaalipanoksella olisi siis voinut olla kallista, mutta kiinalaiset yritykset onnistuivat välttämään merkittävät tuottavuuden menetykset säästämällä muualla tuotantoprosessissa.

## **4 EMPIIRISEN ANALYYSIN TAUSTAA, AINEISTO JA MENETELMÄT**

Tämän työn empiirisessä osiossa käsitellään sähkön tarjonnan häiriöiden vaikutusta yritysten tuottavuuteen teollisuusyrityksissä Keniassa ja Vietnamin. Tarkastellessaan sähkönpuutteen vaikutuksia yritysten toimintaan ja menestykseen monet tutkijat, kuten Allcott ym. (2016) ja Grainger ja Zhang (2017) ovat käyttäneet analyyseissään yhdistelmiä erilaisista aineistoista, esimerkiksi kyselyaineiston ja sähkösektoria koskevan aineiston yhdistelmiä. Tämän työn empiirinen tarkastelu tehdään kuitenkin Moyon (2013) tapaan yksinomaan yritystason kyselyaineiston perusteella. Tässä käytetään Vietnamin vuosina 2009 ja 2015 kerättyä ja Kenian vuosina 2007 ja 2013 kerättyä Maailmanpankin Enterprise Surveys -kyselyaineistoa, jotka ovat tällä hetkellä uusimmat kaksi perättäistä kyseisille maille saatavilla olevaa aineistoa. Varsinaiset mallin estimoinnit tehdään maakohtaisesti molemmilla Vietnamin aineistoilla ja Kenian uudemmalla aineistolla sekä Kenian aineistolla yhdistettynä molempiin Vietnamin aineistoihin. Luvun 4.1 taulukot 2–8 on laadittu aggregoidun Enterprise Surveys -aineiston perusteella (Enterprise Surveys (b)<sup>1</sup>).

Tässä luvussa esitellään tarkastelun kohteena olevia maita ja aineistoa sekä tutkimusmenetelmiä. Osiossa 4.1 tarkastellaan maiden taustaa sekä yleisesti että sähkösektorin näkökulmasta ja esitetään perusteita maiden valinnalle, osiossa 4.2 esitellään tarkemmin varsinaisissa estimoinneissa käytettävää aineistoa ja valittuja muuttujia ja luvussa 4.3 esitellään käytetyt tutkimusmenetelmät sekä perusteita menetelmien valinnalle vaihtoehtojen joukosta.

### **4.1 Taustaa tarkastelun kohteena olevista maista**

#### **4.1.1 Talous ja väestö**

Tarkastelun lähtökohtana oli valita kaksi kehittyvää maata, joista toinen edustaa Aasian nopeasti kehittyvää maata ja toinen Saharan eteläpuolisen Afrikan hitaammin kehittyvää maata,

---

<sup>1</sup> Yritystason aineiston lisäksi Enterprise Surveys tarjoaa myös aggregoitua aineistoa. Tämä aineisto on ladattu erikseen taulukkomuodossa, ja siitä on muodostettu taulukot 2–8.

jotta voitaisiin tarkastella, millainen rooli sähkön saatavuuden ongelmilla on yritysten menestyksessä erilaisissa kehittyvissä maissa. Tavoitteena oli myös valita kaksi maata, joiden osalta kyselyaineisto oli saatavilla sellaisilta vuosilta, joiden osalta elintasot maissa vastasivat toisiaan, jotta makrotaloudelliset olosuhteet eivät liikaa vääristäisi tuloksia.

Taulukosta 1 voi nähdä, että vuonna 2009 Vietnamin väkilukuun suhteutettu bruttokansantuote oli 1 211 dollaria nykykurssin mukaan muunnettuna ja Kenian vuonna 2013 vastaavasti 1 229 dollaria. Tällöin Vietnamin vuoden 2009 ja Kenian 2013 väkilukuun suhteutetun bruttokansantuotteen mukaiset elintasot muunnettuna dollareiksi olivat vielä molemmat 1 200 dollarin luokkaa. Vuonna 2015 Vietnamin väkilukuun suhteutettu bruttokansantuote oli jo 2 065 dollaria. Taulukosta 1 voi huomata, että Kenian elintaso on jäänyt jälkeen Vietnamin kehityksestä. Kenian aineisto vuodelta 2013 toimii siis tietynlaisena vertailukohtana Vietnamin aineistoille vuosilta 2009 ja 2015, joista toinen edustaa Vietnamia matalamman elintason aikaan ja toinen nousseen elintason aikaan. Näin ollen on mahdollista tarkastella, pätevätkö estimointien tulokset myös erilaisten makrotaloudellisten olosuhteiden vallitessa.

### Taulukko 1

Vietnamin ja Kenian yleisiä olosuhteita (The World Bank, 2018a, kirjoittajan kokoama)

		2007	2009	2013	2015
Vietnam	Väestö, miljoonaa	86	88	91	94
	Väestönkasvu (% vuodessa)	0,9	1,0	1,1	1,1
	BKT per capita (US\$, nykykurssi)	901	1 211	1 871	2 065
	BKT:n kasvu (% vuodessa)	7,1	5,4	5,4	6,7
	BKT (miljardia US\$, nykykurssi)	77	106	171	193
Kenia	Väestö, miljoonaa	38	40	45	47
	Väestönkasvu (% vuodessa)	2,8	2,7	2,7	2,6
	BKT per capita (US\$, nykykurssi)	839	920	1 229	1 350
	BKT:n kasvu (% vuodessa)	6,9	3,3	5,9	5,7
	BKT (miljardia US\$, nykykurssi)	32	37	55	64

Taulukossa 1 on esitetty myös muutamia muita yleisluontoisia tietoja tarkasteltavista maista, ja havaittavissa on esimerkiksi, että Vietnamin väkiluku on kaikkina tarkasteluvuosina noin kaksinkertainen Keniaan verrattuna, mutta Kenian vuosittainen väestön kasvuaste on kaikkina tarkasteluvuosina puolestaan yli kaksinkertainen Vietnamiin verrattuna. Bruttokansantuotteen kasvuaste puolestaan laskee Keniassa vuonna 2009 3,3 prosentin tasolle, kun se muuten on pysytellyt lähempänä kuutta prosenttia vuosi vuodelta. Vietnamin yhtä suurta kasvun hidastumista ei ole tarkasteluvuosina ollut. Taulukossa 1 on myös esitetty vuosittaiset bruttokansantuotteet muunnettuna dollareiksi nykykurssin mukaisesti, ja selvää on, että Vietnam on taloutena suurempi kuin Kenia.

## Taulukko 2

Yritysten suoriutuminen tuotanto ja palvelusektoreilla (Enterprise Surveys (b), kirjoittajan kokoama)

	Reaalinen vuosimyynnin kasvu (%)	Vuosittainen työllisyyden kasvu (%)	Vuosittainen työn tuottavuuden kasvu (%)
Kaikki maat	1,6	5,1	-2,8
Itä-Aasia ja Tyynenmeren alue	-0,9	4,6	-4,9
Saharan eteläpuolinen Afrikka	2,2	7,1	-3,8
Kenia			
2007	8,1	10,5	-1,7
2013	-21,5	2,3	-23,1
Vietnam			
2009	6,7	7,5	2,6
2015	-0,8	5,6	-5,8

Taulukossa 2 puolestaan on esitetty Kenian ja Vietnamin yritysten suoriutumisesta kertovia lukuja saatavissa olevan aineiston mukaisilta vuosilta sekä vertailukohtana koko maailman ja kumpaakin maata vastaavien maantieteellisten alueiden lukuja vuodelta 2015. Taulukosta 2 voi huomata, että esimerkiksi reaalisesta vuosimyynnin kasvu on kääntynyt negatiiviseksi sekä Vietnamin että Keniassa jälkimmäisenä tarkasteluvuonna. Vietnamin lasku on samaa luokkaa kuin muun Itä-Aasian ja Tyynenmeren alueella vuonna 2015, Keniassa puolestaan

lasku vuonna 2013 oli yli 20 prosenttia, kun vuonna 2015 reaalin vuosimyynni kasvoi Saharan eteläpuolisessa Afrikassa keskimäärin. Näin suuret erot saavat yleensä epäilemään myös mittausvirheitä, joiden mahdollisuuden kyselyaineistoissa esimerkiksi Alby ym. (2012, 21) nostaa esiin.

### Taulukko 3

Yritysten suoriutuminen teollisuussektorilla Keniassa ja Vietnamissa (Enterprise Surveys (b), kirjoittajan kokoama)

		Reaalinen vuosimyynnin kasvu (%)	Vuosittainen työvoiman kasvu (%)	Vuosittainen työn tuottavuuden kasvu (%)
Kenia	2007	3,6	8,0	-4,1
	2013	-17,7	2,6	-19,7
Vietnam	2009	4,8	7,6	-4,3
	2015	2,7	5,3	-0,7

Taulukosta 2 voi myös huomata, että työn tuottavuuden kasvu on Keniassa ollut laskussa molempina vuosina, joilta aineistoa on saatavilla, kun taas Vietnamissa 2009 työn tuottavuus on ollut kasvussa, mutta vuonna 2015 kääntynyt laskuun. Keniassa työn tuottavuuden lasku on voimistunut tarkasteluvuosien välillä yli 20 prosenttiyksikköä. Keniassa työn tuottavuuden voi myös sanoa laskeneen huomattavasti enemmän kuin Saharan eteläpuolisessa Afrikassa keskimäärin. Taulukosta käy kuitenkin myös ilmi, että työn tuottavuuden lasku on ollut laskusuuntaista myös globaalisti. Työvoima on kasvanut molemmissa maissa molempina tarkasteluvuosina, mutta kasvu on molemmissa maissa pienempää jälkimmäisenä tarkasteluvuotena.

Taulukossa 3 on esitetty samat muuttujat kuin taulukossa 1, mutta tuotantoyhtiöiden tasolla. Käytännössä aineistosta on rajattu pois palvelusektori, koska maataloussektoriin kyselyaineisto ei ulotu (The World Bank, 2018c). Taulukoita 2 ja 3 vertaamalla voidaan huomata, että yritysten suoriutumisessa teollisuusyrityksissä on joitain eroja verrattuna palvelu- ja tuotantosektoreiden keskiarvoihin: esimerkiksi vuonna 2013 reaalin vuosimyynnin lasku oli Keniassa pienempi kuin tuotanto- ja palvelusektoreiden yhteinen keskiarvo, ja Vietnamissa sekä vuonna 2009 reaalin vuosimyynnin kasvu teollisuusyrityksissä oli pienempää kuin yhteenlaskettujen palvelu- ja tuotantosektoreiden keskiarvo. Lisäksi reaalin vuosimyynni kasvoi

teollisuusyrityksissä Vietnamissa vuonna 2015, kun se laski palvelu- ja tuotantosektoreilla keskimäärin.

Tiivistettynä voidaan todeta, että vaikka tavoitteena oli valita kaksi maata, jotka olisivat tarkasteluvuosina olleet elintasoltaan mahdollisimman samalla tasolla, maissa ja maiden kehityksessä on paljon eroja muiden yleisten mittareiden tasolla niin makrotaloudellisesti kuin yritystenkin tasolla. Kuten Moyo (2013, 1066) toteaa, maan yleiset olosuhteet saattavat vaikuttaa yritysten tuottavuuteen, mikä on huomioitava estimoinneissa.

#### **4.1.2 Sähkösektori**

Taulukossa 4 on esitelty Vietnamin ja Kenian sähköntuotantoa ja -kulutusta vuosilta 2007–2015. Taulukosta 4 voi huomata, että väkilukuun suhteutettu sähkönkulutus on Vietnamissa ollut koko tarkastelujakson ajan moninkertainen Keniaan verrattuna. Molemmissa maissa teollisuuden sähkönkulutus on jokaisena tarkasteluvuotena ollut kotitalouksien sähkönkulutusta suurempaa. Lisäksi molemmissa maissa sekä sähkön kokonaiskulutus että väkilukuun suhteutettu sähkönkulutus ovat vuosi vuodelta kasvaneet.

Taulukosta 4 voi havaita, että tuonti ja vienti ovat vain murto-osa sähköntuotannosta sekä Keniassa että Vietnamissa, eli kulutettu sähkö on suurimmaksi osaksi itse tuotettua. Vietnamissa on paljon ylipäättään energialähteenä hyödynnettäviä luonnonvaroja ja mahdollisuuksia myös uusiutuvan energian tuottamiselle, ja se onkin ollut hyvin omavarainen energian suhteen (Luong, 2015, 624–625). Myös Saharan eteläpuolisessa Afrikassa on kaikkiaan paljon luonnonvaroja (IEA, 2017a, 81).

Vuonna 2013 Keniassa sähköstä suurin tuotantomuoto oli vesivoima, mutta suuri osa sähköstä tuotettiin myös öljystä ja geotermisestä energiasta (OECD/IEA, 2018b). Vuonna 2015 kuitenkin suurimmaksi tuotantomuodoksi nousi geoterminen energia, ja öljyn merkitys pieneni (OECD/IEA, 2018a). Vietnamissa suurimmat sähköntuotannon energialähteet vuosina 2015 ja 2009 olivat vesivoima, maakaasu ja hiili (OECD/IEA, 2018e).



#### Taulukko 4

Vietnamin ja Kenian sähkönkulutus, tuonti ja vienti (Lähteenä kirjoittajan laskelmat OECD/IEA:n (2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2018e, 2018f, 2018g, 2018h) ja The World Bankin (2018a) perusteella)

	Sähkön- kulutus/ Gwh	Sähkön- kulutus per capita /kWh**	Teollisuuden sähkön- kulutus/ Gwh	Kotitalouksien sähkön- kulutus/ Gwh	Sähkön vienti/ Gwh	Sähkön tuonti/ Gwh	Sähkön- tuotanto/ Gwh	Häviöt/ % tuotannosta*
<b>Vietnam</b>								
2015	143 494	1 534	77 077	50 384	- 811	2 393	153 283	9,23 %
2013	116 160	1 270	61 581	42 019	- 1 337	3 663	125 054	9,20 %
2009	76 913	878	39 919	29 173	- 373	4 102	83 175	10 %
2007	61 339	714	32 112	23 480	0	2 630	67 008	11 %
<b>Kenia</b>								
2015	7 926	168	4 229	2 544	- 45	67	9 651	20 %
2013	7 307	163	3 941	2 257	- 39	87	8 876	18 %
2009	5 667	141	3 275	1 569	- 27	38	6 775	16 %
2007	5 348	140	3 226	1 495	26 -	46	6 479	16 %

\*Laskettu jakamalla IEA/OECD:n (2018a-2018h) esittämät häviöt sähköntuotannolla

\*\*Laskettu jakamalla IEA/OECD:n (2018a-2018h) esittämä sähkönkulutus The World Bankin (2018a) mukaisella väestömäärällä

Silmiinpistävää taulukossa 4 ovat häviöt, joiden osuus tuotannosta on Keniassa suurempi kuin Vietnamissa ja kasvanut tarkasteluajanjakson kuluessa. IEA:n (2014, 41) mukaan häviöt ovat keskiarvoisesti olleet 18 prosentin luokkaa Saharan eteläpuolisessa Afrikassa yleensä, jos merkittävästi pienempien häviöiden Etelä-Afrikka luetaan pois. Luku on yli kaksinkertainen maailman keskiarvoon nähden, ja yli kaksinkertainen myös monien Aasian kehittyvien maiden häviöihin verrattuna. Suurimmaksi syyksi alueen häviöiden korkealle asteelle on esitetty huonoa kunnossapidon tasoa. Suuret häviöt vähentävät entisestään epäluotettavaa sähköntarjontaa ja nostavat toimitetun sähkön yksikkökustannuksia. (IEA 2014, 41.) Atemsin ja Hotalingin (2018, 117) tulosten mukaan sähköntuotannon häviöt myös vähentävät talouskasvua, ja he esittävätkin, että häviöitä tulisi aktiivisesti pyrkiä pienentämään esimerkiksi sähköinfrastruktuurin kehittämällä tai hajautetun sähköntuotannon hyödyntämisellä, koska kun sähköä kuljetetaan pitkiä matkoja, häviöitä syntyy. Sähköjärjestelmässä häviöitä syntyy aina, mutta mitä suurempia määriä ja pidempiä matkoja sähköä on kuljetettava, korkeampia jännitteitä käyttämällä häviöt saadaan pienemmiksi (Biggar ja Hesamzadeh, 2014, 70).

OECD:n (2013, 17) raportin mukaan Vietnamin valtio-omisteisella sähköyhtiöllä on ollut 80 prosentin markkinaosuus. Keniassa puolestaan sähkön siirto, jakelu ja jälleenmyynti ovat olleet yhden sääntelyn alla toimivan monopoliyhtiön hallussa, josta vuonna 1998 erotettu yhtiö vastaa suurimmasta osasta maan sähköntuotannosta (Lee, 2016, 27). Sähkömarkkinat eivät siis ole kummassakaan maassa olleet erityisen kilpaillut.

#### **4.1.3 Verkkosähkön tarjonnan kehitys Keniassa ja Vietnamissa**

Taulukossa 5 kuvataan Kenian ja Vietnamin sähkön saannin luotettavuuden kehitystä eri indikaattoreilla tuotanto- ja palvelusektoreilla. Koko Aasiassa sähkön saatavuusaste vuonna 2017 oli 89 prosenttia. Vietnamissa IEA:n (2017a, 116) mukaan sähkön saatavuusaste oli vuonna 2016 98 prosenttia, kun vuonna 2010 se oli 97 prosenttia. Taulukosta 5 voi kuitenkin huomata, että kuluvalle vuosikymmenelle siirryttäessä ero yritysten kokemassa sähkökatkojen määrässä Vietnamissa on sähkön saatavuusasteen muutoksiin verrattuna suuri: vuonna 2009 sähkökatkoja koki noin puolet yrityksistä, vuonna 2015 vain hieman yli neljännes.

Vietnamissa sähköinfrastruktuurin laatu onkin parantunut tarkasteluvuosien kuluessa kaikilla taulukossa 5 esitetyillä muuttujilla mitattuna. Sähkökatkoja kokeneiden yritysten osuus on vähentynyt lähes 20 prosenttiyksikköä ja sähkökatkojen määrä tyypillisessä kuukaudessa on

pudonnut jopa 80 prosenttia. Generaattorilla tuotetun sähkön osuus kaikesta sähköstä on pienentynyt suhteellisesti enemmän kuin generaattorin omistavien tai jakavien yritysten osuus.

Vietnamissa sähkökatkojen keston muutos on kuitenkin muihin indikaattoreihin verrattuna pieni, se ei ole laskenut kymmentäkään prosenttia. Verrattuna muuhun Itä-Aasian ja Tyynenmeren alueeseen vuonna 2015, Vietnamissa vain sähkökatkojen kesto on taulukossa 5 esitetyistä muuttujista korkeampi. Sähkökatkojen kesto on huomattavasti suurempi molempina tarkasteluvuosina verrattuna Keniaan, muuhun Itä-Aasian ja Tyynenmeren alueeseen, koko maailmaan ja Saharan eteläpuoliseen Afrikkaan. Sähköä suurena esteenä pitävien yritysten määrä on kuitenkin lähes puolittunut vuosien 2009 ja 2015 välillä.

Koko Saharan eteläpuolisen Afrikan sähkön saatavuusaste puolestaan oli vuonna 2017 43 prosenttia (IEA, 2017a, 39). Saharan eteläpuolisessa Afrikassakin maiden välillä on suuria eroja, ja sähkön saatavuusasteet vaihtelevatkin alle 25 prosentista yli 80 prosenttiin. Huomioitavaa kuitenkin on, että suurin osa sähköttömistä asuu maaseudulla, joissa sähkön saatavuusaste on alle 25, kun kaupungeissa päästään yli 70 prosentin. (IEA, 2017a, 80–81.) Bazilian ym. (2012) arvioivat sähkön tuotantokapasiteetin nousevan Saharan eteläpuolisessa Afrikassa noin kolminkertaiseksi vuoteen 2030 mennessä, kun täyden saatavuusasteen saavuttaminen vaatisi vähintään kymmenkertaistamista. Syy Afrikan sähkön tarjonnan puutteellisuudelle ei ole energialähteiden niukkuus vaan infrastruktuurin, rahoitusjärjestelmien ja säännösten puute (Moyo, 2013, 1063.) Energiapotentiaalia Afrikasta nimittäin löytyy, koska sieltä löytyy suuret varannot niin uusiutuvia kuin uusiutumattomiakin energialähteitä (Moyo, 2013, 1063; Kumar ja Kumar, 2013, 1187).

Itä-Afrikassa on kuitenkin tapahtunut suurta edistystä sähkön saatavuuden suhteen viime aikoina. Vuodesta 2000 sähkön saatavuusaste on parantunut jopa 30 prosenttiyksikköä. Yksi syy edistykseen on esimerkiksi vakaampi investointiympäristö. Suuria edistysaskelia ovat ottaneet erityisesti Etiopia sekä Kenia. (IEA, 2017a, 80–81.) Keniassa maaseudun sähköistämisestä tuli tärkeää 70-luvulla, ja viime vuosina Kenian kansallinen sähköverkko on laajentunut merkittävästi (Lee ym., 2015, 27). Lee ym. (2015, 29) esittävät, että Keniassa sähköistymisasteet näyttäisivät kuitenkin olevan maaseudulla matalia vielä vuosia verkkosähköön tehtyjen investointien jälkeen, vaikka investoinnit olisivat olleet huomattavia.

Vaikka Keniassa sähkön saatavuusaste on noussut 20 prosentista 65 prosenttiin vuodesta 2012 vuoteen 2016 (IEA, 2017a, 82), monen taulukossa 5 esitetyn indikaattorin mukaan sähkön saannin luotettavuus on yritysten näkökulmasta jopa heikentynyt vielä vuosien 2007 ja 2013 välillä. Sähkökatkoja kokeneiden yritysten osuus, sähkökatkojen määrä ja kesto sekä sähkökatkoista johtuvat keskimääräiset myynninmenetykset ovat kaikki lisääntyneet enemmän tai vähemmän.

Mielenkiintoista onkin, että taulukon 5 mukaan sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus kaikista yrityksistä Keniassa on kuitenkin laskenut. Myös generaattorin omistavien tai jakavien yritysten osuus ja generaattoreilla tuotetun sähkön osuus ovat pienentyneet. Kehityssuunta on intuition vastainen, koska ennakoajatus voisi olla, että sähkökatkojen lisääntyessä sähkön saantia pidettäisiin ongelmana, johon pitäisi sopeutua sähkön omalla tuotannolla. Edellisessä luvussa kuvattu Fisher-Vandenin (2015) esittelemä ulkoistaminen voisi olla syynä siihen, että sähkökatkoihin ei tarvitse sopeutua omalla tuotannolla tai siihen, että sitä ei pidetä esteenä. Voisi myös olla, että vähemmän sähköriippuvaiset toimialat ovat kasvaneet. Tässä työssä ei paneuduta näihin kysymyksiin, mutta taulukon 5 perusteella näyttäisi siltä, että voisi olla kiinnostavaa toteuttaa Kenian osalta analyysi myös esimerkiksi Fisher-Vandenin ym. (2015) lähestymistavalla.

Taulukosta 5 voi myös huomata, että verrattuna koko Saharan eteläpuolisen Afrikan keskiarvoihin vuodelta 2015, Keniassa vuonna 2013 sähkökatkojen määrä ja kesto ovat pienempiä, mutta sähkökatkoja kokeneiden yritysten osuus on suurempi. Sähkökatkoja suurena esteenä pitävien yritysten osuus on Keniassa vuonna 2013 kuitenkin lähes 20 prosenttiyksikköä pienempi kuin Saharan eteläpuolisessa Afrikassa keskimäärin vuonna 2015.

Taulukossa 6 on esitetty sähköinfrastruktuurin laatua mittaavia tekijöitä teollisuusyritysten näkökulmasta Vietnamin ja Keniassa. Verrattaessa taulukoita 5 ja 6 voidaan havaita, että Keniassa yksi suurimmista eroista palvelu- ja teollisuusyrityksien keskiarvojen ja teollisuuden keskiarvojen välillä on sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus kaikista yrityksistä, joka on yli 10 prosenttiyksikköä suurempi teollisuusyrityksissä vuonna 2013. Keniassa vuonna 2013 sähkökatkoja koki kuitenkin pienempi osuus yrityksistä kuin tuotanto- ja palvelusektoreilla keskimäärin. Vietnamin vuosina 2009 ja 2015 puolestaan lähes kaikki indikaattorit viittaavat sähkön saatavuuden suurempiin häiriöihin teollisuusyrityksissä kuin tuotanto- ja palvelusektoreilla keskimäärin.

Taulukossa 7 esitetään infrastruktuurin laatua kuvaavia tekijöitä yritysten koon mukaan jaoteltuna Keniassa ja taulukossa 8 Vietnamin. Taulukon 7 mukaan Keniassa erityisesti suurten yritysten sähkökatkoista johtuvat keskimääräiset myynnin menetykset ovat kasvaneet. Sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus kaikista yrityksistä on kuitenkin pienentynyt kaikissa kokoluokissa, vaikka esimerkiksi sähkökatkoja kokeneiden yritysten osuus on noussut. Suurempi osuus suurista yrityksistä Keniassa kuitenkin näyttää pitävän sähkön saannin häiriöitä suurena ongelmana kuin pienistä tai keskisuurista sekä vuonna 2007 että vuonna 2013.

Taulukon 7 mukaan vuonna 2013 suurista yrityksistä Keniassa yli 90 prosenttia omistaa generaattorin, ja pienimmäksi generaattorin omistavien yritysten osuus jää pienten yritysten kokoluokassa, mikä vastaa Allcottin ym. (2016, 588–600) esittämää argumenttia generaattorien skaalaeduista. Generaattorilla tuotetun sähkön osuudessa kaikesta sähköstä ei kuitenkaan näytä olevan yhtä suuria eroja erikokoisten yritysten välillä, ja itse asiassa vuosina 2007 ja 2013 pienten yritysten käyttämästä sähköstä suurempi osa tuotettiin itse kuin suurten yritysten käyttämästä.

Taulukon 8 mukaan Vietnamin vuosittaiset myynninmenetykset näyttävät vähentyneen erityisen paljon pienissä yrityksissä. Suhteellisen suuri muutos on tapahtunut myös itse tuotetun sähkön osuudessa kaiken kokoisissa yrityksissä. Molemmissa maissa kaikkina tarkasteluvuosina sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus on suurimmillaan suurten yritysten luokassa.

## Taulukko 5

Sähkön saannin luotettavuuden kehitys yritysten näkökulmasta tuotanto- ja palvelusektoreilla Keniassa ja Vietnamin (Enterprise Surveys (b) ja kirjoittajan laskelmat aineiston perusteella)

	Sähkökatkoja kokoneiden yritysten osuus kaikista yrityksistä (%)	Sähkökatkojen määrä tyypillisessä kuukaudessa	Jos sähkökatkoja esiintyi, niiden keskimääräinen kesto tyypillisenä kuukautena (h)	Jos sähkökatkoja esiintyi, niistä johtuvat keskimääräiset myynninmenetykset (% vuosimyyneistä)	Generaattorin omistavien tai jakavien yritysten osuus kaikista (%)	Jos generaattoria käytettiin, sillä tuotetun sähkön osuus kaikesta (%)	Sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus kaikista yrityksistä (%)
Kaikki maat	59,0	6,3	4,5	4,6	34,1	20,9	31,2
Itä-aasia ja Tyynenmeren alue	45,9	4,9	4,3	3,2	32,5	25,8	15,5
SSA	78,9	8,6	5,7	8,3	52,8	28,5	40,0
Kenia							
2007	84,2	5,8	4,4	6,4	65,7	14,7	27,6
2013	89,4	6,3	5,6	7,0	57,4	14,0	22,2
<i>Muutos (%)</i>	6,2 %	8,6 %	27,3 %	9,4 %	-12,6 %	-4,8 %	-19,6 %
Vietnam							
2009	49,5	1,0	8,2	3,6	34,8	10,1	6,6
2015	26,3	0,2	7,5	2,2	25,2	1,6	3,7
<i>Muutos (%)</i>	-46,9 %	-80,0 %	-8,5 %	-38,9 %	-27,6 %	-84,2 %	-43,9 %

## Taulukko 6

Sähkön saannin luotettavuuden kehitys yritysten näkökulmasta teollisuussektorilla Keniassa ja Vietnamissa (Enterprise Surveys (b) ja kirjoittajan laskelmat aineiston perusteella)

	Sähkökatkoja kokoneiden yritysten osuus kaikista yrityksistä (%)	Sähkökatkojen määrä tyypillisessä kuukaudessa	Jos sähkökatkoja esiintyi, niiden keskimääräinen kesto tyypillisenä kuukautena (h)	Jos sähkökatkoja esiintyi, niistä johtuvat keskimääräiset myynninmenetykset (% vuosimyyneistä)	Generaattorin omistavien tai jakavien yritysten osuus kaikista (%)	Jos generaattoria käytettiin, sillä tuotetun sähkön osuus kaikesta (%)	Sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus kaikista yrityksistä (%)
<b>Kenia</b>							
2007	91,5	5,4	5,2	5,4	65,7	14,7	52,6
2013	87,9	5,9	5,8	7,8	57,2	12,6	36,6
<i>Muutos</i>	-4 %	9 %	12 %	44 %	-13 %	-14 %	-30 %
<b>Vietnam</b>							
2009	62,6	1,3	8,7	3,2	36,3	10,1	11,3
2015	34,7	0,4	9,7	2,1	29,3	1,8	7,3
<i>Muutos</i>	-45 %	-69 %	11 %	-34 %	-19 %	-82 %	-35 %

## Taulukko 7

Sähkön saannin luotettavuuden kehitys erikokoisten yritysten näkökulmasta Keniassa (Enterprise Surveys (b), kirjoittajan kokoama)

	Yrityksen koko (työntekijöiden määrä)	Osuus sähkökatkoja kokeneista yrityksistä (%)	Sähkökatkojen määrä tyypillisessä kuukaudessa	Jos sähkökatkoja esiintyi, niiden keskimääräinen kesto tyypillisenä kuukautena (h)	Jos sähkökatkoja esiintyi, niistä johtuvat keskimääräiset myynninmenetykset (% vuosimyyneistä)	Generaattorin omistavien tai jakavien yritysten osuus kaikista (%)	Jos generaattoria käytettiin, sillä tuotetun sähkön osuus kaikesta (%)	Aika, joka kuluu sähköyhteyden perustamiseen päivinä hakemuksesta	Sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus kaikista yrityksistä (%)
<b>Kenia</b>									
<b>2007</b>	Pieni (5-19 työntekijää)	83,4	5,9	4,6	7,6	30,1	16,8	41,3	26,4
	Keskikokoinen (20-99 työntekijää)	84,1	5,6	3,9	4,6	66,4	13,9	40,6	26,7
	Suuri (100 tai enemmän työntekijöitä)	89,6	5,7	5,2	4,0	90,6	14,9	37,3	36,9
<b>Kenia</b>									
<b>2013</b>	Pieni (5-19 työntekijää)	87,6	6,5	5,8	6,9	46,0	14,0	47,0	19,0
	Keskikokoinen (20-99 työntekijää)	92,0	5,8	5,6	6,6	66,2	15,5	42,7	24,2
	Suuri (100 tai enemmän työntekijöitä)	91,8	6,4	4,8	8,8	90,7	11,1	30,0	33,2



## Taulukko 8

Sähkön saannin luotettavuuden kehitys erikokoisten yritysten näkökulmasta Vietnamin (Enterprise Surveys (b), kirjoittajan kokoama)

	Yrityksen koko (työntekijöiden määrä)	Sähkökatkoja kokeneiden yritysten osuus kaikista yrityksistä (%)	Sähkökatkojen määrä tyypillisessä kuukaudessa	Jos sähkökatkoja esiintyi, niiden keskimääräinen kesto tyypillisenä kuukautena (h)	Jos sähkökatkoja esiintyi, niistä johtuvat keskimääräiset myynninmenetykset (% vuosimyyneistä)	Generaattorin omistavien tai jakavien yritysten osuus kaikista (%)	Jos generaattoria käytettiin, sillä tuotetun sähkön osuus kaikesta (%)	Aika, joka kuluu sähköyhteyden perustamiseen päivinä hakemuksesta	Sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus kaikista yrityksistä (%)
<b>Vietnam</b> <b>2009</b>	Pieni (5-19 työntekijää)	45,7	0,8	8,4	6,5	13,4	15,4	15,2	5,5
	Keskikokoinen (20-99 työntekijää)	48,8	1,0	8,5	1,9	31,6	6,9	33,2	7,6
	Suuri (100 tai enemmän työntekijöitä)	60,1	1,3	7,4	2,2	52,2	11,4	34,0	7,5
<b>Vietnam</b> <b>2015</b>	Pieni (5-19 työntekijää)	27,1	0,2	5,9	2,5	16,9	1,3	13,5	3,4
	Keskikokoinen (20-99 työntekijää)	23,4	0,2	10,3	1,7	35,7	1,8	18,8	4,0
	Suuri (100 tai enemmän työntekijöitä)	32,4	0,3	8,5	1,6	37,5	1,6	22,6	4,6

Taulukoissa 7 ja 8 on esitetty myös sähköyhteyden hakemisen ja saamisen välissä olevien päivien määrät Keniassa ja Vietnamissa. Mielenkiintoinen piirre on, että Keniassa suuret yritykset saavat tarkasteluvuosina sähköön käyttöön nopeammin kuin pienet ja keskisuuret, kun taas Vietnamissa molempina tarkasteluvuosina suurten yritysten odotusaika on suurin. Taulukkoja 7 ja 8 vertaamalla voi havaita, että Vietnamissa sähköyhteyden sai molempina tarkasteluvuosina nopeammin kuin Keniassa.

## **4.2 Aineiston kuvaus**

### **4.2.1 Enterprise Surveys -kyselyaineiston ominaisuuksia**

Tämän työn empiirisen osan aineistona käytetään Maailmanpankin keräämää Enterprise Surveys -kyselyaineistoa, jota ovat hyödyntäneet esimerkiksi myös yritysten oman sähköntuotannon syitä tutkineet Steinbuks ja Foster (2010) ja Alby ym. (2012). Enterprise Surveys kohdistuu yksityissektorille, eli täysin valtio-omisteiset yritykset jätetään kyselyn ulkopuolelle. Maataloussektori myös kyselyn ulkopuolella. (The World Bank, 2018c.)

Enterprise Surveys -aineiston keräämisen menetelmänä käytetään ositettua otantaa. Menetelmässä havaintoyksiköt ryhmitellään koon, toimialan ja sijainnin mukaan, ja satunnaisotokset otetaan muodostetuista ryhmistä. Eri ryhmistä valituksi tulemisen todennäköisyyksiä korjataan painokertoimilla. (The World Bank, 2018c.) Painokertoimet ovat saatavissa myös kaikissa tässä työssä käytetyissä aineistoissa, ja niitä käytetään regressioissa ja aineistoa kuvailevassa osiossa.

Steinbuks ja Foster (2010, 506) huomauttavat, että Enterprise Surveys -aineistojen hyvä puoli on se, että niistä käy ilmi kirjanpidollisen tiedon lisäksi myös yritysten johdon näkemys sähköntarjonnan luotettavuudesta. Kyselyaineistoon nojautumisessa on kuitenkin myös heikkoutensa. Kuten Alby ym. (2012, 3, 20) huomauttavat, yleinen ongelma kyselyissä on se, että kaikki yritykset eivät välttämättä vastaa kaikkiin kysymyksiin. Ongelma korostuu pienten yritysten keskuudessa. Syinä vastaamattomuuteen voivat olla esimerkiksi ajan tai tiedon puute. (Alby, 2012, 21.) Esimerkiksi Vietnamin aineistoissa vuosilta 2009 ja 2015 on suhteellisen paljon puuttuvia havaintoja sähköntarjonnan luotettavuutta mittaavien muuttujien osalta, kuten käy ilmi luvusta 4.2.1, mikä voisi mahdollisesti johtua esimerkiksi vastaamattomuusongelmasta.

Kyselyt kohdistetaan yrityksiin, joissa työntekijöitä on viisi tai enemmän (The World Bank, 2018c). Esimerkiksi Albyn ym. (2012, 21) tulosten mukaan sähkökatkot näyttäisivät johtavan siihen, että sähköintensiivisillä aloilla pienten yritysten osuus on pienempi, ja esittävät, että se voisi johtua esimerkiksi yritysten työntekijämäärän vähentämisestä, mikä täten ajaisi ne kyselyn ulkopuolelle työntekijöiden määrän laskiessa alle viiteen. Alby ym. (2012, 21) nostavat esiin myös sen, että kyselyaineistoon kuuluvat vain viralliset yritykset, mikä saattaa olla toinen syy pienten yritysten osuuden pienuudelle.

#### **4.2.2 Muuttujien määrittely**

Rahamääräisten muuttujien arvot on aineistossa mitattu paikallisessa valuutassa, jotka muutetaan dollareiksi käyttämällä kyselyvuosien ostovoimapariteetti-indeksiä, jonka lähde on Maailmanpankki (The World Bank, 2018b). Estimoinneissa selittäjänä käytetyt vuosimyynnit tarkoittavat kaikkien yritysten myymien tuotteiden ja palveluiden rahamääräistä arvoa riippumatta siitä, onko tuotteet tuotettu itse vai jälleenmyyty. Pääoman määrä puolestaan saadaan laskemalla yhteen koneiden ja laitteiden ja maan ja rakennusten nettoarvo kirjanpidossa. Työvoimalla tarkoitetaan kokoaikaisten, vakituisten työntekijöiden määrää. Kuten kerrotaan tarkemmin luvussa 4.3, pääspesifikaatiossa materiaalikustannuksia käytetään erillisinä Moyon (2013) esimerkin mukaisesti. Liitteessä 1 esitettyssä tulostaulukossa selitettävänä on voittoaste, joka on laskettu jakamalla vuosimyynni kokonaiskustannuksilla, jotka on saatu laskemalla yhteen työvoimakustannukset, sähkökustannukset, polttoainekustannukset ja materiaalikustannukset.

Kontrollimuuttajana käytetty ikä lasketaan Moyon (2013) esimerkin mukaisesti vähentämällä kyselyn toteuttamisvuodesta vuosi, jona yritys on aloittanut toimintansa. Generaattorin omistuksesta sekä viennin ja ulkomaisen omistuksen osuudesta muodostetaan dummy-muuttujat, jotka saavat määritelmää vastaavasti arvon 1 jos generaattori omistetaan tai viennin osuus vuosimyynneistä tai ulkomaisen omistuksen osuus kokonaisomistuksesta on suurempi kuin nolla. Viennin osuutena käytetään suoran viennin osuutta myynneistä, eli välillinen vienti ei sisälly muuttujaan.

Sähkön saannin luotettavuutta kuvaamaan käytetään Graingerin ja Zhangin (2017) esimerkin mukaisesti kahta eri muuttujaa, sähkökatkojen määrää ja kestoja. Sähkökatkojen määrällä tarkoitetaan tässä sähkökatkojen määrää tyypillisen kuukauden, eli vuoden kuluessa yleisimmin

esiintyvän kuukauden, mukaista sähkökatkojen määrää. Sähkökatkojen kestolla taas tarkoitetaan vastaavasti tyypillisen kuukauden sähkökatkojen kesto. Huomioitavaa on, että sähkökatkojen keston minimiarvo on aineistossa 1, koska kaikille alle tunnin katkoksille on asetettu arvoksi yksi. Vietnamin vuoden 2015 aineistossa on tarkempaa tietoa myös tuntia lyhyempien sähkökatkojen kestosta, mutta muuttuja muunnettiin tämän työn tarkasteluja varten yhteensopivaksi muiden aineistojen kanssa. Sähkökatkosten pituus muuttujana on myös ehdollinen sille, onko katkoksia esiintynyt. Muuttujat selityksineen on lueteltu taulukossa 9.

## Taulukko 9

Estimointien pääspesifikaatioissa käytettyjen muuttujien kuvaus

<b>Vuosimyynnit</b>	Kaikkien yritysten myymien tuotteiden ja palveluiden rahamääräinen arvo
<b>Pääoma</b>	Koneiden, laitteiden, maan ja rakennusten nettoarvo kirjanpidossa
<b>Työvoima</b>	Kokoaikaisten, vakituisten työntekijöiden määrä
<b>Materiaalikustannukset</b>	Materiaaleihin menneet rahavirrat
<b>Ikä</b>	Yrityksen ikä laskettuna vähentämällä kyselyn toteuttamisvuodesta vuosi, jona yritys on aloittanut toimintansa
<b>Generaattorin omistus</b>	Dummy-muuttuja, joka saa arvon 1, jos generaattori omistetaan tai jaetaan, muuten 0
<b>Vienti</b>	Dummy-muuttuja, joka saa arvon 1, jos suoran viennin osuus kokonaismyynneistä suurempi kuin nolla, muuten 0
<b>Ulkomainen omistus</b>	Dummy-muuttuja, joka saa arvon 1, jos yrityksessä ulkomaista omistusta, muuten 0
<b>Sähkökatkojen määrä</b>	Sähkökatkojen määrä tyypillisen kuukauden aikana
<b>Sähkökatkojen kesto</b>	Tyypillisen kuukauden sähkökatkojen kesto
<b>Vietnam</b>	Maa-dummy, joka saa arvon 1 jos maa on Vietnam, 0 jos maa on Kenia

Huomio: Liitteessä 1 esitetyissä estimoinneissa käytetty muuttujia kokonaiskustannukset ja voittoa

Vastauksiin kuuluu myös vastauksia ”en tiedä” ja vastauksesta kieltäytymistä, jotka kaikki merkittiin tarkasteluja varten puuttuviksi havainnoiksi. Kuten seuraavista luvuista käy ilmi, puuttuvia havaintoja voi sanoa olevan yhteensä paljon tiettyjen muuttujien osalta riippuen

aineistosta. Yhdistetyissä aineistoissa käytetään lisäksi maa-dummy-muuttujaa, joka nimetään Vietnamiksi. Se saa arvon 1, jos yritys sijaitsee Vietnamissa ja arvon 0, jos yritys sijaitsee Keniassa.

#### **4.2.3 Maakohtaiset aineistot: Vietnam 2009, Vietnam 2015 ja Kenia 2013**

Maakohtaiset estimoinnit tehdään kolmella eri aineistolla, joista valittujen muuttujien ominaisuuksia esitellään tässä osiossa. Vietnamin osalta käytetään aineistoa kahdelta eri vuodelta, vuosilta 2009 ja 2015, ja Kenian osalta käytetään aineistoa vuodelta 2013. Vietnamin vuoden 2009 kyselyaineistossa on 1 053 havaintoyksikköä eli yritystä, joista jää jäljelle 790, kun aineisto rajataan teollisuusyrityksiin, ja Vietnamin vuoden 2015 aineistossa on 996 havaintoa, ja rajauksen jälkeen jäljelle jää 694. Kenian vuoden 2013 aineistossa on 781 yritystä, joista teollisuusyrityksiin rajattuun osaan jää 414. Kenian osalta estimoinnit tehdään vain vuodelta 2013, koska vuosien 2007 ja 2013 välillä kysely on sen verran muuttunut, että yhdenmukaistaminen olisi vaikeaa, eikä uudempaa aineistoa ole tällä hetkellä saatavilla. Muutenkin kiinnostuksen alaisena on erityisesti Vietnamissa tapahtunut edistys sähkön saannin luotettavuuden suhteen, joita Kenian osalta ei ole yhtä merkittävästi havaittavissa.

Kuten käy ilmi luvusta 3.2, suurimmassa osassa aikaisempia tutkimuksia (esim. Grainger ja Zhang, 2017; Moyo, 2013) on otettu huomioon toimialan vaikutukset tuottavuudessa, mutta tämän työn aineistossa yksittäisten toimialaluokkien havaintomäärät jäävät niin pieniksi, että tarkastelu tehdään koko teollisuussektorin tasolla. Esimerkiksi Fisher-Vanden ym. (2015, 173) esittävät, että teollisuus saattaa kärsiä sähkön saannin häiriöistä erityisen paljon, koska sähkö on teollisuudessa tärkeä energiamuoto.

Kaikkiaan taulukoista 9, 10 ja 11 voidaan havaita, että vuosimyyntien keskiarvot ovat suuria. Enterprise Surveys painottaa otoksissa erityisesti suuria yrityksiä, koska monissa maissa pienten ja keskisuurten yritysten määrä on suuri, kun taas suurten yritysten työllistämisvaikutus on merkittävä (The World Bank, 2018c).

Kuten taulukosta 10 voi havaita, Kenian vuoden 2013 aineistossa vähiten havaintoja on pääoman ja kustannusten osalta. Vaihteluvälit Kenian vuoden 2013 aineistossa ovat suuria, joskin työntekijöiden maksimimäärä on noin puolet pienempi kuin kummassakaan Vietnamin aineistossa, joiden muuttujia on esitelty taulukoissa 11 ja 12.

## Taulukko 10

Muuttujat Kenian vuoden 2013 aineistossa (kirjoittajan laskelmat Enterprise Surveys -aineiston perusteella)

<b>MUUTTUJAT</b>	(1) N	(2) Keskiarvo	(3) Keskihajonta	(4) MIN.	(5) MAKS.
Vuosimyynti (milj.)	364	35,6	192,0	0,0	3 148
Työntekijöiden määrä	407	102,7	379,3	1,0	8 000
Pääoma (milj.)	223	7,2	31,4	0,0	432,8
Materiaalikustannukset (milj.)	299	4,2	20,6	0,0	445,9
Ikä	399	27,8	18,4	2,0	107
Kokonaiskustannukset (milj.)	272	7,3	39,2	0,0	710,8
Voittoaste	269	0,6	0,4	-2,9	1,0
Sähkökatkojen määrä (kpl/kk)	343	7,7	13,1	0,0	200
Sähkökatkojen kesto (h)	338	5,7	5,7	1,0	48

Kuvailevassa analyysissä käytetty painokertoimia

Vietnamin vuoden 2009 aineiston muuttujia esitellään taulukossa 11, josta on nähtävissä, että vain myyntien, työllisyyden ja iän osalta päästään yli 700 havaintoon, ja erityisesti infrastruktuurin laatua mittaavissa muuttujissa on paljon puuttuvia havaintoja. Vietnamin 2009 aineistossa hajonta on suurta erityisesti myyntien, kustannusten, pääoman ja materiaalikustannusten osalta. Kaikilla edellä mainituilla vaihteluväli on suuri, ja maksimiarvot erittäin suuria. Myös työntekijöiden määrän vaihteluväli on suuri, kun maksimiarvona on 15 000 työntekijää ja minimiarvona kolme.

Taulukossa 12 puolestaan esitetään Vietnamin 2015 osalta tiedot, jotka on esitetty vanhemmalla aineistoilla taulukossa 11. Havaintoja on kaikkiaan vähemmän, ja sähkön saannin luotettavuutta kuvaavien muuttujien osalta edelleen vähiten. Sähkökatkojen keston maksimiarvo on kymmenkertainen verrattuna vuoteen 2009. Verrattaessa taulukoita 10, 11 ja 12 voidaan havaita, että Keniassa vuonna 2013 vuosimyyntien keskiarvo on suurempi kuin Vietnamissa vuonna 2009, mutta vuosimyyntien keskiarvo on suurimmillaan Vietnamissa vuonna 2015.

### Taulukko 11

Muuttujat Vietnamin vuoden 2009 aineistossa (kirjoittajan laskelmat Enterprise Surveys - aineiston perusteella)

<b>MUUTTUJAT</b>	(1) N	(2) Keskiarvo	(3) Keskihajonta	(4) MIN.	(5) MAKS.
Vuosimyynti (milj.)	757	16,0	46,1	0,0	569,4
Työntekijöiden määrä	787	190,6	713,0	3,0	15 000
Kokonaiskustannukset (milj.)	660	11,5	33,6	0,0	312,1
Pääoma (milj.)	612	5,2	14,3	0,0	176,5
Materiaalikustannukset (milj.)	696	8,9	27,2	0,0	294,1
Ikä	788	12,9	11,1	0,0	107
Voittoaste	653	-0,1	7,7	-291,4	1,0
Sähkökatkojen määrä (kpl/kk)	529	2,2	2,1	0,0	15
Sähkökatkojen kesto (h)	439	8,7	5,7	1,0	48

Kuvailevassa analyysissä käytetty painokertoimia

### Taulukko 12

Muuttujat Vietnamin vuoden 2015 aineistossa (kirjoittajan laskelmat Enterprise Surveys - aineiston perusteella)

<b>MUUTTUJAT</b>	(1) N	(2) Keskiarvo	(3) Keskihajonta	(4) MIN.	(5) MAKS.
Vuosimyynti (milj.)	685	22,7	160,2	0,0	3 721
Työntekijöiden määrä	692	200,7	968,0	2,0	17 000
Kokonaiskustannukset (milj.)	446	15,8	93,7	0,0	2 044
Pääoma (milj.)	398	15 190	89 940	0,0	551 500
Materiaalikustannukset (milj.)	552	12,8	77,3	0,0	1 898
Ikä	691	13,5	10,4	1,0	113
Voittoaste	446	0,3	0,30	-1,0	1,0
Sähkökatkojen määrä (Kpl/kk)	227	1,5	2,2	0,0	10
Sähkökatkojen kesto (h)	152	9,6	32,8	1,0	480

Kuvailevassa analyysissä käytetty painokertoimia

Taulukossa 13 on esitetty dummy-muuttujien frekvenssit ja frekvenssien prosenttiosuudet kaikista havainnoista, joiden osalta kyseisestä dummy-muuttujasta löytyy tietoa. Keniassa ei ole puuttuvia muuttujia minkään kolmesta dummy-muuttujan osalta, ja eikä niitä ole paljon myöskään kummassakaan Vietnamin aineistossa. Tämä tarkoittaa sitä, että kyselyssä yritysten johto on tiennyt vastaukset ja suostunut myös vastaamaan kaikkiin kysymyksiin, joista dummy-muuttujat on johdettu.

### Taulukko 13

Dummy-muuttujat maakohtaisissa aineistoissa

	Kenia 2013		Vietnam 2009		Vietnam 2015	
	Frekv.	Osuus (%)	Frekv.	Osuus (%)	Frekv.	Osuus (%)
<b>Ulkomainen omistus</b>						
<b>0</b>	347	84	648	82	609	88
<b>1</b>	67	16	142	18	85	12
<b>Yhteensä</b>	414	100	790	100	694	100
<b>Vienti</b>						
<b>0</b>	263	64	503	64	509	73
<b>1</b>	151	36	287	36	185	27
<b>Yhteensä</b>	414	100	790	100	694	100
<b>Generaattori</b>						
<b>0</b>	156	38	478	62	447	65
<b>1</b>	258	62	296	38	238	35
<b>Yhteensä</b>	414	100	774	100	685	100

\*Frekv. on lyhenne frekvenssistä

Kuvailevassa analyysissä käytetty painokertoimia

Taulukosta 13 voi havaita, että ulkomaista omistusta ei ole suurimmassa osassa yrityksiä missään aineistossa, ja täysin kotimaisomisteiset yritykset ovat kaikissa aineistoissa yli 80 prosentin enemmistössä. Myöskään vientiä ei harjoita enemmistö yrityksistä missään aineistossa. Generaattorin sen sijaan omistaa enemmistö yrityksistä Kenian 2013 aineistossa, kun taas molemmissa Vietnamin aineistoissa tilanne on päinvastainen.

#### 4.2.4 Yhdistetyt aineistot: Kenia 2013 ja Vietnam 2009 sekä Kenia 2013 ja Vietnam 2015

Taulukossa 14 on esitetty Vietnamin vuoden 2009 ja Kenian vuoden 2013 yhdistetystä aineistosta laskettujen muuttujien ominaisuuksia, ja siitä voi huomata, että eniten havaintoja puuttuu pääoman ja sähkön saannin luotettavuutta kuvaavien muuttujien osalta. Vaihteluvälin



voi taulukon 14 perusteella sanoa olevan suuri kaikkien rahamääräisten muuttujien osalta. Myös työvoiman vaihteluväli on suuri: vakituisten, kokopäiväisten työntekijöiden määrä vaihtelee yhdestä 15 tuhanteen. Myös sähkön saannin luotettavuutta kuvaavien muuttujien minimiarvot ovat pieniä ja maksimiarvot suhteellisen suuria.

#### Taulukko 14

Muuttujat Vietnamin 2009 ja Kenian 2013 yhdistetyssä aineistossa (kirjoittajan laskelmat Enterprise Surveys -aineiston perusteella)

<b>MUUTTUMAT</b>	(1) N	(2) Keskiarvo	(3) Keskihajonta	(4) MIN.	(5) MAKS.
Vuosimyynti (milj.)	1 121	25,4	137,5	0,0	3 148
Työntekijöiden määrä	1 194	146,6	572,5	1,0	15 000
Pääoma (milj.)	835	6,1	23,5	0,0	432,8
Materiaalikustannukset (milj.)	995	6,8	24,5	0,0	445,9
Ikä	1 187	20,2	16,8	0,0	107
Kokonaiskustannukset (milj.)	932	9,6	36,4	0,0	710,8
Voittoaste	922	0,2	5,6	-291,4	1,0
Sähkökatkojen määrä (kpl/kk)	872	5,4	10,4	0,0	200
Sähkökatkojen kesto (h)	777	6,9	5,9	1,0	48

Kuvailevassa analyysissä käytetty painokertoimia

Taulukossa 15 on esitetty vastaavat tiedot kuin taulukossa 14, mutta Vietnamin osuus aineistossa on korvattu uudemmalla vuoden 2015 aineistolla. Kuten taulukosta 15 voi havaita, havaintojen määrä on edelleen pienin sähkökatkon saantia mittaavien muuttujien ja pääoman osalta, ja suuren vaihteluvälin omaavien muuttujien vaihteluvälit ovat pääosin taulukossa 14 esitettyjäkin suurempia.

## Taulukko 15

Muuttujat Vietnamin vuoden 2015 ja Kenian vuoden 2013 yhdistetyssä aineistossa (kirjoittajan laskelmat Enterprise Surveys -aineiston perusteella)

<b>MUUTTUJAT</b>	(1) N	(2) Keskiarvo	(3) Keskihajonta	(4) MIN.	(5) MAKS.
Vuosimyynti (milj.)	1 049	28,8	175,9	0,0	3 721
Työntekijöiden määrä	1 099	151,9	737,5	1,0	17 000
Pääoma (milj.)	621	6 670	60 020	0,0	551 500
Materiaalikustannukset (milj.)	851	8,5	56,6	0,0	1 898
Ikä	1 090	20,5	16,5	1,0	113
Kokonaiskustannukset (milj.)	718	11,2	69,3	0,0	2 044
Voittoaste	715	0,4	0,4	-2,9	1,0
Sähkökatkojen määrä (kpl/kk)	570	6,0	11,6	0,0	200
Sähkökatkojen kesto (h)	490	6,6	16,3	1,0	480

Kuvailevassa analyysissä käytetty painokertoimia

## Taulukko 16

Dummy-muuttujat yhdistetyissä aineistoissa

	<b>Vietnam 2009 ja Kenia 2013</b>		<b>Vietnam 2015 ja Kenia 2013</b>	
	Frekvenssi	Osuus (%)	Frekvenssi	Osuus (%)
<b>Ulkomainen omistus</b>				
<b>0</b>	995	83	956	86
<b>1</b>	209	17	152	14
<b>Yhteensä</b>	1 204	100	1 108	100
<b>Vienti</b>				
<b>0</b>	766	64	772	70
<b>1</b>	438	36	336	30
<b>Yhteensä</b>	1 204	100	1 108	100
<b>Generaattori</b>				
<b>0</b>	634	53	603	55
<b>1</b>	554	47	496	45
<b>Yhteensä</b>	1 188	100	1 099	100

Kuvailevassa analyysissä käytetty painokertoimia

Taulukossa 16 on esitetty yhdistettyjen aineistojen dummy-muuttujat. Frekvenssit ovat siis summia niitä vastaavien kahden maatason aineiston havainnoista, eli Kenian vuoden 2013 ja Vietnamin vuoden 2009 tai 2015 aineistojen havainnoista. Enemmistö yrityksistä on täysin kotimaisomisteisia molemmissa yhdistetyissä aineistoissa, ja vähemmistö harjoittaa vientiä ja omistaa generaattorin.

### 4.3 Tutkimusmenetelmät

Tässä työssä tarkastellaan, missä määrin sähkön tarjonnan epäluotettavuus vaikuttaa yritysten tuottavuuteen Keniassa ja Vietnamissa. Lisäksi maa-dummy-muuttujan avulla tarkastellaan, vaikuttaako yrityksen sijainti siihen, miten sähkön saannin häiriöt vaikuttavat tuottavuuteen. Luvussa 3.2 esitetyistä tutkimuksista lähestymistapa on tyyliltään eniten samanlainen Moyon (2013) ja Graingerin ja Zhangin (2017) lähestymistapojen kanssa, mutta erona on, että sen sijaan että tarkasteltaisiin Moyon (2013) tapaan useita maita samalta maantieteelliseltä alueelta tai keskityttäisiin Graingerin ja Zhangin (2017) tapaan yhteen maahan, analyysi tehdään kahdelle maalle eri maantieteellisiltä alueilta. Tavoitteena onkin verrata kahta hyvin erilaista kehittyvää maata ja selvittää, millainen rooli sähköjärjestelmän heikkouksilla on yritysten tuottavuudessa erilaisissa yhteiskunnissa, joissa sekä talouskehitys että sähkön saannin luotettavuuden kehitys ovat olleet hyvin erilaisia.

Yritysten tuottavuuden määrittämiseen on monia eri tapoja (Moyo 2013, 1066). Kuten esitetään luvussa 3.2.2, Grainger ja Zhang (2017, 7) käyttävät erillisissä estimoinneissa yrityksen lisäarvon ja voittojen luonnollista logaritmia, ja Moyo (2013, 1066) puolestaan sisällyttää kokonaispanostuottavuuden tekijät tuotantoa mittaavaan yhtälöön. Moyo (2013, 1066) esittää, että kokonaispanostuottavuuden voi kokonaisuudessaan sisällyttää tuotantoa selittävään yhtälöön selittäjäksi, koska kokonaispanostuottavuus tarkoittaa sellaisia muutoksia tuotannossa, joita ei voi selittää panosten käytön muutoksilla. Tässä työssä spesifikaatio on hyvin samantyylinen kuin Moyolla (2013), ja selitettävänä käytetään yritysten vuosimyyntien logaritmia.

Kuten mainittiin jo luvussa 3.2, sähkön tarjonnan häiriöiden vaikutusten tarkastelussa voi olla endogeenisuusharhan riski (esim. Alby ym., 2012, 5; Allcott ym., 2016, 588; Fisher-Vanden ym., 2015, 179). Allcottin ym. (2016) lisäksi myös Fisher-Vanden ym. (2015) käyttävät

instrumenttimenetelmää endogeneisuusongelmien ratkaisemiseksi. Fisher-Vanden ym. (2015, 173) perustelevat instrumenttimenetelmän valintaa myös mahdollisten mittausvirheiden merkityksen vähentämisellä. Kuten luvussa 3.2.2 mainitaan, Allcottin ym. (2016, 610) tarkastelussa instrumenttimenetelmällä saadut kertoimet tosiaankin eroavat pienimmän neliösumman menetelmällä estimoiduista kertoimista. Fisher-Vandenin ym. (2015, 180) verratessa tarkastelunsa instrumenttimenetelmän estimaatteja vertailumenetelmän estimaatteihin kertoimet eivät kuitenkaan juuri eroa toisistaan.

Moyo (2013, 1064) esittää, että endogeneisuusongelman riski ei ole merkittävä yritystason tarkastelussa, koska yksittäisillä yrityksillä ei ole valtaa infrastruktuurin kehitykseen ja näin ollen yritysten näkökulmasta infrastruktuurin taso on vakio. Alby ym. (2012, 5) kuitenkin huomauttaa, että endogeneisuusongelman voi aiheuttaa myös esimerkiksi se, että katkokset voivat olla suunniteltuja, eli toteutuneiden sähkökatkojen sijainti on mahdollista valita. Siitä huolimatta regressiot suoritetaan tässä kuitenkin Moyon (2013) tapaan pienimmän neliösumman (OLS) menetelmällä.

Kuten Graingerin ja Zhangin (2017, 7) tutkimuksessa, myös tämän työn estimoinneissa käytetään kahta eri muuttujaa kuvaamaan sähkön saannin häiriöitä, sähkökatkosten kestoa ja määrää, koska, kuten Grainger ja Zhang (2017, 7) huomauttavat, katkojen kestolla ja määrällä voi olla erilaiset vaikutukset tuottavuuteen. Muuttujat ovat tässä keskenään vaihtoehtoisia, eli estimoinnit ajetaan erikseen molemmilla muuttujilla.

Kontrollimuuttujina käytetään Moyon (2013) esimerkin mukaisesti yrityksen ikää ja dummy-muuttujaa ulkomaisesta omistuksesta. Kun Moyolla (2013, 1066) kyseinen dummy on spesifioitu yli 10 prosentin ulkomaiseksi omistukseksi, tässä ulkomaista omistusta joko on tai sitä ei ole. Lisäksi tässä Albyn (2012) innoittamana käytetään vientejä kontrollimuuttujana, tarkemmin vientien osuutta kokonaisymyynneistä. Alby (2012) käyttää vientejä selittämässä yritysten omaa sähköntuotantoa, mutta Wagnerin (2007, 67) kokoaman tutkimuskatsauksen mukaan vientiä harjoittavat yritykset ovat myös tuottavampia.

Kuten luvuissa 4.2.3 ja 4.2.4 todetaan, aineiston muuttujien vaihteluväli on suuri, joten rahamääräisistä muuttujista ja työntekijöiden määrästä käytetään logaritimuunnoksia. Estimoitavan yhtälön (3) muodostamisessa on noudatettu hyvin pitkälle Moyon (2013, 1066) esimerkkiä:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 l_i + \beta_2 k_i + \beta_3 m_i + \beta_4 S\ddot{A}HK\ddot{O}_i + \beta_5 X_i + \beta_6 G_i + \beta_7 G_i * S\ddot{A}HK\ddot{O}_i + \varepsilon_i. \quad (3)$$

Yhtälössä (3)  $y_i$  on logaritmi yrityksen  $i$  vuosimyyneistä,  $l_i$  on luonnollinen logaritmi kokopäiväisten, vakituisten työntekijöiden määrästä yrityksessä  $i$  ja  $k_i$  on luonnollinen logaritmi yrityksen  $i$  pääomasta. Muuttuja  $m_i$  on luonnollinen logaritmi materiaaleihin menneistä rahavirroista yrityksessä  $i$  ja  $S\ddot{A}HK\ddot{O}_i$  kuvaa sähkön saannin luotettavuutta, ja sen kohdalla käytetään siis joko sähkökatkojen määrää kuukaudessa tai keskimääräisen sähkökatkon kestoa yrityksen  $i$  näkökulmasta.  $X_i$  on vektori kontrollimuuttujista, eli se sisältää yrityksen iän, vientistatuksen ja ulkomaisen omistuksen, kun taas  $G_i$  on vektori generaattorin omistamista kuvaavista selittäjistä, eli se sisältää generaattorin omistamista kuvaavan dummy-muuttujan vaikutuksen ja termi  $\beta_7 G_i * S\ddot{A}HK\ddot{O}_i$  sisältää generaattorin ja sähkön saannin luotettavuuden yhteisvaikutuksen.

Kontrollimuuttujia käytetään yhdessä regressiossa molempien sähkön saannin luotettavuutta kuvaavien muuttujien kanssa, eli muissa spesifikaatioissa niiden arvo on nolla, samoin generaattorin omistamista kuvaavia selittäjiä käytetään vain yhdessä estimoinnissa kummankin sähkön saannin luotettavuutta kuvaavan muuttujan kanssa. Tekijä  $\varepsilon_i$  on virhetermi ja  $\beta_0$  on vakio, kun taas  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  ja  $\beta_6$  ovat estimoitavia parametreja. Moyon (2013) tapaan työvoima, pääoma ja materiaalit ovat siis tuotannon selittäjiä, ja sähkön saannin luotettavuus ja kontrollimuuttujat puolestaan tuottavuuden selittäjiä, jotka on sisällytetty suoraan tuotannon selittäjiksi.

Esimerkiksi Grainger ja Zhang (2017) ja Allcott ym. (2016) käyttävät täsmällisempää tuottavuuden mittausta, mikä voisi olla mielenkiintoinen vaihtoehto Moyon (2013) lähestymistavalle. Esimerkiksi voittojen tarkastelu Graingerin ja Zhangin (2016) tapaan olisi kuitenkin haasteellista, koska negatiiviset arvot katoavat logaritmuunnoksessa. Harkinnan alla oli voittoasteen tarkastelu, jonka osalta logaritmuunnos ei välttämättä olisi ollut tarpeellinen, mutta liitteestä 1 voi huomata, että sillä estimoitu malli ei näytä toimivan hyvin käytössä olevassa aineistossa. Sen sijaan Allcottin ym. (2016) tuottavuuden mitta voisi toimia paremmin, koska myyntien logaritmin ja panoskäytön logaritmin erotuksessa negatiivisten arvojen katoaminen ei olisi ongelma, mutta vaihteluväliä saataisiin tasoitettua.

Työssä käytetään STATA:n versiota 15. Estimoinnit tehdään erikseen maakohtaisilla aineistoilla ja kahdella yhdistetyllä aineistolla, ja jälkimmäisessä tapauksessa yhtälöön sisällytetään vielä maa-dummy-muuttuja ja maa-dummy-muuttujan ja sähkön saannin luotettavuutta kuvaavan muuttujan yhteisvaikutus. Maa-dummy-muuttujan avulla saadaan kontrolloitua esimerkiksi maan yleisten olosuhteiden ja esimerkiksi maantieteellisen sijainnin vaikutuksia yritysten tuottavuuteen, ja maakohtaisilla estimoinneilla puolestaan pystytään havaitsemaan, jos toisessa tarkasteltavissa maissa sähkön saannin luotettavuudella on merkittävä vaikutus tuottavuuteen, ja toisessa ei (Moyo, 2013, 1066). Tulokset on esitetty luvussa 5.

## 5 EMPIIRISEN ANALYYSIN TULOKSET

### 5.1 Maakohtaiset estimaatit

#### 5.1.1 Kenia 2013

##### Taulukko 17

Estimointien tulokset Kenian vuoden 2013 aineistolla

MUUTTUJAT	(1) log myynti	(2) log myynti	(3) log myynti	(4) log myynti	(5) log myynti	(6) log myynti
log työvoima	0,485*** (0,102)	0,456*** (0,107)	0,427*** (0,103)	0,471*** (0,102)	0,466*** (0,108)	0,414*** (0,102)
log pääoma	0,0863 (0,0715)	0,0910 (0,0706)	0,0767 (0,0667)	0,0916 (0,0725)	0,0777 (0,0758)	0,0811 (0,0686)
log materiaalikust.	0,551*** (0,0764)	0,551*** (0,0760)	0,540*** (0,0733)	0,554*** (0,0755)	0,562*** (0,0765)	0,544*** (0,0730)
Ikä			0,00326 (0,00577)			0,00334 (0,00594)
Sähkökatkojen määrä	-0,0118*** (0,00434)	-0,0641*** (0,0217)	-0,0119*** (0,00444)			
Vienti			0,325 (0,238)			0,279 (0,241)
Ulkomainen omistus			0,208 (0,279)			0,266 (0,286)
Generaattori		-0,232 (0,291)			-0,211 (0,377)	
Generaattori_ sähkökatkojen määrä		0,0566** (0,0218)				
Sähkökatkojen kesto				0,00745 (0,0156)	-0,0368 (0,0316)	0,00636 (0,0156)
Generaattori_ sähkökatkojen kesto					0,0563 (0,0363)	
Vakio	4,845*** (0,682)	5,135*** (0,680)	5,086*** (0,724)	4,668*** (0,713)	4,961*** (0,748)	4,901*** (0,762)
Havainnot	163	163	163	162	162	162
R <sup>2</sup>	0,773	0,779	0,778	0,770	0,773	0,775

Robustit keskivirheet sulussa

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Estimoinneissa käytetty painokertoimia

Huomio: alaviivalla merkitään muuttujien yhteisvaikutusta ja myynti tarkoittaa vuosimyyntejä

Taulukossa 17 on esitetty estimointien tulokset Kenian vuoden 2013 aineistolla. Taulukosta 17 voi huomata, että pääoma ei saa missään spesifikaatiossa tilastollisesti merkitsevää kerrointa. Myöskään yhdenkään kontrollimuuttujan kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä, eli vienti, ulkomainen omistus tai yrityksen ikä eivät näytä selittävän vuosimyyntejä Keniassa. Havaintojen määrä estimoinneissa jää noin 160 kappaleeseen.

Taulukosta 17 käy myös ilmi, että sähkökatkojen keston kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä missään spesifikaatiossa. Sen sijaan sähkökatkojen määrä selittää vuosimyyntejä tilastollisesti merkitsevästi kaikissa spesifikaatioissa, joissa sitä käytetään kuvaamaan sähkön saannin luotettavuutta. Estimaatit sähkökatkojen määrän kertoimelle ovat negatiivisia, ja niiden mukaan sähkökatkojen lisääntyminen yhdellä kuukaudessa laskee vuosimyyntejä spesifikaatiosta riippuen noin yhdestä kuuteen prosenttia.

Kuten taulukosta 17 voi havaita, suurimmillaan sähkökatkojen määrän kerroin on spesifikaatiossa, jossa myyntien logaritmia selitetään myös generaattorin omistuksella. Generaattori-dummy-muuttujan kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä, mutta generaattorin ja sähkökatkojen määrän yhteisvaikutus sen sijaan on tilastollisesti merkitsevä. Sen mukaan generaattorin omistamisella sähkökatkojen negatiivista vaikutusta myyntien logaritmiin voisi lieventää hieman alle kuudella prosentilla.

### **5.1.2 Vietnam 2009**

Taulukossa 18 on esitetty estimointien tulokset Vietnamin vuoden 2009 aineistolla. Taulukoista 17 ja 18 voi huomata, että mallien selityksasteet ovat Vietnamin vuonna 2009 korkeampia kuin Keniassa. Työvoima, pääoma ja materiaalikustannukset selittävät vuosimyyntejä tilastollisesti merkitsevästi.



## Taulukko 18

Estimointien tulokset Vietnamin vuoden 2009 aineistolla

MUUTTUJAT	(1) log myynti	(2) log myynti	(3) log myynti	(4) log myynti	(5) log myynti	(6) log myynti
log työvoima	0,331*** (0,0443)	0,339*** (0,0445)	0,319*** (0,0495)	0,338*** (0,0500)	0,356*** (0,0489)	0,335*** (0,0574)
log pääoma	0,183*** (0,0499)	0,168*** (0,0404)	0,186*** (0,0476)	0,189*** (0,0672)	0,188*** (0,0624)	0,189*** (0,0622)
log materiaalikust,	0,507*** (0,0472)	0,521*** (0,0447)	0,501*** (0,0476)	0,500*** (0,0554)	0,503*** (0,0525)	0,498*** (0,0544)
Ikä			0,00543 (0,00375)			0,00282 (0,00465)
Sähkökatkojen määrä	0,000553 (0,0319)	0,0489 (0,0491)	0,00284 (0,0311)			
Vienti			0,0317 (0,124)			0,0442 (0,140)
Ulkomainen omistus			-0,0271 (0,101)			-0,0812 (0,129)
Generaattori		0,0182 (0,122)			0,0418 (0,152)	
Generaattori_ sähkökatkojen määrä		-0,0822 (0,0547)				
Sähkökatkojen kesto				-0,00763 (0,00759)	-0,00186 (0,0100)	-0,00775 (0,00762)
Generaattori_ sähkökatkojen määrä					-0,0255* (0,0145)	
Vakio	3,997*** (0,473)	3,939*** (0,463)	4,013*** (0,460)	4,035*** (0,569)	3,944*** (0,565)	4,045*** (0,558)
Havainnot	397	396	396	332	331	331
R <sup>2</sup>	0,884	0,888	0,885	0,864	0,868	0,865

Robustit keskivirheet suluissa

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Estimoinneissa käytetty painokertoimia

Huomio: alaviivalla merkitään muuttujien yhteisvaikutusta ja myynti tarkoittaa vuosimyyntejä

Taulukosta 18 käy ilmi, että Vietnamin vuoden 2009 aineistolla sähkökatkojen määrä tai sähkökatkojen kesto ei saa tilastollisesti merkitsevää kerrointa. Myöskään kontrollimuuttujat tai generaattorin omistaminen eivät selitä vuosimyyntejä tilastollisesti merkitsevästi.

### 5.1.3 Vietnam 2015

Taulukossa 19 on esitetty estimointien tulokset Vietnamin vuoden 2015 aineistolla, ja siitä käy ilmi, että työvoima ja materiaalikustannukset selittävät vuosimyyntejä tilastollisesti merkitsevästi, mutta pääoman kerroin sen sijaan ei ole tilastollisesti merkitsevä.

**Taulukko 19**

Estimointien tulokset Vietnamin vuoden 2015 aineistolla

MUUTTUJAT	(1) log myynti	(2) log myynti	(3) log myynti	(4) log myynti	(5) log myynti	(6) log myynti
log työvoima	0,666*** (0,130)	0,653*** (0,113)	0,645*** (0,124)	0,673*** (0,171)	0,506*** (0,0822)	0,564*** (0,124)
log pääoma	-0,0163 (0,0338)	-0,0113 (0,0250)	-0,0185 (0,0300)	-0,0127 (0,0293)	0,0140 (0,0197)	-0,0372 (0,0280)
log materiaalikust,	0,367*** (0,124)	0,368*** (0,0951)	0,328*** (0,110)	0,397*** (0,144)	0,568*** (0,0725)	0,315** (0,143)
Ikä			-0,0123 (0,0128)			0,0142 (0,0103)
Sähkökatkojen määrä	0,0717 (0,0505)	0,443** (0,216)	0,141** (0,0656)			
Vienti			-0,114 (0,288)			0,435 (0,270)
Ulkomainen omistus			0,789* (0,403)			0,991** (0,463)
Generaattori		-0,0257 (0,239)			0,420 (0,349)	
Generaattori_ sähkökatkojen määrä		-0,373* (0,207)				
Sähkökatkojen kesto				0,00748 (0,00871)	0,187*** (0,0693)	0,00546 (0,00781)
Generaattori_ sähkökatkojen kesto					-0,187*** (0,0698)	
Vakio	7,475*** (1,549)	7,280*** (1,129)	8,111*** (1,359)	7,088*** (1,659)	4,357*** (1,020)	8,477*** (1,758)
Havainnot	119	119	119	74	74	74
R <sup>2</sup>	0,797	0,819	0,818	0,833	0,904	0,863

Robustit keskivirheet suluissa

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Estimoineissa käytetty painokertoimia

Huomio: alaviivalla merkitään muuttujien yhteisvaikutusta ja myynti tarkoittaa vuosimyyntejä

Taulukosta 19 käy ilmi, että perusspesifikaatiossa, eli ilman kontrollimuuttujia ja generaattori-dummy-muuttujaa, sähkökatkojen määrä kuukaudessa ei saa tilastollisesti merkitsevää kerrointa, mutta sisällytettäessä generaattori-dummy-muuttuja tai kontrollimuuttujat malliin,

kertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä viiden prosentin riskitasolla. Kertoimet ovat kuitenkin positiivisia, mikä siis viittaisi siihen, että Vietnamissa vuonna 2015 sähkökatkojen määrä kuukaudessa jopa lisäisi vuosimyyntejä.

Taulukosta 19 on myös havaittavissa, että sähkökatkojen keston kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä perusspesifikaatiossa tai kontrollimuuttujien kanssa, mutta lisättäessä generaattori-dummy-muuttuja malliin kerroin on tilastollisesti merkitsevä viiden prosentin riskitasolla. Kuten sähkökatkojen määrän kohdalla, kerroin on kuitenkin positiivinen. Generaattorin ja sähkökatkojen keston yhteisvaikutuksen perusteella puolestaan näyttäisi siltä, että generaattorin omistaminen vähentäisi sähkökatkojen keston positiivisia vaikutuksia. Tulos on niin voimakkaasti intuition vastainen, että se saa epäilemään, että malli ei sovellut Vietnamin vuoden 2015 aineistoon, ja sen sopivuuden tarkastelu vaatisi laajempia tilastollisia testejä. Esimerkiksi valikoitumisharha näyttää mahdolliselta, jos sähkökatkoja on jo niin vähän, että kattavaa otosta ei ole mahdollista muodostaa ja yrityksiä, jotka kokevat paljon sähkökatkoja, voi yhdistää jokin mallista puuttuva tekijä, joka kasvattaa vuosimyyntejä. Havaintoja jää kaikkiin estimointeihin niin vähän verrattuna koko aineistoon, että jonkinlaista valikoitumista voisi tapahtua myös esimerkiksi vastaamattomuusongelman vuoksi.

Generaattorin tai generaattorin ja sähkökatkojen määrän yhteisvaikutus ei Vietnamin vuoden 2015 aineiston kohdalla ole tilastollisesti merkitsevä, ja kontrollimuuttujista tilastollisesti merkitsevän kertoimen saa vain ulkomainen omistus spesifikaatiossa, jossa sähkön saannin luotettavuutta kuvaa sähkökatkojen kesto.

## **5.2 Estimoinnit yhdistetyllä aineistolla käyttäen maa-dummy-muuttujaa**

### **5.2.1 Vietnam 2009 ja Kenia 2013**

Taulukossa 20 on esitetty estimoinnin tulokset Vietnamin vuoden 2009 ja Kenian vuoden 2013 yhdistetyllä aineistolla. Ensimmäisessä spesifikaatiossa regressio ajetaan ilman kontrollimuuttujia ja generaattorin omistamista kuvaavia selittäjiä, mutta maa-dummy-muuttuja ja maan ja sähkön saannin luotettavuutta kuvaavan muuttujan yhteisvaikutus sisällytetään spesifikaatioon. Selitysaste on hieman alle 82 prosenttia. Työntekijämäärän, pääoman ja materiaalikustannusten logaritmien vaikutus myyntien logaritmiin on kaikilla

spesifikaatioilla positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä. Maa-dummy-muuttujan kerroin on niin ikään tilastollisesti merkitsevä kaikilla spesifikaatioilla, mutta negatiivinen, mikä viittaa siihen, että Vietnamissa vuonna 2009 toimineilla yrityksillä vuosimyynnit olivat pienempiä kuin Keniassa vuonna 2013, mihin myös luvussa 4.2.3 esitetyt keskiarvot viittaavat.

## Taulukko 20

Estimoinnin tulokset Vietnamin vuoden 2009 ja Kenian yhdistetyllä aineistolla

MUUTTUJAT	(1) log myynti	(2) log myynti	(3) log myynti	(4) log myynti	(5) log myynti	(6) log myynti
log työvoima	0,414*** (0,0568)	0,418*** (0,0583)	0,378*** (0,0596)	0,414*** (0,0601)	0,418*** (0,0616)	0,376*** (0,0634)
log pääoma	0,127*** (0,0475)	0,132*** (0,0470)	0,122*** (0,0455)	0,132** (0,0543)	0,133** (0,0544)	0,126** (0,0522)
log materiaalikust,	0,532*** (0,0440)	0,532*** (0,0438)	0,530*** (0,0431)	0,531*** (0,0479)	0,531*** (0,0480)	0,530*** (0,0468)
Ikä			0,00347 (0,00460)			0,00278 (0,00493)
Sähkökatkojen määrä	-0,0112*** (0,00421)	-0,0572*** (0,0161)	-0,0114*** (0,00422)			
Vietnam	-0,747*** (0,140)	-0,912*** (0,156)	-0,673*** (0,169)	-0,571*** (0,172)	-0,561*** (0,209)	-0,508*** (0,192)
Sähkökatkojen määrä_Vietnam	0,0248 (0,0365)	0,0507 (0,0381)	0,0268 (0,0344)			
Vienti			0,170 (0,133)			0,169 (0,148)
Ulkomainen omistus			0,0595 (0,144)			0,0850 (0,163)
Generaattori		-0,270** (0,127)			-0,00102 (0,227)	
Generaattori_ sähkökatkojen määrä		0,0495*** (0,0159)				
Sähkökatkojen kesto				0,00787 (0,0159)	0,0122 (0,0243)	0,00631 (0,0156)
Sähkökatkojen kesto_Vietnam				-0,0129 (0,0175)	-0,0161 (0,0206)	-0,0112 (0,0175)
Generaattori_ sähkökatkojen kesto					-0,00554 (0,0210)	
Vakio	4,790*** (0,446)	4,961*** (0,446)	4,834*** (0,439)	4,616*** (0,510)	4,584*** (0,549)	4,694*** (0,501)
Havainnot	560	559	559	494	493	493
R <sup>2</sup>	0,819	0,822	0,821	0,803	0,803	0,805

Robustit keskivirheet suluisissa

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Estimoinneissa käytetty painokertoimia

Huomio: alaviivalla merkitään muuttujien yhteisvaikutusta ja myynti tarkoittaa vuosimyynntejä

Taulukosta 20 käy ilmi, että sähkökatkojen määrän vaikutus myyntien logaritmiin on negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä kaikissa kolmessa spesifikaatiossa, joissa sitä käytetään sähkön saannin häiriöiden mittana. Peruspesifikaation kertoimen perusteella voidaan päätellä, että yksi sähkökatko lisää kuukaudessa vähentää vuosimyyntejä noin prosentilla. Sähkökatkojen määrän ja maa-dummin yhteisvaikutus, joka mittaa sitä, miten maa vaikuttaa siihen, miten sähkökatkot vaikuttavat vuosimyyntiin, sen sijaan ei ole tilastollisesti merkitsevä missään spesifikaatiossa.

Kun generaattorin vaikutus otetaan tarkasteluun mukaan, mallin selitysaste nousee hieman. Samoin sähkökatkojen määrän kerroin nousee siten, että sähkökatkojen lisääntyminen yhdellä laskee vuosimyyntejä yli viisi prosenttia. Generaattori-dummin kerroin on viiden prosentin riskitasolla tilastollisesti merkitsevä ja negatiivinen, mikä viittaisi siihen, että generaattorin omistaminen vähentää vuosimyyntejä jopa 27 prosentilla. Generaattorin ja sähkökatkojen määrän yhteisvaikutuksen kerroin on myös tilastollisesti merkityksellinen, mutta positiivinen, eli tulosten mukaan generaattorin omistaminen lieventää sähkökatkojen vaikutusta noin viidellä prosentilla. Kun kontrollimuuttujat otetaan mukaan, mikään niistä ei saa tilastollisesti merkitsevää kerrointa, mikä viittaa siihen, että vienti, ulkomainen omistus tai yrityksen ikä ei selitä vuosimyyntejä tilastollisesti merkitsevästi.

Sähkökatkojen kesto ei selitä myyntejä tilastollisesti merkitsevästi missään spesifikaatiossa. Koska maa-dummin ja sähkökatkojen määrän välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää suhdetta, taulukossa 20 esitetyn perusspesifikaatiossa estimoidun kertoimen ja taulukoissa 10 ja 11 esitettyjen keskiarvojen perusteella voidaan laskea, että jos Keniassa olisi ollut Vietnamin vuoden 2009 sähkön saannin luotettavuuden taso, yritysten vuosimyyntit olisivat voineet olla noin kuusi prosenttia korkeammat. Generaattorin omistamisen sisältävästä spesifikaatiosta saadun, korkeamman estimaatin mukaan yritysten vuosimyyntit Keniassa olisivat voineet olla jopa 28 prosenttia suuremmat, jos sähkökatkoja olisi ollut saman verran kuin Vietnamin.

### **5.2.2 Vietnam 2015 ja Kenia 2013**

Taulukossa 21 on esitetty estimointien tulokset samoilla muuttujaspesifikaatioilla kuin taulukossa 20, mutta aineistolla, jossa Vietnamin osalta on käytetty uudempaa aineistoa vuodelta 2015. Tulokset Vietnamin vuoden 2015 ja Kenian vuoden 2013 aineistolla eroavat

joiltain osin taulukossa 20 esitetyistä. Ensinnäkin selitysasteet ovat Vietnamin 2015 ja Kenian 2013 yhdistetyllä aineistolla matalampia kaikissa spesifikaatioissa. Lisäksi käytettäessä Vietnamin osalta vuoden 2015 aineistoa, pääoma ei saa tilastollisesti merkitsevää kerrointa, kuten se sai käytettäessä Vietnamin aineistoa vuodelta 2009.

## Taulukko 21

Estimoinnin tulokset Vietnamin vuoden 2015 ja Kenian yhdistetyllä aineistolla

MUUTTUJAT	(1) log myynti	(2) log myynti	(3) log myynti	(4) log myynti	(5) log myynti	(6) log myynti
log työvoima	0,602*** (0,111)	0,587*** (0,115)	0,559*** (0,110)	0,575*** (0,116)	0,562*** (0,0995)	0,527*** (0,114)
log pääoma	0,0276 (0,0335)	0,0329 (0,0324)	0,0238 (0,0313)	0,0296 (0,0294)	0,0311 (0,0297)	0,0235 (0,0274)
log materiaalikust	0,489*** (0,0816)	0,485*** (0,0813)	0,469*** (0,0845)	0,511*** (0,0842)	0,521*** (0,0684)	0,486*** (0,0869)
Ikä			0,000922 (0,00625)			0,00151 (0,00611)
Sähkökatkojen määrä	-0,0128*** (0,00472)	-0,0644*** (0,0186)	-0,0126*** (0,00468)			
Vietnam	-0,549*** (0,174)	-0,687*** (0,179)	-0,503** (0,210)	-0,554*** (0,211)	-0,575*** (0,207)	-0,481** (0,209)
Sähkökatkojen määrä_Vietnam	0,0231 (0,0464)	0,0344 (0,0485)	0,0199 (0,0498)			
Vienti			0,262 (0,195)			0,288 (0,210)
Ulkomainen omistus			0,271 (0,251)			0,348 (0,270)
Generaattori		-0,260 (0,191)			0,164 (0,371)	
Generaattori_ sähkökatkojen määrä		0,0556*** (0,0183)				
Sähkökatkojen kesto				0,00656 (0,0152)	0,0323 (0,0505)	0,00692 (0,0153)
Sähkökatkojen kesto_Vietnam				0,00646 (0,0204)	0,0118 (0,0251)	0,00404 (0,0204)
Generaattori_ sähkökatkojen kesto					-0,0337 (0,0596)	
Vakio	6,026*** (0,818)	6,321*** (0,818)	6,319*** (0,904)	5,692*** (0,807)	5,460*** (0,640)	6,054*** (0,867)
Havainnot	282	282	282	236	236	236
R <sup>2</sup>	0,766	0,772	0,771	0,772	0,773	0,778

Robustit keskivirheet suluissa

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Estimoinneissa käytetty painokertoimia

Huomio: alaviivalla merkitään muuttujien yhteisvaikutusta ja myynti tarkoittaa vuosimyyntejä

Myöskään generaattorin omistamisen kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä käytettäessä Vietnamin osalta uudempaa aineistoa. Maa-dummy-muuttujan kerroin on kuitenkin edelleen tilastollisesti merkitsevä ja negatiivinen, mikä viittaisi siihen, että myös vuonna 2015 Vietnamissa yritysten vuosimyynnit olivat matalampia kuin Keniassa vuonna 2013. Kuten taulukoita 20 ja 21 vertaamalla voi havaita, maa-dummy-muuttujan kertoimet ovat kuitenkin suurimmassa osassa spesifikaatioita pienempiä kuin taulukossa 21. Taulukosta 21 voi myös havaita, että kontrollimuuttajat eivät saa tilastollisesti merkitseviä kertoimia tälläkään aineistolla.

Sähkökatkojen määrän kerroin on tilastollisesti merkitsevä ja negatiivinen myös kaikissa Vietnamin vuoden 2015 ja Kenian vuoden 2013 yhdistetyllä aineistolla tehdyissä estimoinneissa, eikä sähkökatkojen kesto saa tilastollisesti merkitsevää kerrointa. Generaattori-dummy-muuttujan kerroin ei enää saa tilastollisesti merkitsevää kerrointa, kun Vietnamin osalta käytetään aineistoa vuodelta 2015. Sen sijaan generaattori-dummy-muuttujan ja sähkökatkojen määrän yhteisvaikutus on tilastollisesti merkitsevä myös tällä aineistolla, ja sen mukaan generaattorin omistamisella voi lieventää sähkökatkojen negatiivista vaikutusta myyntiin hieman alle kuudella prosentilla.

Sähkökatkojen määrän kertoimet ovat hieman korkeampia taulukossa 21 kuin taulukossa 20. Kuten Vietnamin vuoden 2009 ja Kenian vuoden 2013 yhdistetyssä aineistossa, maa-dummy-muuttujan ja sähkökatkojen määrän yhteisvaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä. Näin ollen taulukossa 21 esitetyn perusspesifikaatiossa estimoidun sähkökatkojen määrän kertoimen ja taulukoissa 10 ja 12 esitettyjen sähkökatkojen määrän keskiarvojen perusteella voidaan laskea, että jos Keniassa olisi ollut Vietnamin vuoden 2015 sähkön saannin luotettavuuden taso, yritysten vuosimyynnit olisivat voineet olla lähes seitsemän prosenttia korkeampia. Generaattorin omistamista kuvaavat selittäjät sisältävän spesifikaation mukaisella sähkökatkojen määrän kertoimella laskettuna Keniassa vuonna 2013 yritysten vuosimyynnit olivat voineet olla jopa 40 prosenttia korkeammat, jos sähkökatkoja olisi ollut saman verran kuin Vietnamissa vuonna 2015. Tuloksissa on kuitenkin huomioitava se, että luvussa 5.1.3 esitetty Vietnamin vuoden 2015 maakohtaisen aineiston tulokset saattavat olla harhaisia, ja Vietnamin osuus havainnoista kattaa suuren osan myös tässä luvussa esitetyn analyysin aineistosta.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Energia on valtavirran taloustieteen kasvumalleissa jätetty huomiotta, koska sen hinta ja näin myös kustannusosuus on ollut pieni teollistuneissa maissa (Ayres ym., 2013, 80; Kümmel ym., 2015, 835; Stern ja Kander, 2012, 127). Se ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö energian ja talouskasvun yhteyttä olisi tutkittu lainkaan. Energian ja talouskasvun empiirisessä tarkastelussa eri maiden ja tutkimusten välillä on kuitenkin eroja, eikä konsensusta energian ja talouden yhteydestä ole siis saavutettu. Vaikka esimerkiksi Koetse ym. (2008) esittävät, että pääoman ja energian välillä on substituutiomahdollisuuksia, myös energian ja pääoman komplementaarisuudesta on esitetty viitteitä (Arnberg ja Bjørner, 2007; Tovar ja Iglesias, 2013). Teoriassakaan energian täydellisen substituoinnin muilla tuotannon panoksilla ei uskota olevan mahdollista (Ayres ym., 2013, Ayres ja Voudouris, 2014; Kümmel ym., 2015). Energian merkityksestä talouden kannalta on näin ollen sen verran viitteitä, että sen jättäminen täysin taloustieteen tarkastelujen ulkopuolelle ei ole perusteltua.

Energian kysynnän ja tarjonnan määräytymisessä on omat erityispiirteensä, ja sama pätee sähkön kysyntään, tarjontaan ja markkinoihin. Tämän työn pääpaino on verkkosähkön saatavuuden häiriöissä kehittyvissä maissa ja erityisesti häiriöiden vaikutuksessa kehittyvien maiden yrityksiin. Sähkön saatavuudessa on ongelmia erityisesti Saharan eteläpuolisessa Afrikassa ja Aasian kehittyvissä maissa (IEA, 2017a, 39). Monissa aikaisemmissa tutkimuksissa energiankulutuksella ja talouskasvulla on havaittu olevan yhteys useissa kehitysmaissa, mikä voidaan tässä yhteydessä tulkita myös siten, että jos energiankulutus pienenee esimerkiksi tarjonnan ongelmien seurauksena, myös talouskasvu heikkenee. Myös suoraan sähkökatkojen vaikutusta talouskasvuun selvittävät Andersen ja Dalgaard (2013, 22) esittävät sähkökatkojen heikentävän talouskasvua Afrikassa. Näin ollen voidaan päätellä, että energian tarjonnan häiriöt voivat olla laajassa kuvassa ongelma kehittyvissä maissa.

Yritystasolla sähkön tarjonnan ongelmia kehittyvissä maissa on tutkittu monista eri näkökulmista. On havaittu, että yritysten omaan sähköntuotantoon sähkön saannin ongelmilla ei ole niin suurta vaikutusta, kuin intuitiivisesti voisi ehkä olettaa (Steinbuks ja Foster, 2010; Alby ym., 2012). Sen sijaan yritysten tuottavuuteen sähkön tarjonnan häiriöillä on havaittu olevan negatiivinen vaikutus useissa aikaisemmissa tutkimuksissa (esim. Allcott ym., 2016).



On myös esitetty, että yritykset voivat kiertää sähkön saatavuuden ongelmat tuotannossaan ulkoistamalla sähkön saantia vaativat toiminnot (Fisher-Vanden ym., 2015). Tämä viittaa siihen, että yrityksillä on keinoja sopeutua sähkön tarjonnan häiriöihin, mutta tuottavuus voisi silti olla paremmalla tasolla monissa maissa ja monilla aloilla, jos sähkön tarjonta olisi luotettavampaa.

Tässä työssä tarkastellaan sähkön tarjonnan häiriöiden vaikutusta tuottavuuteen Keniassa ja Vietnamissa sisällyttämällä vuosimyyntejä selittävään yhtälöön tuottavuuden selittäjiksi luokitellut sähkökatkojen mittarit. Aineistona on Maailmanpankin Enterprise Surveys -kyselyaineisto.

Keniassa sähkön saannin luotettavuus ei ole vuosien 2007 ja 2013 välillä merkittävästi edistynyt, kun taas Vietnamissa edistys on vuosien 2009 ja 2015 välillä ollut huomattavaa. Vietnamissa sähkön saannin luotettavuus on parantunut huomattavasti monilla eri mittareilla mitattuna. Lähtökohtaisestikin sähkön saannin luotettavuuden taso on ollut yritysten näkökulmasta parempi kuin Keniassa. Keniassa häiriöiden määrä näyttää olevan suuri, joten järjestelmän kehittäminen voisi olla perusteltua.

Tulosten mukaan sähkökatkojen määrän kasvu laskee vuosimyyntejä tilastollisesti merkitsevästi Keniassa ja sekä Kenian ja Vietnamin vuoden 2009 että Kenian ja Vietnamin vuoden 2015 yhdistetyllä aineistolla, mutta ei Vietnamin vuoden 2009 aineistolla. Tämä viittaisi siihen, että Keniassa sähkökatkot voivat olla suurempi ongelma kuin Vietnamissa. Vietnamin vuoden 2015 aineistossa sähkökatkot saavat osassa spesifikaatioista positiivisen, tilastollisesti merkitsevän kertoimen, mikä saa epäilemään mallin soveltuvuutta kyseiseen aineistoon ja esimerkiksi havaintoyksiköiden valikoitumista.

Sähkökatkojen määrä saa ylipäätään huomattavasti useammissa estimoinneissa tilastollisesti merkitsevän, negatiivisen kertoimen kuin sähkökatkojen kesto, mikä voi viitata esimerkiksi siihen, että sähkökatkojen suuri määrä koetaan suurempana ongelmana kuin niiden pituuden lisääntyminen, ainakin Keniassa. Tämä on juuri päinvastainen tulos Graingerin ja Zhangin (2017, 8–10) tuloksille, jotka viittaavat siihen, että yritykset valitsisivat mieluummin usein esiintyvät sähkökatkot, jos ne vain pysyisivät lyhyinä.

Tulosten mukaan Vietnamissa sijaitseminen ei muuta sähkökatkojen määrän vaikutusta myynteihin. Generaattorin omistaminen puolestaan näyttäisi vähentävän sähkökatkojen vaikutusta yhdistetyissä aineistoissa ja Keniassa.

Tavoitteena oli selvittää myös, miten Vietnamin parempi sähköinfrastruktuuri vaikuttaa yritysten tuottavuuteen verrattuna Keniaan. Voidaan esittää, että jos Keniassa olisi ollut Vietnamin vuoden 2009 sähköinfrastruktuurin taso, vuosimyynnit olisivat voineet olla hieman yli kuusi prosenttia korkeampia, kun taas jos Keniassa olisi ollut Vietnamin vuoden 2015 sähkön saannin luotettavuuden taso, vuosimyynnit olisivat voineet olla lähes seitsemän prosenttia korkeampia. Jos generaattorin omistaminen otetaan selittäjäksi mukaan estimointiin, luvut ovat jopa 28 ja 40 prosenttia. Kuten sanottu, Vietnamin vuoden 2015 aineiston osalta on kuitenkin pelko tulosten harhaisuudesta, joten sen osalta tuloksiin on suhtauduttava varauksella.

Tulosten pätevyyttä tulisi vielä testata erilaisilla lähestymistavoilla. Ensinnäkin tässä työssä maiden valinta tehtiin pääasiassa maiden nykykurssin mukaisesti dollariin muunnetun elintason perusteella, joka ei kerro ostovoimasta niin paljon kuin ostovoimapariteetilla muunnettu elintaso kertoisi. Maiden valinnassa voisi siis yrittää käyttää entistä parempaa kohdistamista, jotta makrotaloudelliset yritysten tuottavuuteen mahdollisesti vaikuttavat tekijät saataisiin paremmin kontrolloitua. Tutkimusmenetelmien osalta puolestaan olisi mielenkiintoista testata, pitävätkö tämän työn tulokset, jos täsmällisempää tuottavuuden mittaa käytettäisiin selitettävänä sen sijaan, että tuottavuuden tekijät sisällytetään tuotannon selittäjiksi Moyon (2013) tapaan. Tässä testattiin voittoastetta tuottavuuden mittana, mutta sillä tavoin malli ei vaikuta tuottavan luotettavia tuloksia. Esimerkiksi Allcottin (2016) tapaan myyntien logaritmin ja panoskäytön logaritmin erotus voisi kuitenkin olla varteenotettava vaihtoehto.

Sähkön saannin luotettavuutta kuvaavien muuttujien valinnassa käytettiin tässä työssä pitkälti aikaisempien tutkimusten mallia, mutta esimerkiksi sähköyhteyden perustamisen odotusajan merkitystä voisi olla mielenkiintoista tarkastella. Lisäksi voisi olla mielenkiintoista sisällyttää sähkön saannin luotettavuuden mitan ja yrityksen koon yhteisvaikutus selittäjäksi, koska sähkön saannin ongelmat näytetään kokevan eri tavoin erikokoisissa yrityksissä. Steinbuksin ja Fosterin (2010, 507) tutkimuksessa koon ja sähkön saannin luotettavuuden yhteisvaikutus on merkittävä generaattorin omistamisen selittäjä vain pienissä yrityksissä ja mikroyrityksissä, mutta vaikutusta voisi olla mielenkiintoista tarkastella tuottavuuden kannalta. Yrityksen

kokohan on mallissa jo selittäjänä, koska yrityksen kokoa maiden taustatarkasteluissa mitataan työntekijöiden määrällä, joka on myös työvoima-selittäjän mitta.

Kenian osalta olisi erityisen mielenkiintoista tutkia laajemmin yritysten sopeutumismekanismeja sähkökatkoihin, koska vaikka sähkökatkojen määrä, kesto ja myynninmenetykset sähkökatkoista johtuen teollisuusyrityksissä näyttävät keskiarvoisesti kasvavan, generaattoreiden omistus, generaattoreilla tuotetun sähkön osuus ja sähköä suurena esteenä pitävien yritysten osuus näyttävät pienenevän. Valitut kontrollimuuttajat eivät pääosin saa estimoinneissa tilastollisesti merkitseviä kertoimia, joten myös vaihtoehtoja kontrollimuuttujiksi voisi vielä tarkastella.

Kahden maan tarkastelua ei myöskään voi vielä yleistää, vaan lisätutkimusta eri maiden yhdistelmillä olisi tehtävä ennen suuremman mittaluokan johtopäätöksiä. Aihetta olisi muutenkin mielenkiintoista tarkastella erilaisilla mailla, jotta selviäisi, pätevätkö tulokset erilaisten makrotaloudellisten olosuhteiden vallitessa. Lisäksi voisi olla mielenkiintoista tarkastella maita, jotka eivät olisi yhtä energiaomavaraisia kuin Kenia ja Vietnam. Aasiaa ja Saharan eteläpuolista Afrikkaa erityisesti vertailevia tutkimuksia sähkön saatavuuden vaikutuksien kannalta ei tämän työn taustatutkimuksessa oikeastaan löydetty, joten niille olisi vielä tilaa.

# LÄHTEET

## Kirjallisuus

- Adams, S., Klobodu, E. K. M. ja Opoku, E. E. O. (2016). Energy consumption, political regime and economic growth in sub-Saharan Africa. *Energy Policy*, 96, 36–44.
- Aghion, P. ja Howitt, P. (2009). *The Economics of Growth*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, The MIT Press.
- Akinlo, A. E. (2008). Energy consumption and economic growth: Evidence from 11 Sub-Saharan African countries. *Energy Economics*, 30, 2391–2400
- Alby, P., Dethier, J.-J. ja Straub, S. (2012). Firms Operating under Electricity Constraints in Developing Countries. *The World Bank Economic Review*, 1–24.
- Allcott, H., Collard-Wexler, A. ja O’Connell, S. D. (2016). How Do Electricity Shortages Affect Industry? Evidence from India. *American Economic Review*, 106(3), 587–624.
- Andersen, T. B ja Dargaard, C.-J. (2013). Power outages and economic growth in Africa. *Energy Economics*, 38, 19–23.
- Arnberg, S. ja Bjørner, T. B. (2007). Substitution between energy, capital and labour within industrial companies: A micro panel data analysis. *Resource and Energy Economics*, 29, 122–136.
- Atems, B. ja Hotaling, C. (2018). The effect of renewable and nonrenewable electricity generation on economic growth. *Energy Policy*, 112, 111–118.
- Ayres, R, van den Bergh, J. C. M., Lindenberger, D. ja Warr, B. (2013). The underestimated contribution of energy to economic growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 79–88.
- Ayres, R. ja Voudouris, V. (2014). The economic growth enigma: Capital, labour and useful energy? *Energy Policy*, 64, 16–28.
- Bazilian, M., Nussbaumer, P., Rogner, H.-H., Brew-Hammond, A., Foster, V., Pachauri, S., Williams, E., Howells, M., Niyongabo, P., Musaba, L., Ó Gallachóir, B., Radka, M., Kammen, D.M. (2012). Energy access scenarios to 2030 for the power sector in sub-Saharan Africa. *Utilities Policy*, 20, 1–16.
- Bhattacharyya, S. C. (2011). *Energy Economics: concepts, issues, markets and governance*. Lontoo: Springer-Verlag.
- Bhattacharyya, S. C. ja Timilsina, G. R. (2010). Modelling energy demand of developing countries: Are the specific features adequately captured? *Energy Policy*, 38, 1979–1990.
- Biggar, D. R. ja Hesamzadeh, M. R. (2014). *The Economics of Electricity Markets*. Chichester: Wiley.

- Dissou, Y., Karnizova, L. ja Sun, Q. (2015). Industry-level Econometric Estimates of Energy-Capital-Labor Substitution with a Nested CES Production Function. *Atlantic Economic Journal*, 43, 107–121.
- Eggoh, J. C., Bangake, C. ja Rault, C. (2011). Energy consumption and economic growth revisited in African countries. *Energy Policy*, 39, 7408–7421.
- Fisher-Vanden, K., Mansur, E. T. ja Wang, Q. (2015). Electricity shortages and firm productivity: Evidence from China's industrial firms. *Journal of Development Economics*, 114, 172–188.
- Fröling, M. (2009). Energy use, population and growth, 1800–1970. *Journal of Population Economics*, 24, 1133–1163.
- Grainger, C. A. ja Zhang, F. (2017). The Impact of Electricity Shortages on Firm Productivity: Evidence from Pakistan. World Bank Group, South Asia Region, Office of the Chief Economist. Policy Research Working Paper 8130.
- IEA (International Energy Agency) (2017a). Energy Access Outlook 2017 From Poverty to Prosperity. World Energy Outlook Special Report. Tulostettu 21.2.2018. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport\\_EnergyAccessOutlook.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport_EnergyAccessOutlook.pdf)
- IEA (International Energy Agency) (2017b). Key world energy statistics 2017. Tulostettu 25.6.2018. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf>
- IEA (International Energy Agency) (2014). Africa Energy Outlook. A focus on energy prospects in Sub-Saharan Africa. World Energy Outlook Special Report. Tulostettu 21.6.2018. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014\\_AfricaEnergyOutlook.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014_AfricaEnergyOutlook.pdf)
- Kebede, E., Kagochi, J., Jolly, C. M. (2010). Energy consumption and economic development in Sub-Sahara Africa. *Energy Economics*, 32, 532–537.
- Kodongo, O. ja Ojah, K. (2016). Does infrastructure really explain economic growth in Sub-Saharan Africa? *Review of Development Finance*, 6, 105–125.
- Koetse M. J., de Groot H. L. F ja Florax, R. J. G. M. (2008). Capital-energy substitution and shifts in factor demand: A meta-analysis. *Energy Economics*, 30, 2236–2251.
- Kooijman-van Dijk, A. L. ja Clancy, J. (2010). Impacts of Electricity Access to Rural Enterprises in Bolivia, Tanzania and Vietnam. *Energy for Sustainable Development*, 14, 14–21.
- Kumar, R. R. ja Kumar, R. (2013). Effects of energy consumption on per worker output: A study of Kenya and South Africa. *Energy Policy*, 62, 1187–1193.
- Kümmel, R., Lindenberger, D., ja Weiser, F. (2015). The economic power of energy and the need to integrate it with energy policy. *Energy Policy*, 86, 833–843.
- Ladu, M. G. ja Meleddu, M. (2014). Is there any relationship between energy and TFP (total factor productivity)? A panel cointegration approach for Italian regions. *Energy*, 75, 560–567.

- Lee, K., Brewer, E., Christiano, C., Meyo, F., Miguel, E., Podolsky, M., Rosa, J., Wolfram, C. (2016). Electrification for “Under Grid” households in Rural Kenya. *Development Engineering*, 1, 26–35.
- Li, J. ja Ayres, R. U. (2008). Economic Growth and Development: Towards a Catchup Model. *Environmental Resource Economics*, 40, 1–36.
- Lindenberger, D. ja Kümmel, R. (2011). Energy and the state of nations. *Energy*, 36, 6010–6018.
- Luong, N. D. (2015). A critical review on Energy Efficiency and Conservation policies and programs in Vietnam. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 623–634.
- Murillo-Zamorano, L. R. (2010). The Role of Energy in Productivity Growth: A Controversial Issue? *The Energy Journal*, 26, 69–88.
- Moyo, B. (2013). Power infrastructure quality and manufacturing productivity in Africa: A firm level analysis. *Energy Policy*, 61, 1063–1070.
- OECD (2013). STRUCTURAL POLICY COUNTRY NOTES Viet Nam. Viitattu 4.6.2018. <https://www.oecd.org/countries/vietnam/Viet%20Nam.pdf>
- Ouedraogo, N. S. (2013). Energy consumption and human development: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy*, 63, 28–41.
- Ouedraogo, N.S. (2017). Modeling sustainable long-term electricity supply–demand in Africa. WIDER Working Paper 2017/23.
- Payne, J. E. (2010). A survey of the electricity consumption-growth literature. *Applied Energy*, 87, 723–731.
- Rosen, M.A. (2011). *Economics and Exergy: An Enhanced Approach to Energy Economics*. New York: Nova Science Publishers.
- Steinbuks, J. ja Foster, V. (2010). When do firms generate? Evidence on in-house electricity supply in Africa. *Energy Economics*, 32, 505–514.
- Stern, D. I. ja Kander, A. (2012). The Role of Energy in the Industrial Revolution and Modern Economic Growth. *The Energy Journal*, 33/3, 125–152. ”
- Solow, R. M. (1994). Perspectives on Growth Theory. *Journal of Economic Perspectives*, 8/1, 45–54.
- Tang, C. F., Tan, B. W., Ozturk, I. (2016). Energy consumption and economic growth in Vietnam. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1506–1514.
- Tovar, M. A. ja Iglesias, E. M. (2013). Capital-Energy Relationships: An Analysis when Disaggregating by Industry and Different Types of Capital. *The Energy Journal*, 34(4), 129–150.
- Wagner, J. (2007) Exports and Productivity A Survey of the Evidence from Firm-level Data. *The World Economy*, 60–82.

## Muut lähteet

- Enterprise Surveys (<http://www.enterprisesurveys.org>), The World Bank. Tulostettu 26.1.2018.
- Enterprise Surveys (b) (<http://www.enterprisesurveys.org/Custom-Query>) Custom Query. The World Bank. Tulostettu 26.1.2018.
- OECD/IEA (2018a). Viitattu 3.6.2018.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=KENYA&product=electricityandheat&year=2015>.
- OECD/IEA (2018b). Viitattu 3.6.2018.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=KENYA&product=electricityandheat&year=2013>
- OECD/IEA (2018c). Viitattu 6.5.2018.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=KENYA&product=electricityandheat&year=2009>
- OECD/IEA (2018d). Viitattu 6.5.2018.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=KENYA&product=electricityandheat&year=2007>
- OECD/IEA (2018e). Viitattu 6.5.2018.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=VIETNAM&product=electricityandheat&year=2015>
- OECD/IEA (2018f). Viitattu 6.5.2018.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=VIETNAM&product=electricityandheat&year=2013>
- OECD/IEA (2018g). Viitattu 6.5.2018.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=VIETNAM&product=electricityandheat&year=2009>
- OECD/IEA (2018h). Viitattu 6.5.2018.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=VIETNAM&product=electricityandheat&year=2007>
- The World Bank (2018a). Data for Vietnam, Kenya. Tulostettu 6.5.2018.  
<https://data.worldbank.org/?locations=VN-KE>.
- The World Bank (2018b). Data: PPP conversion factor, GDP (LCU per international \$). Viitattu 14.05.2018 klo 16:23.  
<https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP?end=2015&locations=KE-VN&start=2009>.
- The World Bank (2018c). Survey Methodology. Viitattu 27.4.2018.  
<http://www.enterprisesurveys.org/methodology>

# LIITTEET

## Liite 1: vaihtoehtoiset estimoinnit voittoaste selittäjänä Vietnamin vuoden 2009 ja Kenian vuoden 2013 aineistolla

MUUTTUJAT	(1) voittoaste	(2) voittoaste	(3) voittoaste	(4) voittoaste	(5) voittoaste	(6) voittoaste
log työvoima	0,113** (0,0542)	0,122* (0,0654)	0,0622 (0,0481)		0,0638 (0,0591)	
log pääoma	0,00335 (0,0694)	0,0149 (0,0661)	-0,0256 (0,0951)	0,0249 (0,0728)	-0,0222 (0,101)	0,0338 (0,0709)
log kokonaiskust.	0,0284 (0,154)	0,0260 (0,154)		0,0750 (0,152)		0,0765 (0,154)
Ikä		-0,000622 (0,00217)			0,000568 (0,00328)	0,000440 (0,00177)
Sähkökatkojen kesto		0,00109 (0,00646)			-0,00279 (0,00881)	-0,00178 (0,00599)
Vietnam	-0,838 (0,531)	-0,860 (0,546)	-0,933 (0,627)	-0,829 (0,529)	-0,968 (0,643)	-0,856 (0,544)
Sähkökatkojen kesto_Vietnam		0,0106 (0,0158)			0,0166 (0,0207)	0,0137 (0,0159)
Sähkökatkojen määrä	-0,00561*** (0,00206)		-0,00505** (0,00219)	-0,00473** (0,00199)		
Sähkökatkojen määrä_Vietnam	0,0574 (0,0707)		0,0626 (0,0739)	0,0544 (0,0703)		
log materiaalikust.			0,102 (0,198)		0,109 (0,209)	
Vakio	-0,245 (1,221)	-0,427 (1,313)	-0,587 (1,250)	-0,771 (1,268)	-0,770 (1,355)	-0,946 (1,390)
Havainnot	545	479	540	545	475	479
R <sup>2</sup>	0,023	0,024	0,027	0,021	0,028	0,022

Robustit keskivirheet suluissa

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Estimoinneissa käytetty painokertoimia

Huomio: alaviivalla merkitään muuttujien yhteisvaikutusta

Huomio: työvoimakustannukset sisältyvät kokonaiskustannuksiin, ja työvoimakustannusten voi olettaa riippuvan työvoiman määrästä. Siksi estimointeja tehtiin myös ilman työvoimatekijää (sarakkeet 4 ja 6).



## **Liite 2: luettelo taulukoista**

- Taulukko 1** Vietnamin ja Kenian yleisiä olosuhteita
- Taulukko 2** Yritysten suoriutuminen teollisuus- ja palvelusektoreilla
- Taulukko 3** Yritysten suoriutuminen teollisuussektorilla Keniassa ja Vietnamissa
- Taulukko 4** Vietnamin ja Kenian sähkönkulutus, tuotanto, tuonti ja vienti
- Taulukko 5** Sähkön saannin luotettavuuden kehitys yritysten näkökulmasta tuotanto- ja palvelusektoreilla Keniassa ja Vietnamissa
- Taulukko 6** Sähkön saannin luotettavuuden kehitys yritysten näkökulmasta teollisuussektorilla Keniassa ja Vietnamissa
- Taulukko 7** Sähkön saannin luotettavuuden kehitys erikokoisten yritysten näkökulmasta Keniassa
- Taulukko 8** Sähkön saannin luotettavuuden kehitys erikokoisten yritysten näkökulmasta Vietnamissa
- Taulukko 9** Estimointien pääspesifikaatioissa käytettyjen muuttujien kuvaus
- Taulukko 10** Muuttujat Kenian vuoden 2013 aineistossa
- Taulukko 11** Muuttujat Vietnamin vuoden 2009 aineistossa
- Taulukko 12** Muuttujat Vietnamin vuoden 2015 aineistossa
- Taulukko 13** Dummy-muuttujat maakohtaisissa aineistoissa
- Taulukko 14** Muuttujat Vietnamin 2009 ja Kenian 2013 yhdistetyssä aineistossa
- Taulukko 15** Muuttujat Vietnamin vuoden 2015 ja Kenian vuoden 2013 yhdistetyssä aineistossa
- Taulukko 16** Dummy-muuttujat yhdistetyissä aineistoissa
- Taulukko 17** Estimointien tulokset Kenian vuoden 2013 aineistolla
- Taulukko 18** Estimointien tulokset Vietnamin vuoden 2009 aineistolla
- Taulukko 19** Estimointien tulokset Vietnamin vuoden 2015 aineistolla
- Taulukko 20** Estimointien tulokset Vietnamin vuoden 2009 ja Kenian yhdistetyllä aineistolla
- Taulukko 21** Estimointien tulokset Vietnamin vuoden 2015 ja Kenian yhdistetyllä aineistolla