Eero Smeds

Sähköverkon rakentamisen päästöt ja ympäristövaikutukset

Tekniikan ja innovaatiojohtamisen yksikkö
Diplomityö
Sähkötekniikka

Vaasa 2025

VAASAN YLIOPISTO
Tekniikan ja innovaatiojohtamisen yksikkö
Tekijä: Eero Smeds
Tutkielman nimi: Sähköverkon rakentamisen päästöt ja ympäristövaikutukset
Tutkinto: Diplomi-insinööri
Oppiaine: Sähkötekniikka
Valvoja: Kimmo Kauhaniemi
Tarkastaja: Hannu Laaksonen
Ohjaaja: Ilmari Koikkalainen, Omexom
Valmistumisvuosi: 2025 **Sivumäärä:** 53

TIIVISTELMÄ:
Tämän diplomityön tavoitteena on perehtyä sähköverkon rakentamisesta koituviin päästöihin ja ympäristövaikutuksiin, sekä rakentamista ohjaaviin, kansainvälisesti tunnustettuihin, direktiiveihin, standardeihin ja ohjeistuksiin. Suurimmat suuntaviivat ja ohjeistukset päästöjen lokerointiin ja raportointiin tulevat ISO 14064 -standardista ja GHG Protocolista.

Ilmastonmuutos ja kestävä kehitys muodostavat keskeisiä globaaleja haasteita, joissa energiasektori näyttelee merkittävää roolia. Energiasektori tuottaa valtaosan maailman kasvihuonekaasupäästöistä, joten sähköverkon kehittäminen on välttämätöntä siirryttäessä kohti hiilineutraalia energiajärjestelmää. Työssä tarkastellaan sähköverkon rakentamisen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä ja ympäristövaikutuksia, jotka ulottuvat aina materiaalien tuotannosta, rakentamisen aikaiseen käyttöön ja elinkaaren loppuun. Tarkoituksena on muodostaa kokonaiskäsitys merkittävimmistä päästönlähteistä, ympäristövaikutuksista sekä keinoista, miten niitä voidaan hillitä.

Tutkimusongelmaa lähestytään kolmen tutkimuskysymyksen kautta: mitkä ovat merkittävimmät päästölähteet sähköverkon rakentamisessa, mitkä kansainväliset organisaatiot ja standardit ohjaavat päästöjä sekä miten verkkoyhtiöt painottavat ympäristöarvoja tulevaisuuden verkkoa suunnitellessaan. Teoreettinen perusta nojaa kasvihuonekaasujen ominaisuuksiin, kuten niiden elinikään ja vaikutuksiin ilmakehässä. Kasvihuonekaasupäästöt jaotellaan Greenhouse Gas Protocolin mukaan kolmeen laskentatasoon: suorat päästöt (Scope 1), epäsuorat päästöt (Scope 2) ja muut epäsuorat päästöt (Scope 3).

Työn aineisto koostuu kansainvälisesti tunnetuista raporteista ja sopimuksista, kuten Pariisin ilmastosopimuksesta, IPCC:n ja IEA:n julkaisuista. Näiden lisäksi aineisoon kuuluu kyselytutkimus, joka lähetettiin suomalaisille verkkoyhtiöiden asiantuntijoille. Kyselytutkimus sisältää suljettuja ja avoimia kysymyksiä, mikä mahdollistaa sekä vertailukelpoisuuden, että syvällisten näkemysten keräämisen ympäristöarvojen roolista suunnittelussa, urakoitsijavalinnassa ja hankkeiden ympäristödatan seurannassa.

Kyselytutkimuksen tulokset osoittavat, että sähköverkon rakentamisen päästöt ovat hallittavissa materiaalivalinnoilla, logistiikan optimoinnilla ja kierrätyksellä. Toisaalta ympäristövaikutukset, kuten maankäytön muutokset ja maisemavaikutukset voivat olla pysyviä. Kysely osoittaa, että ympäristöarvojen merkitys verkkoyhtiöissä on kasvussa, mutta hajonta on edelleen suurta. Ympäristökriteerit sisältyvät useiden tarjouskilpailuihin, mutta vähähiilisten ratkaisujen kustannukset ja tiedon puute hidastavat kehitystä.

AVAINSANAT: Sähköverkko, kasvihuonekaasupäästöt, ympäristövaikutukset, ISO 14064, GHG Protocol

UNIVERSITY OF VAASA
School of Technology and Innovations
Author: Eero Smeds
Title of the thesis: Emissions and Environmental Impacts of Power Grid Construction
Degree: Master of Science
Programme: Electrical Engineering
Supervisor: Kimmo Kauhaniemi
Evaluator: Hannu Laaksonen
Instructor: Ilmari Koikkalainen, Omexom
Year: 2025 **Number of pages:** 53

SUMMARY:
The aim of this thesis is to explore the emissions and environmental impacts arising from power grid construction, as well as the internationally recognized directives, standards, and guidelines that govern construction. The primary frameworks and guidelines for categorizing and reporting emissions are derived from the ISO 14064 standard and the GHG Protocol.

Climate change and sustainable development represent key global challenges, in which the energy sector plays a significant role. The energy sector produces the majority of the world's greenhouse gas emissions, making the development of the power grid essential for transitioning toward a carbon-neutral energy system. The thesis examines the greenhouse gas emissions and environmental impacts caused by power grid construction, spanning from material production through construction to end-of-life. The purpose is to form a comprehensive understanding of the most significant emission sources, environmental impacts, and methods to mitigate them.

The research problem is approached through three research questions: what are the most significant emission sources in power grid construction, what international organizations and standards guide emissions, and how do grid companies emphasize environmental values when planning future grids. The theoretical foundation relies on the properties of greenhouse gases, such as their lifetimes and effects in the atmosphere. Greenhouse gas emissions are categorized according to the Greenhouse Gas Protocol into three scopes: direct emissions (Scope 1), indirect emissions (Scope 2), and other indirect emissions (Scope 3).

The thesis material consists of internationally recognized reports and agreements, such as the Paris Agreement, publications from the IPCC and IEA. In addition, the material includes a survey sent to experts from Finnish grid companies. The survey includes closed and open questions, enabling both comparability and the collection of in-depth insights into the role of environmental values in planning, contractor selection, and monitoring of project environmental data.

The survey results indicate that emissions from power grid construction can be managed through material choices, logistics optimization, and recycling. On the other hand, environmental impacts, such as changes in land use and landscape effects, can be permanent. The survey shows that the importance of environmental values in grid companies is increasing, but variation remains significant. Environmental criteria are often included in tender competitions, but the costs of low-carbon solutions and lack of information slow down development.

KEYWORDS: Power grid, greenhouse gas emission, environmental impacts, ISO 14064, GHG Protocol

Alkusanat

Diplomityön tekeminen tarjosi oivan mahdollisuuden syventyä globaaleihin standardeihin ja säädöksiin, jotka ohjaavat tai rajoittavat sähköverkon rakentamista. Työ antoi syvempää ymmärrystä päästöjen elinkaariarvioinnista, sekä työn osana tehty kyselytutkimus antoi perspektiiviä myös verkkoyhtiöiden suhtautumisesta ympäristöarvoihin. Haluan kiittää Omexomia työn aiheesta sekä työn ohjauksesta Ilmari Koikkalaista ja Kimmo Kauhaniemeä. Osoitan kiitokseni myös Vaasan Yliopiston ammattitaitoiselle henkilökunnalle mielenkiintoisista ja monipuolisista kursseista, sekä käytännön kokemuksesta laboratorioharjoitusten merkeissä. Kaikkein suurimmat kiitokset osoitan opiskelukavereilleni opintojen aikana saamasta tuesta, sekä perheelleni loputtomasta tuesta opintojen aikana.

Sipoossa 29.10.2025

Eero Smeds

Sisällys

1 Johdanto 8

1.1 Työn tavoitteet ja rajaus 8

1.2 Aineisto 9

1.3 Omexom 10

2 Sähköverkon rakentaminen 11

2.1 Sähköverkon rakenne ja komponentit 11

2.2 Sähköverkon rakentaminen 13

3 Päästöjen luokittelu 15

3.1 Suorat eli scope 1:n päästöt 16

3.2 Epäsuorat eli scope 2:n päästöt 16

3.3 Muut epäsuorat eli scope 3:n päästöt 17

4 Hiilijalanjäljen laskenta 18

4.1 GWP ja GTP 18

4.2 Sähköverkon rakentamisen päästölähteet ja elinkaariarviointi (LCA) 20

4.3 Standardit ja lainsäädäntö 22

4.3.1 GHG Protocol 22

4.3.2 ISO 14064 22

4.3.3 EU-tason sääntely päästöjen hallinnassa 23

4.3.4 Sähköverkonrakentamista määräävät lait Suomessa 25

5 Sähköverkon rakentamisen ympäristövaikutukset 28

5.1 Keskeiset ympäristövaikutukset 28

5.2 Maankäyttö ja maisemavaikutukset 29

6 Kyselytutkimus verkkoyhtiöille 31

6.1 Kyselytutkimuksen toteutus 31

6.2 Tulosten analysointi 32

7 Yhteenveto 42

Lähteet 45

Liitteet 50

Liite 1. Kyselytutkimuksen kysymykset. 50

Kuvat

Kuva 1. Sähköverkon rakenne (Fingrid, 2023). 12

Kuva 2. Voimajohtorakentamisen vaiheet (Fingrid, n.d.). 14

Kuva 3. Päästölähteet (WWF, 2022). 15

Kuva 4. Kyselytutkimuksen kysymyksen 1. vastaukset. 32

Kuva 5. Kyselytutkimuksen kysymyksen 2 vastaukset. 33

Kuva 6. Kyselytutkimuksen kysymyksen 4 vastaukset. 34

Kuva 7. Kyselytutkimuksen kysymyksen 3 vastaukset. 34

Kuva 8. Kyselytutkimuksen kysymyksen 5 vastaukset. 35

Kuva 9. Kyselytutkimuksen kysymyksen 6 vastaukset. 36

Kuva 10. Kyselytutkimuksen kysymyksen 7 vastaukset. 37

Kuva 11. Kyselytutkimuksen kysymyksen 12 vastaukset. 37

Kuva 12. Kyselytutkimuksen kysymyksen 11 vastaukset. 38

Kuva 13. Kyselytutkimuksen kysymyksen 8 vastaukset. 39

Kuva 14. Kyselytutkimuksen kysymyksen 10 vastaukset. 39

Kuva 15. Kyselytutkimuksen kysymyksen 9 vastaukset. 40

Kuva 16. Kyselytutkimuksen kysymyksen 13 vastaukset. 40

Lyhenteet

CDP	Carbon Disclosure Project
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
EU	Euroopan Unioni
GHG	Greenhouse Gas
GTP	Global Temperature Potential
GWP	Global Warming Potential
HVDC	High-voltage direct current
IEA	International Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
LCA	Life Cycle Assessment
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
SYKE	Suomen ympäristökeskus
UNFCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
U.S. EPA	United States Environmental Protection Agency
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resources Institute
WWF	World Wide Fund for Nature
YVA	Ympäristövaikutusten arviointimenettely

1 Johdanto

Ilmastonmuutoksen hillintä ja kestävä kehitys ovat nyky-yhteiskunnan keskeisimpiä globaaleja haasteita. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) julkaiseman raportin (2007) liitteen 1 mukaan ilmastonmuutoksella tarkoitetaan sekä ihmisen aiheuttamaa, että luonnollista ilmaston muutosta. Energiasektorilla on merkittävä rooli ilmastovaikutusten hallinnassa, sillä sähköntuotanto vaikuttaa merkittävästi globaaleihin kasvihuonekaasupäästöihin. Vuonna 2014 energiasektorin tuottamat kasvihuonekaasupäästöt olivat 68 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä, ja niistä suurin osa oli hiilidioksidia (IEA, 2017, s.11). Kuten Gates (2021) mainitsee kirjassaan, ihmiskunta päästää ilmakehään 51 miljardia tonnia kasvihuonekaasuja. Kasvihuonekaasut sitovat lämpöä, mikä nostaa maapallon keskilämpötilaa. Kasvihuonekaasut säilyvät ilmakehässä hyvin pitkään, jopa tuhat vuosikymmentä. Tärkeimmät kasvihuonekaasut ovat vesi (H_2O), hiilidioksidi (CO_2), ilokaasu eli dityppioksidi (N_2O), metaani (CH_4) ja otsoni (O_3) (IPCC, 2007).

Globaalin energiamurroksen vuoksi energia- ja kulutussektorien tuottamat kasvihuonekaasupäästöt ovat tärkeässä roolissa. Pariisin ilmastosopimuksen (UNFCCC, s.3) artiklan 2 mukaan globaalia keskimääräistä ilmastonlämpenemistä pyritään pitämään alle 1,5 celsiusasteen verrattuna esiteolliseen aikaan. Esiteollisella ajalla tarkoitetaan aikaa ennen teollista vallankumousta, jolloin ihmisten aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt olivat hyvin vähäisiä. Jotta energiajärjestelmän osalta tämä olisi mahdollista, tarvitaan suuria investointeja sähkön siirtoverkkoihin.

1.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Työn tavoitteena on saada lukijalle kokonaisvaltainen ymmärrys, mistä sähköverkon rakentamisessa syntyneet päästöt ja ympäristövaikutukset koostuvat. Ympäristövaikutukset voidaan jakaa kahteen kategoriaan; potentiaalisiin vaikutuksiin ja jäännösvaikutuksiin (IPCC, 2007). Potentiaalisilla ilmastonmuutoksen aiheuttamilla ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan kaikkia mahdollisia vaikutuksia, jotka voivat

tapahtua ilmaston lämpenemisen vuoksi ilman sopeutustoimia, kun taas jäännösvaikutuksilla tarkoitetaan niitä, jotka jäävät vaikuttamaan, vaikka sopeutustoimia tehtäisiin. Sähköverkonrakentamisessa ympäristövaikutuksia ovat muun muassa metsien ja peltojen raivausta ilmajohdon rakentamisen tieltä, mikä usein johtaa pysyviin muutoksiin maisemassa ja ekosysteemissä. Sopeutustoimilla, kuten reitin optimoinnilla tai kaapeloinnilla, voidaan minimoida ympäristövaikutuksia. Työssä on tarkoitus syventyä myös sähköverkon rakentamisen merkittävimpiin päästölähteisiin, sekä kansainvälisesti päästöjä ohjaaviin organisaatioihin ja standardeihin.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitkä ovat merkittävimmät päästölähteet sähköverkon rakentamisessa?
2. Mitkä ovat kansainvälisesti merkittävimmät organisaatiot ja standardit, jotka ohjaavat sähköverkon rakentamisen päästöjä?
3. Miten verkkoyhtiöt painottavat ympäristöarvojaan tulevaisuuden verkkoa suunnitellessa?

1.2 Aineisto

Tämän työn aineisto koostuu monipuolisista lähteistä, jotka tukevat tutkimuksen teoreettista perustaa. Työssä hyödynnettiin erilaisia virallislähteitä, kuten kansainvälisiä raportteja ja tilastoja. Näihin kuuluvat muun muassa Pariisin ilmastosopimus, IPCC:n, International Energy Agencyn (IEA), Greenhouse Gas Protocolin (GHG Protocol) ja ISO 14016 standardin tarjoamat tilastot, tiedot ja arvioinnit ilmastonmuutoksesta, kasvihuonekaasujen ilmastovaikutuksista ja energiantuotannosta. Valitsin lähteet niiden luotettavuuden ja ajantasaisuuden vuoksi. Virallisten lähteiden käyttö varmistaa tutkimuksen objektiivisuuden, ja täten mahdollistaa vertailun kansainvälisesti.

Toisena työn keskeisenä aineistona toimii itse suorittamani kyselytutkimus, joka toteutettiin verkkokyselynä elokuussa 2025. Kysely kohdennettiin 24 eri verkkoyhtiön asiantuntijoille ja sidosryhmien edustajille verkkoyhtiöissä. Kysely sisälsi sekä avoimia, että suljettuja kysymyksiä. Vilkan (2025) mukaan suljetuilla kysymyksillä tarkoitetaan

sellaisia kysymyksiä, joilla annetaan vastaajalle valmiit vaihtoehdot. Suljetuilla eli standardoiduilla kysymyksillä tavoitellaan vastausten vertailukelpoisuutta, kun taas avoimilla kysymyksillä haetaan vastaajan spontaaneja mielipiteitä. Tällöin kun tutkimuksessa on sekä avoimia, että suljettuja kysymyksiä, puhutaan monimenetelmätutkimuksesta. Kyselytutkimuksen tavoitteena oli selvittää ympäristöarvojen merkitys verkkoyhtiöissä. Tutkimuksessa pyrittiin myös kartoittamaan mahdollisia tulevia toimenpiteitä, mitä verkkoyhtiöt toivovat urakoitsijoilta.

1.3 Omexom

Omexom eli juridiselta nimeltään Infratek Finland Oy on energiainfrastruktuuriin erikoistunut yritys. Omexom toimii tuotemerkkinä osana Vinci Energies – yhtiötä, mikä on puolestaan osa suurta ranskalaista Vinci – konsernia. Kaiken kaikkiaan Vinci – konserni tuottaa energia-, rahoitus- ja rakentamisratkaisuja 120 eri maassa yli 285 000 työntekijän voimin. (Vinci, 2025)

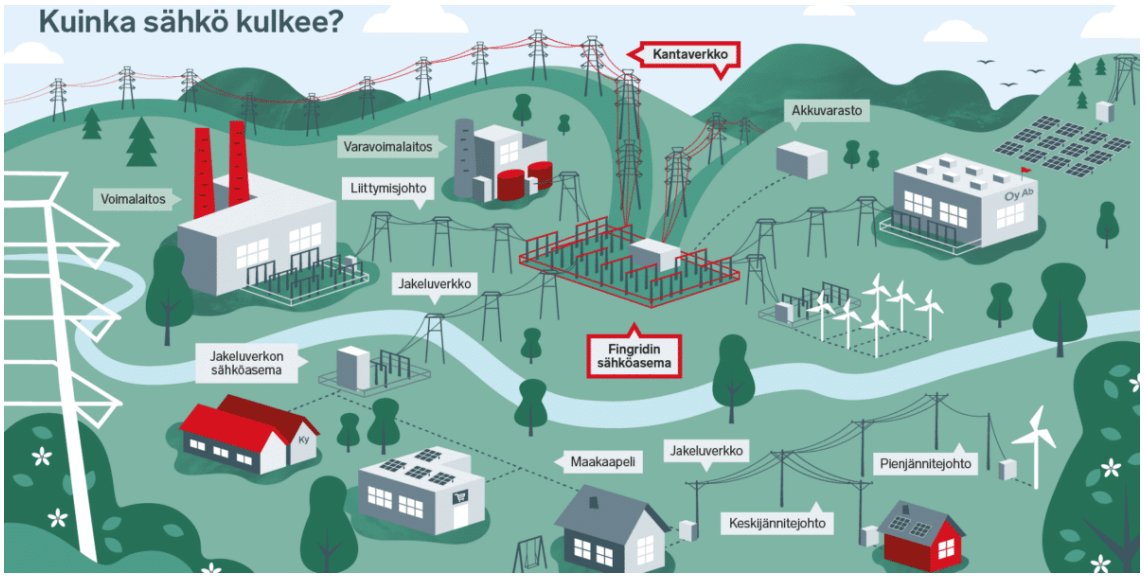
Omexomin tulevaisuuden tavoitteena on tarjota ratkaisuja teollisuudessa, tieto- ja viestintäteknologian sekä infrastruktuurin alalla kestävän kehityksen periaatteita noudattaen. Energiamurroksen keskellä Omexom tarjoaa palvelujaan sähkön tuottajille, kuluttajille ja sähköä siirtäville toimijoille.

2 Sähköverkon rakentaminen

Sähköverkon rakentamisella kuvataan niitä prosesseja, joilla saadaan luotua infrastruktuuri sähkön siirtoa ja jakelua varten, joko alueellisesti tai valtakunnallisesti. Jotta infrastruktuuri pystytään pitämään toimintakykyisenä, on sähköverkkoa kehitettävä, ja huollettava jatkuvasti. Täten sähköverkko takaa luotettavan sähkön jakelun ja siirron tuotannosta asiakkaalle. Kuten Lakervi ja Partanen (2008, s. 9) mainitsevat teoksessaan, odottavat loppuasiakkaat lähes keskeytyksetöntä sähkön toimitusta. Tästä syystä sähköverkko tulee rakentaa kestäväksi ja toimivaksi palvelemaan loppuasiakkaita mahdollisimman varmasti ja pienin häiriöin. Sähkömarkkinalain (588/2013) 1 f § määrittelee muun muassa sähkön kilpailukykyisen hinnan lisäksi hyvän sähkön toimitusvarmuuden. Sähkömarkkinalain (588/2013) 51 f §:n mukaan, sähkön jakeluverkko ei saa aiheuttaa asemakaava-alueella verkon käyttäjälle yli 6 tunnin keskeytystä myrskystä tai lumikuormasta johtuneesta syystä. Asemakaava-alueen ulkopuolella keskeytys ei saa olla samaisista syistä yli 36 tuntia pitkä. Laissa määritellään kuitenkin poikkeustapauksia edellä mainittuihin keskeytysaikojen pituuksiin, kuten sellaisessa tapauksessa, kun sähkön käyttöpaikka sijaitsee saaressa, mihin ei kulje säännöllistä maantielauttayhteyttä, eikä saareen ole rakennettu siltaa tai muuta vastaavaa kiinteää kulkuyhteyttä.

2.1 Sähköverkon rakenne ja komponentit

Sähköverkko koostuu useista komponenteista, millä kullakin on tärkeä tehtävä turvallisen ja toimitusvarman sähköverkon kannalta. Sähköverkko tulee olla sellainen, että sähköenergia voidaan toimittaa tuotannosta asiakkaalle turvallisesti, oli kyseessä sitten yksityinen omakotitalo tai iso tehdas. Kuvassa 1. on esitettynä sähköverkon rakenne ja komponentit.



Kuva 1. Sähköverkon rakenne (Fingrid, 2023).

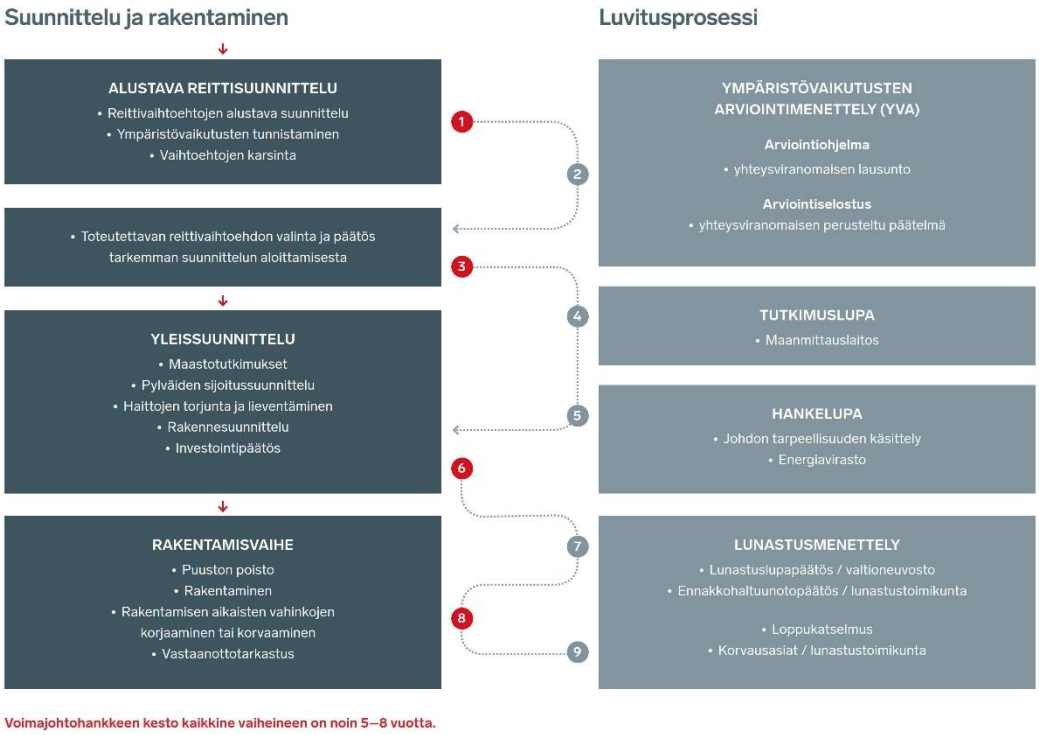
Kuten kuvasta voidaan havaita, koostuu sähköverkko Suomessa hyvin monesta elementistä, millä jokaisella on tärkeä rooli sähköverkon toimivuuden kannalta. Voimalaitokset, kantaverkko, suurjännitteinen jakeluverkko, jakeluverkko ja sähkön kuluttajat muodostavat Suomen sähköjärjestelmän (Fingrid, n.d.). Kantaverkko eli 110, 220 tai 400 kilovoltin jännitetason omaava verkko kuljettaa 75 %:a kaikesta sähköstä Suomessa (Fingrid, 2023). Jakelujärjestelmä puolestaan koostuu alueverkosta eli 110 ja 45 kilovoltin jakeluverkoista, sähköasemista (110/20kV ja 45/20 kV), 20 kilovoltin keskijännitejakeluverkosta, jakelumuuntamoista (20/0,4 kV) sekä pienjänniteverkosta (Lakervi & Partanen, 2008, s.11). Heidän työssään mainitaan, että pelkästään Suomen jakelujärjestelmässä on yli 800 sähköasemaa ja yli 100 000 jakelumuuntamoa. Tämä kuvastaa kuinka suuresta kokonaisuudesta puhutaan, kun kyseessä on, niinkin pienen valtion kuin Suomen, sähköjärjestelmä.

Fingrid Oyj on Suomen kantaverkkoyhtiö, joka hallinnoi, suunnittelee, kehittää ja takaa suomalaisten sähkön (Fingrid, n.d). Vuonna 2023 Suomen kantaverkkoon kuului yli 14 000 kilometriä voimajohtoa, yli 120 sähköasemaa ja jopa 320 kilometriä suurjännitetasavirta (High-voltage direct current, HVDC) kaapelia. Suomen

sähköjärjestelmä on osa pohjoismaista sähköjärjestelmää, ja on näin ollen yhteydessä muihin pohjoismaihin usealla sekä vaihto- että tasasähköyhteydellä. Ruotsiin Suomen kantaverkko liittyy kuudesta, Norjaan yhdestä ja Viroon kahdesta eri kohdasta. Fingridin asiantuntijoiden tekemän arvion mukaan sähköntarve jopa 1,3–2,1 kertaistuu vuoteen 2035 mennessä, ja tähän sähköntarpeeseen pyritään vastaamaan jopa 4 miljardin investoinneilla vuosina 2024–2033 (Fingrid, 2022; Fingrid, 2023). Näistä investoinneista yksi on 2025 vuoden lopulla valmistuva Aurora Linja on seitsemäs liityntälinja Suomen ja Ruotsin välillä (Fingrid, 2024). Aurora Linjan lisäksi Suomen ja Ruotsin välille on kaavailtu jopa 800 megawattin Fenno-Skan 3 - merikaapeliyhteyttä, ja tämän on suunniteltu olevan valmis 2038 vuoteen mennessä (Fingrid, 2025). Fenno-Skan 3 -merikaapeliyhteys tulee korvaamaan Fenno-Skan 1, jonka käyttöikä päättyy arvioiden mukaan 2030-luvun lopulla. Fenno-Skan 3:n lisäksi 2030-luvun alussa on suunnitteilla rakentaa Aurora Linja 2.

2.2 Sähköverkon rakentaminen

Sähköverkon rakentaminen on lähtökohtaisesti hyvin pitkä ja monimutkainen prosessi eri toimijoiden välillä, ja rakentamiseen kuuluu pääasiassa kantaverkon, jakeluverkon ja sähköasemien rakentamista. Yleensä kaikki lähtee siitä, että huomataan tarve uusia, laajentaa, suurentaa tai huoltaa sähköverkkoa. Tästä lähtee prosessi, mihin kuuluu rakentamisen koon mukaan useita eri vaiheita aina investointipäätöksestä rakentamisprojektin vastaanottoon. Urakoitsijana pääsääntöisesti rooli rajautuu suunnittelusta loppudokumentointiin ja työmaan luovuttamiseen tilaajalle, minkä jälkeen takuuajan korjauksiin. Voimajohtorakentaminen on usein pidempikestoinen prosessi, mitä jakeluverkon rakentaminen, koska voimajohtorakentamiseen liittyy laajempia ja monimutkaisempia lupaprosesseja, kuten alla olevasta kuvasta voidaan havaita.

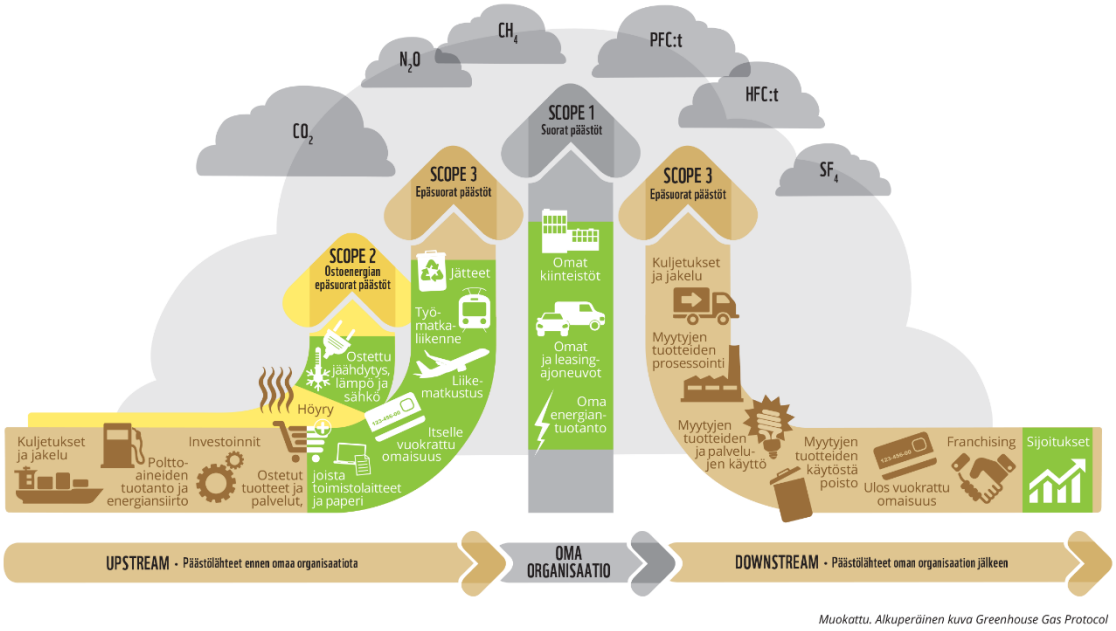


Kuva 2. Voimajohtorakentamisen vaiheet (Fingrid, n.d.).

Kuvassa 2 on esitettynä voimajohtorakentamisen vaiheet aina alustavasta reittisuunnittelusta loppukatselmointiin kestäen jopa 8 vuotta (Fingrid, n.d.). Verkon rakentamisvaihe pitää sisällään maanrakennustöitä, kuten muuntamoiden perustusten rakentamista, kaapeliojien kaivamista ja kaapeleiden asentamista maahan. Tämän jälkeen toteutetaan sähköasennustyöt, joissa kaapelit liitetään toisiinsa, päätetään muuntamoille tai jakokaapille sekä viimeistellään tekemällä tarvittavat kytkennät (Caruna, n.d.).

3 Päästöjen luokittelu

Päästöt ovat tärkeä jaotella eri päästölähteisiin, koska se antaa selkeän ja läpinäkyvän kokonaisuuden päästöjen alkuperästä. Päästöjen luokittelu perustuu kansainvälisesti tunnustettuun Greenhouse Gas Protocol – standardiin (GHG Protocol, n.d.), jonka ovat kehittäneet World Resources Institute (WRI) ja World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Idea GHG Protocolin perustamiselle lähti siitä, että perustajat havaitsivat 1990-luvun lopulla tarpeen kansainväliselle raportoinnille ja laskennalle yritysten kasvihuonekaasupäästöistä. Ensimmäinen versio protokollasta julkaistiin vuonna 2001, minkä jälkeen ohjeistusta on päivitetty helpottaakseen yritysten laskentaa ja raportointia esimerkiksi sähköön ja energian hankintaan liittyviä päästöjä (GHG Protocol, n.d.). Kuvassa 3. on havainnollistettu, kuinka päästöt voidaan jaotella kolmeen eri laskentatasoon.



Muokattu. Alkuperäinen kuva Greenhouse Gas Protocol

Kuva 3. Päästölähteet (WWF, 2022).

Kuvassa 3 on esitettynä päästöjen eri laskentatasot ja esimerkkejä laskentatasoihin kuuluvista päästöistä. Eri laskentatasojen sisältö on erittäin tärkeä sisäistää organisaatiossa. On mahdollista, ja hyvin tyypillistäkin, että eri organisaatiot päällekkäin

raportoivat tiettyjä päästöjä tai päästövähennyksiä oman organisaationsa raportoinnissa. Niin kauan kuin päästöjen laskentaa käytetään johonkin muuhun kuin virallisiin ja kansallisiin raportteihin, ei kaksinkertaisella laskennalla ole suurta merkitystä (GHG Protocol, 2025, s. 32).

3.1 Suorat eli scope 1:n päästöt

Kuten aikaisemmassa kappaleessa mainitsin, päästöjen luokittelu perustuu lähinnä siihen, että organisaatioiden olisi helpompi raportoida ja organisaation omista toimista johtuvia päästöjä. Päästöt jaetaan kolmeen eri laskentatasoon eli scope-luokkaan. Yhdysvaltain ympäristön suojeluviraston (United States Environmental Protection Agency, U.S. EPA, n.d.) mukaan ensimmäisen laskentatason päästöt ovat suoria, organisaation kontrolloimista tai omistamista toimista syntyviä, päästöjä, kuten polttoaineiden palamisesta koituvat päästöt. Verkon rakentamisessa tällaisia päästöjä voivat olla esimerkiksi työkoneiden, kuten aggregaattien, kaivinkoneiden tai kaapelin vetokoneen, kuluttamasta polttoaineesta koituvat välittömät päästöt. On hyvä huomioida, että ensimmäiseen laskentatasoon ei huomioida polttoaineen valmistuksessa tai kuljetuksessa syntyviä päästöjä, vaan ainoastaan ne päästöt, jotka syntyvät polttoaineen palamisesta.

3.2 Epäsuorat eli scope 2:n päästöt

Toisen laskentatason päästöt ovat epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä, jotka johtuvat esimerkiksi organisaation ostamasta sähköstä tai lämmityksestä (U.S. EPA, n.d.). Tämän lisäksi käytettävät sähköiset työkoneet tuottavat epäsuoria päästöjä, koska ne eivät suoranaisesti polta fossiilista polttoainetta. Toisen laskentatason päästöihin kuuluu myös ostettujen palveluiden energiankulutus. Verkonrakennuksessa työmaaparakkien lämmitys on yksi merkittävimmistä epäsuorista päästölähteistä. Toisen laskentatason päästöt ovat täten huomattavasti haastavampia määrittää, koska esimerkiksi kulutetusta energiasta ei saada aina täysin tarkkaa tietoa eikä tuotetun sähkön tuotantomuoto ei ole aina tiedossa. Fossiilisesti tuotettu sähkö tuottaa huomattavasti enemmän toisen

laskentatason päästöjä, kuin esimerkiksi tuulivoimalla tuotettu sähkö. Sähkön tuotantomuodon lisäksi verkon häviöteholla on huomattava merkitys. Suurin osa jakeluverkon ja -muuntajien häviöistä syntyy niiden lämpenemisestä (Lakervi & Partanen, 2008, s. 35). Häviötehoa ei kuitenkaan lasketa toisen laskentatason päästöihin, vaan ne lasketaan sähköntuottajan kolmannen laskentatason päästöihin.

3.3 Muut epäsuorat eli scope 3:n päästöt

Kolmannen laskentatason päästöt eivät ole organisaation hallinnoimaa tai omistamaa toimintaa, vaan organisaatio vaikuttaa niihin välillisesti arvoketjussaan, mikä jaotellaan alkupäähän eli upstreamiin, ja loppupäähän eli downstreamiin (U.S. EPA, n.d.). Kuten kuvasta 3 voidaan havaita, kolmannen laskentatason upstream päästöihin kuuluvat esimerkiksi projekteille tehtyjen hankintojen logistiikasta syntyvät päästöt, aliurakoitsijoiden päästöt ja materiaalien tuotannosta syntyvät päästöt, kuten kaapelin valmistuksesta syntyvät päästöt. Kuvasta 3 voidaan havaita, että kolmannen laskentatason downstream päästöihin kuuluvat esimerkiksi puretut ja hävitettävät kaapelit sekä työmaalla syntyvä muu jäte.

4 Hiilijalanjäljen laskenta

Maapallon tulevaisuus on ajankohtainen aihe eri tieteenaloilla. Hyvin usein maapallon tulevaisuuden mittarina on ilmastonmuutos ja hiilijalanjälki. Kun puhutaan hiilijalanjäljestä, puhutaan yleisesti ihmisen tai yrityksen tuottamien tuotteiden, toiminnan tai palveluiden elinkaaren aikana vapautuvia kasvihuonekaasupäästöjen määrästä. Tuotteiden hiilijalanjälki lasketaan aina raaka-aineiden hankinnasta tuotteen hävittämiseen asti. Palveluiden hiilijalanjälkeä on haastavampi mitata, koska palvelut ei useinkaan sisällä konkreettista tai fyysistä tuotetta, jolle olisi helppo määrittää hiilijalanjälki. Palvelut sisältävätkin lähes aina suurimmaksi osaksi epäsuoria, kolmannen laskentatason, päästöjä, kuten palvelua tarjoavien henkilöiden työmatkat, laitteistojen valmistamisen ja pilvipalveluiden sähkönkulutuksen.

4.1 GWP ja GTP

Global Warming Potential (GWP) eli lämmityspotentiaali havainnollistaa tietyn kasvihuonekaasun aiheuttamaa säteilypakotevaikutusta suhteessa yhteen yksikköön hiilidioksidia CO_2 (GHG Protocol, 2024). Säteilypakotteella tarkoitetaan säteilyenergian epätasapainoa maapallon ilmakehässä (U.S. EPA, 2024). Toisin sanottuna sillä ilmaistaan kasvihuonekaasun lämmittävää tai viilentävää vaikutusta maapalloon. Jokainen kasvihuonekaasu aiheuttaa eri suuruisen säteilypakotteen ilmakehään, ja täten jokaisella kasvihuonekaasulla on oma lämmityspotentiaalikerroin.

Global Temperature Potential (GTP) kuvaa sitä, kuinka paljon jokin tietty kasvihuonekaasu muuttaa globaalia keskilämpötilaa valittuna ajankohtana verrattuna samaan määrään hiilidioksidia (IPCC, 2013, s. 58). Toisin kuin GWP, joka ottaa huomioon vaikutukset ajan yli, GTP antaa arvon tietylle ajan hetkelle tulevaisuudessa. Molemmat mittarit huomioivat säteilypakotteen ja kasvihuonekaasujen eliniän ilmakehässä. Taulukossa 1 on esitettynä kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC:n vuonna 2021 julkaisema taulukko, mistä nähdään tärkeimpien kasvihuonekaasujen GWP- ja GTP-arvot eri aikahorisonteilla.

Taulukko 1. Kasvihuonekaasujen GWP- ja GTP arvot eri aikahorisonteilla (mukaillen IPCC, 2021, s. 1017).

Kasvihuonekaasu	Elinikä (vuotta)	GWP-20	GWP-100	GWP-500	GTP-50	GTP-100
Hiilidioksidi (CO_2)	Useita	1	1 000	1 000	1 000	1 000
Metaani (CH_4)	11,8 ± 1,8	81 ± 26	28 ± 11	9 ± 4	12 ± 6	6 ± 3
Dityppioksidi (N_2O)	109 ± 10	273 ± 118	273 ± 130	130 ± 64	290 ± 140	233 ± 110
Fluorihiilivedyt (HFC)	9,7 ± 2,0	3 419 ± 1 001	1 149 ± 435	328 ± 130	457 ± 247	224 ± 85
Freonit (CFC)	52,0 ± 10,4	8 321 ± 2 419	6 266 ± 2 297	2 093 ± 865	6 351 ± 2 342	3 536 ± 1 511
Hiilitetrafluoridi (PFC-14)	50 000	5 301 ± 1 395	7 380 ± 2 430	10 587 ± 3 692	7 660 ± 2 464	9 055 ± 3 128

Hiilidioksidin elinikää ilmakehässä ei voida määrittää yhdellä tarkalla eliniällä, sillä hiilidioksidi ei varsinaisesti häviä, vaan kiertää eri osien – ilmakehän, merten ja maaperän – välillä (U.S. EPA, 2025). Taulukosta voidaan havaita, että lyhytikäiset kaasut, kuten metaani ja fluorihiilivedyt, ovat lyhyellä aikavälillä voimakkaita, mutta pitkällä aikavälillä heikkenevät voimakkaasti ilmakehässä. Toisaalta pitkäikäisen kaasun, kuten hiilitetrafluoridin, vaikutus ilmakehässä vahvistuu pitkällä aikavälillä. Taulukon arvot eivät ole täysin aukottomia, koska ne sisältävät aikahaarukoita, mikä heijastaa kaasujen lämmitysvaikutuksen ja lämpötilavaikutuksen arvioinnin vaikeutta. Taulukon arvoista voidaan havaita, että lyhyen aikavälin toimet, kuten metaanipäästöjen vähentäminen, voivat hillitä ilmaston lämpenemistä nopeastikin, kun taas pitkäaikaisten kaasujen osalta tarvitaan globaaleja sopimuksia ilmaston lämpenemisen hillitsemiseksi.

Kunkin kasvihuonekaasun kasvihuonekaasupäästöt voidaan laskea päästöjen määrä (kg) kerrottuna kyseisen kasvihuonekaasun globaalilla lämmityspotentiaalilla tai globaalilla lämpötilanmuutospotentiaalilla, jotka molemmat mahdollistavat päästöjen vertailun hiilidioksidiekvivalentteina (kg CO_2-ekv), mikä on kansainvälinen mittayksikkö, jota käytetään mittaamaan kasvihuonekaasun lämmityspotentiaali hiilidioksidiyksikön perusteella (GHG Protocol, 2025, s. 97–99; IPCC, 2021, s. 220).

4.2 Sähköverkon rakentamisen päästölähteet ja elinkaariarviointi (LCA)

Puhuttaessa yleisesti sähköverkon rakentamisesta, oli sitten kyse pienen keskijännitelinjan uusimisesta, pitkän voimalinjan rakentamisesta tai uuden sähköaseman rakentamisesta, suurin osa päästöistä syntyy käytettävistä materiaaleista sekä työmaalla käytettävistä työkoneista ja ajoneuvoista. Kuitenkin päästöjen määrä, sekä niiden lähde riippuu projektin luonteesta; kaapeloinnissa työkoneiden kuluttaman polttoaineen määrä suhteessa suurempi, kun taas avojohdossa teräspylväät näyttelevät suurta roolia päästöjen määrässä. Taulukossa 2 on esitetty merkittävimmät päästölähteet sähköverkon rakentamisessa.

Taulukko 2. Merkittävimpien päästölähteiden päästökertoimet sähköverkon rakentamisessa (mukaillen SYKE, 2025; Pohjalainen, 2018, s. 29)

Päästölähde	Tyyppi/käyttökohde	Päästökerroin (kg CO_2e/yksikkö)	Yksikkö
Metallit (alumiini ja kupari)	Kaapelit ja johtimet	2,6-4,2	kg CO_2e / kg
Muovit	PE/PVC - eristeet ja suojaputket	2,25-3,00	kg CO_2e / kg
Betoni	Perustukset	0,24	kg CO_2e / kg
Polttoaineet	Työkoneet ja työmatkat	2,97-3,3	kg CO_2e / l
Teräs	Pylväät	2,7	kg CO_2e / kg

Pohjalaisen (2018) mukaan harustetun 110 kV pylvään perustukset, haruslaatat ja elementit huomioiden, painavat jopa yli 6900 kg, jolloin yhden pylvään perustuksen hiilidioksidipäästöt ovat arviolta 1660 kg CO_2-ekv, kun taas harustetun 110 kV pylväs painaa 2200 kg, jolloin pylvään hiilidioksidipäästöt ovat arviolta 5940 kg CO_2-ekv (Pohjalainen, 2018, s. 29). Vaikka maakaapeloinnissa betonia käytetään huomattavasti vähemmän, näyttelee kaapelin johtimen materiaali, alumiini tai kupari, suurta roolia hankkeen päästölähteiden osalta. Kuitenkin kierrätetyn kuparin hiilijalanjälki on jopa 90 % pienempi, mitä malmista rikastamalla, ja täten suosimalla kierrätettyä kuparia johdinmateriaalina, voisi laskea hankkeiden hiilijalanjälkeä merkittävästi (Boliden, 2021, s. 14).

Life Cycle Assesment (LCA) eli elinkaariarviointi on standardoitu työkalu, joka auttaa päätöksenteossa esimerkiksi tuotekehityksessä ja strategisessa suunnittelussa (SFS Suomen Standardit ry, 2021). Elinkaariarvioinnilla pyritään kartoittamaan materiaalien, esimerkiksi kaapelin, pitkän valmistusketjun aikana syntyvä suurin haitta ympäristölle. Tarkastelussa ei ole tällöin pelkästään syntyneet hiilidioksidipäästöt, vaan huomioon otetaan myös esimerkiksi vesien rehevöityminen ja valmistuksessa syntyvät jätteet. Sähköverkon rakentamisessa LCA:lla voidaan analysoida kriittisesti korkean päästökertoimen omaavien materiaalien, kuten kuparin ja teräksen, valmistusvaiheen päästöjä sekä verrata niitä työmaatoiminnoista syntyviin polttoaineen palamisesta koituviin päästöihin. Näin vältetään keskittymästä pelkästään työmaalla syntyviin päästöihin, kun suurin osa päästöistä syntyykin jo materiaalien toimitusketjussa. Globaalisti yritykset käyttävät elinkaariarviointia nimenomaan tunnistamaan prosessien vaiheet, joissa syntyy eniten päästöjä. LCA:n avulla yritykset voivat tarkastella toimitusketjuja ympäristövaikutusten näkökulmasta, sekä auttaa yrityksiä ympäristöraportoinnissa.

Zhang ja muut (2023) tutkivat kahden eri 110 kilovoltin maakaapelin hiilijalanjälkeä LCA:n cradle-to-grave laskentatavalla, jolloin hiilijalanjälkeä laskettaessa tarkasteluun otetaan huomioon raaka-aineiden hankinnasta lähtien kaikki toimenpiteet elinkaaren loppuun, kierrätykseen ja jätteenkäsittelyyn. Tutkittavina kaapeleina heillä oli ZC-PLW03-Z 64/110 1x800, missä eristemateriaali oli polypropeenia (PP), ja ZC-YJLW03-Z 64/110 1x800, missä eristemateriaali oli ristisilloitettua polyeteeniä (XLPE). Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla kahden eri eristemateriaalin vaikutusta kaapelin hiilijalanjälkeen. Lopputuloksena he arvioivat PP-eristeisen kaapelin tuottavan 90 celsiusasteen käyttölämpötilassa 100 % käyttöasteella 30 vuoden ajan noin 7671 tonnia CO_2-ekv/km, kun taas samalla käyttöasteella, lämpötilalla ja käyttöiällä XLPE-eristeinen kaapeli tuottaa 9156 tonnia CO_2-ekv/km (Zhang ja muut, 2023). Heidän tutkimuksestaan voidaan päätellä, että kaapelissa käytettävän eristeen vaihtamisella voidaan pienentää kaapelin hiilijalanjälkeä huomattavasti. Toisekseen huomataan, että kaapelin käyttöaste oli koko tutkimuksen ajan 100 prosenttisella kuormalla, mikä harvoin toteutuu

käytännössä. Tutkimuksessa kaapelin käyttöiäksi oli asetettu 30 vuotta, vaikka Alghamdi ja Desuqi (2020) arvioivat työssään XLPE-eristeisen kaapelin käyttöiäksi jopa 60 vuotta (Alghamdi & Desuqi, 2020). Zhangin ja muiden (2023) tutkimuksen taulukon 4 mukaan käytön aikaiset hiilidioksidipäästöt muodostavat suurimman osan kaapelin hiilijalanjäljestä kokonaisuudessaan, joten käyttöikää nostamalla hiilidioksidipäästöt vuotuisella tasolla ei juurikaan muuttuisi. Tämän lisäksi käyttöikää nostamalla kaapelin vikataajuus luonnollisesti kasvaa, ja täten huomioon korjaus- tai huoltotoimenpiteistä johtuvia päästöjä ei ole otettu huomioon.

4.3 Standardit ja lainsäädäntö

4.3.1 GHG Protocol

GHG Protocol on maailmanlaajuisesti käytetyin viitekehys kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiseen, hallintaan ja raportointiin. Protokollan ovat kehittäneet WRI ja WBCSD, ja se toimii perustana monille kansainvälisille ilmastoraportoinnin standardeille – mukaan lukien ISO 14064 -sarjalle. GHG Protocolia käyttivät 97 %:a S&P 500-indeksiin kuuluvista yrityksistä raportoidessaan kansainväliselle voittoa tavoittelemattomalle järjestölle CDP:lle (Carbon Disclosure Project), joka auttaa muun muassa yrityksiä raportoimaan omista ympäristövaikutuksistaan (GHG Protocol, 2025). Tämä kuvastaa GHG-protokollan olevan erittäin tunnettu ja käytetty standardi ilmastoraportoinnissa. GHG Protokolla tarjoaa nettisivustoillaan muun muassa useita eri standardeja ja ohjeistuksia, päästöjen laskentatyökalun ja nettioppimateriaaleja.

4.3.2 ISO 14064

ISO 14064 on kansainvälinen standardisarja, joka käsittelee kasvihuonekaasupäästöjen mittaamista, raportointia ja todentamista. Standardisarjan kaksi ensimmäistä osaa ovat erityisen merkityksellisiä sähköverkon rakentamisen ympäristövaikutusten arvioinnissa. Näitä ovat ISO 14064-1, joka soveltuu organisaatiotasoiseen päästölaskentaan, sekä ISO 14064-2, joka on tarkoitettu yksittäisten hankkeiden tai projektien päästövaikutusten

arviointiin ja vähennystoimien todentamiseen (Suomen Standardoimisliitto SFS ry, 2018; Suomen Standardoimisliitto SFS ry, 20198).

Organisaatiotasolla ISO 14064-1 tarjoaa työkalut päästöjen ja päästövähennysten raportointiin, laskentaan ja määrittämiseen. Standardissa huomioidaan suorat (Scope 1), epäsuorat (Scope 2) ja muut epäsuorat päästöt (Scope 3), mikä mahdollistaa kokonaisvaltaisen tarkastelun myös sähköverkonrakentamisen päästöjen arvoketjussa. Standardi sisältää esimerkiksi työmaakoneiden polttoainekulutuksen, urakoitsijoiden toiminnot, materiaalien valmistuksen ja sähkönkulutuksen rakentamisen aikana. ISO 14064-1 korostaa myös laadunhallintaa, dokumentaation merkitystä sekä epävarmuuksien arviointia laskennassa (Suomen Standardoimisliitto SFS ry, 2018).

Projektitasolla ISO 14064-2 tarjoaa kehyksen yksittäisten rakennus- ja investointihankkeiden päästövaikutusten arvioimiseksi. Standardi ohjeistaa, kuinka lasketaan hankekohtaiset päästövähennykset suhteessa vertailuskenaarioon, joka voi olla esimerkiksi perinteinen rakennusratkaisu. Sähköverkon rakentamisen kontekstissa tämä tarkoittaa esimerkiksi maakaapeloinnin ja ilmajohtojen päästövaikutusten vertailua tai uusiutuvien materiaalien käyttöön siirtymistä. ISO 14064-2 mahdollistaa myös kolmannen osapuolen suorittaman todentamisen, mikä parantaa läpinäkyvyyttä esimerkiksi julkisten investointien yhteydessä (Suomen Standardoimisliitto SFS ry, 2019).

Standardien käyttö tukee sähköverkon rakentamisen ympäristövaikutusten systemaattista arviointia ja parantaa vertailtavuutta eri hankkeiden välillä. ISO 14064 -standardit voivat myös tukea EU:n taksonomia-asetuksen sekä vastuullisuusraportointidirektiivin vaatimusten täyttämistä erityisesti silloin, kun elinkaariperusteinen päästölaskenta on tarpeen.

4.3.3 EU-tason sääntely päästöjen hallinnassa

Sähköverkon rakentaminen on osa kriittistä infrastruktuuria, jonka suunnitteluun ja toteutukseen liittyy entistä enemmän sääntelyä ilmastovaikutusten näkökulmasta. Euroopan unionin säädökset ohjaavat rakentamisen päästöjen luokittelua, vähentämistä

ja raportointia useista eri näkökulmista. Tärkeimpiä näistä ovat EU:n taksonomia-asetus ja vastuullisuusraportointia koskeva direktiivi Corporate Sustainability Reporting Firective (CSRD).

EU:n taksonomia-asetus 2020/852 määrittelee ympäristön kannalta kestävän taloudellisen toiminnan kriteerit. Sähköverkon rakentaminen voi sisältyä ympäristöystävällisiin investointeihin, mikäli hankkeet täyttävät asetuksen mukaiset tekniset seulontakriteerit eivätkä aiheuta merkittävää haittaa muille ympäristötavoitteille (Euroopan unioni, 2020). Näihin kriteereihin sisältyy myös elinkaariperusteinen päästölaskenta, jonka toteutuksessa voidaan hyödyntää esimerkiksi ISO 14064-1 -standardia (Suomen Standardoimisliitto SFS ry, 2018).

CSRD – direktiivi laajentaa yritysten vastuullisuusraportointivelvoitteita, ja se edellyttää muun muassa kasvihuonekaasupäästöjen raportointia kaikkien laskentatasojen mukaisesti. CSRD – direktiivi 2022/2464 on uusi EU:n kestävyysraportointia koskeva säädös, mikä laajentaa yritysten raportointivelvoitteita, ja edellyttää muun muassa kasvihuonekaasupäästöjen raportointia kaikkien laskentatasojen mukaisesti (Euroopan unioni, 2022). CSRD – direktiivin mukaiset raportoinnit alkavat vaiheittain 2024 vuoden tilikaudesta lähtien suurten yritysten johdolla. EU:n 2013/34 direktiivin mukaan suuriin yrityksiin luetellaan sellaiset yritykset, jotka täyttävät vähintään kaksi seuraavista kolmesta kriteeristä; taseen loppusumma oltava vähintään 20 miljoonaa euroa, nettoliikevaihdon oltava vähintään 40 miljoonaa euroa ja keskimääräisesti työntekijöitä oltava tilikauden aikana vähintään 250 (Euroopan unioni, 2013). Pienet ja keskisuuret yritykset ovat raportointivelvollisia vuoden 2026 tilikaudesta lähtien (Euroopan unioni, 2022). Keskisuuriin yrityksiin luetellaan ne yritykset, joilla ei täyty vähintään kaksi kolmesta raja-arvosta, mitkä määrittelevät suuren yrityksen. Pieniin yrityksiin luetellaan ne yritykset, jotka eivät täytä kahta kolmesta seuraavasta kriteeristä; taseen loppusumma 4 miljoonaa euroa, liikevaihto 8 miljoonaa euroa ja työntekijöitä tilikauden aikana keskimäärin 50 (Euroopan unioni, 2013). CSRD – direktiivi vaikuttaa erityisesti sähköverkkoyhtiöihin ja pääurakoitsijoihin, joiden on pystyttävä osoittamaan toimitusketjunsa ympäristövaikutukset luotettavasti.

Euroopan parlamentin asetus 2018/842 edistää Pariisin ilmastosopimuksen mukaisia ilmastotoimia sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä jäsenvaltioissa vuosina 2021–2030 (Euroopan unioni, 2018). Asetus kohdistuu rakennussektoriin ja muihin päästökaupan ulkopuolisiin toimintoihin, ja se asettaa jäsenvaltioille sitovat päästövähennystavoitteet, joiden saavuttaminen voi käytännössä tarkoittaa tiukempaa ohjausta rakennusmenetelmien ja käytettyjen materiaalien päästöjen suhteen. Vaikka asetuksessa ei oteta suoraan kantaa sähköverkon rakentamiseen, vaikuttaa se esimerkiksi energiainfrastruktuurin kehittämiseen, jolloin sähköverkkoinvestoinnit tulee osaksi ratkaisuja. Tämän lisäksi asetuksen ulottuessa vuodelle 2030 asti, antaa se ennustettavan viitekehyksen kehityssuunnalle kohti EU:n 2050 luvun hiilineutraaliustavoitetta.

Euroopan komission (Euroopan unioni, 2021) tiedonannossa käsitellään erityisesti niitä infrastruktuurihankkeita ohjelmakaudella 2021–2027, jotka ovat saaneet tai saavat rahoitusta Euroopan Unionilta suoraan tai rahastojen kautta. Ohjeistuksen mukaan hankkeiden tulee osoittaa, että ne ovat ilmastokestävyyden ja hiilineutraaliustavoitteiden mukaisia koko elinkaarensa ajan. Tämä sisältää muun muassa päästölaskentaa, riskiarviointia ja ilmastoriskien sopeuttamistoimia (Euroopan unioni, 2021).

4.3.4 Sähköverkonrakentamista määräävät lait Suomessa

Sähköverkon rakentaminen on Suomessa monitasoisesti säänneltyä toimintaa, jota ohjaavat ja rajoittavat useat lait, kuten maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999), sähkömarkkinalaki (588/2013), luonnonsuojelulaki (9/2013), vesilaki (587/2011) sekä ympäristövaikutusten arviointimenettelyä koskeva YVA-laki (252/2017) Lait asettavat vaatimuksia, rajoituksia ja menettelyjä, jotka voivat vaikuttaa hankkeen lupaprosesseihin, aikatauluun ja kustannuksiin. Esimerkiksi Suomen lainsäädännön YVA-lain (252/2017) liitteessä 1 on määritelty, että yli 15 kilometrin pituisen yli 220 kilovoltin voimajohtohankkeiden ympäristövaikutukset tulee selvittää ympäristövaikutusten arviointimenettelyllä (Finlex, 2017). Menettelyllä tarkoitetaan prosessia, jossa tunnistetaan, arvioidaan ja kuvataan hankkeen todennäköisesti merkittävät

ympäristövaikutukset sekä kuullaan viranomaisia, asianosaisia ja vaikutusalueen yhteisöjä (Finlex, 2017).

Maankäyttö- ja rakennuslaki ohjaa maankäyttöä ja rakentamista kokonaisvaltaisesti, varmistaen, että sähköverkon rakentaminen sopii alueen kaavoitukseen ja minimoi haitat ympäristölle sekä maanomistajille. Laki edellyttää esimerkiksi sähköasemien rakentamisessa rakennuslupaa pykälän 125 mukaisesti, mikä varmistaa, että rakentaminen on kaavoituksen mukaista, ja että se minimoi haitat maanomistajille (132/1999). Lisäksi lain pykälän 161 mukaan, se rajoittaa johtojen sijoittamista toisen alueelle ilman sopimusta tai lunastusta.

Sähkömarkkinalaki (588/2013) puolestaan myöntää jakeluverkon haltijoille yksinoikeuden alle 110 kV:n verkkojen rakentamiseen omalla vastuualueellaan, kun taas yli 110 kV:n verkon rakentaminen vaatii hankeluvat Energiavirastolta (Finlex, 2013). Tämä rajoittaa kilpailua, mutta varmistaa samalla verkon tehokkaan kehittämisen.

Luonnonsuojelulaki (9/2013) suojelee luontoa ja lajeja rajoittaen rakentamista suojelluilla alueille sekä vaatii rakentamisen vaikutusten arviointia. Tämä voi vaikeuttaa sähköverkon rakentamista ympäristöherkillä alueilla merkittävästi. Esimerkiksi Natura 2000 -alueilla hanke voi heikentää suojeltuja ympäristöjä, jolloin hankkeen toteuttajan tai suunnittelijan arvioitava asianmukaisesti, miten hankkeen toteutuminen vaikuttaa heikentävästi alueen suojelutavoitteisiin. Tämän lisäksi momentin 70 mukaan rauhoitettujen eläinlajien häirintä, erityisesti pesimäkauden aikaan, tärkeillä muuton aikaisilla levähdysalueilla on kielletty (9/2023). Pääsääntöisesti lintujen pesimäkausi Suomessa on huhtikuusta heinäkuuhun, joten tämä vaikuttaa huomattavasti työskentelyyn rauhoitettujen lintujen osalta. Pahimmassa tapauksessa suunniteltu reitti joudutaan vaihtamaan sellaiseksi, että se ei vaikuta uhanalaisten lajien pesintään. Ensimmäisessä momentissa on määritelty lain tavoitteet, missä mainitaan esimerkiksi luonnonvarojen ja -ympäristön kestävä käyttö. Tämä tukee uusiutuvan energian hankkeita, mutta voi myös vaatia ekologisia kompensaatioita, kuten heikennettyjen

elinolosuhteiden parantamista heikennetyn elinalueen ulkopuolella. Sähköverkon rakentamiseen liittyvät haasteet ympäristöön liittyen ilmenee usein valvontavirastojen tai muiden tahojen tekemistä valituksista, joiden vuoksi hankkeen toteutus voi viivästyä kokonaan tai osittain jopa vuosia. Kaiken kaikkiaan luonnonsuojelulaki varmistaa myös sähköverkon suunnittelussa tai sitä rakennettaessa ympäristön suojelun.

Vesilain (587/2011) tarkoituksena on edistää, järjestää ja ohjata vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä sekä suojelua siten, että vesivarat ja vesiympäristö säilyvät kestävällä tavalla hyötykäytössä, samalla turvaten veden monimuotoisuuden ja ehkäistä haittoja ihmiselle ja ympäristölle (Finlex, 2011). Vesilain luvun 3 pykälän 2 mukaan sähköverkon rakentamiseen, erityisesti vesistökaapelointiin tai vesistön ylittäviin ilmajohtoihin, liittyen, laki määrittelee hankkeiden luvanvaraisuuden siinä tapauksessa, mikäli hanke voi muuttaa veden korkeutta, virtaamaa, syvyyttä, rantaa tai aiheuttaa haittaa veden käytölle tai ympäristölle (Finlex, 2011). Kuitenkin johtoasennukset vesistöjen alitse ilman varsinaista lupaa on mahdollisia, mikäli hanke täyttää rajoitetun vähäisen haitan kriteerit vesilain luvun 2 pykälän 5 a mukaisesti.

5 Sähköverkon rakentamisen ympäristövaikutukset

Rakentamisen ympäristövaikutukset ovat entistä kriittisemmässä tarkkailussa, koska ne ulottuvat ilmastovaikutuksista suoriin luonto- ja maisemavaikutuksiin. Sähköverkon, mukaan lukien voimajohtojen ja sähköasemien, rakentaminen on luonteeltaan laaja infrastruktuurihanke sekä ajallisesti, että pinta-alallisesti.

5.1 Keskeiset ympäristövaikutukset

Sähköverkkoa rakennettaessa nykypäivänä on otettava entistä laajemmin huomioon se, mitkä ovat sen kokonaisvaikutukset ympäristöön ja luonnon monimuotoisuuteen. Näihin toimenpiteisiin käytetään muun muassa ympäristövaikutusten arviontimenettelyä, mikä auttaa valitsemaan ihmisille ja luonnolle sopivimman tavan suorittaa tarvittavat sähköverkon rakennustyöt. Fingrid lehdessä (2019) mainitaan, että voimajohtoa rakennettaessa YVA:n avulla ei pelkästään huomioida rakenteilla olevia kokonaisuuksia, vaan myös jatkosuunnitelmia tehdessä huomioidaan muun muassa yksityishenkilön pihalta näkyvät maisemat (Fingridlehti, 2019).

Fingridin maankäyttö- ja ympäristöpolitiikan (2024) mukaan kantaverkon rakentaminen aiheuttaa metsäpoistumaa ja muuttaa maankäyttöä, mutta samalla se mahdollistaa puhtaan sähköjärjestelmän kehittämistä ja Suomen hiilineutraaliustavotteiden saavuttamista. Politiikan mukaan uutta verkkoa suunnitellessa Fingrid käyttää mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi jo olevaa verkkoa vähentäen täten myös uusia maisema- ja ympäristövaikutuksia. Tämän lisäksi jo olemassa olevan kantaverkon käyttöasetetta nostamalla voidaan vähentää uuden verkon rakentamista sekä suuret tuotanto- ja kulutuskohteet pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle toisiaan, mikä vähentäisi täten metsäpoistumaa. Politiikan mukaan Fingrid välttää ja lieventää kantaverkon rakentamisesta johtuvia ympäristövaikutuksia lieventämishierarkian mukaisesti. Yksi toimenpide, millä voi pyrkiä minimoimaan verkon rakentamisesta koituvia ympäristövaikutuksia on kierrättää jätteet tehokkaasti ja pyrkiä mahdollisuuksien mukaan käyttämään kierrätettyjä materiaaleja. Fingridin maankäyttö-

ja ympäristöpolitiikan (2024) mukaan toistaiseksi Fingrid käyttää suurimmaksi osaksi neitseellisiä materiaaleja, koska kaikki uusiomateriaalit eivät täytä puhtausvaatimuksia.

Kumulatiiviset vaikutukset ovat erityisen merkittäviä sähköverkon rakentamisessa ja kehittämisessä. Näillä tarkoitetaan Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessmentin (GLVIA, 2013) ohjeistuksen mukaan tilanteita, jossa useiden infrastruktuurihankkeiden yhteisvaikutukset muodostavat maisemaan ja visuaaliseen kokemukseen suuremman muutoksen kuin yksittäinen hanke erikseen tarkasteltuna. Käytännössä sähköverkkoa rakennettaessa kumulatiiviset vaikutukset esiintyvät tapauksessa, jossa esimerkiksi käytössä olevan voimajohdon viereen rakennetaan uusi linja. Tällöin maiseman ei teknisesti muutu enää koskemattomasta luontomaisemasta koskemattomaan, vaan mahdollisesti johtoaukea riittää sellaisenaan toisen linjan rakentamiselle, tai vaihtoehtoisesti johtoaukeaa joudutaan leventämään vain vähän verrattuna täysin uuden johtoaukean raivaamiseen. Kumulatiivisten vaikutusten arviointi on tärkeää, koska joidenkin alueiden maisemallinen sietokyky on rajallinen. Tällaisille alueille investoidessa tulisi ohjata rakentaminen alueille, joissa johto- ja asemarakenteet voidaan yhdistää kokonaan tai osittain olemassa olevaan infrastruktuuriin.

5.2 Maankäyttö ja maisemavaikutukset

Sähköverkon rakentamisen pysyvimmät, ja usein myös eniten julkisuutta herättävät vaikutukset, liittyvät maankäyttöön ja rakentamisesta koituvaan maisemakuvaan. Sähkönsiirron turvallisuuden ja käytettävyyden takaamiseksi sähköverkon rakentaminen asettaa maankäytölle pysyviä rajoituksia jopa 46 metrin leveydeltä voimalinjan kohdalle (Energiateollisuus ry, 2025). Maankäytölliset rajoitukset vaikuttavat täten suoraan maatalouteen lisääntyvien pylväiden haitatessa viljelyä pelloilla. Tämän lisäksi johtoalueilla metsätaloutta voi harjoittaa rajoitetusti, mutta johtoaluetta on kuitenkin usein turvallista käyttää esimerkiksi retkeilyyn, kelkkailuun tai marjastamiseen.

Sähköverkon rakentamisen maisemavaikutusten arviointi on tärkeä osa ympäristövaikutusten kokonaisarviointia. Kansainvälisesti tunnetussa, Landscape

Instituten ja Institute of Environmental Management and Assessmentin tekemässä ohjeistuksessa maisema- ja visuaalivaikutusten arvioinnista, pyritään tunnistamaan ja arvioimaan, miten erilaiset hankkeet muuttavat maisemaa ja ihmisten visuaalista kokemusta. Ohjeistuksen mukaan arvioinnin tavoitteena on selvittää merkittävät ympäristövaikutukset sekä positiiviset, että negatiiviset, suorat ja epäsuorat, lyhyt- ja pitkäkestoiset sekä palautuvat ja pysyvät vaikutukset. Verkon uusiminen ja vahvistaminen on aika ajoin välttämätöntä. Verkon kehittämisellä on lukuisia positiivisia vaikutuksia, kuten sen luotettavuuden ja energiatehokkuuden parantuminen. Rakentamalla uutta verkkoa, mahdollistaa se uusiutuvan energian liittämisen verkkoon, mikä edistää hiilineutraaliutta vähentäen fossiilisten energianlähteiden tarvetta ja päästöjä laajemmassa mittakaavassa. Tämän lisäksi uudet voimajohtoaukeat vaikuttavat positiivisesti luonnon biodiversiteettiin tarjoten korvaavia elinympäristöä pölyttäjille, mikäli johtoaukea hoidetaan oikein. Toisaalta uudet voimajohdot ja niitä varten raivatut johtoaukeat muuttavat selkeästi maisemaa heikentäen maiseman eheyttä ja mahdollisesti alueen kulttuuriarvoa. Vaikka voimajohtoaukeat tarjoavat toisille lajeille uuden elinympäristön, se heikentää tai jopa hävittää sen täysin toisilta lajeilta. Jo rakentamisen aikana aiheutuvat paikalliset häiriöt, kuten melu, tärinä ja pöly, voivat heikentää alueen kiinnostavuutta ihmisten keskuudessa. Tämä on suora, mutta yleensä melkein täysin palautuva vaikutus ympäristöön.

6 Kyselytutkimus verkkoyhtiöille

Tässä kappaleessa käydään lävitse tutkimuksessa käytettyä kyselytutkimusta osana diplomityötä. Tämän lisäksi tässä käydään lävitse, kuinka tutkimusaineisto on kerätty, ja mistä aineisto on kerätty sekä kuinka kyselytutkimus on toteutettu. Lopuksi käydään kyselytutkimuksen tulokset lävitse, ja tehdään niistä johtopäätökset vastausten perusteella.

6.1 Kyselytutkimuksen toteutus

Kuten Vilkka (2025) mainitsee, kvantitatiivisessa tutkimusmenetelmässä tietoja käsitellään numeerisesti, minkä jälkeen tutkimuksessa saadut numeeriset lopputulokset muutetaan sanalliseen muotoon. Kyselytutkimus on toimiva tapa toteuttaa tutkimus, mikäli vastaajat ovat hajallaan tai vastaajia on paljon. Tämän työn tutkimuksessa vastaajia ei määrällisesti ole kovin paljon, mutta vastaajat ovat hajallaan aina pääkaupunkiseudulta Lappiin asti. Koska työn toteutumisen aikataulu on melko lyhyt, on kyselytutkimukseen asetettava viimeinen vastauspäivä, minkä jälkeen vastauksia ei huomioida. Mikäli tutkijalla on aikaa ja resursseja, on mahdollista toteuttaa uusintakysely, mikä pitkittää tutkimuksen analysointia.

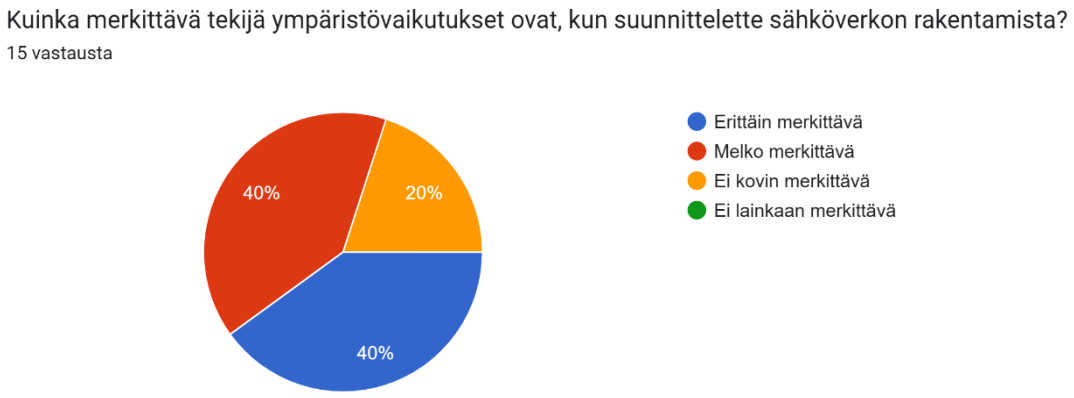
Kysely on suunnattu 24 eri verkkoyhtiöin asiantuntijoille, ketkä vastaavat verkkoyhtiöiden rakennusprojektien suunnittelusta, hankinnoista ja ympäristöasioista. Kysymykset ovat lähetetty sähköpostitse hyödyntäen Google Forms – kyselylomakeohjelmaa. Kysymykset koostuvat valintakysymyksistä ja avoimista kysymyksistä, joiden avulla pyritään saamaan mahdollisimman kattava ja monipuolinen kuva nykytilasta sekä kehittämistarpeista. Saatuja vastauksia hyödynnetään analysoitaessa sähköverkon rakentamisen päästöjen hallinnan nykykäytäntöjä sekä keinoja vaikuttavuuden parantamiseen tulevaisuudessa.

Ilmastonmuutoksen torjunta ja kestävän kehityksen periaatteiden noudattaminen ovat nousseet yhä merkittävämmiksi tavoitteiksi myös energiainfrastruktuurin suunnittelussa

ja toteutuksessa. Kyselytutkimuksen tavoite oli selvittää, kuinka merkittävässä roolissa ympäristönäkökohdat ovat verkkoyhtiöiden päätöksenteossa ja käytännön projektien toteutuksessa. Kyselyssä kartoitetaan muun muassa, miten ympäristövaikutukset huomioidaan sähköverkon rakentamisen suunnittelussa, urakoitsijan valinnassa ja kilpailutuksessa sekä toteutuneiden hankkeiden seurannassa. Lisäksi kyselytutkimuksessa selvitetään, millaisia odotuksia verkkoyhtiöillä on urakoitsijoiden suuntaan ympäristöasioiden osalta ja, mitkä koetaan suurimmiksi esteiksi päästöjen vähentämisessä.

6.2 Tulosten analysointi

Kyselytutkimuksen vastausprosentti oli n. 63 %. Monivalintakysymysten vastaukset käsittelen kokonaisuudessaan, mutta avoimien kysymysten vastauksista poimin analysoitavaksi vain kaikkein tärkeimmät. Kyselytutkimuksen kysymykset löytyvät liitteestä 1. Kuvassa 4 näkyy kyselytutkimuksen kysymyksen 1 vastaukset.

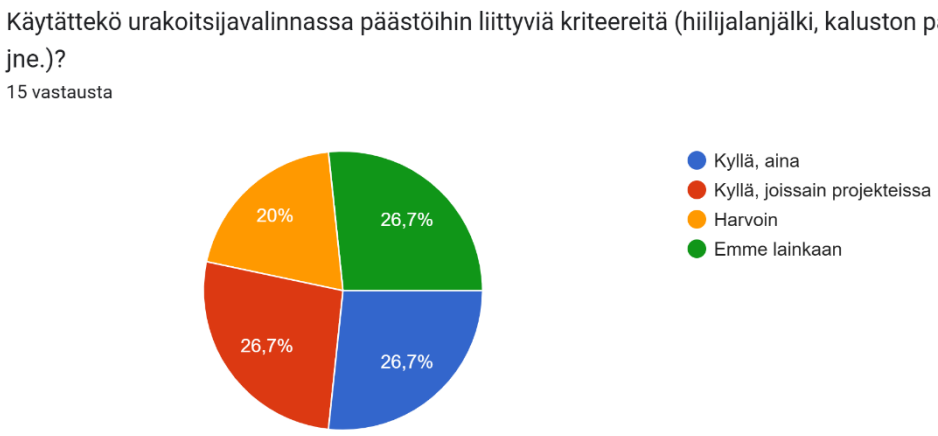


Kuva 4. Kyselytutkimuksen kysymyksen 1. vastaukset.

Kuten kuvasta 4 voidaan havaita, ympäristöarvojen merkitys sähköverkon rakentamisessa on murrosvaiheessa. Joidenkin vastaajien mielestä ympäristöarvot ovat tärkeässä roolissa, kun suunnitellaan tulevaa verkon rakennusta, kun taas joidenkin vastaajien mielestä vähempikin ympäristöarvojen painottaminen riittäisi. Kuitenkin

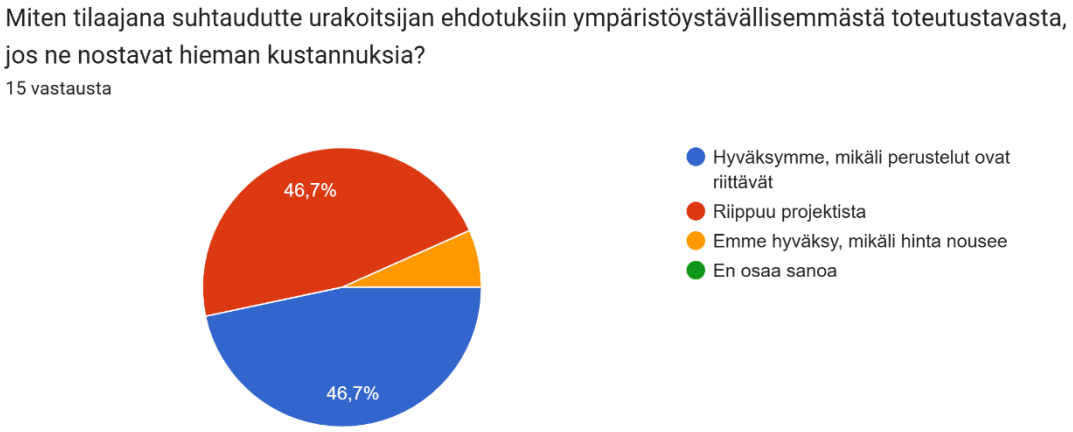
suurin osa vastaajista arvioi ympäristötekijät vähintään melko merkittäväksi, ja useat pitivät ympäristöarvoja erittäin merkittävinä sähköverkon rakentamisessa. Tästä voidaan havaita, että ympäristöasiat eivät ole enää marginaalinen osa suunnittelua ja toteutusta, vaan ympäristöaspektit tuodaan esille jo tarjouskilpailutus vaiheessa.

Urakoitsijavalinnassa ympäristökriteerien käyttö on jo osin vakiintunutta, mutta ei vielä täysin systemaattista. Kuvassa 5 on esitetty vastaukset kyselytutkimuksen kysymykseen 2.



Kuva 5. Kyselytutkimuksen kysymyksen 2 vastaukset.

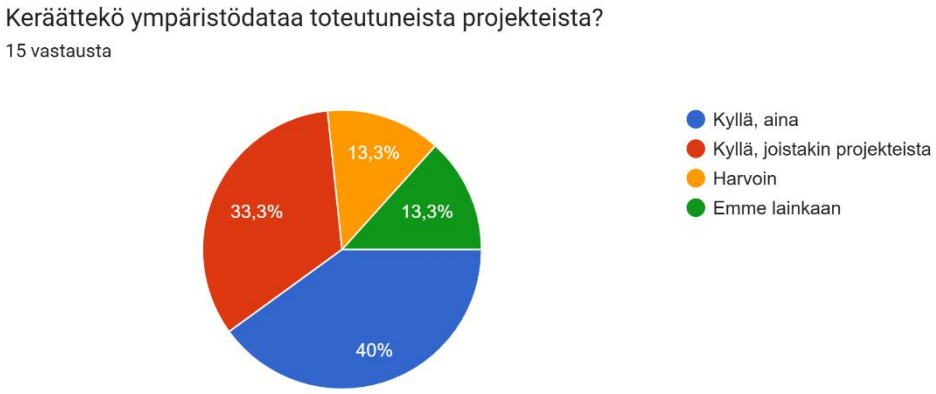
Kuvasta 5 voidaan havaita, että kysymys, joka koski urakoitsijavalinnassa käytettyjä päästöihin liittyviä kriteerejä, oli kyselytutkimuksen yksi tasaisimmin jakautunut vastausten hajonnan näkökulmasta. Tämä korostaa sitä, että hinnan ja teknisten vaatimusten rinnalla ympäristöarvojen painoarvo ei ole vielä yhtenäinen. Toisin kuin urakoitsijavalinnassa käytettävät päästökriteerit, urakoitsijan esittämät ympäristöystävällisemmät toteutustavat tilaaja hyväksyy kyselytutkimuksen mukaan useammin. Tämä voidaan havaita kuvasta 6.



Kuva 6. Kyselytutkimuksen kysymyksen 4 vastaukset.

Kuvasta 6 nähdään, että useampi vastaaja vastasi, että riippuu projektista, mikäli ympäristöystävällisempi ratkaisutapa nostaa hintaa. Tämä jättää tulkinnanvaraa sille, millaisessa projektissa ympäristöystävällisempi tapa hyväksytään, ja milloin ei.

Jo toteutuneista projekteista suurin osa kerää ympäristödataa ainakin joistakin projekteista, ja jopa 40 % vastaajista kerää aina ympäristödataa toteutuneista projekteista. Kuvasta 7. nähdään vastaajien hajonta toteutuneiden projektien ympäristödatan keräämisestä.



Kuva 7. Kyselytutkimuksen kysymyksen 3 vastaukset.

Elinkaarikustannukset ovat jo suurella osalla tilaajista käytössä osana tarjouskilpailua. Vastaukset koskien elinkaarikustannusten arviointia on esitetty kuvassa 8.

Kuva 8. Kyselytutkimuksen kysymyksen 5 vastaukset.

Kuten kuvasta 8 nähdään osa organisaatioista ei käytä elinkaarikustannusten arviointia osana tarjouskilpailua, mikä itsessään heikentää mahdollisuuksia arvioida ympäristövaikutuksia pitkällä aikavälillä. Esimerkiksi arvio eri materiaalien ja toteutustapojen synnyttämistä hiilidioksidipäästöistä koko elinkaaren ajalta heikentyy.

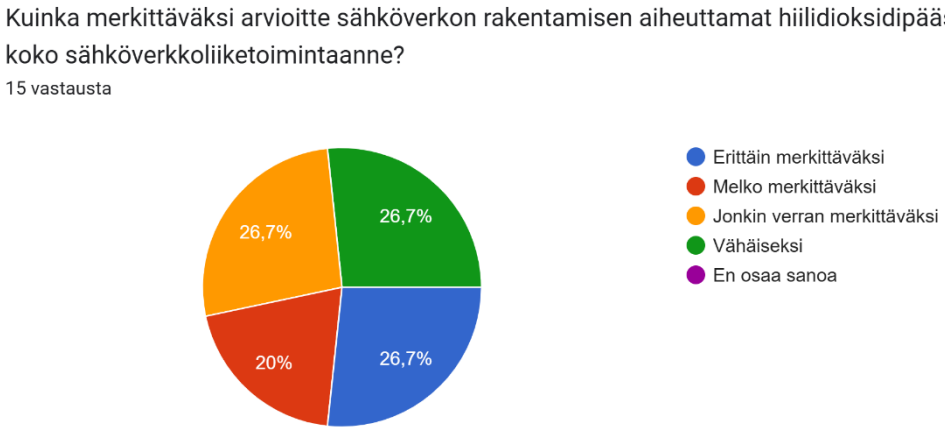
Kyselytutkimukseen vastanneista tilaajista useat esittivät relevantteja ja ajankohtaisia toiveita urakoitsijan suuntaan. Kuvasta 9 nähdään, että esimerkiksi CSRD – direktiivin mukaisia toimia toivottiin tilaajalta urakoitsijan suuntaan.

Kysymys	Vastaus
Mitä konkreettisia asioita toivotte urakoitsijalta ympäristöasioihin liittyen tulevaisuudessa?	-
	Oikeaa asennetta ja pidetään kiinni sovituista asioista
	Rakennusmateriaalien ja laitteiden päästömäärät elinkaaren osalta (EPD-lomakkeet ja materiaalien päästökertoimet), rakennustyömaan päästöjen vähennyskeinot (mm. Uusiutuvien polttoaineiden käyttö)
	Aloitteita ja ehdotuksia vähähiilisistä ratkaisuista, joita ko. urakoitsija pystyy toimittamaan, esim tarjouksen optiona tai markkinavuoropuhelussa. Yhteistyötä päästölaskentaan liittyen (esim. päästötietojen toimittaminen).
	Enemmän tietoa
	Olisihan se mielenkiintoista tietää esim kaapeloinnin versus ilmajohto projektien eron päästöjen osalta.
	Työkoneiden päästöluokan kehittymistä
	Päästöjen huomioiminen kaluston valinnassa.
	CSRD direktiivin mukaisia raportointeja siinä vaiheessa, kun kyseinen direktiivi koskettaa yritystämme.
	Esityksiä ympäristöä vähemmän kuormittavista toteutustavoista ja materiaaleista vs. tarjouspyynnöt/suunnitelmat
	Aktiivisuutta ja asioiden esiin tuontia
	Toimitusketjun päästöjen vähentämistä sis. materiaalit ja polttoaineet
	Vastuullisuusasioiden raportointikyvykkyys
	Jätteiden käsittely ja kierrätys oltava huolellista

Kuva 9. Kyselytutkimuksen kysymyksen 6 vastaukset.

Kuvasta 9 nähdään, että CSRD – direktiivin mukaisten toimien lisäksi useammalla heräsi kiinnostus ympäristöä vähemmän kuormittavasta toteutustavasta, kuten uusiutuvien polttoaineiden käyttö työkoneissa ja materiaalien päästöjen minimoiminen. Vastuullisuus- ja päästötietojen raportointi sekä jätteiden oikeaoppinen kierrättäminen mainittiin tärkeänä kehityssuuntana.

Kuten kuvasta 10 nähdään, sähköverkon rakentamisen hiilidioksidipäästöt arvioitiin vastaajien keskuudessa keskimäärin merkittäväksi osaksi koko organisaation liiketoiminnan päästöjä.



Kuva 10. Kyselytutkimuksen kysymyksen 7 vastaukset.

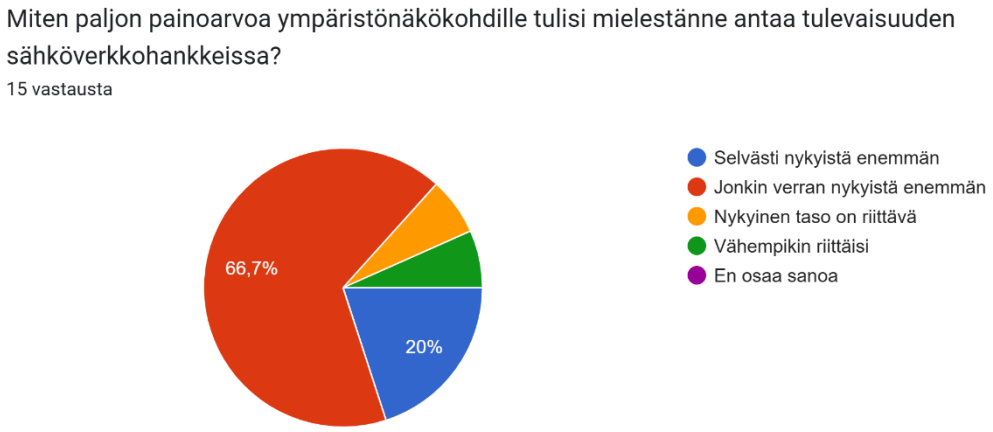
Kuvassa 10 ilmenevät vastaukset korostavat tarvetta kehittää, investoida ja ottaa käyttöön tehokkaita päästövähennyskeinoja. Suurimpana esteenä päästöjen vähentämiselle nähtiin kustannukset. Muina merkittävinä esteinä nousi esiin tiedon puute ja urakoitsijoiden tekniset valmiudet. Vähähiilisten materiaalien kuten vähähiilisen teräspylväiden saatavuus ja kilpailukykyinen hinta nähdään myös haasteena päästöjen vähentämisen näkökulmasta. Kuvassa 11 on esitetty vastaukset kysymykseen, missä kysyttiin tilaajien näkemystä siitä, mikä on tällä hetkellä suurin haaste tai este sähköverkon rakentamisen päästöjen vähentämisessä.

Kysymys	Vastaus	Vastausten määrä
Minkä näette suurimpana esteenä tai haasteena sähköverkon rakentamisen päästöjen vähentämisessä tällä hetkellä?	Kustannukset	6
	Tiedon puute	7
	Urakoitsijan tekniset valmiudet	5
	Ei erityistä estettä	2
	Vähähiilisten materiaalien ja ratkaisuiden saatavuus sekä vähäinen kokemus niiden hankkimisesta	1
	Resurssit eivät riitä perehtymään asiaan riittävästi	1
	Vähähiilinen teräs (pylväs) ei ole kilpailukykyinen tai sitä ei ole saatavissa.	1
	Markkinan kypsyys (vähäpäästöisten polttoaineiden käyttö Suomessa) ja tosiasialliset vaihtoehdot vähäpäästöisille materiaaleille	1

Kuva 11. Kyselytutkimuksen kysymyksen 12 vastaukset.

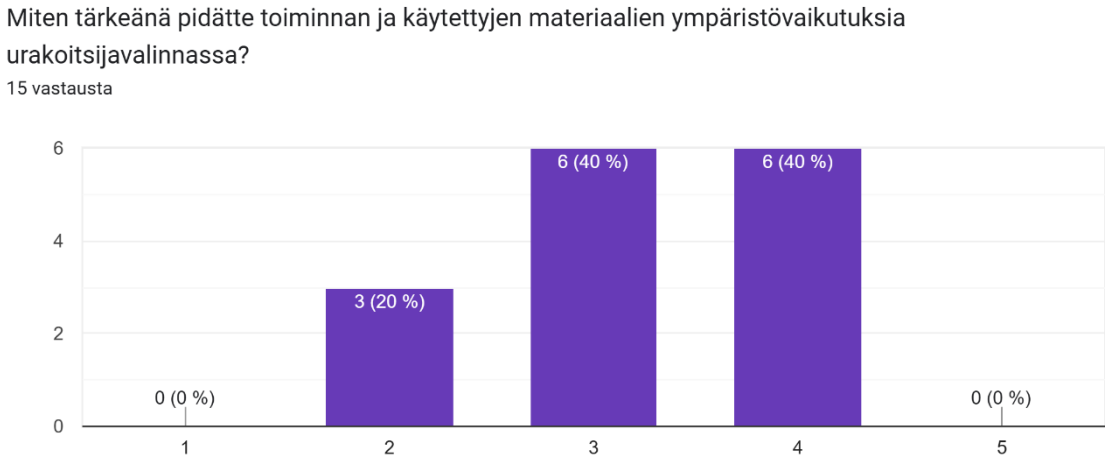
Tulevaisuutta koskevissa kysymyksissä vastaajat painottivat, että tulevaisuudessa ympäristönäkökohdille tulisi antaa selkeästi nykyistä enemmän painoarvoa. Osa piti

nykyistä tasoa riittävänä, ja harva oli sitä mieltä, että vähempikin riittäisi. Kuvassa 12 on esitetty tilaajien vastaukset kysymykseen, missä kysyttiin ympäristönäkökohtien painotuksen tärkeyttä tulevaisuuden verkonrakennushankkeissa.



Kuva 12. Kyselytutkimuksen kysymyksen 11 vastaukset.

Kuvassa 12 näkyvät kysymyksen vastaukset osoittavat selkeän kehityssuunnan kohti tarkempaa ja tiukempaa ympäristökriteerien huomioimista sähköverkon rakentamisessa, vaikka materiaalien tai toiminnan ympäristövaikutuksia ei nähty kovinkaan tärkeänä urakoitsijavalinnassa. Kuvassa 13 on esitettynä vastaukset kysymykseen koskien toiminnan ja käytettyjen materiaalien ympäristövaikutuksia urakoitsijavalinnassa, kun taas kuvan 14 vastaukset ilmaisevat tilaajien näkemyksen urakoitsijoiden käyttämien kalustojen vähähiilisyyden tärkeyden.

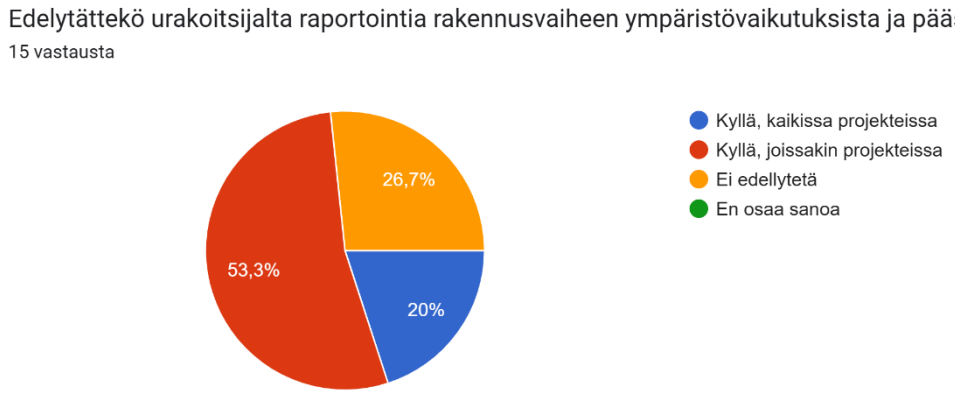


Kuva 13. Kyselytutkimuksen kysymyksen 8 vastaukset.

Kuva 14. Kyselytutkimuksen kysymyksen 10 vastaukset.

Kuten kuvista 12, 13 ja 14 havaitaan, ovat vastaukset hieman ristiriidassa toistensa kanssa. Kuvan 12 vastaukset antavat ymmärtää, että tilaajien mielestä sähköverkon rakentamisessa tulevaisuudessa tulisi antaa ympäristöarvoille nykyistä enemmän painoarvoa. Kuvasta 13 havaitaan, että yksikään vastaaja ei pidä erittäin tärkeänä urakoitsijavalinnassa käytettyjen materiaalien ja toiminnan ympäristövaikutuksia.

Toisaalta kuvasta 14 havaitaan, että yli puolet pitävät vähintään melko tärkeänä, että urakoitsijoiden käyttämien kalustojen hiilidioksidipäästöt ovat mahdollisimman alhaiset. Tämän lisäksi yli puolet vastaajista odottaa urakoitsijalta vähintään joissakin projekteissa rakennusvaiheenaikaista raportointia päästöistä ja ympäristövaikutuksista, mikä näkyy kuvasta 15.



Kuva 15. Kyselytutkimuksen kysymyksen 9 vastaukset.

Kysymyksessä, missä kysyttiin, miten päätoteuttajan valinnassa otetaan huomioon ympäristövaikutukset, esiintyi hyvin suurta hajontaa, mikä ilmenee kuvasta 16.

Kysymys	Vastaus	Vastausten määrä
Miten ympäristövaikutukset otetaan huomioon päätoteuttajan valinnassa?	-	2
	Edellytetään tietty minimitaso sopimusaineistossa	1
	Ei mitenkään	1
	Ei ole huomioitu	1
	Ei vielä tällä hetkellä huomioida, mutta olemme rakentamassa laatuarviointie, jonka osaksi tulee myös ympäristövaikutukset	1
	Evaluointiin kriteerit ja pisteytys mukaan	1
	Materiaalivalinnat, HVO polttoaine	1
	Mukana evaluoinnissa. Lisäksi nämä huomioidaan omissa laitehankinnoissa	1
	Sillä on merkitystä	1
	Sisäänrakennettu sopimusvaatimuksiin. Käytännössä kaikki toimittajat laitetaan samalle viivalle vaatimuksien avulla jolloin saadaan haluttu lopputulema toteuttajasta riippumatta ja vaikutukset näkyvät hinnassa.	1
	Osana kilpailutuksen pisteytystä	1
	Tällä hetkellä eivät vertailukriteereinä, kaikkien tarjoajien tulee sitoutua tilaajan (meidän) ympäristöasioita koskeviin sopimusehtoihin.	1
	Tulee täyttää ympäristöohjeistuksemme ja ISO 14001 mukainen toiminta.	1
	Tällä hetkellä ei millään tavalla	1

Kuva 16. Kyselytutkimuksen kysymyksen 13 vastaukset.

Kuten kysymyksen 13 vastauksista huomataan, osalla tilaajista ympäristövaikutusten valinta sisältyy pisteytykseen ja vertailukriteereihin, kun toisilla ne ovat lähinnä sopimuksissa vaadittavia minimitasoja. Lisäksi osa vastaajista ottaa huomioon ympäristövaikutukset päätoteuttajan valinnassa suunnittelemalla omat laitehankinnat sen mukaan, kun taas useampi vastaaja on sitä mieltä, että ympäristövaikutuksia ei huomioida mitenkään päätoteuttajan valinnassa.

Yhteenvetona kyselytutkimuksen vastauksista voidaan todeta, että kehityssuunta on oikea. Ympäristöasioiden merkitys sähköverkon rakentamisessa kasvaa selkeästi, mutta niiden painoarvo on vielä vaihtelevaa, ja hajonta on suurta. Sähköverkon rakentaminen on tilassa, jossa tietoisuuden ja tahtotilan lisääntyminen ei kaikilta osin heijastu käytännön toimintamalleihin. Hitaan kehityksen juurisyitä vastausten perusteella on kustannuksiin liittyvät huolet, tiedon ja taidon puutteet sekä vähähiilisten ratkaisujen markkinoiden rajoitteet. Toisaalta kyselytutkimuksen perusteella on selvää, että tilaajat toivoisivat urakoitsijoilta aiempaa enemmän aktiivisuutta, konkreettisia ratkaisuehdotuksia ympäristöystävällisimpiin vaihtoehtoihin ja raportointikyvykkyyttä. Ympäristöasioista voi kehittyä merkittävä kilpailutekijä sähköverkon rakentamisessa, mikäli tilaajat sisällyttävät ympäristökriteerit systemaattisesti hankintapäätöksiin ja urakoitsijat pystyvät tarjoamaan kestävämpiä ratkaisuja kustannustehokkaasti.

7 Yhteenveto

Sähköverkon rakentaminen ja vahvistaminen on erittäin ajankohtainen aihe energiamurroksen keskellä. Sähköverkon rakentamisesta koituvia päästöjä ja ympäristövaikutuksia on tärkeää voida tarkastella kokonaisvaltaisesti. Työn tavoitteina olivat pyrkiä selvittämään, mistä verkon rakentamisen aikaiset päästöt ja ympäristövaikutukset muodostuvat, millaisia kansainvälisiä standardeja ja ohjeistuksia niiden arvioinnissa hyödynnetään, sekä miten verkkoyhtiöt huomioivat ympäristöarvot toiminnoissaan. Työ koostui sekä teoreettisesta osiosta, jossa tarkasteltiin muun muassa kansainvälisiä raportointistandardeja ja lainsäädäntöä, sekä empiirisestä kyselytutkimuksesta, joka osoitettiin eri verkkoyhtiöiden asiantuntijoille.

IEA:n raportin (IEA, 2017, s.11) mukaan energiasektori tuotti 2014 vuonna yli kaksi kolmasosaa maailman kasvihuonekaasupäästöistä, ja juuri siksi sähköverkon kehittäminen on avainasemassa pyrkiessä kohti hiilineutraalia energiajärjestelmää. Sähköverkon rakentaminen ja kehittäminen on huoltovarmuuden ja sähkönjakelun luotettavuuden vuoksi välttämätöntä. Rakentaminen aiheuttaa väistämättä ympäristövaikutuksia muuttaen maisemaa, kuluttaen luonnonvaroja ja tuottaen päästöjä materiaalien valmistuksen, kuljetusten ja työmaatoimintojen seurauksena. Näitä vaikutuksia voidaan kuitenkin hallita ja vähentää systemaattisen arvioinnin, kierrätettyjen materiaalien käytön ja elinkaariarviointien avulla.

GHG Protocol ja ISO 14064 -standardisarja muodostavat perustan kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiselle, raportoinnille ja todentamiselle. Näiden avulla päästöt voidaan jakaa kolmeen laskentatasoon: suorat päästöt, epäsuorat päästöt ja muut epäsuorat päästöt. Sähköverkon rakentamisessa ensimmäisen laskentatason päästöjä ovat muun muassa työkoneiden kuluttamasta polttoaineesta koituvat välittömät päästöt. Toisen laskentatason päästöihin verkon rakentamisessa kuuluvat esimerkiksi sähköisten työkoneiden päästöt, ja kolmannen laskentatason päästöt ovat muun muassa työmaalle hankittujen materiaalien logistiikasta johtuvat päästöt.

Zhang ja muut (2023) vertailevat tutkimuksessaan kahden eri kaapelin hiilijalanjälkeä cradle-to-grave-periaatetta ja elinkaariarviointia hyödyntämällä. Heidän tutkimuksessaan havaittiin, että XLPE-eristeinen kaapeli tuottaa 9156 tonnia CO_2-ekv/km, kun taas PP-eristeinen kaapeli 7671 tonnia CO_2-ekv/km. Heidän tutkimuksensa tulos osoittaa materiaalivalintojen merkityksen hankkeen kokonaispäästöihin. Elinkaariarvioinnin tulokset vahvistavat, että suurin osa sähköverkon rakentamisen päästöistä syntyy jo ennen varsinaista työmaavaihetta — materiaalien tuotannossa ja kuljetuksissa. Täten rakennettaessa verkkoa kaapeloimalla, on suurin päästönlähde materiaalien tuotanto ja kuljetus, kun taas voimajohtoa rakennettaessa suurin päästölähde on pylväiden perustukset ja pylväät itse. Tämän vuoksi materiaalivalinnoilla, kierrätyksellä ja logistiikan optimoinnilla voidaan vaikuttaa merkittävästi hankkeen hiilijalanjälkeen, kuten suosimalla kotimaisia kaapelinvalmistajia ja muita kotimaisia materiaaleja.

Työni yksi tavoitteistani oli selvittää, mitkä standardit ohjaavat muun muassa sähköverkon rakentamista. EU:n sääntely, kuten taksonomia-asetus (2020/852) ja kestävyysraportointidirektiivi CSRD (2022/2464), vahvistavat elinkaariperusteisen päästölaskennan ja ympäristövaikutusten raportointivelvoitteet. Suomen lainsäädännössä sähköverkon rakentamista ohjaavat muun muassa sähkömarkkinalaki, maankäyttö- ja rakennuslaki, luonnonsuojelulaki ja YVA-menettely. Näiden avulla varmistetaan, että sähköverkon rakentaminen toteutetaan ympäristön kannalta kestävällä tavalla ja sovitetaan yhteen alueiden maankäytön, luonnonsuojelun ja turvallisuusvaatimusten kanssa.

Sähköverkon rakentamisen ympäristövaikutukset ilmenevät myös maisemallisina ja maankäytöllisinä muutoksina. Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment (GLVIA, 2013) ohjeistuksen mukaan arvioinnin tavoitteena on tunnistaa merkittävät positiiviset ja negatiiviset, suorat ja epäsuorat sekä lyhyt- ja pitkäkestoiset vaikutukset. Työssä todettiin, että vaikka sähköverkon rakentaminen muuttaa maisemaa ja voi heikentää sen eheyttä, sillä on myös positiivisia vaikutuksia. Sähköverkon rakentaminen

mahdollistaa uusiutuvan energian integroinnin sähköjärjestelmään, vahvistaa toimitusvarmuutta ja voi luoda uusia elinympäristöjä tietyille lajeille. Näin ollen sähköverkon rakentamista voidaan pitää välttämättömänä toimenpiteenä kestävän energiajärjestelmän kehittämiseksi, kun sen ympäristövaikutuksia hallitaan vastuullisesti.

Lähteet

Alghamdi, A. S., & Desuqi, R. K. (2020). A study of expected lifetime of XLPE insulation cables working at elevated temperatures by applying accelerated thermal ageing. Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03120

Boliden. (2021). Carbon footprint of Boliden Main Metals 2021: Executive summary. Noudettu osoitteesta https://www.boliden.com/48e725/globalassets/operations/products/copper/green-copper/carbon-footprint-of-boliden-main-metals_2021_executive-summary.pdf

Caruna. (n.d.). Sähköverkon rakentaminen ja käyttöönotto. Noudettu osoitteesta https://caruna.fi/tietoa-meista/vastuullisuus/sahkoverkon-rakentaminen-ja-kayttoonotto

Euroopan unioni. (2021). Komission tiedonanto – Tekniset ohjeet infrastruktuurin ilmastokestävyyden varmistamisesta vuosina 2021–2027 (CELEX No. 52021XC0916(03)). Euroopan unionin virallinen lehti. Noudettu osoitteesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:52021XC0916(03)

Euroopan unioni. (2020). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2020/852, annettu 18 päivänä kesäkuuta 2020, kestävää sijoittamista helpottavasta kehyksestä ja asetuksen (EU) 2019/2088 muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti. Noudettu osoitteesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32020R0852

Euroopan unioni. (2022). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2022/2464, annettu 14 päivänä joulukuuta 2022, asetuksen (EU) N:o 537/2014, direktiivin 2004/109/EY, direktiivin 2006/43/EY ja direktiivin 2013/34/EU muuttamisesta yritysten kestävyysraportoinnin osalta. Euroopan unionin virallinen lehti. Noudettu osoitteesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2464&qid=1759497280186

Euroopan unioni. (2013). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2013/34/EU, annettu 26 päivänä kesäkuuta 2013, tietyntyyppisten yritysten vuositilinpäätöksistä, konsernitilinpäätöksistä ja niihin liittyvistä kertomuksista, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2006/43/EY muuttamisesta ja neuvoston direktiivien 78/660/ETY ja 83/349/ETY kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti. Noudettu osoitteesta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32013L0034

Fingrid. (n.d.). Suomen sähköjärjestelmä. Noudettu osoitteesta https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kehittaminen/suomen-sahkojarjestelma/

Fingrid. (n.d.). Rakentamisen vaiheet. Noudettu osoitteesta https://www.fingrid.fi/kantaverkko/rakentaminen/rakentamisen-vaiheet/

Fingrid. (2019). Voimajohtoreitti vaikuttaa maisemaan. Fingrid-lehti. Noudettu osoitteesta https://www.fingridlehti.fi/voimajohtoreitti-vaikuttaa-maisemaan/

Fingrid. (2022). Sähköjärjestelmä mullistuu. Noudettu osoitteesta https://www.fingridlehti.fi/sahkojarjestelma-mullistuu/

Fingrid. (2023). Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2024–2033. Noudettu osoitteesta https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/ajankohtaista-tapahtumat/is-kantaverkon-kehittamissuunnitelma-2024--2033---ita-suomen-aluetilaisuus.pdf

Fingrid. (2023). Kuinka sähkö kulkee? Fingrid-lehti. Noudettu osoitteesta https://www.fingridlehti.fi/kuinka-sahko-kulkee/

Fingrid. (2024). Aurora line tuo Suomeen edullista vihreää sähköä Ruotsista. Noudettu osoitteesta https://www.fingridlehti.fi/aurora-line-tuo-suomeen-edullista-vihreaa-sahkoa-ruotsista/

Fingrid. (2024). Maankäyttö- ja ympäristöpolitiikka. Noudettu osoitteesta https://www.fingrid.fi/kantaverkko/maankaytto-ja-ymparisto/maankaytto-ja-ymparistopolitiikka/

Fingrid. (2025). Fingrid ja Svenska kraftnät aloittavat Fenno-Skan 3 -yhteyden suunnittelun. Noudettu osoitteesta https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2025/fingrid-ja-svenska-kraftnat-aloittavat-fenno-skan-3-yhteyden-suunnittelun/

Gates, B. (2021). Kuinka välttää ilmastokatastrofi. Tammi.

Greenhouse Gas Protocol. (n.d.). About Us. Noudettu osoitteesta https://ghgprotocol.org/about-us

Greenhouse Gas Protocol. (2025). A Corporate Accounting and Reporting Standard. Noudettu osoitteesta https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf

International Energy Agency. (2017). CO_2 emissions from fuel combustion: Overview (s. 11). OECD/IEA.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., & Miller, H. L. (eds.)]. Cambridge University Press. Annex I.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp

Lakervi, E. & Partanen, J. (2008). Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto.

Landscape Institute & Institute of Environmental Management and Assessment. (2013). Guidelines for landscape and visual impact assessment. 3rd edition. Routledge.

Liikanen, S. (2022). Voimajohtojen teräsperustukset. Noudettu osoitteesta https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022120970368

Suomen Standardoimisliitto SFS ry. (2018). ISO 14064-1:2018. Greenhouse gases. Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting od greenhouse gas emissions and removals. SFS.

Suomen Standardoimisliitto SFS ry. (2019). ISO 14064-2:2018. Greenhouse gases. Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements. SFS.

Suomen ympäristökeskus. (2025). CO2data: infrarakentamisen päästötietokanta. Noudettu osoitteesta https://co2data.fi/infra/

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/1. Finlex. Noudettu 2.9.2025 osoitteesta https://www.finlex.fi/eli?uri=http://data.finlex.fi/eli/sd/2013/588/ajantasa/2025-04-25/fin

Sähkömarkkinalaki 9.8..2013/51. Finlex. Noudettu 2.9.2025 osoitteesta https://www.finlex.fi/eli?uri=http://data.finlex.fi/eli/sd/2013/588/ajantasa/2025-04-25/fin

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). Paris Agreement. Noudettu osoitteesta https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement

United States Environmental Protection Agency. (2025). Climate change indicators: Climate forcing. Noudettu osoitteesta https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-climate-forcing

United States Environmental Protection Agency. (2025). Climate change indicators: Greenhouse Gases. Noudettu osoitteesta https://www.epa.gov/climate-indicators/greenhouse-gases

United States Environmental Protection Agency. (2025). Scope 1 and Scope 2 Inventory Guidance. Noudettu osoitteesta https://www.epa.gov/climateleadership/scope-1-and-scope-2-inventory-guidance

United States Environmental Protection Agency. (2025). Scope 3 Inventory Guidance. Noudettu osoitteesta https://www.epa.gov/climateleadership/scope-3-inventory-guidance

Vilkka, H. (2025). Tutki ja kehitä. Santalahti – kustannus.

Vinci. (n.d.). Vinci. Noudettu osoitteesta https://www.vinci.com/en

World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development. (2004). The greenhouse gas protocol: A corporate accounting and reporting standard. Noudettu osoitteesta https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf

Y. Zhang et al. (2023). Comparative Analysis of Carbon Footprints for 110 kV Polypropylene (PP) and Cross-linked Polyethylene (XLPE) Insulated Cables. 2023 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC), Chongqing, China, 2023, pp. 1-6. https://doi.org/10.1109/iSPEC58282.2023.10403028

Liitteet

Liite 1. Kyselytutkimuksen kysymykset.

Kyselytutkimus_Smeds

* Pakollinen kysymys

1. Kuinka merkittävä tekijä ympäristövaikutukset ovat, kun suunnittelette sähköverkon rakentamista? *

Merkitse vain yksi soikio.

- ◯ Erittäin merkittävä
- ◯ Melko merkittävä
- ◯ Ei kovin merkittävä
- ◯ Ei lainkaan merkittävä

2. Käytättekö urakoitsijavalinnassa päästöihin liittyviä kriteereitä (hiilijalanjälki, kaluston päästöluokat, jne.)? *

Merkitse vain yksi soikio.

- ◯ Kyllä, aina
- ◯ Kyllä, joissain projekteissa
- ◯ Harvoin
- ◯ Emme lainkaan

3. Keräättekö ympäristödataa toteutuneista projekteista? *

Merkitse vain yksi soikio.

- ◯ Kyllä, aina
- ◯ Kyllä, joistakin projekteista
- ◯ Harvoin
- ◯ Emme lainkaan

4. Miten tilaajana suhtaudutte urakoitsijan ehdotuksiin ympäristöystävällisemmästä toteutustavasta, jos ne nostavat hieman kustannuksia? *

Merkitse vain yksi soikio.

- ◯ Hyväksymme, mikäli perustelut ovat riittävät
- ◯ Riippuu projektista
- ◯ Emme hyväksy, mikäli hinta nousee
- ◯ En osaa sanoa

5. Käytättekö elinkaarikustannusten arviointia osana tarjouskilpailua? *

Merkitse vain yksi soikio.

- ◯ Kyllä
- ◯ Ei

6. Mitä konkreettisia asioita toivotte urakoitsijalta ympäristöasioihin liittyen tulevaisuudessa? *

7. Kuinka merkittäväksi arvioitte sähköverkon rakentamisen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt osana koko sähköverkkoliiketoimintaanne? *

Merkitse vain yksi soikio.

- ◯ Erittäin merkittäväksi
- ◯ Melko merkittäväksi
- ◯ Jonkin verran merkittäväksi
- ◯ Vähäiseksi
- ◯ En osaa sanoa

8. Miten tärkeänä pidätte toiminnan ja käytettyjen materiaalien ympäristövaikutuksia urakoitsijavalinnassa? *

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
Ei lainkaan	◯	◯	◯	◯	◯	Erittäin tärkeä

9. Edelytättekö urakoitsijalta raportointia rakennusvaiheen ympäristövaikutuksista ja päästöistä? *

Merkitse vain yksi soikio.

- ◯ Kyllä, kaikissa projekteissa
- ◯ Kyllä, joissakin projekteissa
- ◯ Ei edellytetä
- ◯ En osaa sanoa

10. Kuinka tärkeänä pidätte sitä, että urakoitsijan käyttämien kalustojen hiilidioksidipäästöt ovat mahdollisimman alhaiset? *

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
Ei lainkaan	◯	◯	◯	◯	◯	Erittäin tärkeä

11. Miten paljon painoarvoa ympäristönäkökohdille tulisi mielestänne antaa tulevaisuuden sähköverkkohankkeissa? *

Merkitse vain yksi soikio.

- ◯ Selvästi nykyistä enemmän
- ◯ Jonkin verran nykyistä enemmän
- ◯ Nykyinen taso on riittävä
- ◯ Vähempikin riittäisi
- ◯ En osaa sanoa

12. Minkä näette suurimpana esteenä tai haasteena sähköverkon rakentamisen päästöjen vähentämisessä tällä hetkellä? *

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

- ☐ Kustannukset
- ☐ Tiedon puute
- ☐ Urakoitsijan tekniset valmiudet
- ☐ Ei erityistä estettä
- ☐ Muu: _____

13. Miten ympäristövaikutukset otetaan huomioon päätoteuttajan valinnassa? *

_____