SÄHKÖVERKKOLIIKETOIMINNAN TOIMINTAYMPÄRISTÖN TULEVAISUUSTUTKIMUS

Kolme skenaariota tulevaisuudesta

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalouuden osasto, diplomityö

2023

Jukka-Pekka Laherto

Tarkastajat: Professori Tuomo Uotila
Tutkijatohtori Satu Rinkinen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT insinööritieteiden tiedekunta

Tuotantotalous

Jukka-Pekka Laherto

Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuustutkimus

Kolme skenaariota tulevaisuudesta

Diplomityö

2023

84 sivua, 19 kuvaa ja 16 taulukkoa

Tarkastajat: Professori Tuomo Uotila
Tutkijatohtori Satu Rinkinen

Avainsanat: Tulevaisuustutkimus, SWOT, PESTE, megatrendit, toimintaympäristö, sähköverkko, energiamurros, toimintavarmuus, tulevaisuusskenaariot, valvontamenetelmät

Suomen energia- alalla on käynnissä toimintaympäristön muutos, jota kutsutaan yleisesti energiamurrokseksi. Energiamurroksen etenemisessä Suomen sähköverkoilla on oleellinen osa uusiutuvan energian ja sähkönkäytön lisääntymisessä. Fossiilisesta polttoaineesta luopuminen uudistaa energiatuotannon ja lisää sähkönkäyttöä mm. liikenteen, teollisuuden ja lämmityksen sähköistyessä. Energiamurroksen lisäksi sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristössä on nähtävissä useita tulevaisuuden muutostekijöitä, kuten teknologinen kehittyminen, sekä liiketoiminnan regulaatiojärjestelmän ja asiakaskäyttäytymisen muutokset.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön nykytila ja kartoittaa toimintaympäristön mahdollisia tulevaisuuden muutostekijöitä ja niiden vaikutuksia toimintaympäristöön. Tavoitteena oli luoda tulevaisuustutkimuksen menetelmien avulla ymmärrys muuttuvasta toimintaympäristöstä ja sen vaikutuksista sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuuteen.

Tutkimus tehtiin osana kohdeyhtiön laajempaa sähköverkkovisiohanketta. Toimintaympäristön tarkastelua tehtiin kokonaisuudessaan Suomen sähköverkkoliiketoiminnan näkökulmasta, eikä ainoastaan kohdeyhtiön näkökulmasta. Tutkimustyön lopputuloksena syntyi kolme erilaista sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuusskenaariota, jotka rakennettiin tutkimuksessa kerätyn aineiston pohjalta. Tutkimuksen lopputulosten perusteella sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristössä on havaittavissa monia erilaisia tulevaisuuden muutostekijöitä, joilla on vaikutuksia toimialan tulevaisuuteen. Sähköverkkojen näkökulmasta selkeästi vaikutukseltaan suurimpia muutostekijöitä ovat ns. energiamurros, sekä reguloidun toimintaympäristön tulevaisuuden valvontamenetelmien kehitys. Energiamurroksen eteneminen kasvattaa sähkönkäyttöä ja muuttaa sähkön tuotantomuotoja.

Sähköverkot toimivat muutoksen mahdollistajana ja ovat avainasemassa muutoksen läpiviemisessä. Valvontamenetelmät ohjaavat sähköverkkoyhtiöiden toimintaa ja käytännössä määrittävät liiketoiminnan tuottoasteen. Uusilla vuoden 2024 alusta käyttöön otettavilla sähköverkkoliiketoiminnan valvontamenetelmillä on merkittävä vaikutus sähköverkkojen tulevaisuuden investointien kannattavuuteen ja sitä myötä myös koko Suomen energiahankkeiden etenemiseen. Tutkimuksen perusteella sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuudesta on vaikea luoda yksiselitteistä ja selkeää tulevaisuuskuvaa, koska erilaisia muutostekijöitä, sekä muutosvaikutuksia on paljon ja ne ovat toisistaan riippuvaisia.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

School of Engineering Science

Industrial Engineering and Management

Jukka-Pekka Laherto

Future research on the operating environment of the electricity grid business

Three scenarios of the future

Master's thesis

2023

84 pages, 19 figures and 16 tables

Examiners: Professor Tuomo Uotila
Post Doctoral Researcher Satu Rinkinen

Keywords: Future research, SWOT, PESTEL, megatrends, operating environment, electrical grid, energy transition, operational reliability, future scenarios, control methods

A change in the operating environment is underway in the Finnish energy sector, which is commonly called the energy revolution. In the progress of the energy transition, Finnish electricity grids play an essential part in the increase of renewable energy and electricity use. Abandoning fossil fuel renews energy production and increases electricity use, among other things, when traffic, industry and heating become electrified. In addition to the energy revolution, several future change factors can be seen in the operating environment of the electricity grid business, such as technological development, the business regulatory and the change in customer behavior.

The aim of this study was to find out the current state of the operating environment on the network business and create the possible future change factors of the operating environment and their effects. The goal was to create an understanding of the changing operating environment and its effects on the operating environment of the electricity grid business.

The research was conducted as part of the target company`s broader electricity grid vision project. The review of the operating environment was done entirely from the perspective of the Finnish electricity grid business, and not only from the perspective of the target company. The result was creation of three different future scenarios for the electricity grid business, which were built based on the data collected in the research. Based on the results of the research, many different futures change factors can be observed in the operating environment of the electricity grid business, which have an impact on the future of the industry. From the point of view of electricity grid, clearly the biggest change factors are the so- called energy transition, as well as the development of the future control methods of the regulated

operating environment. The progress of the energy revolution will increase the use of electricity and change the forms of electricity production. Electricity networks act as an enabler of change and play a key role in bringing the change through. The control methods guide the operation of electricity grid companies and in practice determine the profitability of the business. The new control methods for electricity grid business that will be introduced from the beginning of 2024 will have a significant impact on the profitability of future investments in electricity grids, and thus also on the progress of energy projects in Finland as a whole. Based on the research, it is difficult to create an unambiguous and clear picture of the future of the operating environment of the electricity grid business, because there are many different factors and the effects of change, and they are interdependent.

KIITOKSET

Tämän diplomityön, sekä opintojen mahdollistamisesta haluan kiittää LUT- yliopistoa, opiskelijakavereita, diplomityössä toimineita ohjaajia, kohdeyhtiöitä, sekä erityisesti perhettäni, joka on mahdollistanut työstämään opinnot loppuun asti.

Sisällysluettelo

1 Johdanto ... 9
1.1 Tutkimuksen kohdeyhtiö ... 10
1.2 Tutkimuksen tavoitteet, rajaus ja tutkimuskysymykset ... 10
1.3 Tutkimuksen toteutus ... 10
1.4 Tutkimuksen rakenne ja aikataulu ... 11
2 Tulevaisuustutkimuksen menetelmiä, metodeja ja tekniikoita ... 13
2.1 Skenaariot ... 14
2.2 PESTE- analyysi ... 15
2.3 SWOT- analyysi ... 16
2.4 Megatrendit ... 16
3 Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristö PESTE- analyysilla kuvattuna ... 18
3.1 Sähköverkkoliiketoiminnan poliittiset tekijät ... 18
3.2 Sähköverkkoliiketoiminnan ekonomiset tekijät ... 21
3.3 Sähköverkkoliiketoiminnan sosiaaliset tekijät ... 22
3.4 Sähköverkkoliiketoiminnan teknologiset tekijät ... 22
3.5 Sähköverkkoliiketoiminnan ekologiset tekijät ... 24
4 Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuus PESTE- analyysillä kuvattuna ... 29
4.1 Toimintaympäristön poliittiset muutostekijät ... 30
4.2 Toimintaympäristön ekonomiset muutostekijät ... 31
4.3 Toimintaympäristön sosiaaliset muutostekijät ... 33
4.4 Toimintaympäristön teknologiset muutostekijät ... 34
4.5 Toimintaympäristön ekologiset muutostekijät ... 34
5 Kyselytutkimus ... 40
5.1 Kyselytutkimuksen tavoite ja tarkoitus ... 40
5.2 Kyselytutkimuksen toteutus ... 40
5.3 Kyselytutkimuksen analysoinnin toteuttaminen ... 41
5.4 Analyysi sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuuskuvasta ... 43
5.5 Analyysi sähkönkulutuksesta ja -tuotannosta, sekä valvontamenetelmistä ... 46
5.5.1 Uudet teknologiat ja älykkäät sähköverkot ... 48
5.5.2 Pientuotanto, sähköinen liikenne ja kulutusjousto ... 50
6 Kohdeyhtiön liiketoimintaympäristön tulevaisuustutkimuksen tulokset ... 53
6.1 Kohdeyhtiön SWOT- analyysi ... 53
6.2 Megatrendien tunnistaminen ja vaikutukset kohdeyhtiön toimintaympäristöön ... 56
6.3 Kohdeyhtiön toimintaympäristön PESTE- analyysi ... 58

7 Luodut sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön skenaariot 65
7.1 Tulevaisuustaulukon luominen 66
7.2 Suomen sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuuskuvat ja -skenaariot vuoteen 2035 67
7.2.1 Sähköverkot mahdollistajana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa 68
7.2.2 Sähköverkot hidastajana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa 69
7.2.3 Sähköverkot pullonkaulana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa . 70
8 Johtopäätökset 72
8.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin 72
8.2 Yhteenveto ja pohdinta 76
LÄHDELUETTELO 78

KUVALUETTELO

Kuva 1. Työn etenemisen prosessi.

Kuva 2. Tulevaisuuskestävän strategian luominen (Hiltunen, 2012).

Kuva 3. Megatrendien, trendien ja heikkojen signaalien liittyminen toisiinsa (Hiltunen, 2012).

Kuva 4. Havainnekuva suomen sähköverkoista. (Fingrid, 2023B).

Kuva 5. Sähköverkkoyhtiöiden keskijänniteverkon maakaapelointiasteen kehitys. (Energiavirasto 2023A).

Kuva 6. Sähkön kulutus sektoreittain vuosilta 1961–2021 (Tilastokeskus, 2023A).

Kuva 7. Suomen sähköntuotanto 2010–2022 (Tilastokeskus, 2023B).

Kuva 8. Sähkön tuotanto ja kulutus kuukausittain suomessa vuonna 2022 (Energiateollisuus ry, 2023B).

Kuva 9. Tuulivoimatuotanto ja kapasiteetti vuosina 2007–2022 (Energiateollisuus ry, 2023A).

Kuva 10. Valvontamenetelmien valvonnan rytmi (Energiavirasto, 2023D).

Kuva 11. Sähkön jakeluverkkotoiminnan kohtuullinen tuottoaste (WACC-%) Suomessa 2005–2027 (Energiavirasto 2020).

Kuva 12. Fingrid verkkovision 2021 skenaariot (Fingrid, 2021).

Kuva 13. Fingrid verkkovisio, sähkönkulutus eri skenaarioissa (Fingrid, 2021).

Kuva 14. Fingridin ennuste aurinkovoiman kehityksestä Suomessa (Fingrid, 2023C).

Kuva 15. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin prosessi (Tuomi & Sarajärvi, 2018).

Kuva 16. Sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuusskenaarioiden luominen.

Kuva 17. Sähköverkot mahdollistajana skenaario.

Kuva 18. Sähköverkot hidastajana skenaario.

Kuva 19. Sähköverkot pullonkaulana skenaario.

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. PESTE- taulukko (Heponiemi & Suutari, 2022).

Taulukko 2. Valvontamenetelmien muutokset vuodesta 2005 saakka (Energiavirasto, 2021A).

Taulukko 3. Käynnissä olevat maa- ja merituulihankkeet toukokuu 2023 (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2023).

Taulukko 4. Tutkimuskyselyn sisällönanalyysin yhteenveto.

Taulukko 5. Esimerkkivastauksia tutkimuskyselyn kysymyksiin 1–7.

Taulukko 6. Esimerkkivastauksia tutkimuskyselyn kysymyksiin 8–10.

Taulukko 7. Esimerkkivastauksia tutkimuskyselyn kysymyksiin 11–13.

Taulukko 8. Esimerkkivastauksia tutkimuskyselyn kysymyksiin 14–16.

Taulukko 9. Kohdeyhtiön tulevaisuusverstaassa luotu SWOT- analyysi.

Taulukko 10. Kohdeyhtiön megatrendien tunnistustyön lopputulokset.

Taulukko 11. Kohdeyhtiön toimintaympäristön poliittiset muutostekijät.

Taulukko 12. Kohdeyhtiön toimintaympäristön ekonomiset muutostekijät.

Taulukko 13. Kohdeyhtiön toimintaympäristön sosiaaliset muutostekijät.

Taulukko 14. Kohdeyhtiön toimintaympäristön teknologiset muutostekijät.

Taulukko 15. Kohdeyhtiön toimintaympäristön ekologiset muutostekijät.

Taulukko 16. Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuustaulukko.

1 Johdanto

Energia- alalla on ollut viime vuosina käynnissä voimakas muutos, ns. energiamurros, joka on lähtenyt liikkeelle fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämisestä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Tulevaisuuden energiajärjestelmiä on aloitettu rakentamaan uusiutuvan energian varaan. Käynnissä olevan energiamurroksen aikana on tulossa suuria muutoksia energian käyttöön, tuotantomuotoihin, sekä energiaverkkoihin. Suurin muutokseen johtava tekijä on taistelu ilmastonmuutosta vastaan, jossa tavoitteena on saada maapallon lämpeneminen pysäytettyä. Hiilidioksidioksidipäästöissä on neljä päätekijää, jotka ovat talouskasvu, väestönkasvu, energiakulutus henkilöä kohden, sekä hiilidioksidipäästöt tuotettua energiayksikköä kohde. Energiamurrokseen liittyvät myös tulevaisuuden liikenneratkaisut, kysyntäjoustot, energian toimitukset ja huoltovarmuus, energian varastointiratkaisut, sekä lämmitysratkaisut. (Fortum, 2023)

Vuonna 2022 alkanut Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan on johtanut energiakriisiin Euroopassa. Venäjän suuntaan asetetut pakotteet ovat vauhdittaneet EU- maiden pyrkimyksiä päästä eroon fossiilisista polttoaineista. Venäjän hyökkäys on muuttanut energiapoliittista toimintaympäristöä pitkälle tulevaisuuteen. Vuonna 2022 energia- ala investoi Suomessa yli 3 miljardia euroa puhtaaseen energiaan, sekä energiaverkkoihin. Investoinneilla pyritään mahdollistamaan ilmastotavoitteet, vastaamaan hintojen nousuun, sekä irtautumaan venäläisestä fossiilienergiasta. (Energiateollisuus 2023B)

Energia- alalla on käynnissä ns. energiamurros, jonka etenemisellä nähdään olevan vaikutuksia sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuuteen. Energiamurroksen lisäksi toimialalla on näkyvissä muitakin melko merkittäviä tekijöitä, joilla uskotaan olevan muutosvaikutuksia toimintaympäristöön. Tässä diplomityössä tutkitaan sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuutta, siihen vaikuttavia muutostekijöitä ja niiden vaikutuksia. Tutkimuksen kohdeyhtiössä on käynnistetty vuoden 2023 alussa laajempi tulevaisuusvisiohanke, joka ulottuu vuoteen 2035 asti. Tämän tutkimustyön tavoitteena on luoda sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuusskenaariot vuoteen 2035, jotka tukevat kohdeyhtiön tulevaisuusvisiohankkeen edistämistä. Skenaarioiden avulla kohdeyhtiö pystyy arvioimaan toimintaympäristön mahdollisia tulevaisuuskuvia ja rakentamaan sen avulla tulevaisuusvisiotaan.

1.1 Tutkimuksen kohdeyhtiö

Kohdeyhtiönä toimii suomalainen sähköverkkoyhtiö, josta käytetään tässä tutkimuksessa nimitystä Sähköverkkoyhtiö Oy. Kohdeyhtiö on sähkönjakeluverkon haltija, jonka päätehtävänä on jakaa sähköä loppukäyttäjille omalla verkkoalueellaan 110 kV – 0,4 kV sähköverkosta. Tämä tutkimustyö on tuotettu osana kohdeyhtiön laajempaa tulevaisuusvisiohanketta.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet, rajaus ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa kartoitetaan sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön nykytila, tutkitaan toimintaympäristön tulevaisuuskuvaa, sekä luodaan sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisskenaariot. Tutkimus on rajattu tarkastelemaan sähköverkkoverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöä Suomessa, sen tulevaisuutta, sekä siihen vaikuttavia tekijöitä ja ilmiöitä. Tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat:

Päätutkimuskysymys:

- Minkälainen Suomen sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristö on mahdollisesti vuonna 2035? Minkälaisia muutoksia sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön on mahdollisesti tulossa tulevaisuudessa ja mitkä muutostekijät, sekä -ilmiöt siihen vaikuttavat?

Apukysymykset:

- Millä tekijöillä ja ilmiöillä on suurimpia vaikutuksia sähköverkkoliiketoimintaympäristön tulevaisuuden määrittymisessä?

1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen pääteemana on sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöanalyysi, jonka lopputuloksena luodaan toimintaympäristön tulevaisuusskenaariot. Toimintaympäristöanalyysissä tavoitteena on luoda mahdollisimman monipuolinen kokonaiskuva sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöstä paneutumatta yksittäisiin tekijöihin kuitenkaan kovinkaan tarkasti.

Tutkimustyö alkaa sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön nykytilakartoituksella, joka toteutetaan kirjallisuuskatsauksella, jossa tutkitaan Suomen sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön nykytilaa, sekä tulevaisuuskuvaa. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on hahmottaa

toimialan toimintaympäristön nykytila ja tulevaisuus, sekä niihin merkittävästi vaikuttavia tekijöitä. Nykytila- ja tulevaisuuskartoituksessa kerätään tietoa avoimista tietolähteistä PESTE- analyysin avulla.

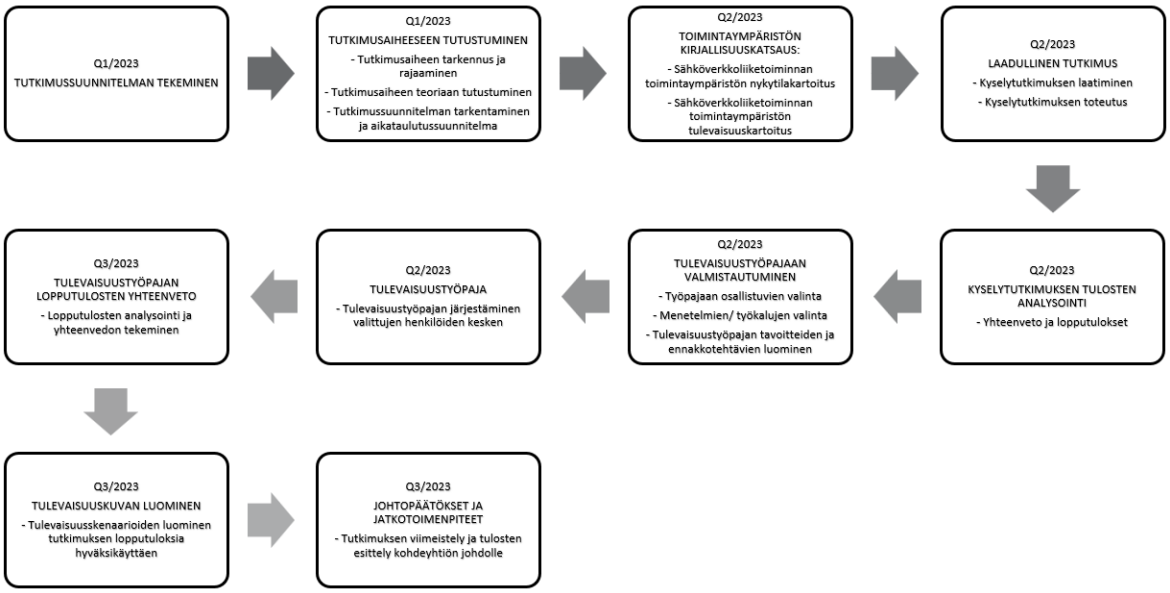
Kirjallisuuskatsauksen lopputulosten perusteella luodaan kyselytutkimus suomalaisille sähköverkkoyhtiöille, joiden toimintaympäristö on samanlainen, kuin kohdeyhtiön. Kyselytutkimuksella tavoitellaan suomalaisten sähköverkkoyhtiöiden näkemyksiä toimialan toimintaympäristön tulevaisuudesta.

Kirjallisuuskatsauksen ja kyselytutkimuksen lopputulosten pohjalta luodaan runko kohdeyhtiön tulevaisuusverstaalle, jonka tavoitteena on löytää kohdeyhtiön näkökulmasta toimintaympäristön tulevaisuuden tärkeimmät muuttuvat tekijät ja aihiot.

Kirjallisuuskatsauksen, kyselytutkimuksen ja kohdeyhtiön tulevaisuusverstaan lopputuloksista koostetaan sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuusskenaariot vuoteen 2035.

1.4 Tutkimuksen rakenne ja aikataulu

Kuvassa 1 on esitetty työn etenemisen prosessi. Ensimmäisessä vaiheessa sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön nykytilaan tutustutaan kirjallisuuskatsauksen avulla. Nykytilakartoituksen jälkeen tutkitaan toimintaympäristön tulevaisuutta ja siihen merkittävimmin vaikuttavia muutostekijöitä. Toimintaympäristön nykytila- ja tulevaisuuskartoituksen lopputulosten perusteella luodaan kyselytutkimus sähköverkkotoimijoille, jossa painotetaan sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuuden näkymiä. Kirjallisuuskatsauksen ja kyselytutkimuksen lopputulosten avulla luodaan runko kohdeyhtiön tulevaisuusverstasta varten, jonka tavoitteena on tunnistaa kohdeyhtiön näkökulmasta toimintaympäristön merkittävimmät tulevaisuustekijät ja luoda pohja verkkovision luomiseksi vuoteen 2035.



Kuva 1. Työn etenemisen prosessi.

2 Tulevaisuustutkimuksen menetelmiä, metodeja ja tekniikoita

Tulevaisuutta ei pysty aistein havaitsemaan, eikä muistojen kautta tavoittamaan, mutta kuitenkin se on meille olemassa. Tulevaisuuden tietämisestä on erilaisia näkemyksiä tulevaisuustutkijoiden piireissä. Etenkin tieteellisessä mielessä on poikkeavia mielipiteitä siitä, miten pätevää tulevaisuuteen liittyvää tietoa voidaan hankkia ja pelkästä luulosta, arvailusta tai muusta tieteellisesti epäpätevistä uskomuksista. (Kuusi ym. 2013)

Tulevaisuustutkimus on kohtalaisen nuori tieteenala ja sen tuottaman tiedon totuudenmukaisuutta kohtaan on usein esitetty kritiikkiä. Poikkeavuutena muihin tieteen aloihin on, että tietoa ei voida empiirisesti testata, koska sitä ei ole vielä tapahtunut. Viime vuosikymmenien suuren kehittymisen myötä voidaan kuitenkin puhua jo uudesta tieteenalasta. Päätöksentekoa ja suunnittelua avustava tulevaisuustutkimus on jo vanhaa perua 1800- luvulta, mutta todellisen alkusysäyksen tulevaisuuden tutkimuksen menetelmien kehitykseen antoi toisen maailmansodan ja kansainvälisen politiikan tarpeet USA:ssa. (Kuusi ym. 2013)

Tulevaisuustutkimuksen tavoitteena ei ole ennustaa tulevaisuutta, vaan kartoittaa mahdollisia tulevaisuuksia. Tulevaisuuden kartoittaminen vaatii laaja- alaista tietoa mm. sosiaalisista, biologisista, fysikaalisista ja taloudellisista seikoista. Tulevaisuudentutkimuksella ei pyritä vain yhteen tulevaisuuskuvaan, vaan luodaan erilaisia vaihtoehtoja tulevaisuudesta ottamalla huomioon erilaisia mahdollisia muuttujia. Pitkän tähtäimen toiminnan suunnittelussa tulevaisuustutkimusta käytetään hyväksi pyrkimällä ennakoimaan tulevaisuuttaa jo hyvissä ajoin ennen sen toteutumista. Näin ollen esim. organisaatiot pystyvät käyttämään tulevaisuustutkimusta hyväkseen oman pitkän tähtäimen toimintasuunnitelmia luodessaan. (Kuusi ym. 2013)

Tulevaisuustutkimuksen menetelmäkentässä on paljon erilaisia vaihtoehtoja, jotka ovat vuosien saatossa kehittyneet ja saaneet uusia suuntia. Aallon ym. (2022) mukaan tulevaisuustutkimus on monitieteinen tieteenala, jossa on ominaista muiden tieteenalojen vaikutteiden, menetelmien ja teorioiden yhdistelevä suuntautuminen. Tämän lisäksi tulevaisuustutkimukseen on kehittynyt useita sille tyypillisiä tiedon hankkimis- ja tutkimusmenetelmiä, joita ovat mm. delfoi- menetelmä, tulevaisuusverstas, skenaariomenetelmät, toimintaympäristön analysointi, systeemidynamiikka, tulevaisuuspyörä, tulevaisuus- verstaat/-työpajat, ristivaikutusanalyysi. Näiden lisäksi tulevaisuustutkimuksessa käytetään myös perinteisiä tutkimusmetodeja, kuten: määrällinen aikasarja- analyysi, tilastollinen ennustaminen, simulointi, kysely. ja haastattelutekniikat. Tulevaisuustutkimukselle ominaista on, että yhdistellään useampia eri menetelmiä ja tekniikoita. Samassa

tulevaisuustutkimuksessa on mahdollista käyttää hyväksi määrällisiä, sekä laadullisia lähestymistapoja. (Aalto ym. 2022)

2.1 Skenaariot

Skenaariomenetelmä on peräisin 50- luvulta RAND Corporationista. Alun perin skenaario on syntynyt teatterimaailmassa ja on tarkoittanut näytelmän juoniluonnosta. Nykyään skenaariot tunnetaan osana modernia tulevaisuustutkimusta, jossa pyritään hahmottamaan, mikä on mahdollista ja todennäköistä tulevaisuudessa. Skenaarioajattelua käytetään usein hyväksi yritysten strategiatyössä hahmottamalla mahdollisia kehityskulkuja pitkälle tulevaisuuteen. (Kuusi ym. 2013)

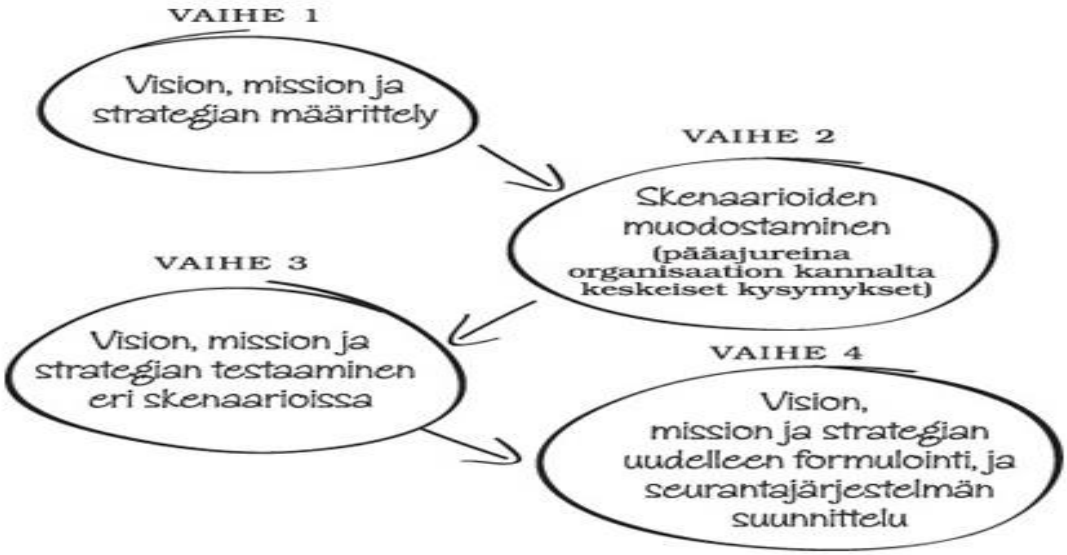
Skenaarioita on kirjallisuudessa kuvattu tiivistetysti erilaisilla lauseilla. Meristö (2013) toteaa skenaarioiden olevan ”oletuksiin perustuva tulevaisuudenkuva, joka kokonaisvaltaisesti ja moniulotteisesti luonnostelee yrityksen tulevaisuuden toimintaympäristön sekä kuvaa kehityspolun nykyisyydestä tulevaisuuteen” (Kuusi ym. 2013). Kamppisen, Malaskan ja Kuusen mukaan skenaario tarkoittaa ”erityisen merkittävää toteutettavissa olevaa mahdollista maailmaa, siis sellaista reittiä ja maailmantiloja mahdollisten maailmojen polustossa, johon halutaan kiinnittää erityistä huomiota. Skenaariot voivat olla erityisen houkuttelevia tai erityisen katastrofaalisia mahdollisia maailmoja, eli sellaisia, jotka ovat järkevää ottaa huomioon tulevaisuuteen kuljettaessa”. (Kamppinen ym. 2003)

Skenaariotyöskentelyssä tarkastellaan yritystä osana toimintaympäristöään, jolloin tarkasteltaviksi asioiksi tulevat mm. ekologiset, poliittiset, sosiaaliset, tekniset ja taloudelliset asiat. Skenaariotyöskentelyssä on tavoitteena antaa apua tulevaisuuden suunnitteluun ja päätöksentekoon vastaamalla kysymykseen mitä tulevaisuudessa saattaa tapahtua. Skenaariotyöskentelyä käytetään organisaatioiden apuvälineenä tulevaisuuden toimintaympäristön muutosten havaitsemiseen hyvissä ajoin, jolloin organisaatio pystyy ennakoimaan ja hallinnoimaan omia toimintojaan, sekä reagoimaan mahdollisiin muutoksiin. Skenaariotyöskentelyssä tarjotaan keinoja myös tulevaisuuden uhkien ja mahdollisuuksien tunnistamiseen. (Kuusi ym. 2013; Mannermaa, 2004; Kamppinen ym. 2003)

Skenaario voi olla todennäköinen tai epätodennäköinen, uhkaava tai tavoiteltava. On olemassa useita erilaisia skenaariomenetelmiä, mutta jokaisen olisi tärkeä sisältää kolme elementtiä, jotka ovat: yrityksen ja yrityksen toimintaympäristön nykytilan kuvaus, tulevaisuuden tilan kuvaus, sekä kuvaus prosessista, joka liittää edellä mainitut kaksi elementtiä toisiinsa. (Mannermaa, 1999)

Hiltusen (2012) mukaan tulevaisuuskestävän strategian rakentamisprosessiin kuuluu olennaisesti erilaisten tulevaisuuksien pohtiminen, jossa skenaarioajattelu nähdään yhtenä hyvänä menetelmänä.

Kuvassa 2 on esitetty esimerkki organisaation tulevaisuuskestävän strategian luomisesta skenaarioita hyväksi käyttäen. (Hiltunen, 2012)



Kuva 2. Tulevaisuuskestävän strategian luominen (Hiltunen, 2012).

2.2 PESTE- analyysi

Ympäristötekijöiden tunnistamista ja analysointeja varten on kehitetty erilaisia malleja, joista yksi tunnetuimmista PESTE- analyysi. Menetelmän tarkoituksen on tarkastella sellaisia asioita ja tekijöitä, joihin yritys ei pysty omalla strategiavalinnallaan vaikuttamaan. Menetelmä on alun perin luotu yritysten strategiatyön työkaluksi, jossa tarkastellaan organisaation ulkoisten tekijöiden vaikutuksia. PESTE- nimitys muodostuu englanninkielisistä sanoista Political, Economic, Sosial, Technological ja Environmental. Taulukossa 1 on esitetty eri tekijöille tehtäviä tarkasteluja PESTE- analyysissä. (Puusa ym. 2012; Heponiemi & Suutari, 2022)

Toimintaympäristön tekijä	**Tarkastelu**
Poliittinen	Mitkä hallinnolliset tekijät vaikuttavat lainsäädäntöön, verotukseen, talouteen ja liiketoiminnan harjoittamiseen?
Ekonominen	Mitkä tekijät vaikuttavat organisaatioiden kehitykseen, tuottavuuteen ja toimintakykyyn?
Sosiaalinen	Miten sosiaaliset rakenteet ja asenteet vaikuttavat markkinoihin, sekä yhteiskuntaan?
Teknologinen	Miten teknologinen kehitys ja innovaatiot vaikuttavat toimialaan?
Ekologinen	Miten erilaiset ympäristötekijät, kuten ilmastonmuutos vaikuttaa liiketoimintaan, raaja- aineiden saatavuuteen ja hiilijalanjälkeen?

Taulukko 1. PESTE- taulukko (Heponiemi & Suutari, 2022).

2.3 SWOT- analyysi

SWOT- analyysin avulla organisaatiot pystyvät tarkastelemaan organisaation ulkopuolelta tulevien tekijöiden muodostamia uhkia ja mahdollisuuksia samalla peilaten niitä oman organisaation vahvuuksiin ja heikkouksiin. Kriittisellä toimiala- analyysillä tunnistetaan ulkopuolisia uhkia ja mahdollisuuksia, sekä analysoidaan organisaation luonnollista ympäristöä ja markkinoita. Oman organisaation vahvuuksien ja heikkouksien tarkastelu auttaa organisaatioiden valmiuksia kohdata liiketoimintaympäristön asettamat vaatimukset. Nykytilan arvioinnin lisäksi tulevaisuuden kehityssuuntien arviointi kannattaa ottaa mukaan analyysin tekemisessä. SWOT- analyysin tärkeimpinä tavoitteina on luoda ymmärrys organisaation toimintaympäristön, markkina alueen ominaisuuksien ja sisäisten resurssien yhteensovittamisesta, sekä tunnistaa uusia mahdollisuuksia ja tiedostaa organisaation heikkoudet. (Puusa ym. 2012)

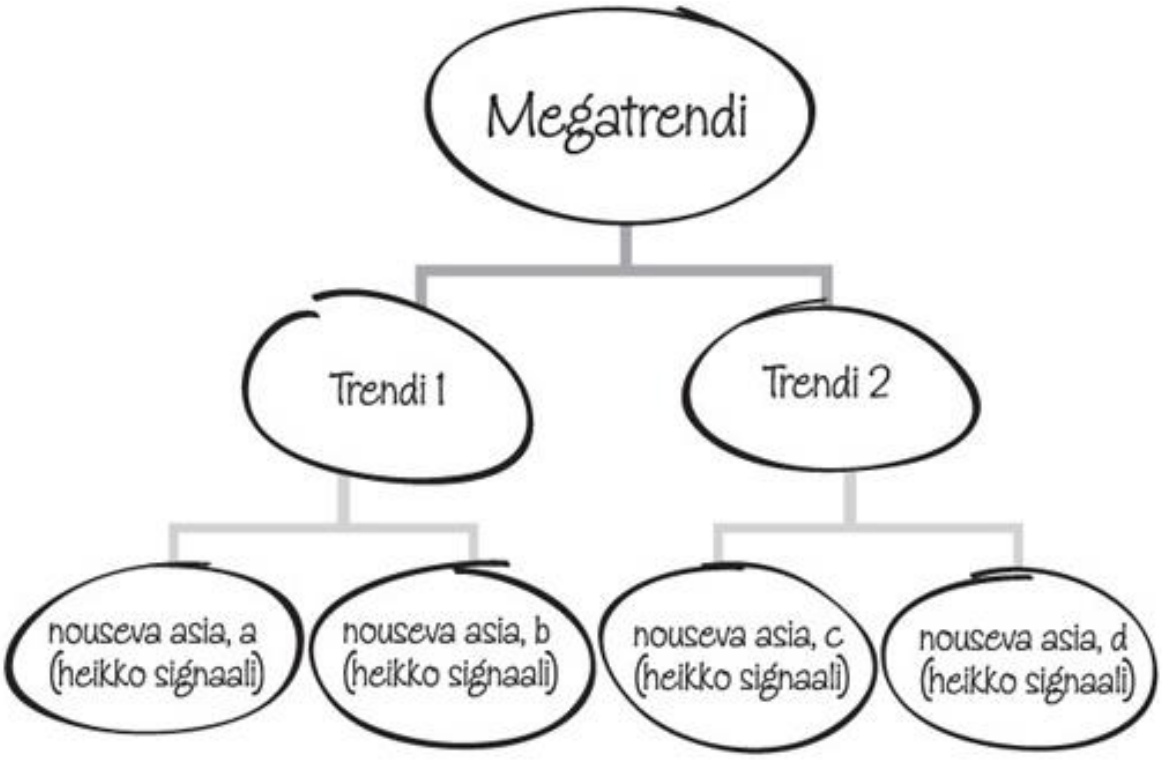
SWOT- nelikenttä analyysi on parhaimmillaan yksikertainen ryhmässä tai yksin toteutettava menetelmä vahvuuksien, heikkouksien, mahdollisuuksien ja uhkien tunnistamiseen. Yksi hyvä työtapa SWOT- analyysin tekemiselle on kirjata yksin nelikenttään näkemykset, jonka jälkeen ajatukset kootaan ryhmätyönä yhteen. (Engblom ym. 1998)

2.4 Megatrendit

Mannermaan mukaan ”megatrendeillä eli kehityksen suurilla aalloilla tai linjoilla tarkoitetaan yleensä sellaista ilmiötä tai ilmiökokonaisuutta, jolla voidaan nähdä olevan yleinen jo toteutuneen kehityksen perusteella tunnistettava suunta ja jonka uskotaan jatkuvan samansuuntaisesti myös tulevaisuudessa” (Mannermaa, 2004 s. 73).

Ritakallion ja Vuoren mukaan vuonna 2018 keskeisimpiä megatrendejä ovat olleet ilmastonmuutos, väestön ikääntyminen, teknologian kehittyminen, digitalisaatio, tiedon lisääntyminen, globalisaatio ja kaupungistuminen (Ritakallio & Vuori, 2018). Sitran vuoden 2023 megatrendikorteissa on nostettu esiin käytännössä samoja asioita tarkemmin selostettuna, kuin Ritakallio ja Vuori vuonna 2018. Ilmastonmuutos, kaupungistuminen, teknologinen kehittyminen ja digitalisaatio ovat edelleen pääpainopisteitä megatrendeissä. (Sitra, 2023) Hiltusen (2012) mukaan megatrendeillä kuvataan nykyhetkeä ja niiden maantieteellinen levinneisyys on laajaa. Niillä on vaikutuksia eri elämänalueille, ne ovat voimakkaasti läsnä ja koostuvat eri trendeistä. Yleensä megatrendit ovat pitkäkestoisia, mutta eivät kuitenkaan pysyviä. Erilaisia megatrendilistauksia on luotu paljon, joissa usein yhteisenä tekijänä on ollut listata suuren luokan muutoksia. Tästä syystä megatrendilistat muistuttavat usein hyvin paljon toisiaan. Usein esiin nousee mm. globalisaatio, teknologian kehitys,

ilmastonmuutos, digitalisoituminen ja raaka- aineiden hupeneminen. Hiltunen (2012) luonnehtii megatrendejä sellaisen luokan tapahtumiksi, että ”kaikki” tietävät mistä puhutaan. Kuvassa 3 on esitetty megatrendien, trendien ja heikkojen signaalien liittyminen toisiinsa. (Hiltunen, 2012)



Kuva 3. Megatrendien, trendien ja heikkojen signaalien liittyminen toisiinsa (Hiltunen, 2012).

Hiltunen (2019) on listannut 10 globaalia megatrendiä, jotka ovat ilmastonmuutos, väestönkasvu, väestönrakenteen muutos, kaupungistuminen, globalisaatio, varallisuuden ja kulutuksen kasvu, eriarvoisuuden kasvu, ympäristön saastuminen ja resurssien vähentyminen, digitalisaatio ja teknologinen kehitys (Hiltunen, 2019).

3 Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristö PESTE- analyysilla kuvattuna

Kamenskyn (2015) mukaan analyysityö on yksi liiketoiminnan menestysstrategian välttämättömistä perustoista. Analyysityön ensimmäisiksi tavoitteiksi hän mainitsee organisaation ja sen toimintaympäristön tuntemisen, valinnat tavoitteiden, strategioiden ja toimenpiteiden suhteen, sekä analyysien vaikutukset liiketoiminnan, organisaation ja ihmisten oppimiseen ja jatkuvaan kehittymiseen. Toimintaympäristön toimiala- analyysejä ovat esim. skenaariot, heikot signaalit, kysyntäanalyysit ja kilpailuanalyysit. Tavoitteena makrotason analyyseissä on nähdä miten toimiala ja yritys liittyvät suurempaan kokonaisuuteen ja mitä vaikutuksia makrotaloudellisilla tekijöillä on yrityksen toimintaan. Tavoitteena on kerätä olennaista tietoa, analysoida sitä ja tehdä olennaisia synteesejä. Ennustamisen ollessa periaatteessa mahdotonta, nousee yritysten kyky ennakoida tulevaisuutta arvokkaaksi. PESTE- analyysi on yksi hyvä työkalu yrityksen kokonaistaloudellisten tekijöiden analysoinnissa. Analyysissä tulee selvittää tärkeimmät tekijät, miten ne kehittyvät ja mikä niiden merkitys on yrityksen näkökulmasta. (Kamensky, 2015)

Tässä tutkimuksessa sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön nykytilan kartoituksessa on käytetty PESTE- analyysin mukaisia tekijöitä. Kartoituksessa on pyritty mahdollisimman kattavaan toimintaympäristön nykytila-analyysiin valitsemalla jokaisesta eri osa- alueesta vaikuttavuudeltaan merkittävimmät toimialan toimintaympäristön tekijät. Nykytilakartoitus on suoritettu kirjallisuuskatsauksena avoimiin tietolähteisiin ja aikaisempiin tutkimuksiin tutustuen.

3.1 Sähköverkkoliiketoiminnan poliittiset tekijät

Poliittinen ohjaus

Poliittisilla päätöksillä on ohjaava vaikutus sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön. Viimeisimpänä merkittävänä esimerkkinä poliittisten päätösten vaikutuksista sähköverkkoyhtiöiden toimintaympäristöön voidaan pitää valvontamenetelmien muuttamista kesken valvontajakson vuonna 2021. Muutokseen vaikutti vahvasti sähkönsiirtohintojen laaja ja pitkään kestänyt julkinen keskustelu, sekä siitä seurannut poliittinen paine (Lappi, 2021; Energiateollisuus ry, 2022A). Viime vuosikymmeninä laajasti suomalaisten sähköverkkoyhtiöiden toimintaa vaikuttaneita poliittisia päätöksiä ovat olleet mm. sähkömarkkinalain ja valvontamenetelmien päivitykset, verkkoyhtiöiden omistajamuutokset, sekä toimitusvarmuuslain käyttöönotto. Myös erilaisilla lainsäädännöillä, esim.

fossiilisten polttoaineiden vähentämisellä ja ilmastonmuutoksen hillitsemisellä on välillisiä vaikutuksia sähköverkkojen toimintaympäristöön. (Partanen ym. 2020; Elenia, 2023; Caruna, 2023B).

Energiateollisuus ry:n (2022B) suorittaman suomalaisten energia- asenteet tutkimuksen mukaan poliittisilla päätöksillä tulisi ensisijaisesti tavoitella energiaomavaraisuuden kasvattamista, kohtuullista energian hintaa ja uusiutuvan energian lisäämistä. Tutkimuksen mukaan vähiten tulisi tavoitella energiajärjestelmän työllistävyyttä, uusien energiainnovaatioiden kehittämistä ja kaupallistamista, sekä päästövähennyksiä ja ilmastonmuutoksen hillitsemistä. (Energiateollisuus ry, 2022B).

Valvova viranomainen

Sähköverkonhaltijat ovat elinkeinoharjoittajia, jotka suorittavat luvanvaraista sähköverkkoliiketoimintaa hallinnoimassaan sähköverkossa. Verkkoluvan myöntää toistaiseksi tai erityisestä syystä määräajaksi energiavirasto. Sähköverkonhaltijoiden verkkoluvassa on määrätty maantieteellinen vastuualue, jolla verkonhaltijan on toimitettava sähköä sitä tarvitseville osapuolille. (Energiavirasto, 2023B; Energiavirasta 2021B) Sähköverkkotoimintaa ohjaa vahvasti sähkömarkkinalaki ja valvontamenetelmät. Laki velvoittaa verkonhaltijaa tarjoamaan palveluita sähkömarkkinoiden osapuolille tasapuolisesti ja syrjimättömästi, sekä rakentamaan, ylläpitämään ja käyttämään sähköverkkoa standardien ja laatuvaatimusten mukaisesti. (Partanen ym. 2020; Sähkömarkkinalaki, 2013; Energiavirasto, 2021A).

Erityisvalvonnalla pyritään sähkömarkkinalainsäädännön päätavoitteiden mukaan korkeaan laatuun ja kohtuulliseen hinnoitteluun. Sähkön jakeluverkkotoimintaa ohjaa valvontamenetelmät, jotka kohdistuvat verkonhaltijoiden liiketoimintaan. Päätavoitteiden lisäksi tasapuolisuus, verkon kehittäminen ja liiketoiminnan pitkäjänteisyys, jatkuvuus, kehittäminen ja tehokkuus ovat valvontamenetelmien keskeisiä tavoitteita. (Energiavirasto, 2021)

Nykyinen käytössä oleva valvontajärjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2005. Vuosien varrella menetelmiin on tehty muutoksia taulukon 2 mukaisesti. (Energiavirasto, 2021A)

2005-2007	2008-2011	2012-2015	2016-2019
Markkinaoikeus muutti päätöksellään suoraan viraston menetelmiä koskevien seuraavien menetelmien osa-alueita: - Oman ja vieraan pääoman kustannus, riskitön korkokanta. - Oman pääoman kustannus, likvidittömyyspreemio. - Rahoitusomaisuuden ylläpidosta aiheutuva kustannus.	Markkinaoikeus muutti toisen valvontajakson menetelmäpäätöstä seuraavasti: - Taseen oikaisu, eliminoidaan taseen vastaaviin kuuluvat laina- ja sijoitusluonteiset saamiset, mutta ei myynti- eikä siirtosaamisia. - Rahoitusomaisuuden kustannuksen kattotason määritelmiä.	Korkein hallinto- oikeus kumosi markkinaoikeuden ja viraston päätökset ja palautti asian energiavirastolle. Vaatimusta myrskytuhojen läpilaskutuksesta ei hyväksytty. Markkinaoikeus kumosi menetelmäpäätökset ja palautti virastolle uudelleen, tehostamiskannustimessa keskeytyskustannusten enimmäismäärä oli rajattava laskennallisesti.	Neljännen ja viidennen valvontajakson osalta sähkön verkkotoiminnan valvontamenetelmien osalta ei läpikäyty yhtään oikeusprosessia.

Taulukko 2. Valvontamenetelmien muutokset vuodesta 2005 saakka (Energiavirasto, 2021A).

Omistajanohjaus

Suomen sähköverkkoyhtiöistä osa on kunnallisessa omistuksessa ja osa erinäisten sijoitusyhtiöiden omistuksessa. Esimerkiksi kaksi Suomen suurinta verkkoyhtiötä Caruna ja Elenia ovat sijoitusyhtiöiden omistuksessa, kun taas useat kaupunkiyhtiöt, mukaan lukien tämän tutkimuksen kohdeyhtiö ovat kunnallisessa omistuksessa. (Elenia, 2023; Caruna 2023B)

Lainsäädäntö Suomessa ei erottele osakeyhtiöitä omistuksien perusteella. Tästä huolimatta kunnallisessa omistuksessa oleva yhtiö joutuu ottamaan huomioon erilaisia kuntalain vaatimuksia. Monesti kunnat omistavat useita eri toimialan osakeyhtiöitä, jotka saattavat poiketa toisistaan hyvinkin paljon. Ruohosen (2021) mukaan toimialan erityispiirteiden ymmärtäminen on tärkeä taito, kun kunnan omistamaa energiayhtiötä ohjeistetaan. Energia- ala on pitkäikäinen ja perinteinen toimiala, joka on kohdannut useita eri muutoksia. Kuntaomistajien yhtiöiden hallituksilta ja toimivilta johdoilta vaaditaan jatkuvaa tarkkaivaisuutta, jotta osataan toimia muutoksessa yhtiön edun mukaisesti. Kun kuntakonserni asettaa itselleen tavoitteita on mahdollista, että energiayhtiö saa niistä osansa, jotka eivät välttämättä ole energiayhtiön etujen mukaisia. Kuntayhtiöiden hallitukset ovat avainasemassa osakeyhtiöiden etujen säilymisessä ja tavoitteiden toteutumisessa. Energiayhtiön johto tai hallitus ei voi tietää mihin suuntaan yhtiötä pitäisi viedä ilman omistajan selkeää ohjausta. Yksi kuntaomisteisen ja yksityisomisteisen osakeyhtiön eroista on kuntaomisteisissa osakeyhtiöissä vaatimuksena oleva konserniohje. Konserniohje tulee olla jokaisessa kunnassa, jossa on yksikin tytäryhtiö. Konserniohje pitää sisällään erilaisia määräyksiä, joiden tarkoituksena on varmistaa

tytäryhtiöiden toiminta emokunnan intressien mukaisesti. (Energiateollisuus ry, 2021; Tilisanomat 2023)

3.2 Sähköverkkoliiketoiminnan ekonomiset tekijät

Asiakkaat

Sähköverkkoyhtiöiden asiakkaita ovat sähkönkäyttäjät, jotka maksavat sähköliittymämaksun, sekä sähkön kulutukseen liittyvät siirto- ja palvelumaksut. Jokainen verkkoyhtiö on omalla vastuualueellaan velvollinen jakamaan sähköä sitä tarvitseville, eli käytännössä jokaiselle sähköverkkoon liittyvälle on annettava mahdollisuus liittymiseen. Verkonhaltija saa periä verkkoon liittämisestä kohtuullisen liittymismaksun, jonka on oltava tasapuolinen ja syrjimätön kaikille verkon käyttäjille. Liittymien hinnoittelussa käytetään energiaviraston vahvistamia hinnoittelumenettelyjä. (Energiavirasto, 2023C)

Liiketoiminnan sääntely

Sähkönjakeluverkkoliiketoiminta on luonnollista monopolitoimintaa, jossa erityisvalvonnan tavoitteena on verkkopalveluiden hinnoittelun kohtuullisuus ja korkea laatu. Hallituksen v. 2013 laatimassa sähkömarkkinoiden lainsäädännössä todetaan, että sähköverkkopalveluiden hinnoittelun tulee olla kohtuullista ja asiakkaiden hintojen tulee vastata verkkoliiketoiminnan kuluja, sekä liiketoiminnasta saatava tuoton on pysyttävä kohtuullisena. (Energiavirasto, 2021A; Energiavirasto, 2021B)

Sähköverkkoliiketoiminnan liikevaihdon määrityksessä keskeisinä osatekijöitä ovat verkon jälleen hankinta- arvosta laskettavat vuotuiset tasapoistot, verkon nykykäyttöarvosta laskettava kohtuullinen tuotto, kullekin verkkoyhtiölle määritetty operatiivisten kustannusten katto, keskeytyskustannuksien kehityksen mukainen laatukannustin ja toimitusvarmuuskannustin (Partanen ym. 2020; Energiavirasto 2021B).

Regulaatiomallilla on suuri vaikutus sähköverkkoyhtiöiden liiketoimintaan. Valvontamenetelmien saaminen tasapuoliseksi jokaiselle sähköverkkoyhtiölle on haasteellista, koska toimintaa harjoitetaan erilaisissa toimintaympäristöissä. Suomalaisten verkonhaltijoiden yhtiökohtaisissa taloudellisissa tuloksissa on suuria eroja. Osa yhtiöistä saavuttaa äärimmäisen korkeita tuottoja, mutta osalla tuotot jäävät mataliksi. Yleisellä tasolla verkonhaltijoiden tuotot ovat kuitenkin olleet korkealla tasolla valvontakauden 2016–2019 ajan, joka kertoo verkonhaltijoiden eroista tuoton maksimoinnissa. Yhtiöiden korkea tuottotaso on kyseenalaistanut tuottotasoja valvovan valvontamallin toimivuuden, sekä tuotoista linjatun säädöksen mukaisuuden. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2022).

3.3 Sähköverkkoliiketoiminnan sosiaaliset tekijät

Asiakasodotukset- ja asenteet

Energiateollisuus ry:n (2022) suorittaman suomalaisten energia- asenteet tutkimuksen mukaan ilmastonmuutoksen torjumiseen liittyvät asenteen ovat muuttuneet viime vuosina aikaisempaa negatiivisemmaksi. Tutkimuksen mukaan ilmastonmuutosta ei nähdä enää niin vakavana uhkana, kuin muutama vuosi sitten. Tutkimukseen vastanneet eivät ole enää niin valmiita maksamaan korkeampaa hintaa ympäristöhaittojen vähentämisestä, kuin aikaisemmin ja tahtotila uusiutuvan energian tukemisesta verovaroilla on muuttunut negatiivisemmaksi. (Energiateollisuus ry, 2022B)

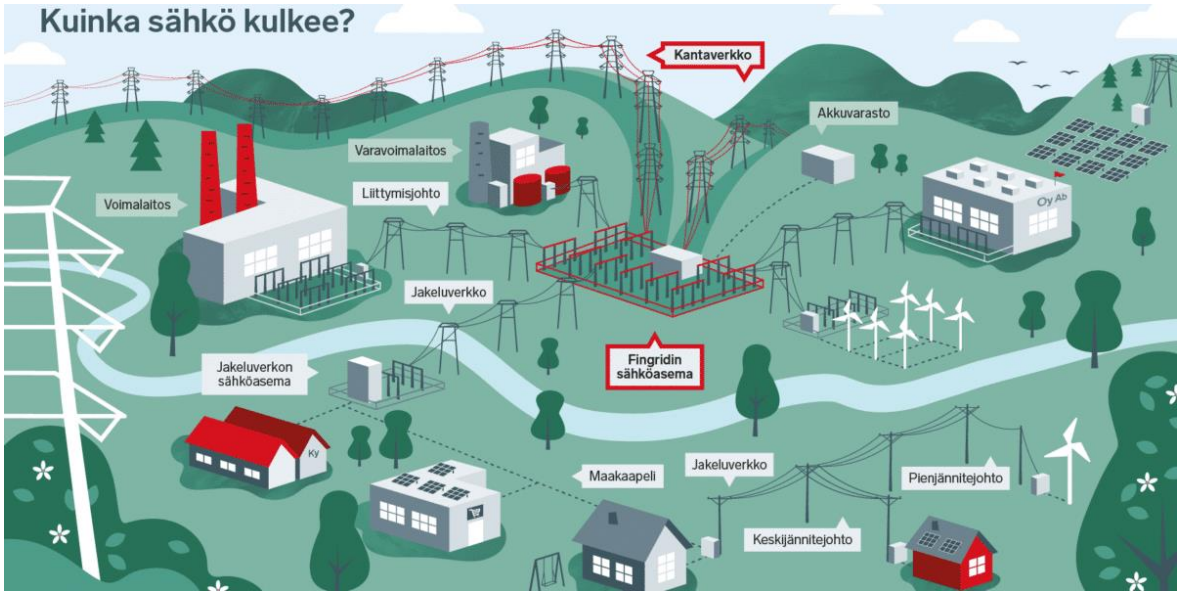
Energia- asenteet tutkimuksen (2022) mukaan sähkö on kasvattanut suosiotaan hyvänä Suomen vientituotteena. Tutkimuksen tulosten perusteella suomen sähköntuotantoa pitäisi lisätä aurinkosähkön, tuulivoiman, vesivoiman ja ydinvoiman suuntaan. Kivihiili ja öljy nähdään tuotantomuotoina, joita pitäisi vähentää. Myös sähkön tuontia ulkomailta toivotaan vähemmän. (Energiateollisuus ry, 2022B)

Energia- asenteet tutkimuksen (2022) mukaan tutkimukseen osallistuneista yli puolet olisi sitä mieltä, että sähköverkkojen toimintavarmuutta tulisi parantaa, vaikka se nostaisi hieman siirtohintoja. Neljännes vastaajista on sitä mieltä, että toimitusvarmuuteen ei tule panostaa, jos se nostaa siirtohintoja. 75 % vastaajista on täysin samaa mieltä, tai jokseenkin samaa mieltä, että sähköverkkoihin on pakko investoida yhteiskunnan sähköistämisen mahdollistamiseksi. (Energiateollisuus ry, 2022B)

3.4 Sähköverkkoliiketoiminnan teknologiset tekijät

Verkkorakenteet

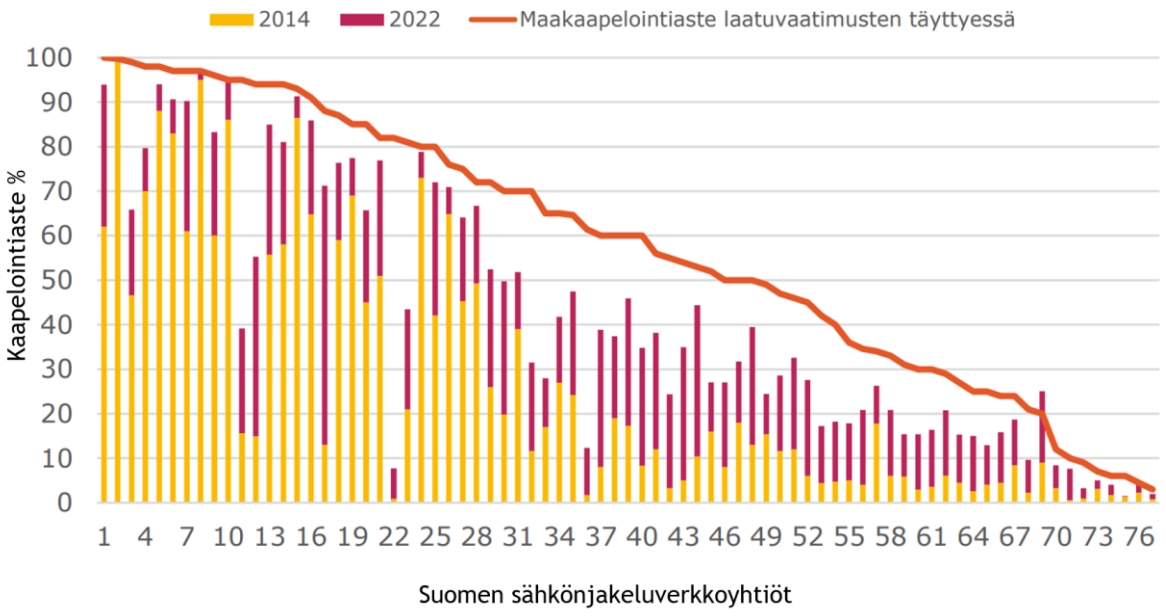
Kuvasta 4 on esitetty Suomen sähköverkosto, joka koostuu kantaverkosta, suurjännitteisistä jakeluverkoista, sekä jakeluverkoista. Suomen sähköverkon pituus on yhteensä n. 430 000 km. Sähköverkkojen tarkoituksen on jakaa sähköä kaikille sitä tarvitseville. Kantaverkkoyhtiönä toimii Fingrid Oy, joka siirtää suurjännitevoimajohdoilla sähköä joka puolelle Suomea. Kantaverkoista jatkuvat suurjännitteiset jakeluverkot, jotka siirtävät sähköä alueellisesti. Jakeluverkot voivat käyttää kantaverkkoa suurjännitteisen jakeluverkon kautta tai liittyä suoraan kantaverkkoon. Koteihin sähköt siirretään jakeluverkon kautta, jotka toimivat alueittain. Suomessa on yhteensä 77 sähkönjakeluverkkoyhtiötä, jotka jakavat omalla alueellaan sähköä 3,7 miljoonalle jakeluverkkoasiakkaalle. (Energiateollisuus, 2023D)



Kuva 4. Havainnekuva suomen sähköverkoista. (Fingrid, 2023B).

Teknologinen muutos

Sähköverkkoyhtiöt ovat investoineet sähköverkkoihinsa viimeisen 10 vuoden aikana todella paljon, jonka myötä sähköverkkoteknologia on siirtynyt ilmajohtoverkoista yhä enemmän maakaapeliverkkoon. Alkusysäyksenä isoille korvausinvestoinneille voidaan pitää vuonna 2013 säädettyä toimitusvarmuuslakia, joka on johtanut ennen näkemättömän suuriin sähkönjakeluverkon kaapelointeihin. Nykyisin uudet sähköverkot rakennetaan lähes poikkeuksetta säävarmaksi, joka on muuttanut sähköverkon rakentamista ilmajohtoverkosta enemmän maakaapeliverkoksi. Kuvasta 5 voidaan todeta, että sähköverkkoyhtiöiden kaapelointiasteen muutoksissa vuodesta 2014 vuoteen 2022 on paljon eroavaisuuksia ja vain muutama verkkoyhtiö täyttää tällä hetkellä asetetun maakaapelointiasteen tavoitteen. Maakaapeloinnin lisäksi verkkoyhtiöt ovat tehneet muitakin toimintavarmuutta parantavia teknologisia kehityksiä, kuten avojohtojen siirtäminen metsästä teiden viereen, johtoalueen harvennukset, sekä vianhoidon parantaminen. Sähköverkkojen ikäjakauma on nuorentunut huomattavasti viimeisen kymmenen vuoden aikana, joten korvausinvestoinneilla on ollut selkeää vaikutusta ikääntyneen huonokuntoisen verkon uusiutumisessa, laadun parantumisessa, sekä sähkönsiirron toimitusvarmuudessa. (Energiavirasto 2021A; Energiavirasto 2023A)



Kuva 5. Sähköverkkoyhtiöiden keskijänniteverkon maakaapelointiasteen kehitys. (Energiavirasto 2023A).

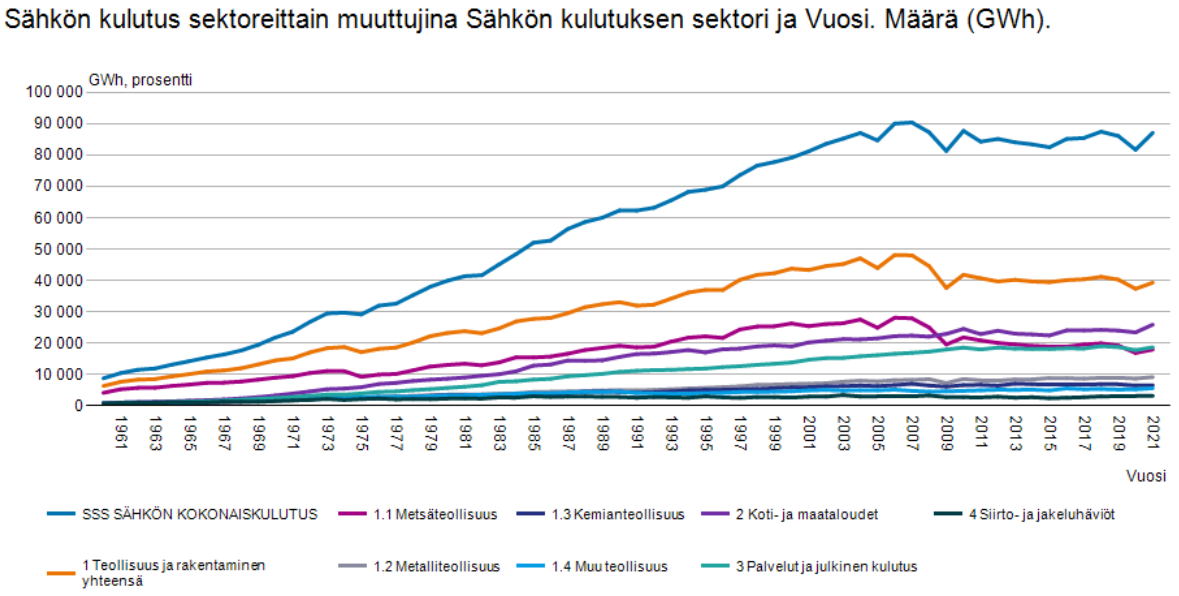
3.5 Sähköverkkoliiketoiminnan ekologiset tekijät

Ilmastonmuutoksen torjuminen

Ilmastonmuutoksen torjuminen vaikuttaa sähköverkkojen toimintaympäristöön monella eri tavalla. Sähkön tuotantomuodot muuttuvat uusiutuvaan energiaan ja fossiiliset polttoaineet korvataan sähköisillä ratkaisuilla. Vuonna 2018 laaditun EU- direktiivin mukaan vuoteen 2030 mennessä vähintään 32 % EU:n kokonaisenergiankulutuksesta sähköntuotannon, liikenteen, sekä lämmityksen ja viilennyksen osalta katetaan uusiutuvilla energialähteillä. (Euroopan unioni, 2018)

Sähkönkäyttö

Sähköverkkoyhtiöiden yksi päätehtävistä on sähkönsiirto sitä tarvitseville asiakkaille, joten sähkönkulutus ja sitä kautta tuleva sähkönsiirto ovat olennainen osa liiketoimintaympäristöä. Suomessa sähkönkäyttö on ollut kohtalaisen vakaata ja kokonaiskulutus on pysynyt melko stabiilina lähes koko 2000 – luvun ajan. Kuvasta 8 voidaan todeta sähkön kulutuksen lisääntyneen melko tasaista vauhtia 1960- luvulta aina 2000- luvun alkupuolelle asti, jonka jälkeen kulutus on tasaantunut ja jopa kääntynyt hieman laskuun. Kokonaiskulutuksen kasvusuhdanteen taantumiseen eniten vaikutusta on ollut metsäteollisuuden selkeällä sähkönkäytön vähentymisellä. Kuvassa 6 on esitetty suomen sähkön kulutus vuodesta 1961 vuoteen 2021. (Tilastokeskus, 2023)



Kuva 6. Sähkön kulutus sektoreittain vuosilta 1961–2021 (Tilastokeskus, 2023A).

Tällä hetkellä sähkönkulutus on ollut Suomessa laskusuhdanteessa edellisiin vuosiin nähden. Vuonna 2022 sähkön kulutus Suomessa vähentyi edelliseen vuoteen verrattuna kuusi prosenttia, ollen yhteensä 82 TWh/v, joka on yksi 2000- luvun alhaisimmista kulutuksista. Vuoden 2023 tilastojen mukaan sähkönkulutus on edelleen laskusuhdanteessa. Sähkön kulutuksen vähentymiseen vuosina 2022–2023 vaikutti oleellisesti sähkönsäästökampanjat, jotka johtuivat korkeasta sähkön hinnasta. (Energiateollisuus ry, 2023A) EU- alueella sähkön kysyntä oli vuoden 2022 loka- marraskuu välisenä aikana 7,9 % vähemmän, kuin vastaavana ajankohtana vuonna 2021 (Ember, 2023).

Kulutuksen vähentymiseen globaalisti on vaikuttanut koronavirus pandemia, sekä Euroopassa lisäksi myös Venäjän ja Ukrainan konfliktin vaikutukset. IEA:n sähkömarkkinaraportissa sähkön kysynnän odotetaan hidastuvan vuonna 2023 ja kiihtyvän taas vuonna 2024. Euroopassa sähkön kysyntä on laskemassa vuoden 2023 aikana alimmalle tasolla 20 vuoteen, vaikka sähköistyminen on kasvanut voimakkaasti ja esim. sähköautoja ja lämpöpumppuja on myyty ennätysmääriä. Syynä sähkön kokonaiskysynnän laskulle on teollisuuden ala, joka ei ole vielä täysin toipunut vuoden 2022 tuotantolamasta. (IEA, 2023)

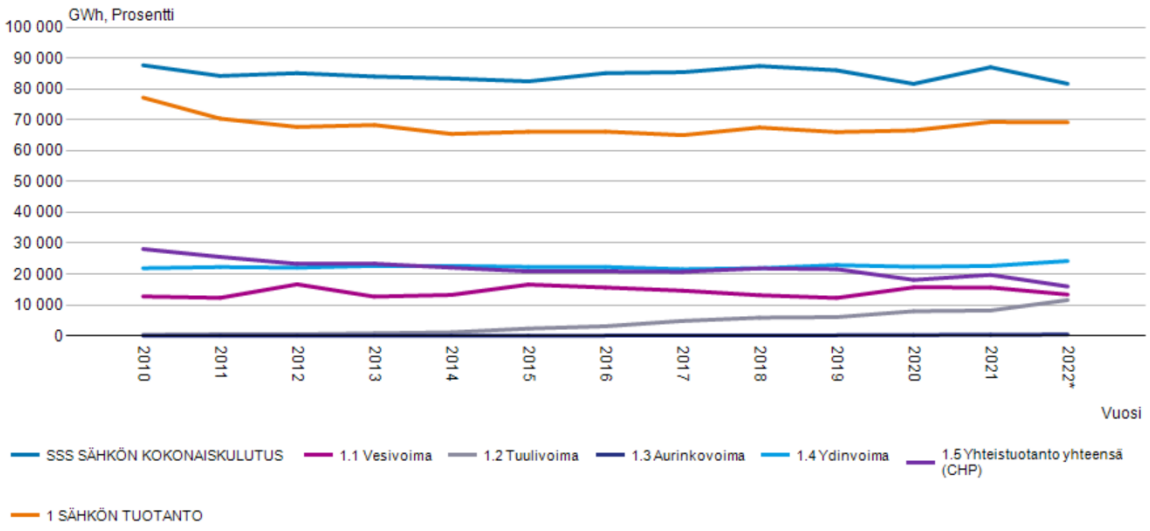
Sähköinen liikenne

Suomessa liikennekäytössä oli vuoden 2023 lopussa noin 3,18 miljoonaa ajoneuvoa, joista noin 2,74 miljoonaa oli henkilöautoja ja raskaamman liikenteen ajoneuvoja noin 450 000. Autokannan koko on viimeisen vuosikymmenen aikana kasvanut noin 1 % vuosivauhtia. Keskimääräisesti liikennekäytössä olevia autoja on suomessa lähes joka toisella asukkaalla. Täyssähköautoja liikenteessä oli suomessa vuoden 2022 lopussa noin 45 000 kpl ja hybridiautoja noin 105 000 kpl.

Sähköautojen osuus Suomen autokannasta on noin 5 %. (Sähköinen liikenne ry, 2023; Autoalan tiedotuskeskus, 2023; Traficom, 2023)

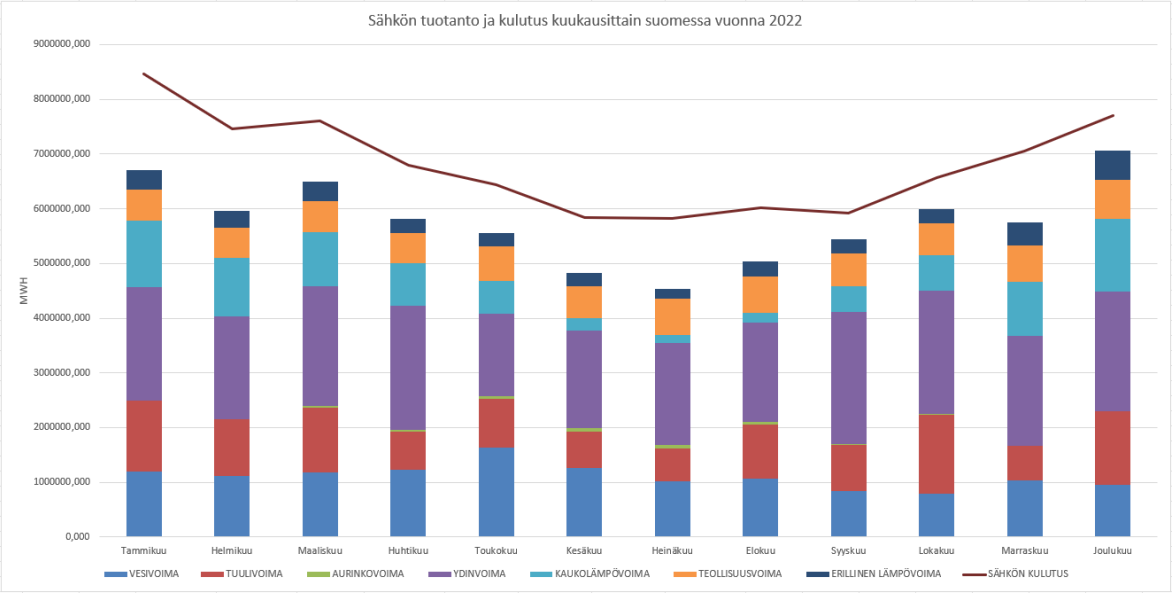
Sähköenergian tuotanto

Tuotettu sähköenergia siirretään sähköverkkojen avulla kuluttajille. Suomessa sähköenergiaa tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla, vesivoimalla, ydinvoimalla, tuulivoimalla, aurinkovoimalla, biomassalla, turpeella ja jätteellä. Näistä uusiutuviksi energialähteiksi luokitellaan vesi, biomassa, tuuli, aurinko ja hukkalämmöt. Ydinvoimaa ei lueta täysin uusiutuvaksi energialähteeksi, vaikka se tuottaakin vain vähän kasvihuonepäästöjä. Kuvassa 7 on esitetty Suomen sähkön tuotannon kehitys vuodesta 2010 eteenpäin. Kuviosta voidaan päätellä, että viime vuosina suomen kokonais-sähköntuotanto on hieman kasvanut. Ydinvoima, tuulivoima ja aurinkovoima ovat nostaneet tuotantotasoa viime vuosina, kun taas yhteistuotanto ja vesivoima ovat laskeneet. Aurinkovoiman tuotantomäärät ovat kokonaisuuden osalta edelleen melko marginaalisia, vaikka se onkin määrällisesti lisääntynyt paljon viime vuosina. (Energiateollisuus ry, 2023A; Tilastokeskus, 2023B)



Kuva 7. Suomen sähköntuotanto 2010–2022 (Tilastokeskus, 2023B).

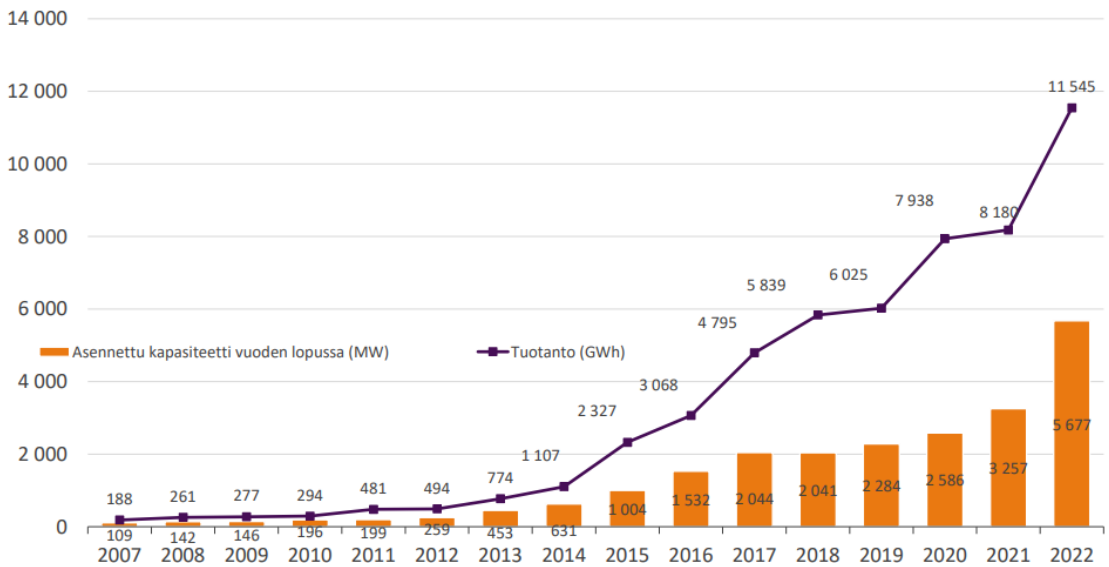
Kuvassa 8 on esitetty sähkön tuotanto ja kulutus kuukausittain vuodelta 2022. Kaaviosta voidaan todeta tuotantomäärillä olevan kuukausikohtaisia vaihteluja. Varsinkin tuulivoiman, kaukolämpövoiman ja vesivoiman tuotantomäärät vaihtelevat paljon eri kuukausien välillä ja aurinkovoiman tuotanto painottuu kesäkuukausille. (Energiateollisuus ry, 2023B)



Kuva 8. Sähkön tuotanto ja kulutus kuukausittain suomessa vuonna 2022 (Energiateollisuus ry, 2023B).

Tuulivoima

Tuulivoimatuotanto on kasvanut suomessa melko tasaisesti vuoteen 2021 asti. Vuonna 2022 tuulivoimatuotannon kapasiteetti kasvoi n. 2 400 MW edelliseen vuoteen verrattuna. Energiateollisuuden ylläpitämässä kuvasta 9 voidaan todeta tuulivoiman kapasiteetin vuonna 2022 kasvaneen 76 % ja tuotannon 41 % edelliseen vuoteen verrattuna. (Energiateollisuus ry, 2023A) Suomen Tuulivoimayhdistyksen mukaan suomen tuulivoimaloiden yhteenlaskettu kapasiteetti vuoden 2023 loppuun mennessä on n. 7 200 MW (Tuulivoimayhdistys ry, 2023).



Kuva 9. Tuulivoimatuotanto ja kapasiteetti vuosina 2007–2022 (Energiateollisuus ry, 2023A).

Aurinkoenergia

Aurinkoenergian kokonaistuotanto EU- alueella kasvoi vuonna 2022 ennätyksellisesti 39 TWh (+24 %), joka on lähes tuplasti enemmän, kuin edellinen ennätys. Yhteensä kahdessakymmenessä EU- maassa saavutettiin kaikkien aikojen korkein osuus aurinkosähkön tuotannossa. Vuoden 2022 touko- elokuun välisenä aikana aurinkoenergialla tuotettiin jopa 12 % koko EU- alueen sähköistä ja koko vuoden 2022 sähköenergian tuotannosta aurinkoenergialla tuotettiin 7,3 %. Vuonna 2022 aurinkoenergian tuotantomäärän kasvu EU- alueella oli yli tuplasti enemmän, kuin edellisenä vuonna. (Ember, 2023)

Suomessa sähköverkkoon liitetty aurinkovoiman tuotantokapasiteetti on kasvanut kovaa vauhtia vuodesta 2015 lähtien. Vuodesta 2021 vuoteen 2023 aurinkovoiman kapasiteetti on kasvanut 350 MW:sta yli 900 MW:iin. (Fingrid, 2023A; Energiavirasto, 2021C; Kauppalehti, 2023)

4 Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuus PESTE- analyysillä kuvattuna

Energia- ala on ollut viime vuosina keskusteluissa esillä pääasiassa ilmastomuutokseen liittyvissä asioissa, mutta vuonna 2022 alkaneet pakotteet Venäjän fossiilisiin polttoaineisiin liittyen ovat tehneet isoja muutoksia energia- alan toimintaympäristöön etenkin EU- alueella. Energiakriisi on vaikuttanut energia- alan nousemista kansalaiskeskustelun ja päätöksenteon keskiöön. Yhteiskunnallinen toimintaympäristö ja lainsäädäntö on monin tavoin muutoksessa, mutta selkeää näkymää tulevasta, väliaikaisuudesta ja pysyvyydestä ei ole vielä nähtävissä. Kansalaisten luotto sähkömarkkinoihin ja energiayhtiöiden on heikontunut kriisin aikana ja sen rakentaminen uudelleen voi viedä vuosia. Energiakriisin rinnalla etenee murros, jossa fossiilisen energian käytöstä ja tuotannosta luovutaan. Liikenteen ja teollisuuden osalta fossiilisista polttoaineista luopuminen tarkoittaa sähkönkäytön kasvua ja vetytalouden kehittymistä. Energia- alan investointimäärät ovat korkealla tasolla tuotannossa, käytössä ja verkoissa, vaikka toimialan näkymät ovat haasteelliset. (Leskelä, 2023)

Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristössä on käynnissä suuria muutoksia, jotka vaikuttavat verkkoyhtiöiden toimintaympäristöön, sekä liiketoiminnan tulevaisuuteen. Toimintaympäristön muutokseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. liiketoiminnan sääntelyn ja sähkön kysynnän muutokset, ilmastonmuutoksen vaikutukset sähkönkäyttöön ja tuotantomuotoihin, sähkön toimitusvarmuusvelvoitteet, sekä sähköverkkojen ikääntyminen. Sähkönkäytön ja tuotannon tulevaisuuteen liittyen on tehty useita erilaisia skenaariotarkasteluja ja selvityksiä, joissa yhteisenä tekijänä on näkemys sähkönkäytön lisääntymisestä ja tuotantomuotojen muuttumisesta tulevaisuudessa. Se, kuinka suuria muutokset tulevat olemaan vaihtelevat skenaarioiden tekijöiden välillä. (Haakana ym. 2022; Fingrid, 2021; Caruna, 2022) Myös erilaisilla trendeillä ja megatrendeillä on mahdollisesti vaikutuksia sähköverkkoyhtiöiden toimintaan. Sähkötutkimuspoolin sähkömarkkina- ja verkkovisio 2035 hankkeessa on luotu vuoteen 2035 ulottuva sähköverkko- ja sähkömarkkinavisio, jonka mukaan toimialan toimintaympäristö on voimakkaassa murroksessa, jossa liiketoiminnan toimintaympäristöön vaikuttavina muutosilmiöinä nähdään mm. kaupungistumisen jatkuminen, digitalisaation eteneminen, tekniikan integroituminen arkeen ja IOT:n arkipäiväistyminen, ilmastonmuutoksen vaikutukset, energiaomavaraisuuden arvostaminen, EU- sääntelyn lisääntyminen, energiatehokkuusvaatimusten voimistuminen, sähköstä riippuvuuden lisääntyminen, liikenteen käyttövoiman muuttuminen, uusiutuvan energian energiavallankumous ja turvallisuuden korostuminen kaikilla sähkönjakelun osa- alueilla. (Sähkötutkimuspooli, 2016)

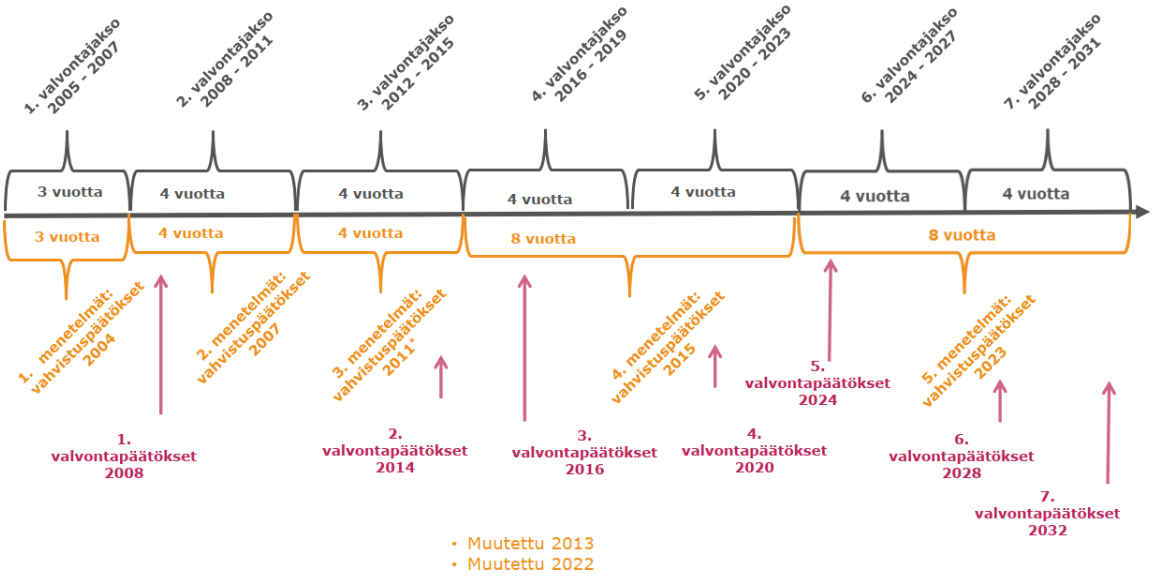
Carunan mukaan Suomessa on käynnissä ennennäkemätön energiamurros, jossa sähköverkot toimivat keskeisenä mahdollistajana. Energiajärjestelmä tulee uudistaa seuraavien vuosikymmenten aikana, jotta saavutetaan ilmastotavoitteet ja vahvistetaan omavaraisuutta. Fossiilisten polttoaineiden korvaamisessa helpointa ja kustannustehokkainta on korvata lämmityksen, liikenteen ja teollisuuden käyttämät polttoaineet puhtaaseen sähköön perustuvilla teknologioilla. Energia- ja sähköverkkojen toimintaympäristön muutokseen liittyviä asioita lähitulevaisuudessa ovat mm. sähkönkulutuksen lisääntyminen, sähköjärjestelmästä riippuvuuden kasvaminen, suuret investointimäärät, tuotantokapasiteetin kasvaminen, asiakkaiden osallistuminen sähkömarkkinoille ja sähköntuottajien lukumäärän moninkertaistuminen. (Caruna, 2022)

Toimintaympäristön tulevaisuuskuvan kirjallisuuskatsauksessa on kerätty avoimista tietolähteistä muutostekijöitä, joilla nähdään olevan selkeitä vaikutuksia sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön tulevaisuuteen. Kirjallisuuskatsauksen avulla on muutostekijät jaettu PESTE- mallin mukaisiin tekijöihin, joista on nostettu esiin toimintaympäristöön selkeästi vaikuttavia ja nähtävissä olevia muutostekijöitä.

4.1 Toimintaympäristön poliittiset muutostekijät

Viranomaispäätökset ja valvontamenetelmät

Uudet valvontamenetelmät vuosille 2024–2031 astuvat voimaan vuoden 2024 alusta ja niiden tarkkoja määrityksiä ei ole vielä valvovan viranomaisen suunnasta sähköverkkoyhtiöille toimitettu. Valvontamenetelmien valvonnan rytmi etenee neljän vuoden jaksoissa, joka on esitetty kuvassa 10. (Energiavarasto, 2023F)



Kuva 10. Valvontamenetelmien valvonnan rytmi (Energiavirasto, 2023D).

Energiaviraston alkuvuodesta 2023 esittämien tietojen perusteella valvontamenetelmien pääperiaatteet pysyisivät lähtökohtaisesti samanlaisina kuin nykyisissä valvontamenetelmissä, mutta keskeisenä painopisteenä toimii kokonaistehokkuuden kehittäminen verkkotoiminnassa (Energiavirasto, 2023D).

Lainsäädännölliset päätökset

Lainsäädännöllisillä päätöksillä on mahdollisia vaikutuksia tulevaisuuden sähkönkäytön ja tuotantomuotojen muutoksissa. EU:n 55- valmiuspaketin mukaan ilmastopäästöjä on vähennettävä EU-alueella vähintään 55 % vuoteen 2030 ja tultava ilmastoneutraaliksi vuoteen 2050 mennessä. Valmiuspaketti pitää sisällään erilaisia konkreettisia toimia, joiden tavoitteena on vähentää päästöjä ja siirtyä vähähiiliseen talouteen. Valmiuspakettiin kuuluu sähköverkkojen liiketoimintaympäristön näkökulmasta merkittäviä asioita sähkönkäytön ja tuotannon osalta, kuten fossiilisten polttoaineiden vähentäminen, siirtyminen uusiutuvista lähteistä peräisin olevaan energiaan, sekä rakennusten energiatehokkuuden parantaminen. (Eurooppa- neuvosto. 2023)

4.2 Toimintaympäristön ekonomiset muutostekijät

Investointitarpeet ja tuottoaste

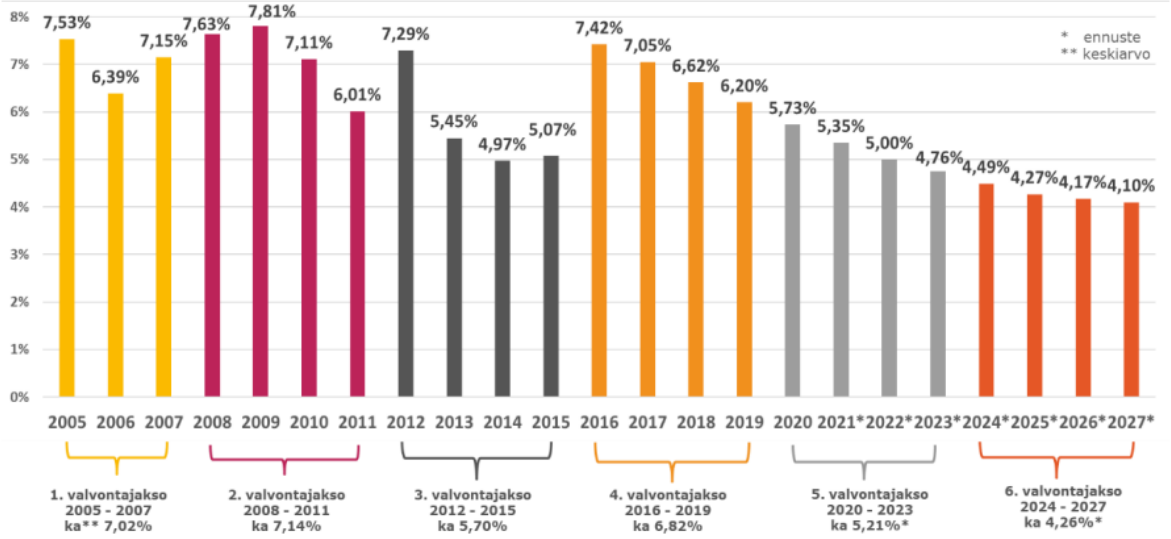
Energiamurroksella selkein vaikutus sähköverkkoyhtiöiden talouteen on investointitarpeiden kasvaminen sähköistymisen lisääntymisen myötä. Työ- ja elinkeinoministeriön selvityksessä (2023) arvioidaan vihreän siirtymän vaativan miljardiluokan investoinnit sähköverkkoihin vuoteen 2035 mennessä (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2023), kun taas Carunan selvityksen mukaan

energiajärjestelmään tullaan investoimaan Suomessa 40 miljardia seuraavien vuosikymmenten aikana (Caruna, 2022). Pelkästään kantaverkkoyhtiö Fingrid on ilmoittanut investoivansa lähitulevaisuudessa kolme miljardia euroa kantaverkkoon, jotta energiamurroksen vaativa sähköistyminen mahdollistetaan (Fingrid, 2022).

Sähköverkkoyhtiöiden kehittämissuunnitelmien yhteenvedon mukaan verkonhaltijat ovat investoineet sähköverkkoihin vuosien 2014–2021 välillä keskimäärin n. 575 miljoonaa euroa vuodessa. Kehittämissuunnitelmien mukaan investointimäärät tulevat pysymään tulevina vuosina vähintään yhtä korkeina, kuin aikaisempina vuosina. Painopiste investointitarpeissa kuitenkin muuttuu niin, että laatuvaatimuksiin liittyneet investoinnin vähentyvät, kun taas investoinnit uuden tuotannon verkkoon liittämiseksi ja kuormituksen lisääntymiseksi lisääntyvät. Verkkoyhtiöt ovat arvioineet, että vuosina 2022–2026 uudet tuotannon ja kuormien lisääntymiset tuovat sähköverkkoihin yli 100 miljoonan euron vuotuiset investointitarpeet. (Energiavirasto, 2023A)

Partanen (2018) on arvioinut suurien ja nopeutettujen investointien vaikutus verkkoyhtiöiden liikevaihtoon välillä 2018 – 2028 olisi n. +10–40 % riippuen verkkoyhtiöiden alueellista olosuhteista (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018). Vuoden 2022 alussa energiavirasto muutti poikkeuksellisesti valvontamenetelmiä kesken valvontajakson, jolla pyrittiin hillitsemään sähkönjakelun hintojen nousua verkkoyhtiöiden kustannustasoa alentavilla ja kustannustason nousua loiventavilla toimenpiteillä (Energiavirasto, 2021D).

Energiaviraston julkistaman kohtuullisen tuottoasteen graafin (kuva 11) mukaan verkkoyhtiöiden kohtuullinen tuottoaste on tippunut joka vuonna vuodesta 2016 eteenpäin. Energiaviraston arvion mukaan nykyisillä menetelmillä tuottoasteen tippuisivat myös seuraavien vuosien aikana. (Energiavirasto, 2020)



Kuva 11. Sähkön jakeluverkkotoiminnan kohtuullinen tuottoaste (WACC-%) Suomessa 2005–2027 (Energiavirasto 2020).

4.3 Toimintaympäristön sosiaaliset muutostekijät

Väestön väheneminen ja asiakaskato

Lassilan ym. (2019) mukaan väestö vähenee taantuvilla alueilla, joka voi johtaa turhiin sähköverkkoinvestointeihin, jos alueella ei tulevaisuudessa olekaan sähkön käyttäjiä (Lassila ym. 2019). Sitran (2023) mukaan kaupungistuminen jatkuu myös tulevaisuudessa. Tämänhetkisten arvioiden mukaan vuonna 2050 lähes 70 % maailman ihmisistä asuu kaupungeissa. (Sitra, 2023) Kaupungistumisella on haja- asutusalueilla sähkönkäyttöä vähentävä vaikutus ja kaupungeissa lisäävä vaikutus.

Sähkön toimitusvarmuus

Sähköverkkojen sähkön toimitusvarmuuteen liittyvä toimitusvarmuuslaki on otettu käyttöön vuonna 2013. Lain mukaan sähkönjakeluverkko on suunniteltava, rakennettava ja ylläpidettävä siten, että vikaantuminen myrskyn tai lumikuorman myötä ei aiheuta yli kuuden tunnin mittaista sähkökatkoa asemakaava- alueilla ja muualla yli 36 tunnin mittaista sähkökatkoa. (Sähkömarkkinalaki, 2013) Lassilan ym. (2019) mukaan toimitusvarmuustavoitteiden tuomat saneeraustarpeet ovat huomattavan isoja varsinkin harvaanasutuilla seuduilla (Lassila ym. 2019). Energiaviraston (2021A) mukaan vuonna 2020 Suomessa on asemakaava- alueiden käyttöpaikoista 92 % ollut toimitusvarmuusvaatimukset täyttäviä ja asemakaava- alueiden ulkopuolella 46 % (Energiavirasto, 2021A). Tästä voidaan päätellä, että asemakaava- alueiden ulkopuolella sähköverkkoyhtiöillä on vielä paljon toimitusvarmuusinvestointeja edessä.

4.4 Toimintaympäristön teknologiset muutostekijät

Innovaatiokannustin

Sähköverkkojen osalta viime vuosina on teknologista kehittymistä tapahtunut varsinkin digitalisoitumisen ja automatisoinnin osalta. Toimialan valvontamenetelmissä on innovaatiokannustin, joka ohjaa sähköverkkoyhtiöitä teknologisen kehittämisen vauhdittamiseen. Valvontamenetelmien innovaatiokannustinta on viime vuosina hyödyntänyt vain n. 20 % kaikista jakeluverkkoyhtiöistä. Innovaatiokannustimen hyväksytyt tutkimus- ja kehityshankkeet tulee liittyä suoraan toimialan uuden teknologian, tuotteen, toimintatapojen tai tiedon synnyttämiseen. Käytännössä innovaatiokannustimen avulla sähköverkkoyhtiöllä on mahdollisuus saada rahoitusta kehitystyölle. (Energiavirasto, 2021B)

4.5 Toimintaympäristön ekologiset muutostekijät

Ilmastonmuutoksen torjuminen

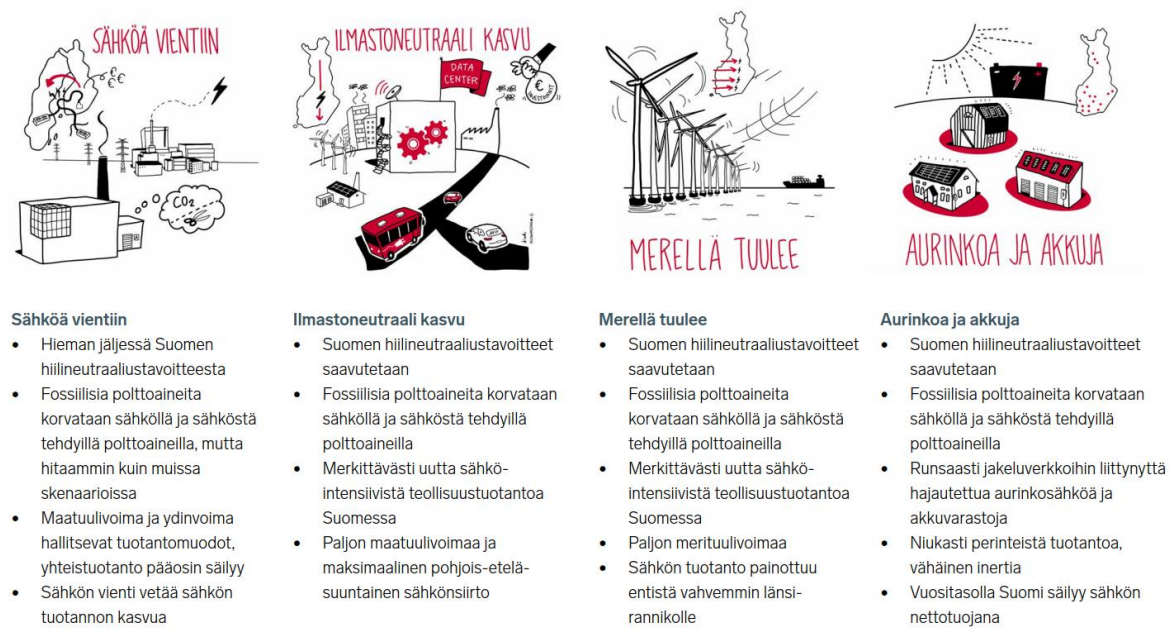
IEA:n tutkimuksen mukaan maailman ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi sähkönkäytön tulee kasvaa seuraavan vuosikymmenen aikana 20 % nopeammin, kuin edellisenä vuosikymmenenä, että maapallon lämpötilan nousu saadaan rajoitettua 1,5 asteeseen. Jotta kansalliset ilmastotavoitteet saavutetaan, tulisi maailmanlaajuisesti vuoteen 2040 mennessä rakentaa 80 miljoonaa kilometriä uutta sähköverkkoa, joka on enemmän, kuin viimeisen sadan vuoden aikana on rakennettu yhteensä. Kansainvälisen energiajärjestön luomassa nollapäästöskenaariossa aurinko- ja tuulivoiman osuus kasvusta on lähes 90 %. Uusiutuvan energian lisääntyminen ja sähkönkäytön lisääntyminen edellyttäisi sähkönjakeluverkkojen nykyaikaistamista, laajentamista, sekä joustavuuden lisäämistä. (IEA, 2023)

Sähkönkäyttö ja siirto

Sähkönkulutuksen tulevaisuudesta on tehty suomessa eri toimijoiden osalta tulevaisuuden skenaarioita, jotka poikkeavat toisistaan. Yhteistä erilaisissa sähkön kulutuksen skenaariotarkasteluissa on kuitenkin se, että niissä arvioidaan kulutuksen kasvavan tulevaisuudessa. Skenaariotarkasteluissa sähkönkulutuksen kasvamiseen nähdään syinä sähköisen liikenteen lisääntyminen, lämmitysjärjestelmien muutokset, teollisuuden sähköistyminen, hiilineutraalisuus tavoitteiden toteuttaminen ja uusi teollinen toiminta esim. vetylaitokset. (Caruna, 2022; Fingrid, 2021; Sähkötutkimuspooli, 2016)

Lehtomäen (2023) mukaan Sähkönkulutuksen kasvussa ja ilmastotavoitteiden saavuttamisessa on kyse jostain ennennäkemättömästä. Yhteiskunnan toinen sähköistymisaalto on käynnissä samaan aikaan kaupungistumisen ja väestön keskittymisen kanssa. Toimialalla murros on alkanut konkreettisesti näkymään mm. verkkoon kytkettävän tuulivoiman määrässä, aurinkovoimaloiden määrän kasvussa, liikenteen sähköistymisessä ja sähkönkäytön lisääntymisessä. Aiempi stabiili kehitys on muuttunut nopeatahtiseksi, joten verkkojen vahvistamista ja rakentamista on tehtävä huomattavasti rivakammin. Apuna käytetään erilaisia ennustemalleja ja analyysejä. (Caruna, 2023A) Sähkönkäyttöön, jakeluun ja tuotantoon vaikuttavia tämän hetken megatrendejä on mm. uusituvan energian yleistyminen, datatalouden kasvaminen, ilmaston kuumeneminen, väestön keskittyminen, kaupungistumisen jatkuminen, digitalisoituva maailma ja teknologiakehitys (Sitra, 2023).

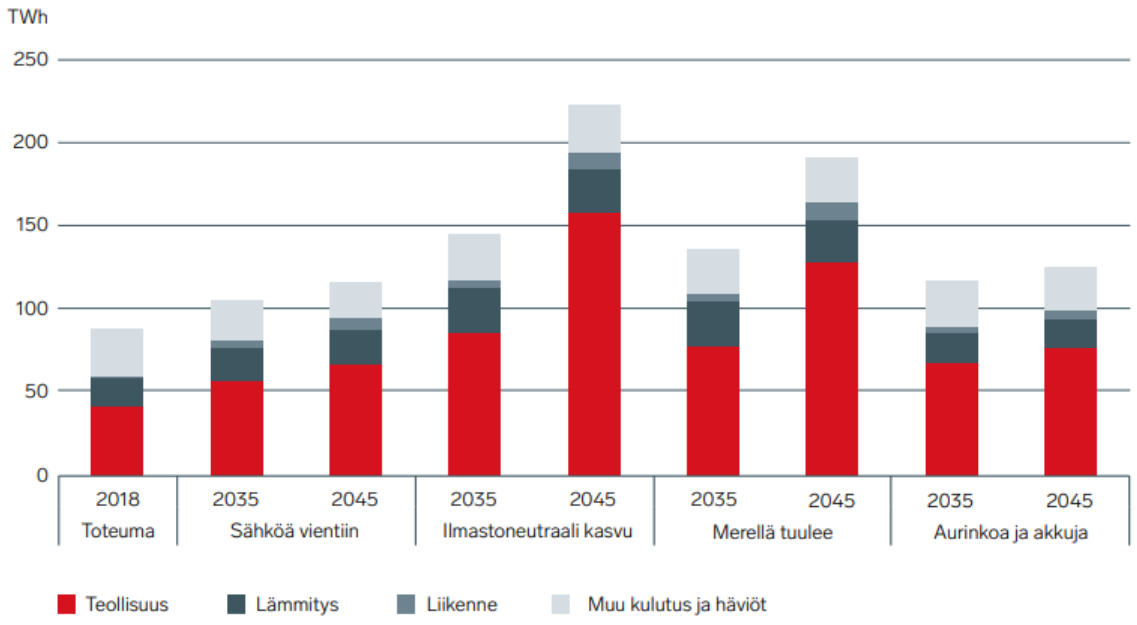
Kantaverkkoyhtiö Fingridin (2021) luodussa verkkovisiossa on luotu neljä erilaista skenaariota, joissa on arvioitu sähkön kulutuksen ja tuotannon mahdollisia kehityskulkuja tulevaisuudessa. Skenaarioiden merkittävimmät muuttujat sähköenergian käytön näkökulmasta ovat teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähkönkulutus. Kuvassa 12 on esitetty Fingridin verkkovision eri skenaariot. (Fingrid, 2021)



Kuva 12. Fingrid verkkovision 2021 skenaariot (Fingrid, 2021).

Fingridin verkkovisiossa arvioidaan, että sähkönkulutus kasvaa kaikissa neljässä luodussa skenaarioissa (kuva 13), mutta suurinta kasvu on siinä tapauksessa, jos hiilineutraalisuus tavoitteiden saavuttaminen toteutetaan lisäämällä sähkönkäyttöä. Sähkönkulutuksen kasvuun teollisuuden osalta vaikuttaa suuresti mm. mahdollinen vedyn tuotannon lisääntyminen ja ns. puhtaan sähkön tuomat investoinnit suomeen, esim. datakeskukset. Sähkönkulutuksen lisääntyminen lämmityksessä ja liikenteessä nähdään kasvavan jokaisessa skenaariossa, mutta sähköistämisasteessa on eroja

skenaarioiden välillä. Suurimmillaan sähkönkulutuksen kasvaminen nähdään skenaariossa ”ilmastoneutraali kasvu”, jossa sähkönkulutuksen arvioidaan kasvavan jopa lähes kolminkertaiseksi nykytasoon nähden vuoteen 2045 mennessä. (Fingrid, 2021)



Kuva 13. Fingrid verkkovisio, sähkönkulutus eri skenaarioissa (Fingrid, 2021).

Caruna Oy:n luomassa energiavisiossa ennakoidaan Suomen sähkönkulutuksen kasvavan lähes 50 % vuoteen 2040 mennessä. Fossiilisten polttoaineiden korvaamisessa helpoimpana ja kustannustehokkaampana tapana nähdään korvaaminen puhtaaseen sähköön perustuvalla teknologialla. Energiamurroksen toteuttaminen vaatii suuria investointeja energiajärjestelmiin, jossa toimintavarmat ja joustavat sähköverkot ovat energiamurroksen keskeinen mahdollistaja. Energiajärjestelmiin vaikuttavia megatrendejä ovat ilmastonmuutos, huoltovarmuus, kaupungistuminen, sekä digitalisaatio ja teknologia. (Caruna, 2022)

Sähkötutkimuspoolin Roadmap 2025 loppuraportissa todetaan sähkönkäytössä ja tuotannossa olevan tapahtumassa merkittäviä muutoksia, jotka vaikuttavat jakeluverkon kautta siirretyn ja myyntiyhtiöiden myymän energian määrään, verkon huipputehoihin ja kuormitusprofiileihin. Merkittäviä muutoksen tekijöitä ovat mm. uusiutuvan energian tuotanto, lämpöpumput ja sähköautot. (Sähkötutkimuspooli, 2016)

Liikenteen sähköistyminen

IEA:n tutkimuksen mukaan vuonna 2030 maailmassa tulee olemaan 200 miljoonaa sähköistä ajoneuvoa, jotka kuluttavat yhteensä yli 700 TWh sähköenergiaa vuodessa. Vuonna 2021 sähköautoja on ollut globaalisti liikenteessä noin 16,5 miljoonaa, jotka ovat kuluttaneet sähköenergiaa vuodessa noin 50 TWh. IEA:n skenaarion perusteella sähköisen liikenteen lisääntymisen myötä liikenteen

sähkönkäyttö tulee 14 kertaistumaan vuoteen 2030 mennessä. Tällä hetkellä Covid 19 pandemia ja Venäjän aloittama hyökkäys sota Ukrainaan ovat häirinneet globaaleja toimitusketjuja, joka on vaikuttanut sitä kautta autoteollisuuteen kokonaisuudessaan. Poliittisen ohjauksen, ilmastotavoitteiden saavuttamisen ja yritysten ponnistelujen liikenteen sähköistymiseksi oletetaan tarjoavan kuitenkin vankan tulevaisuuden perustan sähköautojen lisääntymiselle tulevaisuudessa (IEA, 2022)

Yhtenä osa- alueena EU:n ilmastotavoite 55- valmiuspaketissa on henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidipäästöjen normien tiukentaminen. 55- valmiuspaketin tavoitteena on vähentää EU:n kasvihuonepäästöjä vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä. Kaikista EU- alueen hiilidioksidipäästöistä henkilö- ja pakettiautojen osuus on n 15 %. Helmikuussa 2023 Euroopan parlamentti ja jäsenmaita edustava neuvosta ovat päässeet yhteisymmärrykseen uusia autoja koskevista päästörajoituksista. Päästörajoituksen mukaan kaikkien Euroopan unionin alueella myytävien uusien henkilö- ja pakettiautojen on oltava päästöttömiä vuodesta 2035 alkaen. Uuden lainsäädännön tarkoituksena on hidastaa ilmaston lämpenemistä. Autotuoja ja -teollisuus ry:n toimitusjohtaja Tero Kallion mukaan nykyiset voimassa olevat päästörajoitukset ovat johtaneet uusien sähköautojen valmistumisen lisääntymiseen. Autoalalla mennään kohti sähköistymistä ja moni autovalmistaja on ilmoittanut lopettavansa polttomoottoriajoneuvojen valmistamisen. (Yle, 2022; Eurooppa- neuvosto, 2023)

Sähköinen liikenne ry:n mukaan vuonna 2030 joka kolmas tieliikenteessä ajettu kilometri tulee olemaan sähköinen. Tämä tarkoittaa yli miljoonaa sähköistä henkilöautoa suomen liikenteessä, joista vähintään 60 % olisi täyssähköautoja. Autoalan tiedotuskeskuksen mukaan vuonna 2030 ensirekisteröitävistä henkilöautoista n. 63 % tulee olemaan täyssähköautoja ja henkilöautojen kokonaiskannasta yli 900 000 ladattavia autoja (täyssähkö tai lataushybridi). Miljoonan sähköajoneuvon vaikutus suomen vuosittaiseen sähkönkulutukseen olisi arviolta noin 3,5 TWh, joka tarkoittaisi sähkönkulutuksen lisääntymistä n. 4,5 % nykyisestä 80 TWh tasosta. (Sähköinen liikenne ry, 2023; Autoalan tiedotuskeskus, 2022; Traficom, 2023)

Lämmitysmuotojen sähköistyminen

Lämmitysmuotojen sähköistyminen on näkynyt viime vuosina erilaisten lämpöpumpputekniikoiden yleistyessä. Maa- ja ilmalämpöpumput ovat yleistyneet kotitalouksien pääasiallisina lämmitystapoina, kun taas öljylämmityksen ja suoran sähkölämmityksen osuudet ovat laskeneet. Öljylämmityksen osuus omakotitalojen lämmityksestä on vähentynyt viimeisen kuuden vuoden aikana kuusi prosenttia ollen tällä hetkellä enää 10 %. Suomen hallitusohjelman mukaisesti fossiilisen öljyn käytöstä lämmitysmuotona luovutaan 2030- luvun alkuun mennessä. (Tilastokeskus, 2022A)

Omakotitalojen lämmitysmuodoissa viimeisen kymmenen vuoden aikana suoran sähkölämmityksen ja öljylämmityksen käyttö ovat vähentyneet selkeästi, kun taas maalämmön ja ilmalämpöpumppujen käyttö on lisääntynyt. Rivi- ja paritaloissa öljylämmityksen käyttö on vähentynyt selkeästi ja

maalämmön käyttö on lisääntynyt. Kerrostaloissa maalämmön osuus on ollut pienoisessa nosteessa. Kaukolämmön osuus lämmitysmuotona on pysynyt melko stabiilina jokaisessa eri talotyypissä. (Tilastokeskus, 2022B; Tilastokeskus, 2022C)

Teollisuuden sähköistyminen

Motivan (2021) laatiman selvitysraportin mukaan teollisuuden prosessien sähköistyminen on ehdoton edellytys fossiilisten polttoaineiden käytön ja sitä kautta CO2- päästöjen vähentämiseen. Teollisuuden sähköistyminen johtaa sähkönkäytön merkittävään kasvuun, jonka edellytyksenä on, että sähkönsiirtoverkkoja kehitetään valtakunnallisesti, alueellisesti, sekä yrityskohtaisesti. (Motiva, 2021)

Tuulivoimatuotanto

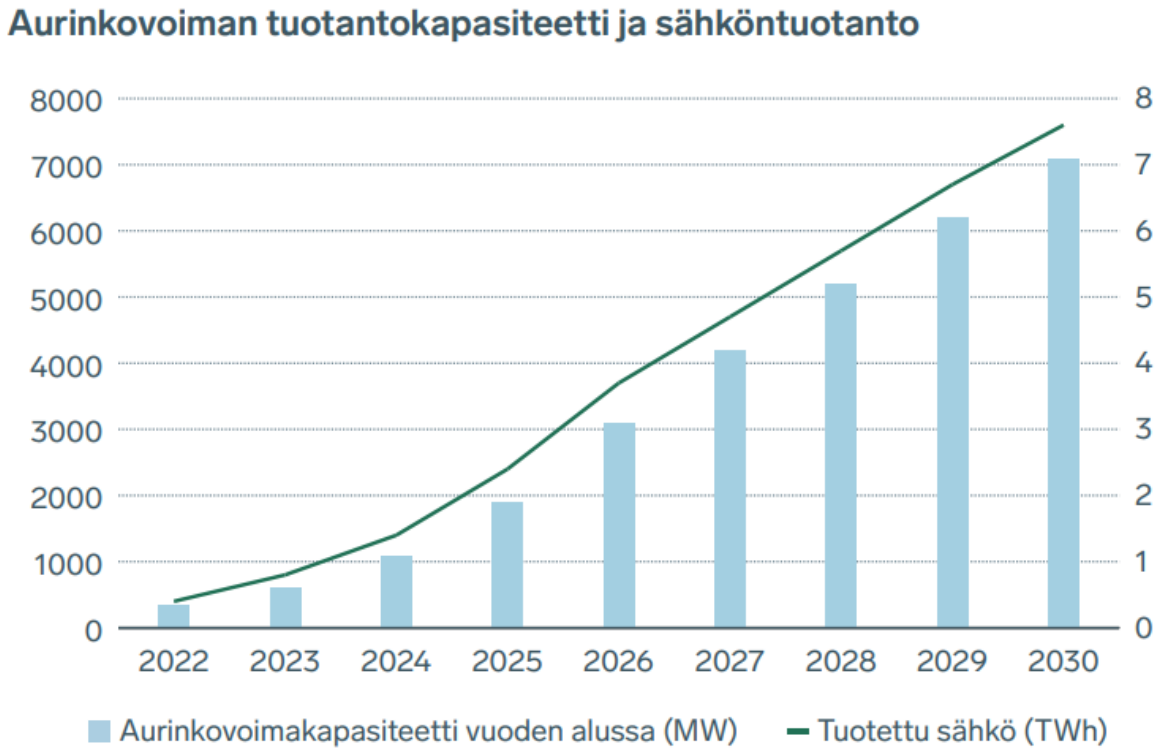
Taulukossa 3 on esitetty suomessa tällä hetkellä käynnissä olevat maa- ja merituulihankkeet (05/2023). Taulukon perusteella voidaan todeta, että tuulivoimakapasiteetti on tulevaisuudessa moninkertaistumassa, jos käynnissä olevat hankkeet etenevät valmiiksi asti. Maatuulivoimahankkeita on käynnissä n. 65 000 MW kapasiteetin edestä ja merituulivoimahankkeita n. 58 000 MW edestä. Käynnissä olevista 412 tuulivoimahankkeesta n. 300 sijoittuu Pohjois- Pohjanmaalle, Pohjanmaalle, Lappiin, Etelä- Pohjanmaalle ja Keski- Suomeen. Eniten hankkeita on käynnissä Pohjois-Pohjanmaalla (147 kpl). (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2023)

Vaihe	Maatuulivoima käynnissä olevat projektit (kpl)	Maatuulivoima tuotantokapasiteetti (MW)	Maatuulivoima voimalat määrä (kpl)	Merituulivoima käynnissä olevat projektit	Merituulivoima tuotantokapasiteetti (MW)	Merituulivoima voimalat määrä (kpl)
Esisuunnittelu	75	11093	1424	19	42960	2136
Kaavoitus aloitettu	86	16489	1962	1	1400	100
Kaavaluonnos	12	2581	345	0	0	0
YVA- menettely käynnissä	82	18983	2079	7	10792	696
Kaavaehdotus	15	2397	335	0	0	0
YVA- menettely tehty	13	2271	257	1	900	60
Kaavoitus tehty	25	2856	400	3	115	97
Luvitettu	43	3069	505	1	400	80
Rakenteilla	35	3405	522	0	0	0
Yhteensä	386	63100	7829	32	57607	3169

Taulukko 3. Käynnissä olevat maa- ja merituulihankkeet toukokuu 2023 (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2023).

Aurinkoenergia

Kovasta aurinkoenergian tuotannon kasvusta huolimatta aurinkovoiman osuus Suomen kokonaissähkötuotannosta on edelleen ainoastaan n. 0.6 % (Energiateollisuus ry, 2023A). Fingridin mukaan tämänhetkinen aurinkovoiman tuotantokapasiteetti on suomessa yli 900 MW. Kuvasta 14 voidaan todeta Fingridin ennustavan, että vuoteen 2030 mennessä aurinkovoimakapasiteettia olisi kytkettynä suomen sähköverkkoon n. 7100 MW verran, joka tarkoittaa nykyisen kapasiteetin lähes kymmenkertaistumista. (Kauppalehti, 2023; Fingrid, 2023A)



Kuva 14. Fingridin ennuste aurinkovoiman kehityksestä Suomessa (Fingrid, 2023C).

5 Kyselytutkimus

Kyselytutkimus toteutettiin teettämällä kysely sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuuden näkymistä kymmenelle eri sähköverkkoyhtiölle. Kyselytutkimus toteutettiin puolistrukturoituna lomakekyselynä. Vastauksia ei sidottu vastausvaihtoehtoihin, vaan kyselyyn osallistuneet saivat avoimesti omin sanoin vastata esitettyihin kysymyksiin.

Tutkimuskohteen ja siihen liittyvä tutkimusongelman ollessa monialaisia kyselyyn osallistuvien valinnassa on panostettu siihen, että he toimivat samanlaisessa toimintaympäristössä kohdeyhtiön kanssa, sekä omaavat vahvan osaamisen sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöstä. Kyselyyn valittiin sähköverkkoyhtiöitä, jotka ovat pääasiassa toimintaympäristöltään samantyylisiä yhtiöitä, kuin kohdeyhtiö. Vastauksien moniulotteisuuden varmistamiseksi kyselyyn valittiin myös muutamia kohdeyhtiön toimintaympäristöstä poikkeavia toimijoita. Kysymysten ympärillä merkittävässä roolissa toimii teoriatieto ja olettamukset, jotka on kerätty kirjallisuuskatsauksen perusteella osaksi tutkimusta.

5.1 Kyselytutkimuksen tavoite ja tarkoitus

Kyselytutkimuksen tavoitteena oli saada kattava näkemys sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuudesta kohdeyhtiön kanssa samalla toimialalla toimivilta toimijoilta ja käyttää saatuja vastauksia hyväksi tulevaisuusskenaarioiden luomisessa. Kysymyksissä painotettiin tulevaisuuteen liittyviä ilmiötä, näkemyksiä ja muutostekijöitä.

Kyselytutkimuksessa haettiin moniulotteisia näkökulmia ja ajatuksia toimialan toimintaympäristön tulevaisuudesta. Tavoitteena oli saada aihioita ja näkemyksiä sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuudesta, sekä kartoittaa pohjatietoa kohdeyhtiön tulevaisuusverstasta ja tulevaisuusskenaarioita varten.

5.2 Kyselytutkimuksen toteutus

Tutkimuskysymykset ja aihepiiri rakennettiin tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen tuloksien, sekä kohdeyhtiön visiotyössä olevien henkilöiden näkemyksien mukaisesti. Kyselyyn valittiin mahdollisimman kattava kokonaisuus suomen sähköverkkoliiketoiminnan toimijoista, jotka toimivat samanlaisessa toimintaympäristössä kohdeyhtiön kanssa.

Kyselytutkimukseen valittuihin toimijoihin oltiin yhteydessä sähköpostitse tai puhelimitse, jossa kerrottiin tutkimuskylystä ja sen tavoitteista. Lähes kaikki verkkoyhtiöt, jolta kysyttiin halukkuutta kyselyyn, vastasivat myöntävästi.

Tutkimuskysymykset lähetettiin ennakkoon tutustuttavaksi eri toimijoille sähköpostitse. Kysymysten ennakkoon lähettämisellä tavoiteltiin kattavia vastauksia, joissa toimijalla on ollut aikaa paneutua kysymyksiin. Lopullinen kyselytutkimus lähetettiin kymmenelle kyselyyn lupautuneelle sähköverkkoyhtiölle ja vastausaikaa annettiin kaksi viikkoa. Kysely teetettiin anonyymi kyselynä Forms-sovelluksella. Kaikilta kymmeneltä kyselyyn osallistuneelta sähköverkkoyhtiöltä saatiin vastaukset määräaikaan mennessä.

5.3 Kyselytutkimuksen analysoinnin toteuttaminen

Kyselytutkimuksen tutkimusaineiston analysoinnissa käytettiin aineistolähtöistä sisällönanalyysiä, joka on esitetty kuvassa 15. Sisällönanalyysi aloitettiin perehtymällä aineistoon ja kasaamalla se helposti käsiteltävään muotoon. Aineistoon perehtymisen jälkeen aloitettiin kolmivaiheinen aineiston analysointi, jossa toteutettiin aineiston redusointi, eli pelkistäminen, klusterointi eli ryhmittely ja abstrahointi eli käsitteellistäminen. Redusoinnissa aineistosta karsittiin kaikki tutkimukselle epäolennainen pois, klusteroinnissa aineistosta etsittiin kuvaavia käsitteitä, jotka olivat samankaltaisia keskenään ja abstrahoinnissa muodostettiin teoreettisia käsitteitä aineistosta valikoidun tiedon perusteella (Tuomi & Sarajärvi, 2018).

Aineiston pelkistäminen toteutettiin yliviivaamalla aineistosta tutkimuksen kannalta epäoleelliset asiat ja alleviivaamalla tutkimukseen liittyviä ilmaisuja. Sen jälkeen alleviivatuista ilmaisuista samaan aiheeseen liittyvät ilmaisut väritettiin saman värisiksi. Pelkistäminen jälkeen toteutettiin ryhmittely, jossa samanlaisia ilmiöitä kuvaavat käsitteet luokiteltiin PESTE- mallin mukaisin ryhmiin. Ryhmittelyn jälkeen aineistosta luotiin yhteenveto, jossa nostettiin esiin, sekä analysoitiin tärkeimmät havainnot tutkimuksen näkökulmasta.

Kuva 15. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin prosessi (Tuomi & Sarajärvi, 2018).

Taulukossa 4 on esitetty tutkimuskyselyn tuloksista koostettu yhteenveto, jossa sisällönanalyysissä tunnistetut toimintaympäristön muutostekijät ryhmiteltiin PESTE- analyysin mukaisin ryhmiin ja neljään eri kokonaisuuteen, jotka ovat:

- Sähköverkkoyhtiöiden toimintaympäristön tulevaisuuskuva
- Sähkönkulutus ja - tuotanto, sekä valvontamenetelmät
- Uudet teknologiat ja älykkäät sähköverkot
- Pientuotanto, sähköinen liikenne ja kulutusjousto

Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuuden muutostekijät					
	Poliittiset	Ekologiset	Teknologiset	Ekonomiset	Sosiaaliset
Sähköverkkoyhtiöiden toimintaympäristön tulevaisuuskuva	• *Toimitusvarmuus* • *Regulaatio* • *Liiketoiminnan valvonta*	• *Energiamurros* • *Toimintaympäristön muutos* • *Kasvavat tehohuiput*	• *Uusi teknologia* • *Sähköverkon mitoittaminen* • *Kulutusjousto*	• *Lainsäädännön ja regulaation epäedullinen kehittyminen* • *Sähköverkon järkevät investoinnit*	• *Asiakastottumusten ja asiakastarpeiden muutos* • *Sähköisten palveluiden, asiakaspalvelun ja digitaalisuuden kehittäminen*
Sähkönkulutus ja -tuotanto, sekä valvontamenetelmät	• *Poliittisilla päätöksillä on vaikutusta Suomen tulevaisuuden sähkönkulutukseen, tuotantomuotoihin ja sähköverkkoinfraan* • *Valvontamenetelmillä erittäin suuri vaikutus toimialan ja koko Suomen energiaympäristön tulevaisuuteen*	• *Sähkön kokonaiskäytön/ tehohuippujen kasvaminen* • *Energiamurros* • *Lämmitystapamuutokset* • *Aurinko ja tuulivoiman lisääntyminen* • *Vetytalouden yleistyminen* • *Fossiilisilla polttoaineilla tuotettu energia poistuu*	• *Liikenteen sähköistyminen* • *Teollisuuden sähköistyminen* • *Uusiutuvat sähkön tuotantomuodot* • *Uudenlaiset tuotantomuodot ja energiaratkaisut*	• *Sähköverkkojen valvistustarpeet lisääntyvästä sähkönkäytöstä ja sähköenergian tuotannon muutoksista* • *Valvontamenetelmät määrittävät tuottoasteen* • *Mahdolliset epäedulliset valvontamenetelmät vaarantavat tulevaisuuden investoinnit, jolloin sähköverkkoon voi syntyä pullonkauloja*	• *Väestönmäärän kasvu* • *Väestön keskittyminen kaupunkeihin*
Uudet teknologiat ja älykkäät sähköverkot		• *Älykkäät sähköverkot mahdollistavat ns. vihreän siirtymän etenemisen*	• *Kulutushuippujen leikkaaminen* • *Automatisointi* • *Järjestelmien kehittäminen* • *Automaattinen ja ennakoiva vianhoito* • *Reaaliaikainen sähköverkon tilan seuranta*	• *Älykkään sähköverkon rakentaminen vaatii investointeja, uusia ratkaisuja, testausta ja pilotointeja.*	• *Älykäs sähköverkko ymmärtää asiakkaan kulutusmuutoksia ja tuotantoa*
Pientuotanto, sähköinen liikenne ja kulutusjousto	• *Poliittisilla päätöksillä on vaikutusta mm. tulevaisuuden energiaratkaisuihin, sähköisen liikenteen kehittymiseen ja sitä kautta myös sähkönkäytön lisääntymiseen*	• *Pientuotannon määrä kasvaa* • *Sähköinen liikenne lisääntyy merkittävästi* • *Ilmastotavoitteet lisäävät uusiutuvilla tuotantomuodoilla tuotetun sähkön tarvetta*	• *Sähköverkon valvistustarpeet lisääntyvät sähkönkäytön lisääntyminen, isompien liittymien ja uusien tuotantomuotojen myötä*	• *Sähköverkon valvistustarpeet ja uudet liittymät vaativat investointeja*	• *Asiakkaat muuttuvat passiivisista aktiivisiksi pientuottajiksi ja sähkönkäytön optimoijiksi* • *Asiakkailla iso vaikutus kulutusjouston kehityksessä*

Taulukko 4. Tutkimuskyselyn sisällönanalyysin yhteenveto.

5.4 Analyysi sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuuskuvasta

Kirjallisuuskatsauksen perusteella sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristössä havaittiin useita tekijöitä, joissa nähdään mahdollisia muutoksia tulevaisuudessa. Kyselytutkimuksen osa-alueessa 1 haluttiin syventää näkemystä kirjallisuuskatsauksessa havaittuihin toimintaympäristön muutosilmiöihin ja -tekijöihin. Tavoitteena oli saada avoimia ja kattavia vastauksia sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuuden toimintaympäristöön vaikuttavista asioista ja tekijöistä, sekä näkemyksiä, kuinka tulevaisuuteen pitäisi varautua. Sähköverkkoyhtiöiden tulevaisuuskuvaa kartoitettiin yhteensä seitsemällä kysymyksellä, joihin vastaajat saivat vastata avoimesti omin sanoin. Kysymykset ja esimerkkejä saaduista vastauksista on esitetty taulukossa 5. Sähköverkkoyhtiöiden tulevaisuusvisioissa ja toiminnan tulevaisuuden ohjaamisessa korostuu vastausten perusteella selkeästi neljä osa-aluetta yli muiden, jotka ovat ***energiamurros***, ***toimitusvarmuus***, ***regulaation kehittyminen ja asiakaskäyttäytymisen muutos***.

Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuuskuva				
Kysymys 1. Mitkä asiat mielestänne pitäisi olla sähköverkkoyhtiöiden tulevaisuusvision pääosa- alueita tällä hetkellä? Mihin asioihin sähköverkkoliiketoiminnassa tulisi keskittyä?	”Energiamurros ja sen vaikutukset sähköverkkoihin.”	”Energiamurroksen ja uusien energiaratkaisujen mahdollistaminen.”	”Toimitusvarmuuden parantaminen kustannustehokkaasti.”	”Toimitusvarmuuden kehittäminen ja huoltovarmuuden varmistaminen.”
Kysymys 2. Minkälaisia vaikutuksia käynnissä olevalla ns. energiamurroksella on ollut sähköverkkoliiketoimintanne toiminnan ohjaamisessa (toimintatavat, ohjeistukset, rakenteet, organisaatiot tms)? Onko tulevaisuudessa nähtävissä asioita, jotka tuovat muutoksia toiminnan ohjaamiseen?	”B2B asiakasrajapinnan vahvistaminen ja yhteisten käytäntöjen luominen.”	”Suuret energiatarpeet kaupungeissa voivat kääntää tehontarpeet hyvinkin nopealla aikataululla.”	”Energiamurros on vaikuttanut verkon mitoitukseen ja millaisia ratkaisuja hankkeissa tehdään.”	”Sähkönkulutusjouston toimintamallien kehitystä jakeluverkkoyhtiön tarpeista. Edellyttää edistyneempää ja tarkempaa ennustamista esim. sähkönkulutuksesta ja verkon kuormitettavuudesta. Suuret energiaratkaisut kaupungeissa voivat kääntää tehontarpeet hyvinkin nopealla aikataululla. Asiakkaiden reagoiminen sähkönhinnan vaihteluihin voi vaikuttaa verkon hetkellisiin kuormituksiin ja näin ollen tarvittavaan kapasiteettiin. ”
Kysymys 3. Mitkä kolme asiaa näet tärkeimpinä asioina sähköverkkoliiketoiminnan toiminnan ohjaamisessa tulevina vuosina (seuraavat 10- vuotta)?	”Rooliin sähkömarkkinoille, regulaatio/toimintaedellytykset ja vihreän siirtymän vaikutukset	”Regulaatio/lainsäädäntö. Toimintaympäristön muutos. Asiakastarpeiden muutos -> tuoterakenteet.”	”Tulevat valvontamenetelmät. Sopeutuminen käynnissä olevaan murrokseen. Markkinatilanne (inflaatio, korot).”	”Uudet energiaratkaisut/energiamurros, kustannustehokkuus, luotettavuus.”
Kysymys 4. Mitkä kolme asiaa tulevat mielestänne eniten vaikuttamaan sähköverkon rakenteisiin tulevina vuosina (seuraavan 10 vuoden aikana)?	”Regulaatio, kuntatalous ja roolitus.”	”Valvontamenetelmät, yleinen taloustilanne ja vihreänsiirtymän nopeus.	”Tuleva regulaatiomalli, pientuotanto, sähköistyvä liikenne”	”Regulaatio, vihreä siirtymä, kulutusjousto”

Kysymys 5. Minkälaisia haasteita/ ongelmia/ riskejä/ muutoksia näette sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristössä tulevaisuudessa (seuraavan 10 vuoden aikana)? Ja miten sähköverkkoyhtiöiden pitäisi näihin reagoida/ valmistautua?	”Lainsäädäntö ei pysy toimintaympäristön muutosten tasolla.”	”Epäedullinen regulaatio, kustannustason nousu ja liian nopea vihreäsiirtymä. Sähköverkkoyhtiöiden tulisi lisätä vaikuttamista ja varautua erilaisiin tilanteisiin tekemällä skenaariotarkasteluja.”	”Valvontaympäristön ennakoitavuus, pitkäjänteiseen ja kannustaminen. Yleinen markkinatilanne ja oman sekä ostotyövoiman saatavuus.”	”Siirtokapasiteettien riittämättömyys nopeiden muutosten edessä, tai vastaavasti yliinvestoinnit epävarmojen tehontarpeiden perusteella.”
Kysymys 6. Minkälaisena näette sähköverkkojen asiakkaan roolin tulevaisuudessa? Näettekö muutoksia nykyiseen malliin verrattuna?	”Asiakkaan rooli muuttuu markkinassa aktiivisemmaksi. Kulutus seuraa enempi markkinahintaa ja mahdollista tehohintaa, toisaalta hajautettu tuotanto, etenkin paneelien tuotanto ajoittuu samoille tunneille.”	”Asiakkaan rooli tulee korostumaan tulevaisuudessa. Nykyinen passiivinen energiankuluttajarooli muuttuu kohti aktiivisempaa roolia, jossa asiakkaalla on itsellään mahdollisuus vaikuttaa. Mahdollisuudella vaikuttaa viittaan mahdollisuuksiin tuottaa itse energiaa, hyödyntää energiavarastoja (sähköautot ja muut akut), energiayhteisöt, energiakulutuksen optimointi automaation avulla.”	”Asiakkaiden rooli kasvaa. Joustavuus ei tuotannon vaihdellessa toteudu enää jatkossa energiajärjestelmässä vaan asiakas on avainroolissa. Kaksisuuntaisuus rajapinnassa, kun asiakkaat osallistuvat myös tuotantoon.”	”Asiakkaasta tulee entistä aktiivisempi ja vaativampi tiedon ajantasaisuuden osalta.”
Kysymys 7. Mihin asioihin verkkoyhtiöiden pitäisi toiminnassaan panostaa / mitä pitäisi kehittää lähitulevaisuudessa (seuraavan 10 vuoden aikana)?	”Kaupallisia ratkaisuja kulutusjoustoon pitää kehittää ja tuoda markkinoille, Verkkoyhtiöiden tulee myös varautua verkon kapasiteetin riittävyydellä.”	”Alueelliseen kehitykseen (muutokset kulutuksessa ja tuotannossa ja niiden vaikutukset verkkoon). Verkkopalvelutuotteiden kehittämiseen. Asiakasrajapintaan (automaation lisääminen, ohjeistaminen, viestintä).”	”Mahdollistaa sähköisen siirtymän edellyttämät investoinnit, kehittää joustoratkaisuja ja digitaalisia 24/7 asiakaspalveluja. Järjestelmäkehitys ja kulutusjoustorajapinta.”	”Kustannustehokkuus ja yhteisrakentaminen, joustavien ratkaisujen kehittäminen. Asiakaslähtöinen sähköverkkopalvelu.”

Taulukko 5. Esimerkkivastauksia tutkimuskyselyn kysymyksiin 1–7.

Energiamurros ja sen tuomat muutokset nähdään vastauksien perusteella selkeästi tärkeimpänä aiheena tulevaisuusvision määrityksessä. Energiamurroksen edetessä sillä voi olla isojakin vaikutuksia sähköverkkojen liiketoimintaympäristöön, joten asian ottaminen huomioon toimijoiden tulevaisuusvisioissa ja toiminnan ohjaamisessa on erittäin tärkeää. Energiamurroksen vaikutuksista sähköverkkoliiketoiminnan ohjaamisessa kolme eri tekijää nousee selkeästi useimmiten esiin, ja ne ovat asiakasodotusten muutokset, sähköverkon tehohuiput ja sähköverkon mitoittaminen. Tehohuippujen oletetaan kasvavan sähkönkäytön lisääntymisen ja sähkönkäytön tottumusten myötä. Sähköistyminen myötä sähköä käytetään enemmän ja pörssihinnoittelun myötä sitä käytetään yhä enemmän halpojen tuntien yhteydessä. Sähköiset ajoneuvojen lataamisella on myös isot vaikutukset kulutushuippujen nousemiseen. Sähköiset ajoneuvot lisääntyvät jatkuvasti ja niiden lataaminen vaatii paljon tehoa. Jos tulevaisuudessa autoja ladataan samaan aikaan, esim. öisin on sillä merkittävä vaikutus kulutushuippujen kasvamisessa. Sähköverkon oikeanlainen mitoittaminen nähdään tärkeänä asiana tulevaisuuden kannalta. Sähköverkkoa rakennetaan useiksi kymmeniksi vuosiksi, joten tällä

hetkellä pitäisi olla näkemys siitä, minkälainen sähköverkkojen rakenteiden pitäisi olla seuraavat 50- vuotta. Sähköverkon tulevaisuusanalyysit ja verkon oikeanlainen mitoittaminen tulevaisuuden tarpeisiin on avainasemassa koko Suomen energiamurroksen läpiviemisessä. Oikeanlaisella tulevaisuusanalyyseihin perustuvalla mitoittamisella varmistetaan sähkönkäytön lisääntyminen ja tehdään järkeviä pitkän ajan kestäviä rakennusinvestointeja.

Toimitusvarmuus nousee toisena tekijänä selkeästi esiin kyselyn vastauksista. Toimitusvarmuuden vaatimukset on määritetty sähkömarkkinalaissa ja monella verkkoyhtiöllä on vielä paljon tekemistä päästäkseen sähkömarkkinalain mukaisiin vaatimuksiin. Vastauksien ja kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan päätellä, että sähköverkkoyhtiöille on selkeitä eroja siinä, miten paljon toimenpiteitä verkkoyhtiön pitää vielä tehdä päästäkseen toimintavarmuuslain mukaisiin vaatimuksiin. Toimitusvarmuuden parantaminen on vaatinut Suomalaisilta sähköverkkoyhtiöiltä tähän mennessä erittäin isoja panostuksia verkon kehittämiseen ja osalla on vieläkin paljon kehittämistä edessä. Sähköverkkoyhtiöt ovat käytännössä pakotettuja investoimaan sähköverkkonsa toimitusvarmuuden parantamiseen päästäkseen lain mukaisiin vaatimuksiin. Toimitusvarmuuden lisääminen vaatii Suomalasilta sähköverkkoyhtiöiltä useiden satojen miljoonien investointeja vuoteen 2036 mennessä. Uhkana toimitusvarmuusinvestoinneissa nähdään, ettei todelliset rakentamiskustannukset kohtaa valvontamenetelmien yksikköhintojen kanssa, jolloin toimitusvarmuusinvestoinnit eivät ole taloudellisesti kannattavia.

Regulaatiojärjestelmän kehittyminen nähdään erittäin ratkaisevaksi asiaksi energiamurroksen läpiviemisessä, kasvavan sähkönsiirron mahdollistamisessa ja toimitusvarmuuden kehittämisessä. Valvontamenetelmät määrittävät sähköverkkoyhtiöiden kohtuullisen tuoton, joka on ollut laskusuhdanteessa viime vuosina lähes kaikilla sähköverkkoyhtiöillä. Valvontamenetelmiin tehtiin vuonna 2021 poikkeuksellisesti kesken valvontajakson yksikköhintojen alentaminen ja samaan aikaan koronapandemian, sekä Ukrainan konfliktin myötä sähköverkkoyhtiöiden rakentamiskustannukset nousivat radikaalisti. Kustannusnousu ja valvontamenetelmien muutos on heikentänyt sähköverkkoliiketoiminnan taloudellista kannattavuutta. Uudet valvontamenetelmät otetaan käyttöön vuoden 2024 alussa ja alustavien luonnosten perusteella voidaan todeta, että sähköverkkoliiketoiminnan taloudellinen kannattavuus heikkenee entisestään. Sähköverkkoyhtiöt näkevät epäedulliset valvontamenetelmät suurena riskinä, joka johtaa sähköverkkoinvestointien ”jäädyttämiseen” huonon investointikannattavuuden takia. Investointien ”jäädyttäminen” voi johtaa sähköverkon kunnon huonontumiseen, toimitusvarmuusinvestointien lykkääntymiseen, korjausvelan kasvamiseen, sekä energiamurroksen etenemisen hidastumiseen. Valvontamenetelmät luovat liiketoimintaa valvova viranomainen, joten sähköverkkoyhtiöiden vaikuttaminen valvontamenetelmiin on rajallista.

Asiakaskäyttäytymisen muutoksessa on tapahtunut viime vuosina selkeä muutos ja siihen vaikuttavana tekijänä on ollut toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset, kuten sähköistymisen

lisääntyminen, pientuotannon lisääntyminen, sähköinen liikenne, energiakriisi ja sähkönkäytön optimointi. Muuttunut toimintaympäristö on muokannut asiakaskäyttäytymistä passiivisesta asiakkaasta aktiiviseksi asiakkaaksi. Asiakaskäyttäytymisen muutoksen myötä sähköisten palveluiden kehittäminen nähdään tärkeänä tulevaisuuden kehityskohteena.

5.5 Analyysi sähkönkulutuksesta ja -tuotannosta, sekä valvontamenetelmistä

Kirjallisuuskatsauksen perusteella sähkönkäytössä ja -tuotannossa on tulevaisuudessa tiedossa muutoksia nykyiseen nähden. Sähkönkäyttöön ja -tuotantomuotoihin tehdyissä Suomalaisissa tulevaisuusskenaarioissa on isoja eroavaisuuksia toisiinsa nähden. Kyselytutkimuksen osa- alueessa 2 haluttiin syventävää tietoa tulevaisuuden sähkönkäytön lisääntymisestä, sähkön tuotantomuotojen muutoksesta, sekä valvontamenetelmien vaikutuksesta sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön. Kysymykset ja esimerkkejä saaduista vastauksista on esitetty taulukossa 6.

Tulevaisuuden sähkönkulutus- ja tuotanto, sekä valvontamenetelmät				
Kysymys 8. Minkälaisena näette sähkönkäytön/ kulutuksen tulevaisuuden? Tuleeko muuttumaan, kuinka paljon ja mihin suuntaan? Mitkä asiat vaikuttavat mahdolliseen muutokseen? Minkälaisia vaikutuksia mahdollisilla sähkönkäytön muutoksilla on sähköverkkoihin?	”Energiankulutus ei välttämättä paljon kasva mutta huipputehot tulevat todennäköisesti nousemaan nykyisistä. Syynä tähän ovat liikenteen ja teollisuuden sähköistyminen sekä lämmitystapojen muutokset. Huipputehojen nousun takia sähköverkkoja joudutaan vahvistamaan”	”Kulutus kasvaa niin kokonaisenergia kuin huipun käytönkin osalta. kokonaisenergiankulutus = siirtomäärä 30–60 % ja huipun käyttö 2–3 x nykytaso.”	”Haja-alueilla energian kulutus tulee pikkuhiljaa laskemaan. Taajamissa, kasvukeskuksissa, kaupungeissa energian kulutus tulee merkittävästi kasvamaan. Tehoprofiilin vaihtelu tulee olemaan merkittävästi suurempaa kuin nykyisin ja harvat huipunkäyttöajat tulevat vaatimaan toimenpiteitä.”	”Sähkön kulutus tulee kasvamaan, varmasti korkeiden sähkön hintojen myötä nähtävissä kulutuksen pienentymistä myös. Uskon kasvun tapahtuvan maltillisesti. Muutokseen vaikuttaa sähköistyvä liikenne, kiinteistöjen omat energiaratkaisut. Sähköverkkojen tulee kyetä ottamaan vastaan tuotettu teho ja siirtämään se.”
Kysymys 9. Minkälaisena näette sähkön tuotannon tulevaisuuden? Tuleeko muuttumaan, kuinka paljon ja mihin suuntaan? Mitkä asiat vaikuttavat mahdolliseen muutokseen? Minkälaisia vaikutuksia mahdollisilla tuotannon muutoksilla on sähköverkkoihin	”Fossiilinen tuotanto poistuu -> korvautuu tuulivoimalla muualla -> ajallinen ja sijainnillinen kohtaanko-ongelma. Tuotanto siirtyy muualle ja pitää siirtää kulutuskeskittymiin -> 110 kV verkkoihin vahvistustarpeita kaupungeissa Tuleeko muita ratkaisuja energian siirtoon ja varastointiin kuin sähkö kuten esimerkiksi vety?”	”Muuttuu merkittävästi. Uusiutuvista tuuli ja aurinko kasvavat huomattavasti. Fossiilisten käyttö lakkaa. Teollinen sähköntuotanto taajamissa vähenee/poistuu (fossiiliset) ja yleistyy haja-alueilla (tuuli ja aurinko). Pientuotanto kasvaa kaikilla alueilla.	”Hajautettu tuotanto kasvaa jatkossakin reippaasti, tämä voi aiheuttaa paikallisesti ongelmia asiakkaiden kokemassa jakelujännitteessä. Toisaalta liikkeellä on myös paljon suuren kokoluokan voimalaitos suunnitelmia (uusiutuvia), jotka voivat vaikuttaa 110kV:n verkon rakenteeseen.”	”Sähkön tuotannon volatiliteetti kasvaa ja vaikuttaa entistä voimakkaammin hintaan. Joustojen merkitys ja arvo nousee merkittävästi.”
Kysymys 10. Miten näette energiaviraston valvontamenetelmien merkityksen sähköverkkoliiketoiminnassa? Minkälaisia vaikutuksia valvontamenetelmillä on investointeihin, suunnitteluun, rakentamisen laatuun tai	”Valvontamallin merkitys on suuri. Mallin tulisi mahdollistaa tarvittavat saneerausinvestoinnit, sekä murroksen vaatimat investoinnit myös. Tässä mallilla ja EV:n yksikköhinnoilla on keskeinen rooli. Tällä hetkellä	”Valvontamenetelmällä on merkittävä vaikutus. Vaikutukset investointeihin ja suunnittelu yms. asioihin ovat maltillisia. Valvontamenetelmä pakottaa etsimään vaihtoehtoisia ratkaisuja ja tarkastelemaan	”Valvontamenetelmät luovat reunaehdot ja edellytykset verkkoliiketoiminnalle. Ennustettavuuden pitää olla hyvä, että uskalletaan tehdä investointeja. Jos valvontamalliin tehdään muutoksia niin silloin pitää turvata	”Valvontamenetelmillä on oleellinen merkitys sähköverkkoliiketoimintaan. Suunnitellun kaltaiset valvontamenetelmät huonontavat verkkoyhtiöiden investointiedellytyksiä ja ohjaavat toimintaa osittain väärään suuntaan.”

verkkorakenteisiin? Ohjaako valvontamenetelmät mielestänne verkkoyhtiön toimintaa oikeaan suuntaan?	ohjausvaikutus on heikko, toivottavasti tilanne korjaantuu seuraavan mallin myötä.”	kustannusrakenteita. Valvontamenetelmä aiheuttaa ristiriitoja toiminnan kanssa.”	yhtiöiden olemassaolo ja kiinnostus niiden omistamiseen. Valvontamenetelmät ohjaavat toiminnan tehostamiseen. Sähkönjakelutoiminnan kehittämistä pitäisi tukea paremmin. Valvontamenetelmät kannustavat saneeraamaan käyttökelpoista verkkoa eivätkä huomioi järkevää kunnossapitoa riittävän hyvin. Yli-ikäisellä verkolla voisi olla esimerkiksi jäännösarvo, jolle saisi tuottoa samoin kuin määritellyille kunnossapitotoimenpiteille voitaisiin määrittää tuottoarvo.”	

Taulukko 6. Esimerkkivastauksia tutkimuskyselyn kysymyksiin 8–10.

Kaikki kyselyyn vastanneet ovat sitä mieltä, että tulevaisuudessa *sähkön kokonaiskäyttö tai vähintäänkin kuormitushuiput tulee kasvamaan.* Vastauksien perusteella voidaan sanoa, että sähkönkäytön arvioidaan kasvavan reilusti varsinkin kasvukeskuksissa. Haja- asutusalueille sähkönkäytön oletetaan pysyvän stabiilina tai vähentyvän. Sähkönkäytön lisääntymiseen vaikuttavina tekijöinä nähdään liikenteen sähköistyminen, teollisuuden sähköistyminen, lämmitystapamuutokset, väestönmäärän kasvu ja energiamurros, kun taas sähkönkäytön vähentymiseen vaikuttavina tekijöinä nähdään energiatehokkuuden parantuminen ja energiansäästö. Haasteena sähkönkäytön lisääntymisessä nähdään enemmänkin mahdollisten kulutushuippujen kasvaminen, kuin kokonaissähkön kulutus. Jos kulutushuiput kasvavat reilusti alkaa sähköverkkoon syntymään pullonkauloja, jotka vaativat verkon vahvistamisinvestointeja. Pullonkauloja on alkanut esiintymään varsinkin suurjännitteisissä verkoissa ja niitä syntyy tulevaisuudessa mahdollisesti myös keski-/ pienjännite verkoissa. Sähkönkulutuksen kasvamisen ennustaminen on haasteellista, koska siihen vaikuttaa monia eri tekijöitä, kuten sähköenergian hinta, poliittiset energiapäätökset ja yleinen talouden kehittyminen. Sähköverkon näkökulmasta varautuminen sähkönkäytön lisääntymiseen erilaisten skenaarioiden ja mallinnusten avulla nähdään tärkeänä.

Uusiutuvien tuotantomuotojen uskotaan lisääntyvät tulevaisuudessa merkittävästi. Uusiutuvista tuotantomuodoista aurinkovoiman ja tuulivoiman osuuden nähdään kasvavan eniten. Tuotantomuotojen vaikutuksena sähköverkkoon on nostettu esiin useissa vastauksissa sähköverkkojen vahvistustarpeet varsinkin 110 kV osalta. Vastauksissa nousee esiin myös mahdolliset uudenlaiset tuotantomuodot ja energiaratkaisut, jotka eivät tällä hetkellä ole vielä laajasti käytössä, esim. vetytalous. Vastauksien perusteella voidaan todeta myös, että uusiutuvat tuotantomuodot tuottavat haasteita ja investointitarpeita sähköverkkoihin. Tällä hetkellä Suomessa on todella paljon isoja tuuli- ja aurinkovoimahankkeita selvitystilassa, joiden etenemisestä ei ole selkeää varmuutta. Erilaiset tuet ovat

lisänneet tuuli- ja aurinkovoiman tuotantomuotojen rakentamista, mutta viime aikoina hankkeiden etenemisessä on ollut nähtävissä haasteita. Kuinka paljon teollisen mittakaavan uusia tuotantomuotoja suomeen tulee, riippuu monesta eri tekijästä, kuten sähkön hinnan kehittymisestä, yleisestä taloustilanteesta, poliittisista päätöksistä, sähköverkon kyvystä ottaa vastaan uusia tuotantoliittymiä yms. Pientuotanto on lisääntynyt erittäin paljon viimeisten vuosien aikana, mutta siinä on ollut nähtävissä vähentymistä sähköenergian hinnan tippumisen vaikutuksesta. Suomen ja EU:n ilmastotavoitteet vaativat fossiilisten polttoaineiden korvaamista uusiutuvalla energialla ja se tulee lisäämään uusiutuvan energian tuotantoa.

Regulaationjärjestelmän merkittävät vaikutukset koko toimialan toimintaympäristön tulevaisuuteen nousivat esiin jo tulevaisuusvisioon liittyvissä kysymyksissä. Syventävissä kysymyksissä regulaatioon liittyen nousee esiin selkeästi huoli valvontamenetelmien kehittymisestä ja sen vaikutuksista sähköverkkojen toimintaympäristöön, sekä koko Suomen energiaympäristön tulevaisuuteen. Sähköverkot käytännössä mahdollistavat energiamurroksen edistämisen sähkönsiirron toteuttajana. Jos sähköverkon kehittämiselle ja investoinneille ei uusien valvontamenetelmien myötä anneta taloudellisia mahdollisuuksia hidastaa se merkittävästi koko Suomen sähköistymistä ja uusiutuvan energian hankkeiden etenemistä. Sähköverkkojen näkökulmasta uusilla valvontamenetelmillä on suuri vaikutus toimijoiden taloudellisessa kehittymisessä, toiminnan ohjaamisessa ja tulevaisuuden investointipäätöksissä. Jos uudet valvontamenetelmät tulevat olemaan sähköverkon näkökulmasta suotuisat sähköverkkoinvestoinnit todennäköisesti lisääntyvät ja jos menetelmät ovat epäsuotuisat, johtaa se investointien vähentymiseen.

5.5.1 Uudet teknologiat ja älykkäät sähköverkot

Toimialan kirjallisuuskatsauksessa nousi usein esiin sanonta ”älykkäät sähköverkot”. Yksiselitteistä vastausta ei kirjallisuuskatsauksen perusteella ole siitä, mitä älykkäät sähköverkot pitävät sisällään. Kysymyksillä 11–13 pyrittiin saamaan vastauksia sähköverkkojen uusista teknologioista ja syventää näkemystä älykkäistä sähköverkoista. Taulukossa 7 on esitetty kyselytutkimuksessa saatuja esimerkkivastauksia.

Uudet teknologiat ja älykkäät sähköverkot				
Kysymys 11. Minkälaisilla uusilla teknologioilla näette olevan tulevaisuudessa hyötyjä sähköverkkojen näkökulmasta?	”Erilaisilla sähkövarastoilla ja älykkäillä sähköverkkoratkaisuilla voi olla merkitystä toimitusvarmuuden turvaamisessa. Älykkäillä sähköverkkoratkaisuilla voi olla vaikutusta myös asiakaskokemukseen.”	”Reaaliaikaisen mittaustiedon saaminen verkon komponenteista (erilaiset anturi yms. lämpötilojen ja sähköisten ominaisuuksien valvontaan). Verkon mittaustiedon analysoinnilla pystyttäisiin käyttämään verkkoa	”Sähkönlaatuun ja erilaisiin automaatio ratkaisuilla on hyötyä	”Erilaiset joustoratkaisut (akustot, markkinoilta ostettava joustokapasiteetti). Järjestelmäkehitys ja ylipäänsä verkon kapasiteetin hallintaan liittyvän mittausteknologian kehittäminen.”

		tehokkaammin. Korvauskytkentöjen suunnittelun helpottaminen. Älymittareiden ominaisuuksien hyödyntäminen kuten kytky/katko toiminnallisuudet sekä joustopalveluiden ohjauksessa.”		
Kysymys 12. Oletteko viime aikoina/ lähitulevaisuudessa testaamassa sähköverkkotoiminnassanne uutta teknologiaa? Jos olette, niin minkälaiseen asiaan se liittyy ja mitä vaikutuksia sillä on sähköverkkojen toimintaan?	”Safegrid keskijännite-verkon monitorointijärjestelmä -> kj-verkon kunnonvalvontaan ja vianpaikannukseen 110 kV sarjakuristimen hankinta johtojen tehonjaon tasaamiseen -> 110 kV johtojen tehokkaampaan käyttöön 110 kV kaapeleiden pistemäinen lämpötilanvalvonta -> 110 kV johtojen tehokkaampaan käyttöön”	”Useita digitalisaatiokehityksiä, esim. vikojen hallinta, verkon kuormituksien hallinta, joustot. SF6 vapaat ratkaisut selvityksessä.”	”Flir:n käyttöönotto tänä kesänä. Joustoista tehdään tutkimus (D-työ) oman verkon näkökulmasta.”	”Akustot, ADMS, kulutusjoustorajapinta, uusi älymittariteknologia.”
Kysymys 13. Paljon on ollut puhetta älykkäistä sähköverkoista. Miten kuvailisitte älykkäitä sähköverkkoja? Mitä älykkäät sähköverkot mielestänne pitää sisällään?	”Automaation tukema käyttövarma kaksisuunteisen energian siirron mahdollistava verkko, missä verkon mittaukset ja ominaisuudet tukevat asiakkaan päivittäistä elämää ja valintoja. Tällä mahdollistetaan tulevaisuuden sähköenergian optimaalinen käyttö, jolloin päästään kuormituksen osalta mahdollisimman tasaiseen käyrään.”	”Älykästä sähkönkulutuksen hallintaa riippuen sähkön hinnasta ja sähköverkon kuormituksesta. Vianindikointia ja automaattista vianerotusta sekä kaukoohjauslaitteistoja. IOT-ratkaisuja verkon tilan- ja kunnonhallintaan.”	”Älykkäät sähköverkot tietävät oman kuormitustilanteen, osaavat kertoa sen muille järjestelmille, osaavat ennustaa tulevan kuormitustilanteen ja osaavat varautua tulevaan kuormitustilanteeseen. Älykkäät sähköverkot osaavat hälyttää ongelmatilanteista ajoissa ja voivat ehdottaa (tai tehdä) toimenpiteitä tilanteen korjaamiseksi (tehon vajaus, kytkentätilanteen muutokset, vikojen ennakointi, yms.). Älykkäät sähköverkot osaavat osallistua paikallisille joustomarkkinoille optimoidakseen kapasiteettia.”	”Älykkäät sähköverkot ovat suuressa roolissa vihreän siirtymän tuomien haasteiden ratkaisemisessa. Kulutusjoustoratkaisut ovat tällä hetkellä lupaavia sähkönkäytön kasvamista silmällä pitäen.”

Taulukko 7. Esimerkkivastauksia tutkimuskyselyn kysymyksiin 11–13.

Uuteen tulevaisuuden teknologiaan liittyen vastauksissa nousee esiin *kulutusjoustoon* ja *automaatioon* liittyvät muutokset ja kehitykset. Uusilla teknologioilla nähdään olevan hyötyä mm. kulutushuippujen leikkaamisessa, sähköverkon reaaliaikaisen tilan seuraamisessa, vian hoidossa, järjestelmien kehittämisessä ja automatisoinnissa. Toimialla on viime vuosina pilotoitu ja testattu erilaisia automaatioon ja uuteen teknologiaan perustuvaa teknologiaa, joiden nähdään tehostavan ja parantavan sähköverkon hallintaa. Uusia teknologioita on otettu käyttöön mm. sähköverkon suunnittelussa, vianhoidossa, kuntotarkastuksissa ja rakentamisessa. Drone- teknologia, konenäkö, robotiikka, automaatio ja digitaaliset järjestelmät ovat kehittyneet viime vuosina kovaa vauhtia ja tulevaisuudessa niiden kehityksen, sekä käyttöönoton oletetaan jatkuvan. Lisääntyvä sähkönkäyttö, kulutushuippujen lisääntyminen ja teknisemmät sähkölaitteet tarvitsevat tulevaisuudessa

sähköverkoilta toimintavarmaa, joustavaa ja häiriötöntä sähkönjakelua. Sähköverkkoteknologia vaatii tulevaisuudessa paljon investointeja, mutta niillä varmistetaan tulevaisuuden sähköverkon tehokkuus ja toimivuus. Tällä hetkellä sähköverkkoyhtiöillä on paljon testausta ja pilotointia käynnissä uuteen sähköverkkoteknologiaan liittyen, jotka onnistuessaan mahdollistavat sähköverkon tehokkuuden, toimivuuden ja käytön parantumisen. Älykkäät sähköverkot terminä on selkeästi iso kokonaisuus, jota on vaikea yksiselitteisesti määrittää. Kyselyn vastausten yhteenvetona voidaan sanoa, että termi älykkäät sähköverkot tarkoittavat automaattisesti, joustavasti, ennakoivasti ja varmasti toimivaa sähköverkkoa.

5.5.2 Pientuotanto, sähköinen liikenne ja kulutusjousto

Kirjallisuuskatsauksen perusteella toimialan toimintaympäristön tulevaisuuden muutoksessa nousee usein esiin energiamurros ja sen myötä sähköinen liikenne, pientuotanto ja kulutusjousto. Kyseisillä tekijöillä arvioidaan olevan merkittäviä vaikutuksia sähköverkkojen toimintaympäristöön tulevaisuudessa. Sähköinen liikenne on yleistynyt ja muutoksen polttomoottoreista sähköisiksi odotetaan kiihtyvän. Sähkön pientuotanto on lisääntynyt viime aikoina todella paljon yksityiskäytössä ja arvioiden mukaan kehityskulku jatkuu tulevaisuudessa kiihtyvänä. Yksityiskäyttöisen pientuotannon lisäksi teollisen mittakaavan aurinkovoimaloiden odotetaan lisääntyvän tulevaisuudessa reilusti nykyisestä tasosta. Sähkönkäytön oletetaan muuttuvan nykyisestä melko tasaisesta käytöstä enemmän kulutushuippuja kasvattavaan suuntaan ja sillä voi olla sähköverkkojen rakenteiden ja kuormituskestävyyden kannalta isoja merkityksiä. Kasvavia tehohuippuja pyritään ennaltaehkäisemään erilaisilla kulutusjoustoratkaisuilla. Kysymyksissä 14–16 pyrittiin syventämään kirjallisuuskatsauksesta saatuja tietoja sähköiseen liikenteeseen, pientuotantoon ja kulutusjoustoihin liittyen. Taulukossa 8 on esitetty kyselytutkimuksessa saatuja esimerkkivastauksia.

Pientuotanto, sähköinen liikenne ja kulutusjousto				
Kysymys 14. Minkälaisena näette pientuotannon tulevaisuuden (aurinkopaneelit yms)? Minkälaisia vaikutuksia pientuotannolla on sähköverkkoihin?	”Kasvaa erittäin voimakkaasti. Ennen vuotta 2021 pientuotannon mitoitus oli sellainen, että verkkovaikutuksia ei ollut kuin vähentyvän energiankäytön myötä (huipputehojen säilyessä ennallaan). Viime vuonna tapahtui merkittävä muutos ja mitoitukset kasvoivat. Tämän jatkuessa trendinomaisesti pientuotannosta tulisi mitoittava kapasiteettitekijä verkon suhteen eli ilmiöitä on seurattava tiiviisti. Pohdittava	”Pientuotanto tulee lisääntymään ja yksiköiden koot kasvamaan. Tästä aiheutuu sähköverkkojen vahvistustarpeita.”	” Pientuotannon tulevaisuus riippuu täysin sähkön hinnasta. Vaikutukset taajama-alueella eivät ole merkittäviä. Haja-asutusalueella voi tulla verkon vahvistustarpeita tuotannon takia.”	”Tulee kasvamaan merkittävästi. Vaikutukset ovat suuria asuinkeskittymissä sekä haja-asutusalueilla. Verkon rakenteet joutuvat tarkasteluun ja rakennettava verkko on hyvin järeää.”

	myös vaikutuksia ja tasapuolisuutta asiakkaiden näkökulmasta.”			
Kysymys 15. Minkälaisena näette sähköisen liikenteen tulevaisuuden? Minkälaisia vaikutuksia sähköisellä liikenteellä on sähköverkkoihin?	” Sähköinen liikenne tulee lisääntymään. Tästä aiheutuu sähköverkkojen vahvistustarpeita.”	”Vahojenkin liittymien tehoa nostetaan, uusi liittymiä samalle tontille tulee väistämättä. Verkon kuormitus muuttuu. Vaatii kaupungissakin verkon vahvistamista.”	”Sähköisen liikenteen määrä kasvaa tasaisesti ainakin henkilöautoissa ja julkisessa liikenteessä. Latausinfra aiheuttaa paikallisia vahvistustarpeita sähköverkkoon. Etenkin henkilöliikenteessä voimakkaasti kasvava. Kansallinen 700 000 auton tavoite voidaan jopa ylittää reilusti. Latauksen ajoittuminen vuorokaudelle ja ajoittumisen mekanismit kriittiset verkon kannalta. Ajoittumisen tapahtuessa verkon kannalta kuormituspiikkien ulkopuolelle ei aiheuta muutostarpeita, mutta esim. sähköenergian hinnan mukaan ohjautuessa tuulisena iltapäivänä potentiaalinen pullonkaulojen aiheuttaja. Korostaa tarvetta huomioida myös sähköverkot markkinamekanismeja ja joustoja suunniteltaessa.”	”Sähköinen liikenne pientuotannon kanssa vastaavasti yleistyy kovaa vauhtia, ja vaikutukset alkavat jo näkyä kaupallisten ja yksityisten latauspisteiden määrän kasvuna. Sähköverkon näkökulmasta tämä tarkoittaa esim. liittymäkokojen kasvamista esimerkiksi saneerauskohteissa sekä uusien hankkeiden selkeästi kasvaneet liittymätehot. Kaupallisten latauspisteiden rakentaminen vaatii suuressa osassa uuden muuntamon rakentamista. Tiheään asutulla kaupunkialueella tämä voi aiheuttaa ongelmia verkon kapasiteetissa ja muuntamoiden ennenaikaista saneeraustarvetta. Jotkin latausliittymät voivat aiheuttaa verkon laatuun häiriöitä.”
Kysymys 16. Minkälaisia ratkaisuja näette tulevaisuudessa sähkön kysynnän ja sähkön tuotannon optimoinnista sähkönjakeluverkon näkökulmasta?	”Automaation tukema käyttövarma kaksisuunteisen energian siirron mahdollistava verkko, missä verkon mittaukset ja ominaisuudet tukevat asiakkaan päivittäistä elämää ja valintoja. Tällä mahdollistetaan tulevaisuuden sähköenergian optimaalinen käyttö, jolloin päästään kuormituksen osalta mahdollisimman tasaiseen käyrään.”	”Älykästä sähkönkulutuksen hallintaa riippuen sähkön hinnasta ja sähköverkon kuormituksesta. Vianindikointia ja automaattista vianerotusta sekä kaukoohjauslaitteistoja. IOT-ratkaisuja verkon tilan- ja kunnonhallintaan.”	”Älykkäät sähköverkot tietävät oman kuormitustilanteen, osaavat kertoa sen muille järjestelmille, osaavat ennustaa tulevan kuormitustilanteen ja osaavat varautua tulevaan kuormitustilanteeseen. Älykkäät sähköverkot osaavat hälyttää ongelmatilanteista ajoissa ja voivat ehdottaa (tai tehdä) toimenpiteitä tilanteen korjaamiseksi (tehon vajaus, kytkentätilanteen muutokset, vikojen ennakointi, yms.). Älykkäät sähköverkot osaavat osallistua paikallisille joustomarkkinoille optimoidakseen kapasiteettia.”	”Älykkäät sähköverkot ovat suuressa roolissa vihreän siirtymän tuomien haasteiden ratkaisemisessa. Kulutusjoustoratkaisut ovat tällä hetkellä lupaavia sähkönkäytön kasvamista silmällä pitäen.”

Taulukko 8. Esimerkkivastauksia tutkimuskyselyn kysymyksiin 14–16.

Vastauksien perusteella voidaan todeta, että pientuotantomäärät tulevat lisääntymään tulevaisuudessa. Arvio pientuotannon tulevaisuuden määristä on vaikeaa, koska siihen vaikuttaa merkittävästi yleinen taloustilanne, sähkön hinta ja pientuotantolaitteistojen hintojen kehitys. Teollisen mittakaavan aurinkovoimaloiden odotetaan lisääntyvät tulevaisuudessa merkittävästi. Tällä hetkellä Suomessa on rakentamistilassa kuusi teollisen mittakaavan aurinkovoimalahanketta ja

selvitysvaiheessa 98 hanketta. Teollisen mittakaavan aurinkovoimalahankkeiden eteneminen vaatii sähköverkolta laajoja investointeja verkon vahvistamiseen ja suojauksiin, jotta aurinkovoimalat saadaan kytkettyä sähköverkkoon. Sähköverkot toimivat mahdollistajina uusien sähkön tuotantomuotojen verkkoon kytkemisessä ja sähköenergian tuotannon siirtämisessä asiakaskäyttöön.

Sähköinen liikenne on korvaamassa polttomoottori- tekniikkaan perustuvan liikenteen. Vastauksien perusteella suurin osa vastaajista on sitä mieltä, että sähköisen liikenteen lisääntymisellä on vaikutuksia sähköverkkojen mitoituksiin, rakenteisiin ja verkkoinvestointeihin. Sähköverkkojen näkökulmasta sähköisen liikenteen yleistymisen vaikutuksia tulee olemaan sähkön käytön lisääntyminen, tehohuippujen kasvaminen, sähköverkon vahvistustarpeet ja sähköliittymien lisääntyminen. Sähköisen liikenteen latausratkaisut tulevat lisäämään sähkönkäyttöä. Lataustehojen ollessa melko isoja, on mahdollista, että sähkön kuormitushuiput tulevat lisääntymään selvästi nykyisestä tasosta. Kuormitushuippujen kasvaessa sähköverkkoja tulee vahvistaa, joka voi johtaa ennenaikaisiin verkkoinvestointeihin. Sähköisen liikenteen lisääntymisellä on selkeästi vaikutuksia tulevaisuuden sähköverkkoihin, mutta tällä hetkellä on vielä vaikea arvioida todellisia vaikutuksia, koska siihen vaikuttaa monia eri asioita, kuten latausajankohdat, sähköisten ajoneuvojen määrä, energiatehokkuus, latausjärjestelmien kehittyminen ja kulutusjouston kehittyminen.

Kulutusjousto nousee esiin useissa sähköverkkoinfran tulevaisuuskatsauksissa. Kulutusjoustoon liittyvän kysymyksen vastauksissa oli paljon hajontaa ja yhteistä tekijää vastauksista on vaikea havaita. Vastauksien perusteella voidaan todeta, että kulutusjousto nähdään tärkeänä tekijänä sähköverkon rakenteiden kannalta, mutta valmiita yksiselitteisiä vastauksia tulevaisuuden kulutusjouston kehittymiseen ei vielä tällä hetkellä ole. Kulutusjoustoilla pyritään tasaiseen sähkönkulutukseen, jolloin sähköverkkoon ei pääse syntymään suuria kulutushuippuja. Jos kulutushuippuja ei pystytä kulutusjoustolla ennaltaehkäisemään, voi se johtaa sähköverkon rakenteiden laajaan vahvistamiseen.

6 Kohdeyhtiön liiketoimintaympäristön tulevaisuustutkimuksen tulokset

Kohdeyhtiön liiketoiminnan toimintaympäristöanalyysi aloitettiin kirjallisuuskatsauksella, jossa perehdyttiin sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön nykytilaan ja kerättiin tietoa mahdollisista toimintaympäristön tulevaisuuden muutoksista. Kirjallisuuskatsauksella luotiin pohjatieto sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön nykytilaan ja tulevaisuuden näkymiin.

Kirjallisuuskatsauksella hankitun pohjatiedon perusteella luotiin kyselytutkimus erikseen valituille sähköverkkoyhtiölle, jonka lopputuloksena saatiin kohdeyhtiön ulkopuolista tietoa ja näkemyksiä sähköverkkoliiketoimintaympäristön tulevaisuuden näkymistä, ilmiöistä ja muutostekijöistä.

Kirjallisuuskatsauksen ja kyselytutkimuksen lopputuloksia hyväksi käyttäen luotiin runko kohdeyhtiön tulevaisuusverstasta varten, jonka tavoitteena on hahmottaa kaksi päätavoitetta: tulevaisuuksien tietäminen ja tulevaisuuksien tekeminen (Aalto ym. 2022). Tulevaisuusverstaan tavoitteena oli rakentaa kattava näkemys kohdeyhtiön liiketoimintaympäristön tulevaisuuskuvasta ja siihen vaikuttavista tekijöistä, sekä luoda lopputulosten perusteella sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuusskenaariot.

Tulevaisuusverstaan analyysityökaluiksi valittiin PESTE-, SWOT-, ja megatrendi- analyysit. Tulevaisuusverstaaseen osallistui kohdeyhtiön sähköverkon johtamisesta, rakentamisesta, käytöstä ja kehityksestä vastuussa olevat henkilöt. Ennakkotehtävänä osallistuvien tuli perehtyä ennakkoaineistoon ja täyttää ennakkotehtävänä omasta näkökulmastaan PESTE-, SWOT- ja megatrendi analyysit. Ennakkotehtävän tavoitteena oli varmistaa osallistuvien henkilöiden perehtyminen aiheeseen ja saada verstaassa laadittavat analyysit jouhevasti ja kattavasti läpikäydyksi. Lähtötietoina osallistujille jaettiin tähän diplomityöhön tehty toimialan toimintaympäristön kirjallisuuskatsaus, muille verkkoyhtiöille tehdyn kyselytutkimuksen yhteenveto, sekä kolme toimialalle tehtyä visiotyötä, jotka olivat Fingrid verkkovisio (Fingrid, 2021), Caruna verkkovisio (Caruna, 2022) ja Sähkötutkimuspooli 2035 verkkovisio (Sähkötutkimuspooli, 2016).

6.1 Kohdeyhtiön SWOT- analyysi

Kohdeyhtiön SWOT- analyysin luominen aloitettiin yksilötyönä ennen tulevaisuusverstasta. Tulevaisuusverstaaseen osallistuville toimitettiin SWOT- analyysin nelikenttä ja pyydettiin kirjaamaan

siihen oman työn ja vastuualueen näkökulmasta tärkeimpiä toimintaympäristön asioita ja tekijöitä. Analyysin täyttämiseen tarkennetuksi ohjeeksi annettiin tarkastella nelikenttää pääasiallisesti tulevaisuuden toimintaympäristön näkökulmasta.

Taulukossa 9 on esitetty kohdeyhtiölle luotu SWOT- analyysi, jossa on nostettu esiin kohdeyhtiön vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia.

Sisäiset vahvuudet	Sisäiset heikkoudet
- Sähkönjakeluverkko on mitoitettu pääosin melko vahvalla rakenteella - Sähkönjakeluverkko on hyvässä kunnossa - Sähkönjakeluverkko on rakennettu laadukkaasti - Kokenut ja osaava organisaatio - Sähkönjakelun toimintavarmuus - Hyvät yhteistyökumppanit verkosto urakoinnissa - Tunnetaan toimintaympäristö hyvin	- Resurssien niukkuus kehittämiseen? - Vastuualueiden henkilöityminen? - Verkostoituminen → asioiden selvitykset ja edistäminen muiden verkkoyhtiöiden kanssa? - Muutoksiin reagoiminen?
- Innovatiiviset ratkaisut - Sähkön käytön lisääntyminen, joka tuottaa lisää siirtomaksu tuloja - Digitaalisuus ja älykäs sähköverkko - Kulutusjouston lisääntyminen?	- Pullonkaulat sähkönjakeluverkon rakenteissa → ylikuormittuminen - Sähkön käytön lisääntymiseen ei pystytä vastaamaan → resurssit - Muutokseen ei pystytä reagoimaan - Pientuotannon massiivisen lisääntymisen vaikutus sähkönjakeluverkkoon? - Nykyisen verkon saneeraaminen jää taka- alalle investointien keskittyessä sähkönkäytön lisääntymisestä johtuviin verkkoinvestointeihin → korjausvelka kasvaa, toimintavarmuus kriteeri ei täyty - Sähkönkäytön epätasainen käyttäytyminen → kulutushuiput
Ulkoiset mahdollisuudet	Ulkoiset uhat

Taulukko 9. Kohdeyhtiön tulevaisuusverstaassa luotu SWOT- analyysi.

Vahvuuksina tehdyssä analyysissä esiintyy organisaation tekninen osaaminen, laaja kokemus, sekä hyvässä kunnossa oleva sähköverkko. Myös hyvät yhteistyökumppanit ja verkostot nähdään vahvuutena.

Heikkouksina nousee esiin kehittämiseen liittyvät asiat, joihin pääasiassa nähdään syynä olevan rajalliset resurssit. Toisaalta henkilöresurssien täysi hyödyntäminen nähdään myös heikkoutena, joten nykyisilläkin resursseilla voisi olla mahdollisuus saada paremmin kehitystyötä tehtyä. Osaamisen varmistamisessa on myös heikkouksia perehdytyksiin, koulutuksiin ja osaamisen siirtämiseen liittyen.

Mahdollisuuksina nähdään uusien teknologioiden hyödyntäminen, yhteistyön ja verkostojen lisääminen, prosessien tehostaminen, sekä kustannustehokkuuden kehittäminen.

Uhkina analyysissä on tunnistettu melko paljon ja ne painottuvat taloudellisiin, laadullisiin ja henkilöstöön liittyviin asioihin. Uhkina nähdään organisaation osaamisen, investointeihin, hankintoihin, sekä sähköverkkojen valvontamenetelmiin liittyviä riskejä.

Kohdeyhtiön organisaation kehitystyö ja uudistuminen nähdään analyysin perusteella nykyisellään heikkoutena, mutta siinä nähdään myös paljon mahdollisuuksia. Kohdeyhtiö on toimialallaan keskikokoisten verkkoyhtiöiden joukossa, eikä toiminnan kehittämiseen ole tarjolla rajattomasti

resursseja. Nykyisillä resursseilla pystytään hoitamaan päivittäiset tehtävät ja tekemään pienimuotoista toiminnan kehittämistä, mutta radikaaleihin innovatiivisiin kehityshankkeisiin eivät resurssit nykyisellään riitä. Mahdollisuuksina kehitystyön parantamiseen nähdään yhteistyö ja verkostoituminen muiden toimijoiden kanssa, henkilöstön kannustaminen avoimeen ja innovatiiviseen ajatteluun, sekä uusien teknologioiden pilotoinnit.

Kohdeyhtiön innovaatiokyvykkyys on analyysin ja henkilöstötutkimusten tulosten perusteella osittain heikkoa, mutta perusta hyvälle innovaatiokyvykkyydelle on kuitenkin olemassa. Henkilöstötutkimusten perusteella kohdeyhtiön osallistava johtaminen, työilmapiiri ja hyvinvointi ja työntekijöiden aktiivisuus ovat hyvällä tasolla. Kehitettävää ja sitä kautta myös mahdollisuuksia löytyy varsinkin ideointiin, organisaatiorakenteisiin, osaamisen kehittämiseen, uudistumiseen ja ulkopuoliseen tietoon liittyvissä asioissa.

Organisaatiossa on paljon pitkän kokemuksen omaavia henkilöitä, jonka kautta on kertynyt paljon osaamista ja tietoa pitkältä ajalta. Kokemus ja osaaminen nähdään vahvuutena, mutta toisaalta se tunnistetaan myös jonkinlaisena riskinä. Kokeneiden henkilöiden takana on paljon hiljaista tietoa, jota ei muutettu näkyväksi tiedoksi. Pitkien poissaolojen tai työpaikka muutosten yhteydessä voi syntyä riskejä tärkeän tiedon häviämistä henkilöiden mukana. Nykyisen hiljaisen tiedon muuntaminen koodattuun muotoon mahdollistaisi prosessien ja toimintojen tehokkaamman käytön, sekä vähentäisi tärkeän tiedon häviämistä organisaatiosta mahdollisten henkilöstössä tapahtuvien muutosten myötä. Osaava ja kokenut organisaatio toimii vahvana perustana myös muuttuvassa toimintaympäristössä. Osaamisen hävitessä organisaatiosta uhkakuvana on mm. prosessien heikentyminen, kustannusten nousu, henkilöstön kuormittuminen, sekä toiminnan yleinen heikentyminen.

SWOT- analyysissä esiin nousseista asioista toimintaympäristön muutoksen näkökulmasta relevantteja asioita ovat mm. sähkönkäyttöön ja tuotantoon liittyvät asiat, teknologinen kehitys, tarvittavien investointien mahdollistaminen, sekä sähköverkon nykytilanne. Energiamurroksen oletetaan lisäävän sähkönkäyttöä ja erilaisten sähköenergian tuotantomuotojen kytkemistä verkkoon. Kohdeyhtiön sähköverkon nähdään olevan rakennettu pitkäjänteisesti laadukkaasti ja varautuen tulevaisuuden mahdolliseen sähkönkäytön lisääntymiseen. Tehtyjen mallinnusten perusteella suuria pullonkauloja ei ole näkyvissä verkon kuormitettavuuden, kestävyyden tai toimivuuden kannalta. Yksittäiset pistemäiset suurikulutteiset liittymät voivat kuitenkin aiheuttaa ongelmia ja erillisiä tarkasteluja, jos sähkönkäyttöön tulee suuria muutoksia.

Energiamurroksen myötä sähköistymisen oletetaan lisääntyvän, jonka myötä sähköverkkoihin on investoitava sähköistymisen mahdollistamiseksi. Sähköverkon rakentamiskustannusten suuri kasvu ja valvontamenetelmien muutokset ovat heikentäneet kohdeyhtiön investointien kannattavuutta. Uusi valvontajakso on alkamassa vuoden 2024 alussa ja uusien valvontamenetelmien tarkoista

määrityksistä ei ole vielä tietoa. Uhkakuvana nähdään, että uudet valvontamenetelmät vievät kannattavuuden investoinneilta, jolloin lopputuloksen on toiminnan kannattavuuden huonontuminen tai investointimäärien vähentäminen. Jos investointimääriä joudutaan vähentämään, johtaa se tulevaisuudessa verkkojen rapistumiseen, toimitusvarmuuden huonontumiseen ja korjausvelan kasvamiseen. Toisaalta uudet valvontamenetelmät nähdään myös mahdollisuutena verkon kehittämisen, toimitusvarmuuden parantamisen ja sähköistymisen mahdollistamisen kannalta. Valvovalla viranomaisella on päätösvalta valvontamenetelmistä, joten kohdeyhtiön vaikuttamismahdollisuus uusiin valvontamenetelmiin on rajallinen.

Viime aikoina energia- alalla on laitettu paljon uusia hankkeita käyntiin, joka on johtanut suureen sähköverkkokomponenttien kysyntään. Samaan aikaan kysynnän kasvun kanssa on syntynyt komponenttien toimitusvaikeuksia. Suuri kysyntä, raaka- aineiden hintojen nousu ja toimitusvaikeudet ovat johtaneet sähköverkkokomponenttien hintojen kovaan kasvuun. Uhkakuvana on, että komponenttien toimitusajat kasvavat edelleen ja hinnat nousevat. Hinnan nousu huonontaa investointien kannattavuutta ja pitkät toimitusajat hidastavat sähköverkon rakentamista.

Uusi teknologia nähdään mahdollisuutena kohdeyhtiön sähköverkon toiminnan kehittämisessä. Sähköverkkoihin liittyvä teknologia on kehittynyt viime vuosina kovasti, mm. ennakoivan vianhoidon, vian rajaamisen, kulutusseurannan, digitalisoitumisen ja automatisoinnin myötä. Teknologisen kehityksen odotetaan jatkuvan ja sillä nähdään potentiaalia tulevaisuuden sähköverkoissa. Teknologinen kehitys vaatii osaavia tekijöitä ja kehityshaluista organisaatiota.

6.2 Megatrendien tunnistaminen ja vaikutukset kohdeyhtiön toimintaympäristöön

Kohdeyhtiön toimintaympäristöön vaikuttavia megatrendejä lähdettiin tunnistamaan julkaisusta ”Sitran megatrendit 2023”. Sitran julkaisemissa megatrendeissä ei ole tavoitteena tarjota vastauksia villeistä korteista ja mustista joutsenista, vaan tarjota enemmänkin oivalluksia megatrendityöhön ja auttaa vahvistamaan pitkän tähtäimen ajattelua (Dufva & Rekola, 2023). Kohdeyhtiön tavoitteena on luoda visio pitkälle tulevaisuuteen, joten megatrendien tunnistaminen ja niiden mahdollisten vaikutusten arviointi nähtiin yhtenä hyvänä työkaluna visiotyössä ja tulevaisuuden skenaarioiden luomisessa.

Sitran julkaisussa ”Megatrendit 2023” on yhteensä 55 yksilöytyä megatrendiä, jotka muodostavat viiden teeman kokonaiskuvan. Viisi pääteemaa ovat luonto, ihmiset, valta, teknologia ja talous. (Dufva & Rekola, 2023)

Kohdeyhtiön toimintaympäristöön vaikuttavia megatrendien tunnistamistyö aloitettiin käymällä läpi kaikki Sitran Megatrendit 2023 julkaisussa mainitut trendit, joita on yhteensä 55 kpl.

Tavoitteena oli tunnistaa, millä ja minkälaisia vaikutuksia Sitran julkaisemista megatrendeillä on sähköverkkojen tulevaisuuden toimintaympäristöön. Taulukossa 10 on esitetty 12 megatrendiä, joiden vaikuttavuuden kohdeyhtiön toimintaympäristöön nähtiin olevan korkeimmat 55 eri vaihtoehdosta.

Sitran megatrendit 2023	**Vaikutus sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön**
Ilmasto kuumenee	Ilmaston kuumeneminen lisää viilennyksen tarvetta kiinteistöissä, joka johtaa sähkönkäytön lisääntymiseen kesällä. Ilmaston lämpeneminen vähentää kiinteistöjen lämmitystarvetta talvella.
Äärimmäiset sääolot yleistyvät	Lisääntyvät myrskyt ja ääriolosuhteet lisäävät sähköverkon vikaantumisen mahdollisuuksia.
Resurssien saatavuus muuttuu epävarmemmaksi	Kasvavan kulutuksen takia resurssit käyvät niukemmiksi ja hankintakustannukset kasvavat. Teollisuudessa tarvittavien kriittisten materiaalien saatavuushaasteet lisääntyvät. Sähköverkkokomponenttien saatavuusongelmat lisääntyvät ja kustannustaso nousee.
Ymmärrys luonnon itseisarvosta vahvistuu	Jätteiden ja päästöjen lait tiukentuvat, joka johtaa uuden teknologian kehittämiseen, mahdollisiin saatavuusongelmiin ja kustannustason nousuun, Esim. SF- kaasun kieltäminen kojeistoissa.
Väestö keskittyy	Sähkönkäyttö keskittyy sinne, mihin väestö keskittyy.
Kaupungistuminen jatkuu	Sähkönkäyttö lisääntyy kaupungeissa ja vähenee haja- asutus alueilla.
Jatkuva osaamisen kehittäminen korostuu	Sähköverkkoteknologia ja järjestelmät kehittyvät, joka vaatii organisaatiolta jatkuvaa oppimista.
Etä- ja hybridityö muuttaa työmarkkinoita	Vaikutuksia työntekijöiden saatavuuteen ja työnantajakuvan korostumiseen.
Teknologia muuttaa toimintatapoja	Energiamurroksen läpivieminen vaatii sähköverkkojen teknologista kehittymistä ja uusia toimintatapoja.
Datatalous kasvaa	Datatalouden lisääntyminen voi johtaa radikaaliin sähkönkäytön lisääntymiseen.
Uusiutuva energia yleistyy	Uusiutuvan energian lisääntyminen lisää sähköverkkoon liitettäviä uusiutuvan energian tuotantolaitoksia. Sähköenergian tuotanko ja käyttö lisääntyvät.
Digitalisoituva maailma on entistä haavoittuvaisempi	Sähköverkkojen kyberturvallisuus korostuu osana kriittistä infraa.

Taulukko 10. Kohdeyhtiön megatrendien tunnistustyön lopputulokset.

Megatrendien toimintaympäristön vaikutusten arvioinnin lopputuloksena todettiin megatrendien suurimpien vaikutusten sähköverkkojen toimintaympäristöön painottuvan pääteemoihin **luonto**, **ihmiset** ja **teknologia**.

Luontoon liittyviä tekijöitä kohdeyhtiön tulevaisuuden toimintaympäristössä tunnistettiin ilmaston kuumeneminen, äärimmäisten sääolojen yleistyminen, resurssien saatavuuden epävarmistuminen ja ymmärrys luonnon itseisarvon vahvistumisesta. Ilmaston kuumeneminen lisää viilennyksen tarvetta kesäisin ja vähentää lämmityksen tarvetta talvisin. Tämä johtaa sähkönkäytön lisääntymiseen kesällä ja vähentymiseen talvella. Äärimmäisten sääolojen lisääntyminen aiheuttaa sähköverkkojen kunnossa- ja ylläpidolle haasteita. Varsinkin ilmajohtoverkot ovat haavoittuvaisia esim. myrskyjen, ukkosten ja isojen lumimassojen suhteen. Ymmärrys luonnon itseisarvon vahvistumisesta voi tuottaa entistä tiukempia lainsäädäntöjä käytettäviin materiaaleihin ja toimitapoihin. Uudet tiukemmat lainsäädännöt johtavat uudenlaisten tekniikoiden kehitykseen, jotka oletettavasti ovat kalliimpia kuin nykyisin käytössä olevat perinteiset tekniikat. Myös toimitushaasteita saattaa esiintyä tekniikan uudistuessa. Resurssien saatavuudessa on jo nykyisellään huomattu erilaisia haasteita esim.

sähkökomponenttien saatavuudessa. Sähköistymisen lisääntyessä materiaalien tarve kasvaa ja samaan aikaan raaka- aine resurssit vähenevät. Tämä tuo muutoksia materiaalien saatavuuteen, hintoihin, sekä toimitusaikoihin.

Ihmisiin liittyviä tekijöitä kohdeyhtiön tulevaisuuden toimintaympäristössä tunnistettiin väestön keskittyminen, kaupungistumisen jatkuminen, jatkuvan osaamisen kehittämisen korostuminen, sekä etä- ja hybrideityön lisääntyminen. Väestön keskittyminen ja kaupungistuminen muuttaa sähkönkulutuksen painopisteitä. Sähkönkulutus vähenee haja- asutusalueilla ja lisääntyy kaupunkialueilla, joka voi aiheuttaa haasteita sähköverkon mitoituksen kannalta. Muuttoliikenne tulee ottaa huomioon sähköverkon pitkän tähtäimen suunnittelussa, jotta vältetään sähköverkon ylimitoittaminen niillä alueilla, jossa sähkönkäyttö vähenee ja alimitoittaminen niillä alueilla, jossa sähkönkäyttö lisääntyy. Työelämän murros on tunnistettu kohdeyhtiössä ja sen myötä osaamisen johtamiseen, sekä etä- ja hybrideityöolosuhteisiin on panostettu. Varsinkin organisaation jatkuva osaamisen kehittäminen on avainasemassa muuttuvassa toimintaympäristössä.

Teknologiaan liittyviä tekijöitä kohdeyhtiön tulevaisuuden toimintaympäristössä tunnistettiin datatalouden kasvaminen, uusiutuvan energian yleistyminen, digitalisoitumisen tuomat haavoittavaisuudet, sekä yleinen teknologinen kehittyminen. Datatalous on ollut kovassa nosteessa viime aikoina, ja sen nähdään lisääntyvät myös tulevaisuudessa. Datatalouden kehittäminen vaatii paljon sähköenergiaa. Jos kohdeyhtiön verkkoalueella tulee esim. datacentereitä tulee niiden sähköverkkoon kytkentä mahdollistaa. Digitalisoituminen on ollut käynnissä jo useita vuosia, jonka myötä sähköiset järjestelmät ovat lisääntyneet. Sähköiset järjestelmät ovat riskialttiita kyberhyökkäyksille. Kyberturva on otettava huomioon sähköverkkoon liittyvissä tulevaisuuden valinnoissa ja toiminnoissa erittäin vahvasti. Sähköverkoissa on ollut nähtävissä viime vuosina selkeää teknologista kehittymistä mm. automaattisen vianhoidon, komponenttikehityksen ja sähköisten järjestelmien kehityksen myötä. Tulevaisuudessa teknologinen kehittyminen tulee lisääntymään, joka mahdollistaa ns. älykkäiden sähköverkkojen rakentamisen.

6.3 Kohdeyhtiön toimintaympäristön PESTE- analyysi

Kohdeyhtiön PESTE- analyysin tekeminen aloitettiin tulevaisuusvertaan ennakkotehtävällä, jossa jokaisen osallistuvan henkilön tuli kirjata analyysiin merkittävämpiä tekijöitä omalta vastuualueeltaan. Tekijöitä ohjeistettiin tarkastelemaan eri tekijöitä tulevaisuuden näkökulmasta ja käyttämään apuna annettuja lähtötietoja.

Verstaassa ensimmäiseksi kirjattiin yhteiseen taulukkoon kaikkien osallistujien ennakkoon laatimat tulevaisuuden tekijät ja sen jälkeen niistä valittiin vaikuttavuudeltaan merkittävimmät tekijät

kohdeyhtiön näkökulmasta. Valinnan jälkeen vaikuttavimmille tekijöille tehtiin tulevaisuuden vaikutuksen arviointi. Vaikutuksen arvioinnin tavoitteena oli luoda mielikuva tekijän vaikuttavuudesta kohdeyhtiön toimintaan tulevaisuudessa.

Poliittiset tekijät

Kohdeyhtiön liiketoimintaympäristön tulevaisuuden merkittävimmiksi poliittisiksi tekijöiksi tunnistettiin (taulukko 11) omistajan ohjaus, yleisen taloudellisen tilanteen vaikutukset poliittisiin päätöksiin, toimialan lainsäädäntö ja valvontamenetelmät, sekä ns. vihreän siirtymään vaikuttavat poliittiset päätökset.

Kohdeyhtiön on kaupungin 100 % omistama yhtiö. Kaupunginvaltuusto päättää kuntalain mukaisesti omistajanohjauksen periaatteista, sekä toiminnan ja talouden keskeisistä tavoitteista. Kohdeyhtiön näkökulmasta omistajalla on loppupeleissä oikeus ohjata kohdeyhtiön toimintaa haluamaansa suuntaan. Omistajanohjauksen tulevaisuuden tahtotilaa on vaikea ennakoida, mutta kohdeyhtiön toiminnan kannattavuudella ja toiminnan laadukkuudella on oletettavasti vaikutuksia tulevaisuuden toiminnan ohjauksen päätöksiin.

Yleisellä taloustilanteella arvioidaan olevan vaikutuksia tulevaisuuden poliittisiin päätöksiin. Energian hinta halutaan pitää kohtuullisena ja oletettavasti siihen liittyy myös sähkön siirtohinnoittelu. Yleisellä taloustilanteella voi olla vaikutuksia myös sähkönkäyttöön energian säästämisen myötä. Jos taloustilanne huononee voi sillä olla merkittäviäkin vaikutuksia sähkönkäyttöön teollisuuden hiljentymisen myötä.

Valvontamenetelmät määrittävät käytännössä sähköverkkoyhtiöiden kohtuullisen tuoton, joten sillä on ilmiselvästi suuri vaikutus sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön. Poliittisilla päätöksillä on ollut menneisyydessä vaikutuksia sähkömarkkinalakiin, sekä valvontamenetelmiin. Viranomainen määrittää valvontamenetelmät, joten sähköverkkoyhtiöiden mahdollisuus vaikuttaa kyseiseen toimintaympäristön ulkoiseen tekijään on rajallinen. Valvontamenetelmiin on pyrittävä vaikuttamaan ja mukautumaan.

Toimintaympäristön poliittiset tekijät	Poliittisten tekijöiden mahdolliset vaikutukset tulevaisuuteen
- Paikallispolitiikka, Kaupungin 100 % omistama yhtiö - Yleisen taloustilanteen vaikutus poliittiseen paineeseen, sekä yksityistalouksiin/ yrityksiin. - Poliittiset päätöksen vihreään siirtymään liittyen - Lainsäädännölliset muutokset	- Kaupunginvaltuusto päättää Kuntalain 14§:n mukaan omistajaohjauksen periaatteista ja konserniohjeesta. Lisäksi kaupunginvaltuusto kaupunkikonsernin ylimpänä päättävänä elimenä asettaa kaupunkikonsernin toiminnan ja talouden keskeiset tavoitteet. Kaupunki toimii kohdeyhtiön omistajanohjaajana ja sillä voi olla vaikutuksia kohdeyhtiön toimintaan. - Poliittisilla päätöksillä on ollut selkeitä vaikutuksia sähköverkkoyhtiöiden lainsäädäntöön suomessa. Lähitulevaisuudessa on tulossa valvontamenetelmien muutos, jolla on isoja vaikutuksia sähköverkkoyhtiöiden toiminnan ohjaukseen. - Käynnissä olevaan ns. vihreään siirtymään liittyen on tehty useita poliittisia päätöksiä, joilla on ollut vaikutuksia sähköverkkojen liiketoimintaympäristöön. Tulevaisuudessa tulee mahdollisesti lisää poliittisia päätöksiä, joilla on vaikutuksia mm. sähkön käyttöön ja tuotantomuotoihin, ympäristötekijöihin, sekä lainsäädäntöön. EU:ssa on monia energia- alaan liittyviä säädöksiä ja lakeja työn alla, joilla voi olla merkittäviä tekijöitä sähköverkkojen näkökulmasta. - Yleisellä taloustilanteella on mahdollisia vaikutuksia poliittisiin päätöksiin, sekä yksityisten ja yritysten taloudelliseen käyttäytymiseen. Tämä voi johtaa muutoksiin myös sähköverkkoyhtiön näkökulmasta. Talouden kiristyessä sähkön hintaan voi tulla poliittista alennuspainetta. Yksityistaloudet ja yritykset pyrkivät vähentämään energiakustannuksia, jotka voivat osaltaan tehdä muutoksia sähkön käyttöön ja tuotantomuotoihin.

Taulukko 11. Kohdeyhtiön toimintaympäristön poliittiset muutostekijät.

Ekonomiset tekijät

Taulukossa 12 on esitetty tunnistetut kohdeyhtiön toimintaympäristöön tulevaisuudessa vaikuttavat ekonomiset tekijät. Ekonomisesta näkökulmasta suurin vaikutus sähköverkkoyhtiön liiketoimintaympäristöön on valvovan viranomaisen määrittämät valvontamenetelmät, joiden tarkoituksena on valvoa/ määrittää monopolitoiminnan kohtuullinen tuotto. Uudet valvontamenetelmät julkaistaan syksyn 2023 aikana ja ne tulevat olemaan voimassa seuraavat 4- vuotta. Kohdeyhtiöllä on rajallinen vaikutusmahdollisuus uusiin valvontamenetelmiin.

Energia- alalla on viime vuosina tehty paljon poliittisia päätöksiä, joilla on ollut vaikutuksia sähkönkäyttöön ja tuotantomuotoihin. Sähköverkkojen näkökulmasta isot muutokset sähkönkäytössä tai tuotantomuodoissa voivat johtaa sähköverkon rakenteellisiin muutoksiin ja sitä kautta investointitarpeisiin. Kohdeyhtiön sähköverkko on pääosin rakennettu lisääntyvään sähkönkäyttöön varautuen ja tämän hetken kulutusmallinnusten perusteella verkkoon ei ole isompia pullonkauloja näkyvissä, vaikka sähkönkäyttö lisääntyisikin.

Yleisellä taloustilanteella nähdään olevan vaikutuksia sähköverkkojen toimintaympäristöön. Rakennushankkeet ovat selkeästi vähentyneet ja markkinatilanne on muuttunut varovaisemmaksi. Taloustilanteen huonontuessa säästötoimenpiteet lisääntyvät, joka voi johtaa sähkönkäytön vähenemiseen. Isot teollisen mittakaavan hankkeet ovat viivästymässä, joka vähentää myös lähitulevaisuuden sähkönkäytön lisääntymistä. Taloustilanteen parantuessa on mahdollista, että useampia rakennushankkeita lähtee käyntiin samaan aikaan, joka voi johtaa nopeaan sähkönkäytön lisääntymiseen.

Toimintaympäristön ekonomiset tekijät	Ekonomisten tekijöiden mahdolliset vaikutukset tulevaisuuteen
- Sallittu kohtuullinen tuotto - Reguloitu toimintaympäristö - Materiaalin ja urakoinnin kustannustaso/ materiaalien saatavuus - Sähkönkäytön lisääntyminen - Yleinen taloustilanne - Toimitusvarmuuden parantaminen	- Sähköverkkotoiminta kuuluun reguloidun liiketoiminnan piiriin, jota valvoo viranomainen. Viranomainen on luonut valvontamenetelmät, jotka vaikuttavat liiketoiminnan tuottoon. Valvontamenetelmät ovat päivittymässä vuoden 2024 alussa. - Sähköverkkokomponenttien ja sähköverkkourakoinnin hinnat ovat olleet selkeässä kasvussa viimeiset pari vuotta. Viime aikoina hintojen korotuspaineet ovat tasaantuneet, mutta hinnat eivät ole lähteneet laskuun. Tulevaisuuden hintoja on vaikea arvioida, mutta oletettavasti hinnat pysynyt nykyisellä tasolla tai nousevat. - Sähkönkäytön odotetaan lisääntyvän. Lisääntyvä sähkön käyttö vaatii investointeja sähköverkkoon. Uusia isoja sähköliittymiä tulee sähköauton latauspisteiden ja teollisuuden sähköistymisen myötä. - Huonontunut taloustilanne vaikuttaa negatiivisesti sähkönkäytön lisääntymiseen. Energian käytössä pyritään säästämään. Isot rakennushankkeet eivät etene taloustilanteen huonontuessa. Taloustilanteen parantuessa on mahdollista, että samaan aikaan lähtee useampia hankkeita käyntiin hiljaisen jakson jälkeen. - Sähköverkon toimitusvarmuuden parantaminen vaatii investointeja. Käyttöiän lopussa olevaa sähköverkkoa tulee uusia, ettei sähköverkko pääse huonoon kuntoon, joka johtaisi toimitusvarmuuden huonontumiseen. Tasaisilla investoinneilla vältetään korjausvelan kasvaminen.

Taulukko 12. Kohdeyhtiön toimintaympäristön ekonomiset muutostekijät.

Sosiaaliset tekijät.

Kohdeyhtiön tulevaisuuden toimintaympäristön merkittävimmiksi sosiaalisiksi tekijöiksi tunnistettiin (taulukko 13) väestönmuutos verkkoalueella, kaupungistuminen, työntekijöiden kehitys, verkostoituminen ja asiakkaat.

Väestönmuutos on ollut kohdeyhtiön verkkoalueella viime vuosina melko stabiili ja näkemyksenä on, että se pysyy suhteellisen stabiilina myös tulevina vuosina. Arvioiden mukaan Lahden alueella väestönmäärä tulee tasaisesti hieman lisääntymään vuoteen 2035 asti. Väestönmäärän lisääntyminen on sen verran vähäistä, että sillä ei ole isoja vaikutuksia sähköverkon toimintaympäristön näkökulmasta. Kaupungistuminen on ollut jo pidemmän aikaa megatrendinä ja sen oletetaan jatkuvan myös tulevaisuudessa. Haja- asutusalueiden väestön siirtyessä kaupunkeihin sähkönkäyttö maaseudulla vähenee ja kaupungissa kasvaa. Väestönmäärän kehityskulkuja on vaikea tarkasti arvioida, mutta kehityskulut tulee ottaa huomioon sähköverkon pitkän tähtäimen suunnittelussa.

Kohdeyhtiön PESTE- ja SWOT- analyyseissä nousi useammassa asiakohdassa esiin henkilöstön osaaminen ja sen kehittäminen. Sähköverkkoteknologia on kokenut viime vuosikymmeninä isoja muutoksia varsinkin digitaalisen kehityksen myötä. Tulevaisuudessa on nähtävissä teknologista kehitystä mm. tekoälyn, automatisoinnin ja IOT:n kehittyessä. Avainasemassa tulevaisuuden teknologisessa kehityksessä on organisaation kyky omaksua uusia asioita ja ottaa niitä käyttöön. Nykyisen ammattitaitoisen henkilöstön osaamista tulisi pitää yllä ja varmistaa osaaminen myös tulevaisuudessa. Työnantajakuvaan panostamalla mahdollistetaan myös hyvien osaajien saaminen tulevaisuudessa.

Kohdeyhtiön kuuluu toimialalla keskikokoisten sähköverkkoyhtiöiden joukkoon, joten kehittämisresurssit ovat rajalliset. Yhteistyön lisäämisellä oppilaitosten ja muiden toimialalla toimivien yhtiöiden kanssa mahdollistaisi isommat resurssit kehitystyöhön ja muut verkostoitumisen hyödyt, kuten uuden tiedon hankinta ja hyödyntäminen.

Asiakasroolin odotetaan muuttuvan nykyisestä passiivisesta energiakuluttajaroolista aktiivisemmaksi. Asiakkaat toimivat sähkön tuottajina, optimoivat energiankulutusta ja varastoivat sähköä. Asiakkaiden tietoisuus ja vaatimukset sähköverkkoja kohtaan lisääntyy. Tärkeässä roolissa on tunnistaa asiakastarpeet ja kehittää toimintoja sen mukaiseksi. Kohdeyhtiöllä on erityyppisiä asiakkaita, kuten yksityishenkilöt, teollisuusasiakkaat, energiayhteisöt. Erilaisten asiakastyyppien tarpeet tulee tunnistaa ja palvella asiakasta heidän tahtotilansa mukaisesti.

Toimintaympäristön sosiaaliset tekijät	**Sosiaalisten tekijöiden mahdolliset vaikutukset tulevaisuuteen**
- Väestönmuutos verkkoalueella - Kaupungistuminen - Työntekijöiden osaamisen kehitys - Verkostoituminen oppilaitosten, toisten toimijoiden yms. kanssa - Asiakkaat	- Ennusteiden mukaan Lahden alueella odotetaan pienoista väestön kasvua tulevaisuuteen. Näkyvissä ei ole kuitenkaan suuria muutoksia väestönmäärään liittyen. Kaupungistuminen on ollut trendinä jo useita vuosia ja todennäköisesti se tulee jatkumaan. Kaupungistuminen vaikuttaa sähkönkäytön lisääntymiseen kaupunkialueilla ja vähenemiseen haja-asutusalueilla. - Työntekijöiden osaamisen kehittäminen on avainasemassa tulevaisuuden kehittyvät teknologian käyttöönotossa ja hyödyntämisessä. - Yhteistyön lisääminen oppilaitosten, toisten toimialan toimijoiden yms. kanssa mahdollistaisi oman organisaation osaamisen lisääntymisen ja kehittymisen. - Asiakkaiden arvioidaan muuttuman nykyisestä passiivisesta asiakkaasta aktiivisemmaksi. Asiakastarpeet tulisi tunnistaa ja sen perusteella kehittää organisaation asiakastoimintaa. Asiakkaiden kiinnostus energia- alaa kohtaan lisääntyy, sähkönkäyttö lisääntyy, kulutusta optimoidaan halvoille sähkön tunneille, asiakkailla on verkkoon kytkettyä tuotantoa jne.

Taulukko 13. Kohdeyhtiön toimintaympäristön sosiaaliset muutostekijät.

Teknologiset tekijät

Sähköverkkoteknologia on kehittynyt viime vuosikymmeninä varsinkin digitalisoitumisen myötä. Sähköverkkojen rakennetekniikka on pysynyt pitkään melko stabiilina, mutta viime aikoina sähköverkkoteknologiaa on alettu kehittämään mm. automaation, IOT:n ja tekoälyn avulla. Tälläkin hetkellä on saatavilla paljon erilaisia teknologioita esim. sähköverkon vianhoitoon, verkon reaaliaikaiseen tilanneseurantaan ja suunnitteluun liittyen. Taulukossa 14 on esitetty kohdeyhtiön tunnistamat tulevaisuuden teknologiset tekijät, jotka ovat digitalisoituminen, datan kerääminen, älykkäät sähköverkot ja teknologinen kehitysyhteistyö.

Kohdeyhtiössä teknologisella kehityksellä nähdään potentiaalia mm. toimintojen tehostamisessa, vianhoidon nopeuttamisessa/ ennakoinnissa, verkon mallinnuksissa, datan hyödyntämisessä ja ennakoinnissa. Kohdeyhtiön näkökulmasta teknologista kehittymistä tulee seurata ja ottaa käyttöön markkinoilla hyväksi todettuja toimintoja sitten, kun niillä nähdään olevan selkeää hyötyä toiminnan kannalta. Verkostoitumisen lisäämisen muiden alan toimijoiden kanssa voisi mahdollistaa

organisaation ulkopuolisen teknologisen tiedon ja kokemusten saamisen, sekä niiden hyödyntämisen omassa toiminnassa.

Toimintaympäristön teknologiset tekijät	Teknologisten tekijöiden mahdolliset vaikutukset tulevaisuuteen
- Digitalisoituminen - Datan kerääminen - Älykkäät sähköverkot - Teknologinen kehitystyö muiden verkkoyhtiöiden kanssa	- Digitalisoituminen jatkuu ja kehittyy. Datan määrä lisääntyy. Kasvava datan saatavuus mahdollistaa parempien liiketoiminta- analyysien tekemisen. Digitalisoituminen mahdollistaa toimintojen kehittämisen → tärkeää tunnistaa organisaation kannalta järkevät digitaaliset mahdollisuudet ja kehittää niitä eteenpäin. - Sähköverkkoihin on kehitetty viime aikoina paljon ns. älykkäitä toimintoja, kuten ennakoivaa vianhoitoa, automaattista vianhoitoa, drone/ tekoäly toimintoja, automaattista verkon suunnittelua, älykkäitä sähkömittareita yms. Teknologisen kehittymisen oletetaan jatkuvan ja mahdollistavan tulevaisuudessa ns. älykkäiden sähköverkkojen toiminnot. - Teknologisessa kehityksessä yhteistyö muiden alan toimijoiden kanssa voisi mahdollistaa isommat resurssit, sekä osaamisen ja tiedon lisääntymisen organisaatiossa.

Taulukko 14. Kohdeyhtiön toimintaympäristön teknologiset muutostekijät.

Ekologiset tekijät

Taulukossa 15 on esitetty kohdeyhtiön tunnistamat toimintaympäristönsä tulevaisuuden mahdolliset muutostekijät, jotka ovat energiamurros, sähköverkon ympäristövaikutukset, omistajan ympäristötavoitteet ja toimitusvarmuus. Radikaalimpana tulevaisuuden muutostekijänä nähdään energiamurros ja sen tuomat erilaiset vaikutukset sähköverkkoihin. Sähkönkäytön oletetaan kasvavan mm. sähköisen liikenteen, lämmityksen sähköistymisen ja uuden teollisuuden myötä. Sähkön tuotantomuodoissa on kasvupainetta kohti uusiutuvaa energiaa, joka tulee muuttamaan sähkön tuotantomuotoja. Tarkkoja arvioita sähkönkäytön muutoksista on vaikea tehdä, koska erilaisia muuttujia on todella paljon. Verkkoalueen toimintaympäristön analysoinneilla, kuormitusennustuksilla ja tulevaisuusskenaarioiden tekemisellä mahdollistetaan valmistautuminen mahdolliseen sähkönkäytön kasvuun ja tuotantomuotojen muutoksiin verkkoalueella.

Lainsäädäntö ohjaa hyvin pitkälle sähköverkkoliiketoimintaa. Sähkömarkkinalain ja erilaisten standardien lisäksi sähköverkkoon vaikuttavia lakeja päätetään mm. EU- lainsäädännössä. Tällä hetkellä EU- lainsäädännössä on esitetty SF6- kaasujen käyttökieltoa, joka vaikuttaa sähköverkkojen osalta erityisesti kojeistoratkaisuihin, jotka ovat perinteisesti toteutettu SF6- kaasutekniikalla. Tulevaisuudessa on mahdollista, että varsinkin ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyen tulee uusia lainsäädäntöjä, joilla on vaikutuksia sähköverkkoihin. Lainsäädännöllisiin muutoksiin on hyvä varautua ajoissa seuraamalla lainsäädännön esityksiä ja pitämällä yllä toimialalla verkostoitumista.

Kohdeyhtiön omistajalla on isot ilmasto- ja ympäristötavoitteet, jotka vaikuttavat tulevaisuudessa myös sähköverkkoliiketoiminnan ohjaukseen, päätöksiin ja valintoihin. Kohdeyhtiön tulee noudattaa omistajan ohjeistuksia ja ohjausta toiminnassaan, joka saattaa tuoda muutoksia nykyisiin toimintatapoihin.

Toimitusvarmuuden kehittämistä on pakko tehdä lainsäädännön myötä. Kohdeyhtiön sähköverkko on suurimmalta osin säävarmaa verkkoa, mutta toimitusvarmuuslain määrityksiin päästäkseen sähköverkkoa on vielä saneerattava säävarmaksi haja- asutusalueilla. Toimitusvarmuuslain mukaisiin määrityksiin päästäkseen kohdeyhtiön tulee tehdä investointeja sähköverkkoihin pitkän tähtäimen suunnittelun mukaisilla investointimäärillä. Nykyinen valvontamalli ei kannusta investointien tekemiseen, mutta vuoden 2024 alusta astuu voimaan uudet valvontamenetelmät. Kohdeyhtiön näkökulmasta toiveena on, että uusi valvontamalli kannustaisi investoimaan sähköverkkoon, jotta toimitusvarmuuslain mukaisiin määrityksiin päästäisiin kannattavilla investoinneilla.

Toimintaympäristön ekologiset tekijät	**Ekologisten tekijöiden mahdolliset vaikutukset tulevaisuuteen**
- Energiamurros, vihreä siirtymä ja ilmastonmuutos - Sähköverkon rakentamisen ympäristövaikutukset - Omistajan ilmastotavoitteet ja niiden vaikutus sähköverkkojen liiketoimintaan - Toimitusvarmuus	- Käynnissä olevalla energiamurroksella ja ilmastonmuutoksen hidastamisella on selkeitä vaikutuksia sähköverkkoihin, kuten sähkön käytön lisääntyminen, tuotantomuotojen muutokset, sähköinen liikenne, lämmityksen sähköistyminen ja uudet teknologiat. Energiamurroksen läpivientiin tulee varautua pitkän tähtäimen suunnittelulla, jossa kartoitetaan sähköverkon ratkaisuja pitkälle tulevaisuuteen → kuormitusennustukset, skenaariotarkastelut, toimintaympäristön analysoinnit. - Sähköverkon rakentamiseen liittyen on mahdollista tulla muutoksia lainsäädännön kautta. Tällä hetkelle EU- lainsäädännössä on käsittelyssä esim. SF6- kaasudirektiivi, jossa pyrkimyksenä on kieltää SF6- kaasujen käyttö → Uusilla lainsäädännöillä on vaikutuksia sähköverkon rakentamiseen ja rakenteisiin. Muutoksiin pystytään varautumaan lainsäädäntöjä seuraamalla ja verkostoitumisella. - Kohdeyhtiön omistajan laajat ilmasto- ja ympäristötavoitteet tulee ottaa huomioon sähköverkkoliiketoiminnassa. - Toimitusvarmuuslaki määrittää sähköverkkojen toimitusvarmuuden parantamista lainmukaiselle tasolle → vaatii verkkoinvestointeja säävarmuuden parantamiseksi. - Sään ääri- ilmiöillä on vaikutuksia sähköverkon käyttöön ja kestävyyteen → Huomioitava sähköverkon rakentamistapoja päätettäessä.

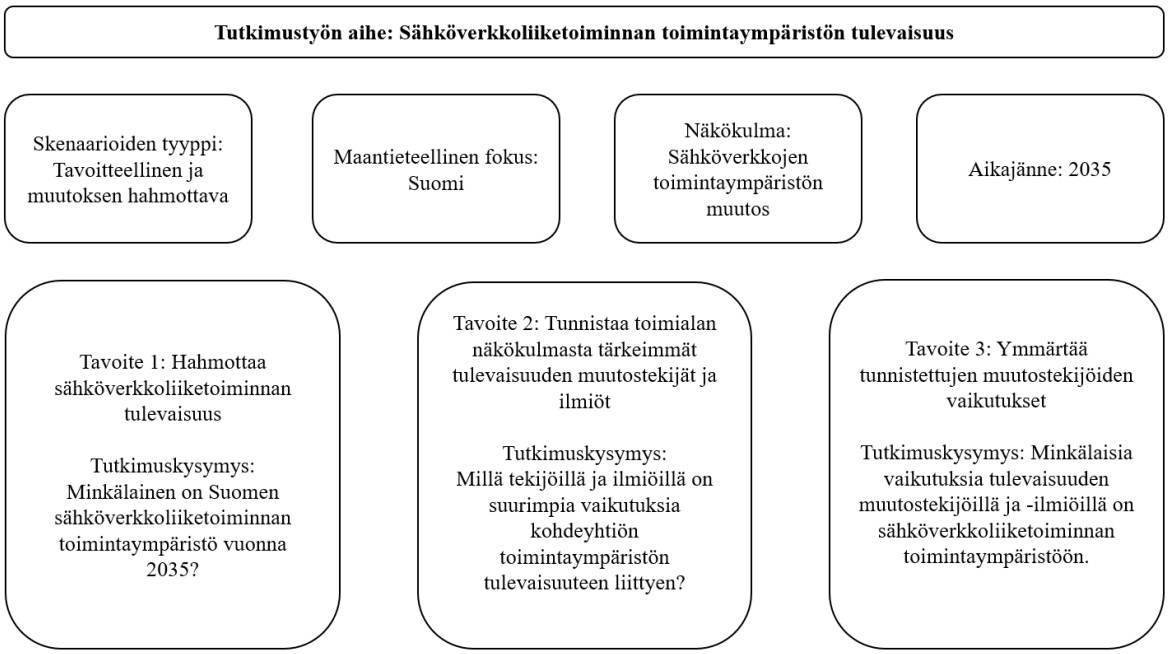
Taulukko 15. Kohdeyhtiön toimintaympäristön ekologiset muutostekijät.

7 Luodut sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön skenaariot

Aalto ym. (2022) nostavat esiin skenaariotyöskentelyssä neljä erilaista tulevaisuutta, jotka ovat mahdolliset, todennäköiset, toivottavat ja ei toivottavat. Mahdollisissa kehityskuluissa hahmotellaan tulevaisuuskuvia, jotka ovat mahdollisia ja toisaalta taas ei- mahdollisia, sekä jatkojalostetaan niitä todennäköisiksi ja epätodennäköisiksi tulevaisuuskuviksi. Tulevaisuuden kehitystä on mahdoton täysin ennustaa, mutta tulevaisuuden kartoittaminen kehityspolkuja kuvailemalla voi auttaa ymmärtämään ja ennakoimaan tulevaa. Toivottavilla ja ei toivottavilla tulevaisuuskuvilla pyritään hahmottamaa, mitä vaikutuksia tämän hetken valinnoilla on tulevaisuuden muodostumisessa. Skenaarioiden avulla pystytään yhden kuvitellun tulevaisuuden sijaan tutkimaan erilaisia monimuotoisia tulevaisuuden vaihtoehtoja. (Aalto ym. 2022)

Tässä tutkimuksessa sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuusskenaariot luotiin tutkimuksessa kokonaisuudessaan kerättyä aineistoa hyväksi käyttäen ja niiden luomisessa käytettiin tulevaisuustaulukkomenetelmää. Aalto ym. (2022) kuvaavat skenaarioiden luomisen tulevaisuustaulukkomenetelmällä kuusi vaiheiseksi prosessiksi, johon kuuluvat: aihe, tavoite ja tutkimuskysymykset, toimintaympäristöanalyysi, tulevaisuustaulukko, tulevaisuuskuvat, skenaariot ja johtopäätökset (Aalto ym. 2022). Edellä mainitut skenaarioprosessin kaksi ensimmäistä vaihetta toteutettiin ennen tulevaisuustaulukon luomisen aloittamista.

Luotujen tulevaisuusskenaarioiden tarkoituksena on auttaa kohdeyhtiötä ymmärtämään tulevaisuuskuvaa, antamaan tietoa päätöksentekoon, tunnistaa epävarmuuksia, tukemaan tulevaisuusvarautumista ja mahdollistaa uusien mahdollisuuksien tunnistaminen muuttuvassa toimintaympäristössä. Aalto ym. (2022) ovat jaotelleen skenaarioiden tekemisen kolmeen eri tyyppiluokkaan, jotka ovat ennakoivien, tutkivien ja tavoitteellisten skenaarioiden tyyppiluokat (Aalto ym. 2022). Tämän tutkimuksen tavoitteena on toimintaympäristön muutoksen hahmottaminen ja kohdeyhtiön tulevaisuuden strategisten päätösten tukeminen, joten skenaarioiden laatimiseen valittiin tutkiva tyyppiluokka, jossa tavoitteena on vastata kysymykseen: mitä voi tapahtua. Kuvassa 16 on esitetty yhteenveto tulevaisuusskenaarioiden luomisesta, jonka mukaisesti skenaariotyössä edettiin.



Kuva 16. Sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuusskenaarioiden luominen.

7.1 Tulevaisuustaulukon luominen

Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuustaulukon (taulukko 16) luomisessa päätettiin käyttää tässä tutkimuksessa kerättyä aineistoa kokonaisuudessaan, eikä ainoastaan kohdeyhtiön tulevaisuusverstaassa tuotettua aineistoa. Näin ollen tulevaisuustaulukko on luotu koko suomen sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuuden näkökulmasta, eikä ainoastaan kohdeyhtiön näkökulmasta.

Tulevaisuustaulukon luominen aloitettiin valitsemalla tutkimuksessa kerätystä aineistosta 11 useimmiten esiin noussutta muuttujaa, joilla on todennäköisemmin selkeitä vaikutuksia sähköverkkoliiketoimintaympäristön tulevaisuuteen. Muuttujiksi valittiin:

1. Energiamurros
2. Toimitusvarmuus
3. Regulaatio ja taloudellinen kannattavuus
4. Teknologinen kehitys
5. Sähkönkäyttö
6. Sähkön tuotantomuodot

7. Työvoima ja toimialan kiinnostavuus
8. Asiakkaat
9. Verkkoinvestoinnit
10. Kulutusjousto
11. Poliittiset päätökset

Muuttujien valinnan jälkeen jokaiselle muuttujalle luotiin kolme erilaista tulevaisuuden kehitysvaihtoehtoa, jotka on esitetty taulukossa 16. Kehitysvaihtoehtoja luotaessa pyrittiin tekemään jokaiselle muuttujalle realistiset ääripäät ja sen jälkeen ääripäiden välistä luotiin vielä kolmas kehitysvaihtoehto.

Toimintaympäristön muuttujat												
Kehitysvaihtoehdot		Energiamurros	Toimitusvarmuus	Regulaatio ja taloudellinen kannattavuus	Teknologinen kehitys	Sähkönkäyttö	Sähkön tuotantomuodot	Työvoima ja toimialan kiinnostavuus	Asiakkaat	Verkkoinvestoinnit	Kulutusjousto	Poliittiset päätökset
	A	Energiamurros etenee Suomessa vauhdilla ja Suomesta tulee Euroopan johtava energia- ja ilmastoratkaisujen toteuttaja. Sähköverkot mahdollistavat omalta osaltaan energiamurroksen etenemisen.	Toimitusvarmuutta kehitetään nykyisen tason mukaisesti ja toimitusvarmuuslain vaatimiin määrityksiin päästään vuoteen 2036 mennessä.	Uusilla valvontamenetelmillä mahdollistetaan sähköverkkoyhtiöiden taloudellinen kannattavuus.	Uutta sähköverkkoteknologiaa kehittäminen ja käyttöönotto lisääntyy.	Sähkön kokonaiskäyttö lisääntyy arvioita vähemmän.	Uusiutuvan sähkön tuotantomuodot lisääntyvät arvioita enemmän.	Toimialan kiinnostavuus heikkenee ja riski työvoimapulan lisääntymisestä ja osaamisen häviämisestä kasvaa.	Asiakkaat muuttuvat huomattavasti nykyistä aktiivisemmaksi.	Sähköverkon investointitasot kasvavat selkeästi nykyisestä tasosta.	Kulutusjousto ratkaisuja kehitetään aktiivisesti eri osapuolien kanssa yhteistyössä.	Poliittisissa päätöksissä huomioidaan sähköverkkojen tulevaisuuden näkökulmia.
	B	Energiamurroksen eteneminen hidastuu. Sähköverkot mahdollistavat omalta osaltaan hidastuvan energiamurroksen etenemisen.	Toimitusvarmuuden kehittäminen hidastuu ja vuoden 2036 toimitusvarmuuslain mukaisiin vaatimuksiin pääseminen on epävarmaa.	Uusilla valvontamenetelmillä tiukennetaan sähköverkkoyhtiöiden taloudellista kannattavuutta.	Uuden sähköverkkoteknologian kehittäminen ja käyttöönotto hidastuu.	Sähkön kokonaiskäyttö lisääntyy arvioiden mukaisesti.	Uusiutuvan sähkön tuotantomuodot lisääntyvät arvioita vähemmän.	Toimialan kiinnostavuus pysyy nykyisellä tasolla, jossa työntekijöistä ja osaamisesta on hieman pulaa.	Asiakkaat muuttuvat hieman nykyistä aktiivisemmaksi.	Sähköverkon investointitasot pysyvät nykyisellä tasolla tai hieman laskevat.	Kulutusjousto ratkaisuja ei tarvitse kehittää.	Poliittisissa päätöksissä ei huomioida sähköverkkojen tulevaisuuden näkökulma.
	C	Sähköverkot toimivat pullonkaulana ja hidastavat energiamurroksen etenemistä.	Toimitusvarmuuden kehittämiseen panostetaan nykytasoa enemmän ja toimitusvarmuuslain mukaiset määritykset toteutuvat etuajassa.	Uudet valvontamenetelmät johtavat sähköverkkoliiketoiminnan taloudellisen kannattavuuden romahtamiseen.	Uutta sähköverkkoteknologiaa ei kehitetä/ käyttöönoteta juuri ollenkaan, vaan käytetään nykyistä teknologiaa.	Sähkön kokonaiskäyttö lisääntyy arvioita enemmän.	Uusiutuvan sähkön tuotantomuodot lisääntyvät arvioiden mukaisesti.	Toimialan kiinnostavuus lisääntyy reilusti, jonka myötä työvoiman saatavuus ja osaaminen lisääntyy.	Asiakkaiden aktiivisuus pysyy nykyisellä tasolla.	Sähköverkon investointitasot laskevat selkeästi nykyisestä tasosta.	Kulutusjousto ratkaisuja ei kehitetä aktiivisesti.	Poliittisissa päätöksissä huomioidaan osittain sähköverkkojen tulevaisuuden näkökulmia.

Taulukko 16. Sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuustaulukko.

7.2 Suomen sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuuskuvat ja -skenaariot vuoteen 2035

Tulevaisuuskuvien ja tulevaisuusskenaarioiden rakentamisessa käytettiin luotua tulevaisuustaulukkoa ja tutkimuksessa kerättyä aineistoa kokonaisuudessaan. Tulevaisuustaulukon ja kerätyn aineiston avulla luotiin kolme erilaista sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuuskuvaa ja -skenaariota vuoteen 2035. Luoduissa skenaarioissa pääosassa on sähköverkkojen rooli Suomen tulevaisuuden energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa. Tutkimuksessa hankitun aineiston perusteella sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuudessa on paljon mahdollisia muutoksia, joiden vaikutuksien merkittävyyttä on vaikea arvioida kovin pitkälle tulevaisuuteen. Skenaarioiden luomisessa pyrittiin mahdollisimman hyvin arvioimaan eri muuttujien vaikutuksia toisiinsa.

7.2.1 Sähköverkot mahdollistajana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa

Kuvassa 17 on esitetty tulevaisuusskenaario, jossa sähköverkot toimivat mahdollistajana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa. Tutkimusaineiston perusteella Suomessa on käynnissä erittäin isoja rakentamishankkeita (datacenterit, vetylaitokset, liikenteen sähköistyminen, teollisuuden sähköistyminen, tuuli- ja aurinkovoimalat yms), jotka vaativat suuria määriä sähkön siirtokapasiteettia. Yleisellä tasolla voidaan puhua käynnissä olevan ns. energiamurros. Nykyisellään Suomen sähköverkot eivät pysty siirtämään sellaista määrää sähköenergiaa, joita monissa eri skenaarioissa on tulevaisuuteen hahmoteltu. Sähköverkot mahdollistajana skenaariossa arvioidaan energiamurroksen kiihtyvän ja sitä myötä sähkönkäytön ja uuden tuotannon lisääntyvän radikaalisti vuodesta 2025–2026 eteenpäin. Skenaarion toteutuminen vaatii yleisen taloustilanteen selkeää parantumista ja sitä kautta energiahankkeiden etenemistä. Skenaariossa sähköverkot ovat avainasemassa Suomen energiaratkaisujen toteutuksessa. Jotta sähköverkot pystyisivät toimimaan mahdollistajana vaatisi se isoja verkkoinvestointeja siirtokapasiteettien lisäämiseksi. Nykyisen mukaiset sähköverkkoliiketoiminnan valvontamenetelmät eivät tue taloudellisessa mielessä sähköverkon kehittämistä, mutta tässä skenaariossa niihin nähdään tulevan muutos vuoden 2024 alussa. Sähköverkot mahdollistajana skenaariossa olisi Suomen, sekä sähköverkko toimialan kannalta paljon positiivisia asioita, kuten toimialan kiinnostavuuden lisääntyminen, teknologinen kehittyminen isojen panostusten myötä, sekä Suomen nouseminen Euroopan johtavaksi energia- ja ilmastotavoitteiden toteuttajaksi. Skenaario toisi Suomeen paljon uuden energian investointeja, sekä sitä kautta työpaikkoja. Suurimpina vaikuttajina mahdollistaja skenaarion toteutumisessa toimii poliittiset päätökset, yleisen taloustilanteen-, sekä sähköverkkoyhtiöiden regulaatiojärjestelmän kehittyminen.

Skenaarion toteutuessa sähköverkkojen tulisi nostaa reilusti nykyisiä investointitasojaan päästäkseen energiamurroksen etenemisen myötä vaadittaviin siirtokapasiteetteihin ja pysyäkseen toimitusvarmuuslain mukaisissa määrityksissä. Mahdollistaja skenaariossa kulutusjouston kehittyminen/ kehittäminen on avainasemassa sähköverkkojen kuormituskestävyyden kannalta. Sähköverkkoyhtiöiden tulisi todennäköisesti priorisoida tekemistään tärkeimpiin kohteisiin, koska työvoima- ja taloudelliset resurssit eivät kykene suoriutumaan kokonaistarpeesta. Energiamurros nousisi pääosaan sähköverkkoyhtiöiden prioriteetissa, mutta myös toimitusvarmuuden kehittämiseen panostettaisiin tavoitteiden mukaisesti. Työvoimaa olisi reilusti saatavilla toimialan kiinnostavuuden lisääntymisen myötä. Skenaariossa avainasemaan nousisi sähköverkkoyhtiöiden kyky reagoida suureen muutokseen nopealla aikataululla.

Tämän skenaarion etenemisen kannalta on tällä hetkellä kaksi isoa kysymysmerkkiä, jotka ovat yleinen taloustilanne ja sähköverkkojen valvontamenetelmät. Yleisen taloustilanteen huonontuminen jarruttaa energiahankkeiden etenemistä ja uudet sähköverkkojen valvontamenetelmät näyttävät

luonnoksien mukaan sellaisilta, että ne eivät kannusta sähköverkkoyhtiöitä ennakoiviin verkkoinvestointeihin. Poliittista halukkuutta Suomen energia- ja ympäristöasioiden eteenpäin viemiseksi kuitenkin löytyy reilusti, joten ainakin osittain tämän skenaarion eteneminen on mahdollista.

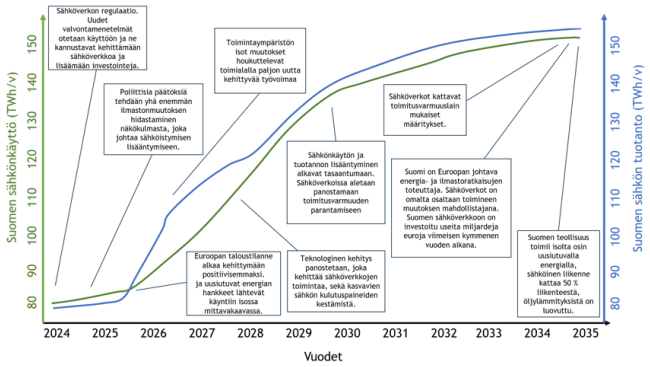
Sähköverkot mahdollistajana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa

Energiamurros	Toimitusvarmuus	Regulaatio ja taloudellinen kannattavuus	Teknologinen kehitys	Sähkönkäyttö	Sähkön tuotantomuodot	Työvoima ja toimialan kiinnostavuus	Asiakkaat	Verkkoinvestoinnit	Kulutusjousto	Poliittiset päätökset
Energiamurros etenee Suomessa vauhdilla ja Suomesta tulee Euroopan johtava energia- ja ilmastoratkaisujen toteuttaja. Sähköverkot mahdollistavat omalta osaltaan energiamurroksen etenemisen.	Toimitusvarmuuden kehittämiseen panostetaan nykytasoa enemmän ja toimitusvarmuuslain mukaiset määritykset toteutuvat etuajassa.	Uusilla valvontamenetelmillä mahdollistetaan sähköverkkoyhtiöiden taloudellinen kannattavuus.	Uuden sähköverkko teknologian kehittäminen ja käyttöönotto lisääntyy.	Sähkön kokonaiskäyttö lisääntyy arvioita enemmän.	Uusiutuvan sähkön tuotantomuodot lisääntyvät arvioita enemmän.	Toimialan kiinnostavuus lisääntyy reilusti, jonka myötä työvoiman saatavuus ja osaaminen lisääntyy.	Asiakkaat muuttuvat huomattavasti nykylstä aktiivisemmaksi.	Sähköverkon investointitasot kasvavat selkeästi nykyisestä tasosta.	Kulutusjousto ratkaisuja kehitetään aktiivisesti eri osapuolien kanssa yhteistyössä.	Poliittisissa päätöksissä huomioidaan sähköverkkojen tulevaisuuden näkökulmia.

Suomen sähköverkkojen tulevaisuuskuva vuonna 2035

Vuonna 2035 Suomen kokonaissähkönkäyttö on lähes kaksinkertaistunut vuodesta 2023 ollen 150 TWh/v. Suomen sähköntuotanto ylittää sähkönkäytön, joten tuotettua sähköenergiaa riittää myös vientiin. Suomen teollisuus on päässyt pääosin irti fossiilisista polttoaineista ja siirtynyt uusiutuvat sähköenergian piiriin. Tieliikenteessä olevista ajoneuvoista 60 % on sähköllä toimivia. Öljylämmitteiset talot on saneerattu lämpöpumpputeknologialla toimiviksi. Ilmastonmuutoksen hidastamista on viety eteenpäin vahvasti poliittisilla päätöksillä ja Suomen sähköverkot ovat mahdollistaneet sähköistymisen lisääntymisen ja uusien tuotantomuotojen kytkeytymisen verkkoon, eikä pullonkauloja ole päässyt syntymään. Sähkön siirtokapasiteettia on lisätty suurilla investoinneilla ja samaan aikaan sähköverkkojen toimitusvarmuutta on lisätty toimitusvarmuuslain mukaiselle tasolle. Sähköverkkoliiketoiminnan regulaatio on rakennettu kestävälle pohjalle, jossa sähköverkkoyhtiöt ovat saaneet liiketoiminnastaan kohtuullista tuottoa siirtohintojen pysyessä kohtuullisina. Teknologian kehittyminen on mahdollistanut sähköverkkojen kustannustehokkaamman, joustavan ja laadukkaan toiminnan. Toimialan suuret toimintaympäristön muutokset ovat tuoneet toimialalle uutta kehittyvää työvoimaa. Poliittiset päätökset ovat suurilta osin onnistuneet ja vieneet Suomen Euroopan johtavaksi energia- ja ilmastoratkaisujen toteuttajaksi, jossa sähköverkot ovat toimineet mahdollistajan roolissa.

Suomen sähköverkkojen tulevaisuusskenaario vuoteen 2035



Kuva 17. Sähköverkot mahdollistajana skenaario.

7.2.2 Sähköverkot hidastajana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa

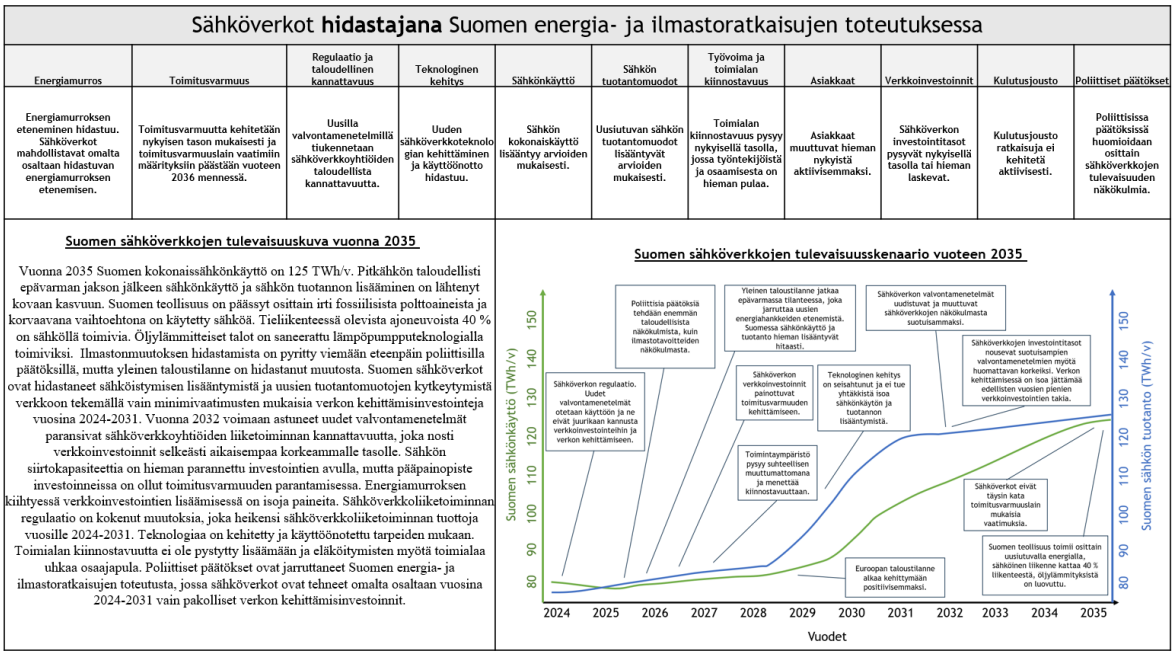
Kuvassa 18 on esitetty tulevaisuusskenaario, jossa sähköverkot toimivat hidastajana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa. Sähköverkot hidastajana skenaariossa Suomen energia- ja ilmastoratkaisuja halutaan poliittisesti viedä eteenpäin, mutta sähköverkkojen näkökulmaa ei huomioida tarpeeksi hyvin, jonka lisäksi yleinen taloudellinen tilanne pysyy epävarmana. Hidastaja skenaariossa sähköverkkoliiketoiminnan valvontamenetelmiä kiristetään tai pidetään nykyisellään, jolloin sähköverkkojen taloudellinen tilanne tiukkenee ja tahtotila ennakoiviin verkkoinvestointeihin pysyy matalana. Valvontamenetelmät eivät tue sähköverkkojen ennakoivia investointeja siirtokapasiteetin lisäämiseksi, vaan investointeja tehdään pääasiassa vain pakollisiin sähköverkon toimitusvarmuuskohteisiin.

Hidastaja skenaariossa sähköverkot ja yleinen taloustilanne jarruttavat energia- ja ilmastoratkaisujen kehittymistä vuoteen 2028–2029 asti, jonka jälkeen suhdanteet paranevat. Yleinen taloustilanne alkaa paranemaan, jonka myötä energiahankkeet alkavat etenemään suhteellisen nopeaan tahtiin. Sähköverkkojen valvontamenetelmiin tehdään muutoksia, jotka lisäävät sähköverkkoyhtiöiden tahtotilaa verkkoinvestointeihin siirtokapasiteetin nostamiseksi. Yhtäkkinen suuri verkkoinvestointien

tarve tuottaa ongelmia sähköverkoissa, jotka eivät ole varautuneet siirtokapasiteetin nousutarpeisiin ennakoivilla verkkoinvestoinneilla. Työvoimasta ja osaamisesta on pulaa toimialalla pidempään kestäneen hiljaiselon jälkeen.

Sähköverkkoyhtiöt, jotka ovat pystyneet pitämään toimintojaan hyvin käynnissä hiljaisemman jakson pystyvät reagoimaan ns. ”nousukauteen” muita paremmin. Skenaariossa avainasemaan nousee verkkoyhtiöiden kyky pitää yllä toimintojaan hiljaisempana ajankohtana, sekä tulevaisuuden arviointi ja siihen varautuminen.

Tämän hetken näkymien mukaan yleinen taloustilanne jarruttaa Suomen energiahankkeiden etenemistä. Yleisen taloustilanteen lisäksi uudet sähköverkkojen valvontamenetelmät näyttävät sellaisilta, että ne eivät kannusta sähköverkkoyhtiöitä ennakoiviin verkkoinvestointeihin. Näiden kahden ison osa- alueen pohjalta voidaan todeta, että tämä skenaario on tällä hetkellä kolmesta eri skenaariosta todennäköisin.



Sähköverkot **hidastajana** Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa										
Energiamurros	Toimitusvarmuus	Regulaatio ja taloudellinen kannattavuus	Teknologinen kehitys	Sähkönkäyttö	Sähkön tuotantomuodot	Työvoima ja toimialan kiinnostavuus	Asiakkaat	Verkkoinvestoinnit	Kulutusjousto	Poliittiset päätökset
Energiamurroksen eteneminen hidastuu. Sähköverkot mahdollistavat omalta osaltaan hidastuvan energiamurroksen etenemisen.	Toimitusvarmuutta kehitetään nykyisen tason mukaisesti ja toimitusvarmuuslain vaatimiin määrityksiin päästään vuoteen 2036 mennessä.	Uusilla valvontamenetelmillä tiukennetaan sähköverkkoyhtiöiden taloudellista kannattavuutta.	Uuden sähköverkkoteknologian kehittäminen ja käyttöönotto hidastuu.	Sähkön kokonaiskäyttö lisääntyy arvioiden mukaisesti.	Uusiutuvan sähkön tuotantomuodot lisääntyvät arvioiden mukaisesti.	Toimialan kiinnostavuus pysyy nykyisellä tasolla, jossa työntekijöistä ja osaamisesta on hieman pulaa.	Asiakkaat muuttuvat hieman nykyistä aktiivisemmaksi.	Sähköverkon investointitasot pysyvät nykyisellä tasolla tai hieman laskevat.	Kulutusjousto ratkaisuja ei kehitetä aktiivisesti.	Poliittisissa päätöksissä huomioidaan osittain sähköverkkojen tulevaisuuden näkökulmia.

Suomen sähköverkkojen tulevaisuuskuva vuonna 2035

Vuonna 2035 Suomen kokonaissähkönkäyttö on 125 TWh/v. Pitkähkön taloudellisti epävarman jakson jälkeen sähkönkäyttö ja sähkön tuotannon lisääminen on lähtenyt kovaan kasvuun. Suomen teollisuus on päässyt osittain irti fossiilisista polttoaineista ja korvaavana vaihtoehtona on käytetty sähköä. Tieliikenteessä olevista ajoneuvoista 40 % on sähköllä toimivia. Öljylämmitteiset talot on saneerattu lämpöpumpputeknologialla toimiviksi. Ilmastonmuutoksen hidastamista on pyritty viemään eteenpäin poliittisilla päätöksillä, mutta yleinen taloustilanne on hidastanut muutosta. Suomen sähköverkot ovat hidastaneet sähköistymisen lisääntymistä ja uusien tuotantomuotojen kytkeytymistä verkkoon tekemällä vain minimivaatimusten mukaisia verkon kehittämisinvestointeja vuosina 2024-2031. Vuonna 2032 voimaan astuneet uudet valvontamenetelmät paransivat sähköverkkoyhtiöiden liiketoiminnan kannattavuutta, joka nosti verkkoinvestoinnit selkeästi aikaisempaa korkeammalle tasolle. Sähkön siirtokapasiteettia on hieman parannettu investointien avulla, mutta pääpainopiste investoinneissa on ollut toimitusvarmuuden parantamisessa. Energiamurroksen kiihtyessä verkkoinvestointien lisäämisessä on isoja paineita. Sähköverkkoliiketoiminnan regulaatio on kokenut muutoksia, joka heikensi sähköverkkoliiketoiminnan tuottoja vuosille 2024-2031. Teknologiaa on kehitetty ja käyttöönotettu tarpeiden mukaan. Toimialan kiinnostavuutta ei ole pystytty lisäämään ja eläköitymisten myötä toimialaa uhkaa osaajapula. Poliittiset päätökset ovat jarruttaneet Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutusta, jossa sähköverkot ovat tehneet omalta osaltaan vuosina 2024-2031 vain pakolliset verkon kehittämisinvestoinnit.

Kuva 18. Sähköverkot hidastajana skenaario.

7.2.3 Sähköverkot pullonkaulana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa

Sähköverkot pullonkaulana skenaariossa (kuva 19) yleinen taloustilanne huononee, energiamurroksen eteneminen hidastuu, sekä sähköverkkoyhtiöiden taloudellinen kannattavuus romahtaa uusien valvontamenetelmien myötä. Energiamurroksen eteneminen hidastuu huonon taloustilanteen, sekä sähköverkkojen investointihaluttomuuden takia. Sähköverkkojen näkökulmaa energiamurroksen mahdollistajana ei oteta huomioon poliittisissa päätöksissä, vaan ainoastaan halutaan saada

siirtohinnat alas. Sähkönkäyttö lisääntyy pääasiassa ainoastaan liikenteen ja lämmityksen sähköistymisen myötä. Sähköverkkoihin toteutetaan ainoastaan pakollisia verkkoinvestointeja, jolloin siirtokapasiteetti ei juurikaan lisäänny. Toimitusvarmuuslain mukaista määrityksistä jäädään jälkeen, joka johtaa sähkökatkojen lisääntymiseen ja verkkojen rappeutumiseen. Toimiala menettää paljon työvoimaa vähäisten investointien myötä, verkot rapistuvat ja sähköverkko-osaaminen heikkenee.

Skenaarion toteutumisella olisi erittäin laajat seuraukset koko Suomen kehittymiselle. Suomi jäisi jälkeen Euroopan energia- ja ilmastotavoitteista ja sähköverkkoinfra alkaisi rappeutumaan. Sähköverkkojen näkökulmasta avainasemassa olisi ainoastaan toimintojen ylläpito ja turvaaminen. Skenaarion myötä osa Suomen sähköverkkoyhtiöistä tulisi kaatumaan taloudellisen kannattamattomuuden myötä.

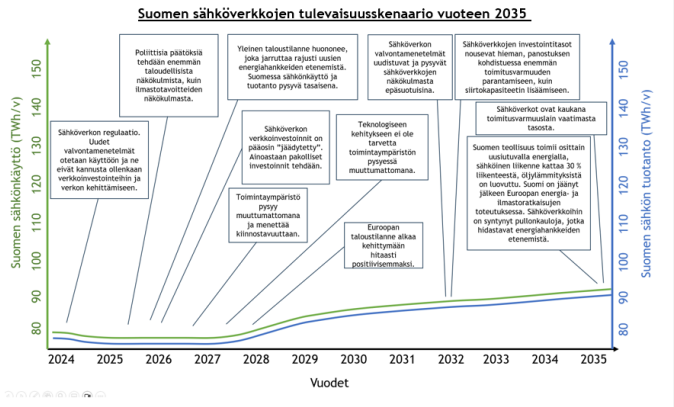
Skenaarion toteutuminen täysin on epätodennäköistä, koska sähköverkot ovat osa Suomen kriittistä infraa ja sen alasajoa/ rappeutumista tuskin päästetään toteutumaan. Myös Suomen energia- ja ilmastotavoitteet ovat poliittisesti nostettu tärkeiksi asioiksi, joten sähköverkoille tuskin annetaan suurta mahdollisuutta toimia pullonkaulana tavoitteiden etenemisessä.

Sähköverkot pullonkaulana Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutuksessa

Energiamurros	Toimitusvarmuus	Regulaatio ja taloudellinen kannattavuus	Teknologinen kehitys	Sähkönkäyttö	Sähkön tuotantomuodot	Työvoima ja toimialan kiinnostavuus	Asiakkaat	Verkkoinvestoinnit	Kulutusjousto	Poliittiset päätökset
Sähköverkot toimivat pullonkaulana ja hidastavat energiamurroksen etenemistä.	Toimitusvarmuuden kehittäminen hidastuu ja vuoden 2036 toimitusvarmuuslain mukaisiin vaatimuksiin pääseminen on epävarmaa.	Uudet valvontamenetelmät johtavat sähköverkkoliiketoiminnan taloudellisen kannattavuuden romahtamiseen.	Uutta sähköverkkoteknologiaa ei kehitetä/ käyttöönoteta juuri ollenkaan, vaan käytetään nykyistä teknologiaa.	Sähkön kokonaiskäyttö lisääntyy arvioita vähemmän.	Uusiutuvan sähkön tuotantomuodot lisääntyvät arvioita vähemmän	Toimialan kiinnostavuus heikkenee ja riski työvoimapulan lisääntymisestä ja osaamisen häviämisestä kasvaa.	Asiakkaiden aktiivisuus pysyy nykyisellä tasolla.	Sähköverkon investointitasot laskevat selkeästi nykyisestä tasosta.	Kulutusjousto ratkaisuja ei tarvitse kehittää.	Poliittisissa päätöksissä ei huomioida sähköverkkojen näkökulmia.

Suomen sähköverkkojen tulevaisuuskuva vuonna 2035

Vuonna 2035 Suomen kokonaissähkönkäyttö on hitaasti vuodesta 2023 ollen 90 TWh/v. Taloudellinen epävarmuus on hitaasti kehittynyt positiivisempaan suuntaan. Suomen teollisuus on päässyt osittain irti fossiilisista polttoaineista ja korvaavana vaihtoehtona on käytetty sähköä. Tieliikenteessä olevista ajoneuvoista 30 % on sähköllä toimivia. Öljylämmitteiset talot on saneerattu lämpöpumpputeknologialla toimiviksi. Ilmastonmuutoksen hidastamista on pyritty viemään eteenpäin poliittisilla päätöksillä, mutta yleinen taloustilanne on hidastanut reilusti muutoksen etenemistä. Suomen sähköverkot ovat hidastaneet toimimalla pullonkaulana sähköistymisen ja uusien tuotantomuotojen lisääntymisessä. Sähköverkkoon on tehty ainoastaan minimivaatimusten mukaisia verkon kehittämisinvestointeja vuosina 2024-2035 valvontamenetelmien oltua epäedullisia sähköverkkoliiketoiminnan näkökulmasta. Sähkön siirtokapasiteettia ei ole juurikaan parannettu investointien avulla. Toimitusvarmuusinvestointeja on tehty, mutta lain mukaisista tavoitteista ollaan jäljessä. Energiamurroksen kiihtymisessä sähköverkot toimivat pullonkaulana ja estävät energiahankkeiden etenemisen. Sähköverkkoliiketoiminnan regulaatio on kokenut muutoksia, joka on heikentänyt rajusti sähköverkkoliiketoiminnan tuottoja vuosille 2024-2035. Teknologinen kehitys on loppunut, koska sille ei ole tarvetta. Toimialan kiinnostavuus on heikentynyt ja toimialan "hiljentymisen" myötä työvoimaa on siirtynyt muille toimialoille. Poliittisilla päätöksillä on haluttu kehittää Suomen energia- ja ilmastoratkaisujen toteutusta, mutta päätöksissä ei ole huomioitu sähköverkon tarpeita ja näkökulmia, joten sähköverkot toimivat pullonkaulana Suomen energia- ja ilmastotavoitteiden etenemisessä.



Kuva 19. Sähköverkot pullonkaulana skenaario.

8 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuutta ja siihen mahdollisesti vaikuttajia muutostekijöitä. Tässä luvussa esitellään tutkimuksen myötä syntyneet johtopäätökset, arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta, sekä esitetään tutkimuksen myötä syntyneitä jatkotutkimusten mahdollisuuksia.

8.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

Tutkimuksen päätutkimuskysymyksenä oli*: ”Minkälainen Suomen sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristö on mahdollisesti vuonna 2035? Minkälaisia muutoksia sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön on mahdollisesti tulossa tulevaisuudessa ja mitkä muutostekijät, sekä -ilmiöt siihen vaikuttavat?”* ja apukysymyksenä: *”Millä tekijöillä ja ilmiöillä on suurimpia vaikutuksia sähköverkkoliiketoimintaympäristön tulevaisuuden määrittymisessä?”*

Seuraavaksi on esitetty vastauksia tutkimuskysymyksiin apututkimuskysymyksestä aloittaen ja lopettaen päätutkimuskysymykseen.

Tutkimuskysymys 1. *”Millä tekijöillä ja ilmiöillä on suurimpia vaikutuksia sähköverkkoliiketoimintaympäristön tulevaisuuden määrittymisessä?”*

Tutkimuksessa tunnistettiin selkeästi kaksi vaikuttavuudeltaan isointa sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuuden muutostekijää, jotka olivat energiamurros ja regulaatiojärjestelmä/ valvontamenetelmät. Nämä kaksi muutostekijää ovat isoja kokonaisuuksia, joissa on paljon erilaisia muuttujia. Tutkimuksen perusteella näiden kahden muutostekijän tulevaisuuden kehittymisellä on todella isot vaikutukset koko Suomen energiatoimialan toimintaympäristöön.

Energiamurros tunnistettiin vaikuttavuudeltaan suureksi muutostekijäksi sähköverkkojen toimintaympäristössä. Energiamurros muuttaa koko Suomen energiakenttää ja sillä on paljon erilaisia vaikutuksia sähköverkkoihin. Energiamurroksen myötä sähkökäytön odotetaan kasvavan nykyisestä tasosta huomattavasti ja sillä on suuria vaikutuksia mm. sähköverkkojen investointitarpeisiin, verkon mitoituksiin, kuormituksiin, sekä verkkorakenteisiin. Energiamurroksen ja ilmastomuutoksen torjumisen myötä uusiutuvat sähköenergian tuotantomuodot lisääntyvät radikaalisti nykyisestä tasosta, joka johtaa sähköverkkojen siirtokapasiteettien lisäämiseen. Siirtokapasiteetin lisääminen vaatii isoja verkkoinvestointeja, sekä sähköverkon kehittämistä. Energiamurroksen läpivieminen

vaatii sähköverkoilta siirtokapasiteetin nostamisen lisäksi myös teknologista kehitystä, jonka avulla mahdollistetaan toimintavarma sähköverkko erilaisissa kuormitus- ja vikatilanteissa.

Toisena isona sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön muutostekijänä tunnistettiin sähköverkkotoiminnan valvontamenetelmien mahdolliset muutokset. Valvontamenetelmät ovat uudistumassa vuoden 2024 alusta alkaen ja uusien menetelmien luonnokset ovat aiheuttaneet huolia sähköverkkoyhtiöissä. Uusien valvontamenetelmien pelätään vaikuttavan rajusti sähköverkkoyhtiöiden kohtuulliseen tuottoasteeseen. Sähköverkkoliiketoiminnan tuottoasteen huononeminen ja verkkoinvestointien kannattamattomuus nähdään uhkana, joka rappeuttaa sähköverkot, heikentää toimitusvarmuutta, hidastaa Suomen energia- ja ilmastohankkeiden etenemistä ja vaarantaa sähköverkkoliiketoiminnan taloudellisen kannattavuuden. Valvova viranomainen määrittää valvontamenetelmät, joten sähköverkkoyhtiöt eivät pysty itse juurikaan käytettäviin menetelmiin vaikuttamaan. Viranomainen pyytää lausuntoja sähköverkkoyhtiöiltä menetelmiin liittyen, mutta tekevät kuitenkin itsenäisesti viimeiset päätökset. Valvontamenetelmiin on tehty viime vuosina sähköverkkoliiketoiminnan taloudellisesta näkökulmasta heikennyksiä, jotka ovat vähentäneet sähköverkkoinvestointeja. Jos valvontamenetelmät muuttuvat vieläkin epäedullisemmaksi joutuvat sähköverkkoyhtiöt mahdollisesti tekemään isoja muutoksia pitkän tähtäimen suunnitelmiinsa, strategisiin valintoihin, sekä investointimääriin. Parhaimmillaan uudet valvontamenetelmät edistävät sähköverkkojen kehittämistä, joka mahdollistaa Suomen isojen energiahankkeiden etenemistä. Pahimmillaan sähköverkot vähentävät radikaalisti sähköverkon kehitysinvestointeja, joka johtaa Suomen energiahankkeiden etenemisen hidastumiseen sähköverkon toimiessa pullonkaulana sähkönsiirrossa.

Tutkimuskysymys 2. *”Minkälaisia muutoksia sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön on mahdollisesti tulossa tulevaisuudessa ja mitkä muutostekijät, sekä -ilmiöt siihen vaikuttavat?”*

Energiamurroksen etenemisellä ja tulevilla valvontamenetelmillä on tämän tutkimuksen mukaan suurin muutosvaikutus sähköverkkojen tulevaisuuden toimintaympäristöön. Energiamurros on iso kokonaisuus, johon sisältyy yksittäisiä muutostekijöitä-/ ilmiöitä, kuten liikenteen sähköistyminen, teollisuuden sähköistyminen, lämmityksen sähköistyminen, sekä tuotantomuotojen muutokset, lisääntyminen ja uudistumiset. Sähköverkot toimivat mahdollistajana energiamurroksen etenemisessä siirtämällä tuotettua sähköä kuluttajille. Lisääntyvä sähkönkäyttö ja uusiutuvat tuotantomuodot vaativat varmat ja laadukkaat sähköverkot sähkönsiirtoon. Sähköverkkojen kehittämiseen tarvitaan paljon investointirahaa, jotta energiamurroksen tuomat muutokset saadaan käytäntöön. Vuoden 2024 alussa otettavat uudet sähköverkkoliiketoiminnan valvontamenetelmät ovat ratkaisevassa asemassa Suomen sähköverkkojen siirtokapasiteetin ja toimitusvarmuuden kehittämisessä. Sähköverkkoliiketoiminnan näkökulmasta epäedulliset valvontamenetelmät jäädyttävät verkkoinvestoinnit, kun taas edulliset valvontamenetelmät kiihdyttävät verkkoinvestointeja.

Näiden kahden vaikuttavuudeltaan isoimman muutostekijän eteneminen vaikuttaa oleellisesti muiden vaikuttavuudeltaan pienempien muutostekijöiden etenemiseen. Jos valvontamenetelmät ovat sähköverkkojen näkökulmasta edulliset lisää se huomattavasti sähköverkon kehittämishankkeita, joka johtaa mm. toimialan kiinnostavuuden lisääntymiseen (työvoimaa lisää), teknologisen kehityksen kiihtymiseen, liiketoiminnan taloudelliseen kannattavuuteen, omistajanohjaukseen, strategisiin päätöksiin ja loppupeleissä myös aktiivisiin asiakkaisiin.

Alla on esitetty tutkimuksessa tunnistettuja muutostekijöitä ja niiden vaikutuksia sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristöön:

- Energiamurros = Iso kokonaisuus, jonka pääasiallinen vaikutus sähköverkkoihin on sähkönkulutuksen lisääntyminen ja sähkön tuotantomuotojen muuttuminen/ lisääntyminen
- Valvontamenetelmät = Valvonnan tavoitteena on sähkömarkkinalainsäädännön mukaisesti luonnollisen monopolin erityisvalvonnan avulla määrittää verkkopalveluiden hinnoittelun kohtuullisuus ja korkea laatu. Valvontamenetelmillä muodostetaan ohjaisvaikutukset, jotka kohdistuvat verkonhaltijan liiketoimintaan. Tämän hetken valvontamenetelmäluonnoksien perusteella uusilla valvontamenetelmillä on erittäin laajat vaikutukset sähköverkkoliiketoimintaan.
- Toimitusvarmuuden kehittäminen = Sähkömarkkinalain mukaisesti vuonna 2036 asemakaava- alueilla ei saa esiintyä tuulen, myrskyn tai lumikuorman seurauksena yli 6 h sähkökatkoksia asemakaava- alueilla ja yli 36 h sähkökatkoja asemakaava- alueen ulkopuolella. Toimitusvarmuuslain mukaisiin määrityksiin päästäkseen sähköverkkoyhtiöiden on parannettava sähköverkon toimitusvarmuutta vielä paljon ennen vuotta 2036.
- Asiakasmuutos = Asiakkaiden nähdään muuttuvan paljon nykyistä aktiivisemmaksi. Asiakkaat haluavat enemmän tietoa sähkönkulutuksestaan ja optimoivat sähkönkäyttöään halvoille tunneille. Myös yhä useammasta asiakkaasta tulee sähkön tuottaja mm. aurinkovoimaloiden lisääntyessä.
- Liikenteen sähköistyminen = Polttomoottoriajoneuvoista luovutaan ja liikenne muuttuu sähköiseksi. Latausinfran rakentaminen vaatii sähköverkon rakentamista ja mahdollisesti vahvistamista. Sähköinen liikenne nostaa Suomen sähkönkulutusta ja mahdollisesti tehohuippuja.
- Lämmityksen sähköistyminen = Öljylämmityksistä luovutaan vuoteen 2030- mennessä ja se korvataan sähköön perustuvilla lämmitysmuodoilla, kuten lämpöpumput. Näkyvissä on myös, että esim. kaukolämpöä aletaan tuottamaan sähköllä. Toimenpiteillä on sähkönkäyttöä lisäävä vaikutus.

- Taloudellinen kannattavuus = Uudet valvontamenetelmät pienentävät näillä näkymin sähköverkkoyhtiöiden taloudellista kannattavuutta.
- Energiahankkeet = Suomessa on tällä hetkellä todella iso määrä energiahankkeita selvitys tilassa. Jos hankkeet etenevät, nostaa se, Suomen sähkönkäyttö ja sähköntuotanto määrät uudelle tasolle.
- Yleinen taloustilanne = Yleinen taloustilanne määrittää hyvin pitkälle, kuinka nopeasti energiahankkeet ja investoinnit etenevät. Taloustilanteen huonontuminen hidastaa ns. vihreää siirtymää, kun taas taloudellisen tilanteen parantuminen kiihdyttää.
- Työvoima = Sähköverkkojen toimialalla on ollut jo pidemmän aikaa osaajapulaa. Toimialalla työskentelee paljon eläkeikää lähestyviä ihmisiä. Toimialan tulevaisuuden kiinnostavuus määrittelee uhkaako alaa työvoimapula vai tulee alalla paljon uusia kehittyvää työvoimaa.
- Kulutusjousto = Kulutusjouston kehittymisellä on iso merkitys sähköverkkojen kestävyydelle. Kulutusjoustolla pyritään estämään sähköverkon kuormitushuippujen kasvaminen liian suureksi.
- Poliittiset päätökset = Poliittisilla päätöksillä voi olla isoja vaikutuksia sähköverkkoihin mm. energiahankkeiden etenemisen ja sähköverkkoliiketoiminnan valvontamenetelmien kehittymisen kannalta.

Tutkimuskysymys 3. ”*Minkälainen Suomen sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristö on mahdollisesti vuonna 2035?”*

Tutkimuksen perusteella Suomen sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristö voi olla hyvin erilainen vuonna 2035, kuin tällä hetkellä. Muutokseen mahdollisesti vaikuttavia muutostekijöitä on havaittavissa paljon, mutta muutoksen lopullista laajuutta on hyvin vaikea ennustaa. Mahdollista on myös, että muutoskehitys hidastuu suhdanteiden huonontuessa ja isoja toimintaympäristön muutoksia ei vuoteen 2035 mennessä muodostu.

Tutkimuksessa luotiin kolme erilaista sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristön tulevaisuusskenaariota vuoteen 2035, joissa on tutkimuksessa kerätyn aineiston perusteella pyritty hahmottamaan mahdollisimman realistisia tulevaisuuskuvia. Tällä hetkellä energia- alalla on kohtalaisen sekava tilanne maailmantilanteessa syntyneiden epävarmuuksien takia. Yleisen taloustilanteen huonontuminen on jarruttanut Suomen energiahankkeiden etenemistä, Euroopassa käytävä konflikti on nostanut materiaalihintoja ja korkea sähkönhinta vuoden 2022–2023 talvella on herättänyt epävarmuutta sähköistymisen kannattavuudesta. Tämän hetken tilanteessa todennäköisimmäksi skenaarioksi voisi arvioita muodostuvan skenaarion, jossa sähköverkot toimivat osittain ja väliaikaisesti

hidastajan roolissa Suomen energia- ja ilmastotavoitteiden toteutuksessa. Poliittinen tahtotila Suomen energia- ja ilmastotavoitteiden kehittämiseen on kova, joten uusiutuvan energian hankkeet tulevat todennäköisesti lisääntymään. Sähköverkkoliiketoiminnan uudet valvontamenetelmät uhkaavat vähentää sähköverkkoyhtiöiden ennakoivien sähköverkkoinvestointien kannattavuutta, joka voi hidastaa Suomen sähköistymistä sähköverkkojen toimiessa osittain pullonkaulana. Yleisen taloustilanteen ja Euroopan epävarmuuksien kehittymisellä on erittäin iso vaikutus energia- alan toimintaympäristön tulevaisuuden muodostumisessa. Jos epävarmuudet hellittävät ja taloustilanne paranee johtaa se energiahankkeiden nopeaan kiihtymiseen ja sitä kautta laaja- alaiseen sähköverkkojen kehittämiseen ja muutokseen.

8.2 Yhteenveto ja pohdinta

Tutkimus tehtiin osana kohdeyhtiön laajempaa tulevaisuusvisio hanketta, jossa tavoitteena oli hahmottaa sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuutta vuoteen 2035 asti. Tutkimuksen päätavoitteena oli tunnistaa toimintaympäristön tulevaisuuden muutostekijöitä ja niiden mahdollisia vaikutuksia liiketoimintaympäristöön. Tutkimuksen edetessä nousi esiin selkeitä kohdeyhtiön toimintaympäristöön tulevaisuudessa vaikuttavia muutostekijöitä, joita ruvettiin selvittämään tarkemmalla tasolla erillisinä tehtävinä. Erillisiksi tehtäviksi tutkimuksesta nousi mm. tulevaisuuden kuormitusennusteiden luominen, sähköverkon pitkäntähtäimen suunnittelun muutokset, asiakkaiden tahtotilan selvitys ja verkon rakentamistapojen tarkastelu.

Tutkimuksesta nousi esiin paljon muutostekijöitä ja ilmiöitä, jotka ovat tärkeä ottaa huomioon kohdeyhtiön tulevaisuusvision luomisessa, sekä strategisissa pitkän tähtäimen suunnitelmissa. Koko sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristö elää muutosvaihetta, joka koostuu monesta eri tekijästä. Suurimpina muutostekijöinä tutkimuksessa tunnistettiin energiamurros ja uudet valvontamenetelmät. Näiden kahden vaikuttavuudeltaan laajan muutostekijän lisäksi tunnistettiin paljon muita vaikuttavuudeltaan pienempiä muutostekijöitä. Se mihin suuntaan sähköverkkoliiketoiminnan toimintaympäristö tulevaisuudessa muodostuu, riippuu todella monesta eri tekijästä. Suomen sähköverkkoyhtiöt ovat toimintaympäristöltään hyvin erilaisia, joten jokaisen olisi tarkasteltava toimintaympäristönsä muutosta ottaen huomioon oman alueensa kehitysnäkymät.

Mielestäni tutkimuksen tulosten perusteella sähköverkkoihin kohdistuu hieman ristiriitaisia tulevaisuuskuvia. Toisaalta sähköverkkojen odotetaan toimivan Suomen energia- ja ilmastotavoitteiden mahdollistajana, mutta toisaalta lainsäädäntö ja valvova viranomainen uhkaa hidastaa vaadittavien sähköverkkoinvestointien läpiviemistä. Sähkön siirtohintojen koetaan olevan liian kalliita, joka on johtanut valvontamenetelmien muutokseen ja sitä kautta sähköverkkoyhtiöiden liiketoiminnan taloudellisen kannattavuuden huonontumiseen. Kuitenkin Suomen energia- ja ympäristötavoitteiden

edistäminen vaatii isoja sähköverkkoinvestointeja, jotka pitäisi saada rahoitettua. Jos sähköverkkoyhtiöiden taloudellista kannattavuutta tulevaisuudessa vielä heikennetään voi se johtaa sähköverkkoinvestointien vähenemiseen investointien kannattamattomuuden takia.

Jatkokehityksenä tällä tutkimukselle kohdeyhtiön tulee luoda tarkempi vaikutusanalyysi tunnistetuille muutostekijöille ja käyttää hankittua tietoa hyväksi tulevaisuusvision rakentamisessa, sekä toiminnan ohjaamisessa.

LÄHDELUETTELO

Aalto, H-K & Heikkilä, K & Keski-Pukkila, P & Mäki, M & Pöllänen, M. 2022. Tulevaisuudentutkimus tutuksi- Perusteita ja menetelmiä. Grano. Turku.

Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus. Vastapaino. Riika.

Autoalan Tiedotuskeskus. 2023. Autokannan kehitys ja autotiheys. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/liikennekaytossa_olevat_autot

Autoalan Tiedotuskeskus. 2022. Autoalan käyttövoimaennusteet. [PDF- dokumentti]. [Viitattu 12.4.2023]. Saatavissa: https://www.aut.fi/files/2551/Kayttovoimaennusteet_17_02_2022.pdf

Caruna. 2022. Caruna Jakeluverkot mahdollistavat energiamurroksen_2022. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 6.3.2023]. Saatavissa: https://caruna.fi/sites/default/files/2022-06/Caruna%20Jakeluverkot%20mahdollistavat%20energiamurroksen_2022.pdf

Caruna. 2023A. Kaupungistuminen haastaa sähköjärjestelmäämme – aikaa ei ole hukattavaksi. [Blogi]. [Viitattu 27.3.2023]. Saatavissa: https://caruna.fi/ajankohtaista/kaupungistuminen-haastaa-sahkojarjestelmaamme-aikaa-ei-ole-hukattavaksi

Caruna. 2023B. Caruna lyhyesti. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.5.2023]. Saatavissa: https://caruna.fi/tietoa-meista/caruna-lyhyesti

Dufva, M & Rekola, S. 2023. Megatrendit 2023. Ymmärrystä yllätysten sijaan. Punamusta Oy. Helsinki. 2023. Saatavilla: https://www.sitra.fi/app/uploads/2023/01/sitra_megatrendit-2023_ymmarrysta-yllatysten-aikaan.pdf

Elenia. 2023. Tietoa Eleniasta. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.5.2023]. Saatavissa: https://www.elenia.fi/elenia/elenia-yrityksena/tietoa-eleniasta

Ember. 2023. European Electricity Review 2023. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 18.4.2023]. Saatavissa: https://ember-climate.org/app/uploads/2023/01/Report-European-Electricity-Review-2023.pdf

Energiateollisuus ry. 2021. Energiauutiset. Omistajaohjaus on taitolaji. [Artikkeli]. [Viitattu 1.9.2023]. Saatavissa: https://www.energiauutiset.fi/kategoriat/markkinat/omistajaohjaus-on-taitolaji.html

Energiateollisuus ry. 2022A. Sähköverkon valvontamallin muutos. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.5.2023]. Saatavissa: https://energia.fi/energiapolitiikka/ajankohtaista_sahkomarkkinoista/sahkoverkon_valvontamallin_uudistus

Energiateollisuus ry. 2022B. Suomalaisten energia- asenteet 2022. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 16.5.2023]. Saatavissa: https://energia.fi/files/7553/Energia-asenteet_2022_FINAL.pdf

Energiateollisuus ry. 2023A. Energiavuosi 2022 Sähkö. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 31.1.2023]. Saatavissa: https://energia.fi/files/4428/Sahkovuosi_2022.pdf

Energiateollisuus ry. 2023B. Sähkön tuntidata. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.9.2023]. Saatavissa: https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/sahkon_tuntidata.html#material-view

Energiavirasto. 2020. Selvitys sähkön jakeluverkkotoiminnan hinnoittelun ja toimitusvarmuuden valvonnasta. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 31.1.2023]. Saatavissa: https://tem.fi/documents/1410877/57830352/Selvitys+s%C3%A4hk%C3%B6n+jakeluverkkotoiminnan+valvonnasta+2020.pdf/deb76fd3-5293-f965-b4f9-fa94a00fa535/Selvitys+s%C3%A4hk%C3%B6n+jakeluverkkotoiminnan+valvonnasta+2020.pdf?t=1611819709563

Energiavirasto. 2021A. Sähköverkkoliiketoiminnan kehitys, sähköverkon toimitusvarmuus ja valvonnan vaikuttavuus 2022. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 31.1.2023]. Saatavissa: https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12862527/S%C3%A4hk%C3%B6verkkoliiketoiminnan+kehitys,+s%C3%A4hk%C3%B6verkon+toimitusvarmuus+ja+valvonnan+vaikuttavuus+2020.pdf/802204a1-5758-e520-24a1-f68ba819ec77/S%C3%A4hk%C3%B6verkkoliiketoiminnan+kehitys,+s%C3%A4hk%C3%B6verkon+toimitusvarmuus+ja+valvonnan+vaikuttavuus+2020.pdf?t=1620212590448

Energiavirasto. 2021B. Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 – 31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020 – 31.12.2023 valvontajaksolla. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 22.2.2023]. Saatavissa: https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12766832/Liite_2_Valvontamenetelm%C3%A4t_S%C3%A4hk%C3%B6njakelu_p%C3%A4ivitetty_22.pdf/82887397-969e-431b-36c9-412d566f19f7/Liite_2_Valvontamenetelm%C3%A4t_S%C3%A4hk%C3%B6njakelu_p%C3%A4ivitetty_22.pdf?t=1647522665452

Energiavirasto. 2021C. Aurinkosähkön kapasiteetti kasvoi suomessa yli 100 megawattia vuonna 2021. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.3.2023]. Saatavissa: https://energiavirasto.fi/-/aurinkosahkon-kapasiteetti-kasvoi-suomessa-yli-100-megawattia-vuonna-2021

Energiavirasto. 2021D. Sähkömarkkinalain muutosten vaikutus kohtuulliseen tuottoasteeseen. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 22.2.2023]. Saatavissa:

https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12766832/Perustelumuis-tio+WACC+2021.pdf/d010d240-8ee1-2ae0-3c5f-dba7658ec513/Perustelumuis-tio+WACC+2021.pdf?t=1633345077761

Energiavirasto. 2023A. Yhteenvetoraportti vuoden 2022 sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmista. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 10.8.2023]. Saatavissa: https://energiavirasto.fi/documents/11120570/22104830/Yhteenvetoraportti+vuoden+2022+s%C3%A4hk%C3%B6njakeluverkon+kehitt%C3%A4missuunnitelmista.pdf/859c5434-0979-9c27-6f5e-8a1a53f8472e/Yhteenvetoraportti+vuoden+2022+s%C3%A4hk%C3%B6njakeluverkon+kehitt%C3%A4missuunnitelmista.pdf?t=1687176575693

Energiavirasto. 2023B. Verkkotoiminnan luvanvaraisuus. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.3.2023]. Saatavissa: https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-luvanvaraisuus

Energiavirasto. 2023C. Verkkoon liittäminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.6.2023]. Saatavissa: https://energiavirasto.fi/verkkoon-liittaminen

Energiavirasto. 2023D. Ajankohtaiskatsaus - Hinnoittelun valvontamenetelmien kehittäminen. Adato seminaari. Verkostomessut 2023. Tampere.

Engblom, j & Krappe, S-M & Suominen, A. 1998. PK- yritysten riskienhallinta. [PDF- dokumentti]. [Viitattu 2.3.2023]. Saatavissa: https://pk-rh.fi/uploads/tiedostot/swot-ohje.pdf

Euroon unioni. 2018. [PDF- dokumentti]. [Viitattu 2.3.2023]. Saatavissa: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN#d1e2801-82-1

Eurooppa- neuvosto. 2023. Infografiikka – 55-valmiuspaketti: miksi EU tiukentaa henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidipäästönormeja? [Verkkosivu]. [Viitattu 17.3.2023]. Saatavissa: https://www.consilium.europa.eu/fi/infographics/fit-for-55-emissions-cars-and-vans/

Fingrid. 2021. Verkkovisio. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 22.2.2023]. Saatavissa: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/fingrid_verkkovisio.pdf

Fingrid. 2022. Kantaverkon investointitarpeet kasvavat kolmeen miljardiin euroon. [Verkkosivu]. [Viitattu 17.3.2023]. Saatavissa: https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2022/kantaverkon-investointitarpeet-kasvavat-kolmeen-miljardiin-euroon/

Fingrid. 2023A. Aurinkovoima. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.3.2023]. Saatavissa: https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/aurinkovoima/

Fingrid. 2023B. Kuinka sähkö kulkee? [Artikkeli]. [Viitattu 1.9.2023]. Saatavissa: https://www.fingridlehti.fi/kuinka-sahko-kulkee/

Fingrid. 2023C. Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2024–2033. [PDF- dokumentti]. [Viitattu 2.3.2023]. Saatavissa: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_kehittamissuunnitelma_luonnos_26.6.pdf

Fortum. 2023. Mikä ihmeen energiamurros. [Blogi]. [Viitattu 1.2.2023]. Saatavissa: https://www.fortum.fi/tietoa-meista/uutishuone/tietopaketit-medialle/mika-ihmeen-energiamurros

Haakana, J & Haapaniemi, j & Räisänen, O & Vilppo, J & Lassila, J. 2022. Joustava ja toimintavarma sähköverkko – Liiketoimintamahdollisuudet ja toimintavarma sähköverkko. Tutkimusraportti. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.3.2023]. Saatavissa: https://lutpub.lut.fi/handle/10024/164029

Heponiemi, K & Suutari, H. 2022. Merimatka tulevaisuuteen. Ennakoinnin työkirja yrityksille ja elinkeinoelämän toimijoille. LAB- ammattikorkeakoulun julkaisusarja. Lahti. [PDF- dokumentti]. [Viitattu 15.7.2023]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/756203/LAB_2022_46.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Hiltunen, E. 2012. Matkaopas tulevaisuuteen. Helsinki. Talentum.

Hiltunen, E. Tulossa huomenna: miten megatrendit muokkaavat tulevaisuuttamme. Jyväskylä. Docento. 2019. Print.

IAE. 2022. Global EV Outlook 2022. Securing supplies for an electric future. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 2.3.2023]. Saatavissa: https://iea.blob.core.windows.net/assets/ad8fb04c-4f75-42fc-973a-6e54c8a4449a/GlobalElectricVehicleOutlook2022.pdf

IEA. 2023. Electricity grids and secure energy transitions. Enchancing the foundations of resivient, sustainable and affordable power systems. [PDF- dokumentti]. [Viitattu 19.10.2023]. Saatavissa: https://iea.blob.core.windows.net/assets/70f2de45-6d84-4e07-bfd0-93833e205c81/ElectricityGridsandSecureEnergyTransitions.pdf

Kamensky, M. 2015. Menestyksen timantti: strategia, johtaminen, osaaminen, vuorovaikutus. Helsinki: Talentum.

Kauppalehti. 2023. Aurinkosähkölle povataan hurjaa kasvua – Paneelien kysyntä tasaantui energiakriisin piikistä, mutta ”lumipallo pyörii ja kasvaa kiihtyvällä tahdilla”. [Verkkosivu]. [Viitattu 14.4.2023]. Saatavissa: https://www.kauppalehti.fi/uutiset/aurinkosahkolle-povataan-hurjaa-kasvua-paneelien-kysynta-tasaantui-energiakriisin-piikista-mutta-lumipallo-pyorii-ja-kasvaa-kiihtyvalla-tahdilla/af628ac4-9973-4130-af91-0d42381e40e7

Kuusi, O & Bergman, T & Salminen, H. 2013. Miten tutkimme tulevaisuuksia? Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry. Acta Futura Fennica NO 5.

Lappi, R. 2021. Sähköverkkoyhtiön toiminta on vahvasti säänneltyä. [Blogi]. [Viitattu 2.3.2023]. Saatavissa: https://www.vantaanenergia.fi/ykv/ykv-2021/sahkoverkkoyhtion-toiminta-on-vahvasti-saanneltya/

Lassila, J & Haakana, J & Haapaniemi, J & Räisänen, O & Partanen, J. 2019. Sähköasiakas ja sähköverkko 2030. Tutkimusraportti. LUT Scientific and Experience Publications. Saatavilla: https://lutpub.lut.fi/handle/10024/159320

Mannermaa, M. 1999. Tulevaisuuden hallinta: skenaariot strategiatyöskentelyssä. Porvoo. WSOY.

Mannermaa, M. 2004. Heikoista signaaleista vahva tulevaisuus. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Motiva. 2021. Suomen teollisuuden sähköistyminen ja sen vaikutus energiatehokkuuteen ja hukkalämpöjen hyödyntämiseen. Tutkimusraportti. [Viitattu 13.6.2023]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/19644/Suomen_teollisuuden_sahkoistyminen_ja_sen_vaikutus_energiatehokkuuteen_ja_hukkalampojen_hyodyntamiseen_-raportti_2021.pdf

Parjanen, S. 2022. Tuotantotalouden tutkimusmenetelmät ja analyysit TUDI. LUT. Kurssimateriaali.

Partanen, J & Lassila, J & Haakana, J. 2020. LUT Scientific and Expertise Publications. Research Reports. Sähkönjakeluverkkoliiketoiminnan sääntely ja kehittäminen. [Tutkimusraportti]. [Viitattu 10.5.2023]. Saatavissa: https://energia.fi/files/5637/Sahkonjakeluverkkoliiketoiminnan_saantely_ja_kehittaminen_LUT_2020.pdf

Puusa, A & Reijonen, H & Juuti, P & Laukkanen, T. 2012. Akatemiasta markkinapaikalle. Johtaminen ja markkinointi aikansa kuvina. Helsinki. Talentum.

Ritakallio, T & Vuori, O. 2018. Elävä strategia: kyky nähdä, taito tarttua tulevaisuuteen. Helsinki. Alma Talent.

Saunila, M & Ukko, J. 2022. Tuotantotalouden tutkimusmenetelmät ja analyysit TUDI. LUT. Kurssimateriaali.

Sitra. 2023. Megatrendikortit. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.3.2023]. Saatavissa: https://www.sitra.fi/megatrendikortit/

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2023. Tuulivoimahankkeet Suomessa 05/2023. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 6.7.2023]. Saatavissa: https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoimahankkeet-06_2023.pdf

Sähköinen liikenne ry. 2023. Suomi sähköisen liikenteen edelläkävijä vuonna 2023. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.3.2023]. Saatavissa: https://emobility.teknologiateollisuus.fi/fi/suomi-sahkoisen-liikenteen-edellakavija-vuonna-2030

Sähkömarkkinalaki. 2013. Sähkömarkkinalaki. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.3.2023]. Saatavissa: https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588

Sähkötutkimuspooli. 2016. Roadmap 2025. Sähkömarkkina- ja verkkovisio 2035 & Roadmap 2025. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 1.2.2023]. Saatavissa: https://energia.fi/files/786/Roadmap_2025_loppuraportti.pdf

Tilastokeskus. 2022A. Lämpöpumppujen käyttö lisääntynyt – Öljy painumassa marginaaliin. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.4.2023]. Saatavissa: https://www.stat.fi/uutinen/lampopumppujen-kaytto-lisaantynyt-oljy-painumassa-marginaaliin

Tilastokeskus. 2022B. Maalämpö yleistynyt pääasiallisena lämmitystapana. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.4.2023]. Saatavissa: https://stat.fi/julkaisu/cktwror9c4ee10b618t3njtsh

Tilastokeskus. 2022C. Asunnon pääasiallinen lämmitystapa talotyypeittäin 2012–2022. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.3.2023]. Saatavissa: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ktutk/statfin_ktutk_pxt_13qk.px/

Tilastokeskus. 2023A. Sähkön kulutus sektoreittain, 1960–2021. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.3.2023]. Saatavissa: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehk/statfin_ehk_pxt_12vm.px/

Tilastokeskus. 2023B. Sähkön hankinta ja kokonaiskulutus 1960–2022. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.3.2023]. Saatavissa: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehk/statfin_ehk_pxt_12sv.px/

Tilisanomat. 2023. Kuntakonsernien omistajanohjauksessa parannettavaa. [Artikkeli]. [Viitattu 1.9.2023]. Saatavissa: https://tilisanomat.fi/julkishallinto/kuntakonsernien-omistajaohjauksessa-parannettavaa

Traficom. 2023. Ajoneuvokannan tilastot. [Verkkosivu]. [Viitattu 12.4.2023]. Saatavissa: https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/ajoneuvokannan-tilastot

Tuomi, L & Sarajärvi A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2018. Sähkönsiirtohinnat ja toimitusvarmuus. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 6.6.2023]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161178/43_18_Sahkonsiirtohinnat_ja_toimintavarmuus.pdf

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2022. Akateeminen työryhmä sähkönsiirron ja -jakelun tariffien laskentamenetelmistä, työryhmän lausunto Energiavirastolle. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 11.8.2023]. Saatavissa: https://tem.fi/documents/1410877/2132100/Akateeminen+ty%C3%B6ryhm%C3%A4+lausunto+31052022.pdf/a9187493-e892-8872-a325-1bf5bc8b4902/Akateeminen+ty%C3%B6ryhm%C3%A4+lausunto+31052022.pdf?t=1654001479965

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2023. Energiaintensiivisen teollisuuden vihreän siirtymän investointitarpeet ja niiden toteuttamisedellytykset. [Pdf- dokumentti]. [Viitattu 11.8.2023]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164567/TEM_2023_3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yle. 2022. Liikennepäästöt. EU:ssa syntyi sopu: Uusien polttomoottoriautojen myynti kielletään vuodesta 2035 alkaen. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.3.2023]. Saatavissa: https://yle.fi/a/3-12669595