



# Elenia Verkko Oyj:n sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelma 2014-2036



ELENIA



## Sisällysluettelo

<b>Alkupuhe: Luotettava sähkönjakelu on perusedellytys puhtaan siirtymän vaatimalle sähköistymiselle ja yhteiskunnan huoltovarmuudelle</b> .....	3
<b>Yleistä</b> .....	6
Vastuullisuus ja laatujärjestelmät .....	7
<b>Elenian strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista</b> .....	8
1. Elenian tunnusluvut ja tulevaisuuden ennusteet .....	8
2. Väestökehityksen, sähköistymisen ja uusiutuvan sähköntuotannon ennusteet .....	8
3. Sääilmiöiden ja muuttuvan ilmaston vaikutus elenian sähköverkkoon .....	12
4. Toimintaympäristön kehittyminen seuraavan 10 vuoden aikana .....	13
5. Muutokset 2022 kehittämissuunnitelmasta .....	15
<b>Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat</b> .....	16
Sähkönjakeluverkon kehittämisvyöhykkeiden määrittely .....	16
Kehittämisvyöhykkeiden kuvaus .....	17
1. Kehittämisvyöhykkeiden perustiedot .....	22
Kehittämisvyöhykkeellä sijaitsevan verkon kehittämisstrategia .....	24
1. Mitkä ovat suunnittelukriteerit, joilla katsotaan täytettävän toiminnan laatuvaatimukset? .....	24
A. 6 h laatuvaatimus .....	24
B. 36 h laatuvaatimus .....	24
2. Erytyspiirteiden huomiointi verkon suunnittelussa .....	24
3. Verkon elinkaarikustannusten laskenta kehittämisvyöhykkeellä .....	27
4. Elinkaarikustannusten seuranta .....	27
<b>Kehittämisvyöhykkeillä käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu</b> .....	28
1. Käytettävät ratkaisut kehittämisvyöhykkeellä .....	28
2. Kehittämisvyöhykkeille esitettyjen sähkönjakeluratkaisujen kuvaus .....	29
3. Kehittämisvyöhykkeen elinkaarikustannusten vertailu .....	33
<b>Pitkän tähtäimen suunnitelma</b> .....	35
Elenian investoinnit sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi .....	35
1. Kunnossapitokustannukset laatuvaatimusten täyttämiseksi .....	36
2. Käyttöpaikkojen toimitusvarmuusvaatimuksen kehittyminen .....	37
3. Sähkönjakeluverkon laatuvaatimusten kehittyminen .....	37
4. Sähkönjakeluverkon maakaapelointiaste eri jännitetasoilla toimenpiteiden jälkeen sähkömarkkinalain 119§:n mukaisina ajankohtina .....	37
5. Jakeluverkkoinvestointeja edellyttävät uudet tuotannot ja kuormat seuraavan 10 vuoden aikana .....	38
6. Uuden tuotannon ja kuormien vuoksi tehtävät merkittävät investoinnit euroina tulevan 10 vuoden aikana .....	39
7. Havainnollistus uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämistä verkkoalueella .....	39
<b>Sähkönjakeluverkon kehittämisstoimenpiteet kuluvaan ja seuraavan vuoden aikana</b> .....	40
1. Elenian investoinnit laatuvaatimusten täyttämiseksi kuluvaan ja seuraavana vuonna .....	40
2. Käyttöpaikat laatuvaatimusten piirissä kuluvaan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen elenian verkossa .....	40
3. Kuluvaan ja seuraavan vuoden toimenpiteet kehittämisvyöhykkeittäin .....	41
4. Laatuvaatimukset täyttävä jakeluverkko kuluvaan ja tulevan vuoden toimenpiteiden jälkeen .....	43
5. Sähkönjakeluverkon kaapelointiaste eri jännitetasoilla kuluvaan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen .....	43
6. Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista .....	43
7. Investointien julkaiseminen verkkotietopiste-palvelussa .....	43
8. Jakeluverkkoinvestoinnit uuden tuotannon ja kuormien liittämiseksi kuluvaan ja seuraavan vuoden aikana .....	43
9. Joustopalveluiden hyödyntäminen kuluvaan ja seuraavan vuoden aikana .....	44
<b>Sähkönjakeluverkon kehittämisstoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana</b> .....	45
1. Kahden edellisen vuoden investoinnit laatuvaatimusten täyttämiseksi .....	45
2. Kahden edellisen vuoden kunnossapitokustannukset laatuvaatimusten täyttämiseksi .....	45
3. Käyttöpaikat laatuvaatimusten piirissä edellisten toimenpiteiden jälkeen .....	45
4. Toimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana kehittämisvyöhykkeittäin .....	46
5. Laatuvaatimukset täyttävä sähkönjakeluverkko kahden edellisen vuoden toimenpiteiden jälkeen .....	48
6. Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehdyt merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit edellisen kahden vuoden aikana .....	48
7. Joustopalveluiden hyödyntäminen kahden edellisen vuoden aikana .....	49
8. Edellisen kahden vuoden toteuma verrattuna edelliseen toimitettuun kehittämissuunnitelmaan .....	50
9. Verkonhaltijan on toimitettava määrämuotoinen kartta laatuvaatimukset täyttävistä alueista .....	50
<b>Taustamateriaali</b> .....	52

## Alkupuhe

# Luotettava sähkönjakelu on perusedellytys puhtaan siirtymän vaatimalle sähköistymiselle ja yhteiskunnan huoltovarmuudelle

Olemme päivittäneet sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmamme vuoteen 2036 asti osana vastuullista, kustannustehokasta ja pitkäjänteistä sähköverkon kehittämistä. Päivityksessä on huomioitu Energiaviraston marraskuussa 2023 antaman määräyksen vaatimukset sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman sisällölle sekä asiakkaiden ja verkonhaltijoiden kuulemiselle.

## Parannamme asiakkaidemme sähkönjakelun toimitusvarmuutta kustannustehokkaasti

Sähkömarkkinalain mukaan vuoden 2036 jälkeen asemakaava-alueilla ei saa olla yli 6 tunnin yhtäjaksoista sähkökatkoa ja asemakaava-alueiden ulkopuolella yli 36 tunnin sähkökatkoa myrskyn tai lumikuorman seurauksena. Ylivoimaisesti suurin osa asiakkaiden kokemista sähkökatkoista johtuu puiden kaatumisesta ilmassa kulkeville keskijännitteisille sähköjohdoille. Ilmastonmuutoksen aiheuttama lämpötilan nousu ja vuotuisen sademäärän kasvu tulevat vähentämään maan routakerrosta sekä lisäämään rankkoja lumisateita. Täten myrskyjen ja lumikuormien riskit ja vaikutukset sähkönjakelulle tulevat kasvamaan, vaikka sääilmiöt eivät voimistuisikaan.

Osana vuoden 2022 verkon kehittämissuunnitelmaa Elenia järjesti ensimmäistä kertaa asiakkailleen ja sidosryhmilleen julkisen kuulemisen verkon kehittämissuunnitelmasta. Yksi kuulemisen havainnoista oli se, että asiakkaistamme 85 prosentin mielestä sähkökatkojen suurimman sallitun keston tulisi olla 12 tuntia, mikä on huomattavasti lyhyempi aika kuin sähkömarkkinalaissa vuodelle 2036 asetettu 36 tunnin raja. Kun huomioi yhteiskunnan sähköistymiskehityksen ja asiakkaiden jo tällä hetkellä vallitsevat odotukset, on sähkönjakelun laatua parannettava huomattavasti sähkömarkkinalain minimitason laatuvaatimusta paremmalle tasolle.

Sähkömarkkinalain laatuvaatimukset, yhteiskunnan toimintojen lisääntyvä riippuvuus sähköstä sekä asiakkaidemme kasvavat vaatimukset sähkönjakelun häiriöttömyydelle ohjaavat meitä suosimaan ikääntyvän sähköverkon saneerauksessa maakaapelointia, sillä säävarma sähköverkko on suojassa sään ääri-ilmiöiden vaikutuksilta ja näin ollen suurhäiriöiden asiakasvaikutukset jäävät entistä pienemmiksi.

Maakaapeliverkko on kokonaiselinkaarikustannuksiltaan edullisempi vaihtoehto kuin ilmajohtoratkaisut, kun kustannusvertailuissa otetaan huomioon verkon rakentamiskustannukset, kunnossapito, viankorjaus ja keskeytyksestä asiakkaille aiheutunut haitta. Elenian sähköverkko sijaitsee

pääsääntöisesti hyvin metsäisillä alueilla, mikä tekee raivaus- ja vierimetsänhoitotoimien vaikutuksista varsin lyhytkestoisia. Lisäksi maakaapeliverkolla on monia turvallisuuteen ja ympäristönäkökohtiin liittyviä hyviä puolia.

Maakaapeliverkon rakentaminen mahdollistaa myös valokuituverkon ja muun infraverkon yhteisrakentamisen kustannustehokkaasti sähkönjakeluverkon saneeraamisen yhteydessä. Elenia on ollut yksi toimialan edelläkävijöistä yhteisrakentamisessa ja uskomme, että yhteisrakentamiselle on jatkossakin tarve yhteiskunnan sähköistymisen, digitalisaation ja etätöiden myötä.

Kehittämissuunnitelmamme mukaisesti rakennamme akkusaarekkeita vikaherkille haja-asutusalueille, joilla sähköverkon uusiminen ei vielä ole ajankohtaisia. Sähköverkon uusimista odottavilla alueilla toimitusvarmuutta turvataan lisäksi kohdennetulla kunnossapidolla sekä tehokkaalla viankorjauksella ja suurhäiriötoiminnalla.

*Jatkuu seuraavalla sivulla »*

## Mahdollistamme puhtaan siirtymän toteutumisen investoinneilla ja joustoilla

Otamme kehittämissuunnitelmassamme huomioon yhteiskunnan puhtaan siirtymän vaikutukset sähköverkkoomme. Puhdas siirtymä edellyttää energiankäytön sähköistymistä ja kasvavaa sähkön tuotantoa uusiutuvilla energialähteillä, mitkä kasvattavat sähköverkon kapasiteettitarpeita. Elenia mahdollistaa verkkonsa riittävän kapasiteetin kustannustehokkaasti investoinnein ja joustoja hyödyntämällä. Uusiutuvan puhtaan energian täysimääräinen hyödyntäminen on samalla myös askel omavaraiseen energiapolitiikkaan.

Uusiutuvan tuuli- ja aurinkosähkön tuotanto kasvaa vauhdilla. Elenian verkkoon on kytketty jo yli 1 300 MW tuulivoimakapasiteettia eli lähes viidennes koko Suomen tuulivoimakapasiteetista. Sähkön pientuotantokohteita on verkossamme yli 17 000 kappaletta eli noin neljällä prosentilla asiakkaistamme on uusiutuvaa pientuotantoa. Kahdessa vuodessa edellisen kehittämissuunnitelman päivityksen jälkeen verkkoomme on tullut noin 600 MW uutta tuulivoimakapasiteettia ja noin 10 000 pientuotantolaitteistoa.

Sähkönkäyttö lisääntyy luovuttaessa fossiilisista energialähteistä. Ladattavat hybridautot ja sähköautot yleistyvät, samoin kotien ja kiinteistöjen aurinkovoimalat. Fossiilisten lämmitysratkaisujen korvaaminen vaatii sähköä, samoin teollisuuden prosessien sähköistyminen. Erilaiset varastointiratkaisut ja akkuratkaisut yleistyvät ja vaikuttavat verkkoomme. Samalla verkkoomme liittyy erilaisia energiayhteisöjä, joissa hyödynnetään jaettuja tuotanto- ja varastointiresursseja.

Sään vaihtelut vaikuttavat verkkoon syötetyn aurinko- ja tuulivoiman määrään. Tarve tuotannon ja kulutuksen tasapainottamiseen kasvaa tuotannon muuttuessa yhä säəriippuvaisemmaksi. Markkinoille tarvitaan kulutusjouston mahdollistavia toiminnallisuuksia osana älykästä sähköverkkoa. Puhdasta siirtymän mahdollistaminen vaatii Elenialta paitsi verkostoinvestointeja myös digitaalisia ratkaisuja sekä joustojen mahdollistamista ja hyödyntämistä. Tästä hyvänä esimerkkinä on mittariuudistuksemme. Uudistamme



parhaillaan sähkömittareitamme uuden sukupolven älykkäiksi sähkömittareiksi, jotka mahdollistavat asiakkaillemme kulutusjoustoratkaisut sekä uusiutuvan energian täysimääräisen hyödyntämisen.

## Turvaamme kriittisen infrastruktuurin ja yhteiskunnan huoltovarmuuden

Sähkönjakelu on tärkeä osa kriittistä infrastruktuuria, jonka tulee turvata yhteiskunnan häiriötön toiminta kaikissa olosuhteissa ja kaikkina aikoina. Ilman sähköä nykyaikainen yhteiskunta ja sen palvelut eivät toimi. Sähkönjakelussa olevat häiriöt on pystyttävä korjaamaan ja sähkönjakelun asiakkaillemme on jatkuttava tilanteessa kuin tilanteessa. Henkilö- ja kalus-

toresursseja sekä verkonrakennusmateriaaleja on oltava käytössä myös poikkeusoloissa sähkönjakelun turvaamiseen.

Varaudumme erilaisiin uhkiin ja turvaamme toimintamme jatkuvuuden ajantasaisen valmius- ja varautumissuunnitelmamme sekä suurhäiriöpelikirjamme mukaisesti yhdessä kumppaneidemme kanssa. Olemme valmiudessa ympäri vuorokauden vuoden jokaisena päivänä. Teemme tiivistä yhteistyötä alan muiden toimijoiden ja viranomaisten kanssa osana suomalaista huoltovarmuusyhteisöä. Huomioimme Euroopan kiristyneen turvallisuustilanteen erityisesti materiaalien saatavuuden ja kyberuhkien osalta.

*Jatkuu seuraavalla sivulla »*

## Ilmastotavoitteemme ovat kunnianhimoisia

Elenia on sitoutunut vuonna 2021 tieteeseen perustuviin, Science Based Targets Initiative mukaisiin ilmastotavoitteisiin. Merkittävimpänä maalina on Net Zero eli kasvihuonekaasujen nettopäästöjen nollaaminen vuoteen 2050 mennessä. Elenian omana kunnianhimoisena tavoitteena on olla hiilineutraali suorien (Scope 1) ja epäsuorien (Scope 2) päästöjen osalta vuoteen 2035 mennessä.

Nämäovat tavoitteet vaativat systemaattisia ilmastotekoja meiltä ja kumppaneiltamme. Ilmastotavoitteisiin sitoutuminen vaikuttaa toimintaamme pitkällä aikavälillä. Tämän suunnittelu on Eleniassa luontevaa, sillä teemme asiakkaitamme ja yhteiskuntaa palvelevia investointejamme vuosikymmeniksi eteenpäin.

## Valvontamenetelmät heikentävät investointikykyämme

Energiavirasto valvoo suomalaisten sähköverkkoyhtiöiden toimintaa ja hinnoittelun kohtuullisuutta. Sääntely perustuu nelivuotisiin valvontajaksoihin.

Sähköverkkoyhtiöt saivat 29.12.2023 uuden sääntelypäättöksen valvontamenetelmistä, jotka ovat voimassa kahdella peräkkäisellä valvontajaksolla eli kuudennella valvontajaksolla 2024–2027 ja seitsemännellä valvontajaksolla 2028–2031. Uusissa valvontamenetelmissä on lukuisia muutoksia aiemmin sovellettuihin menetelmiin verrattuna. Keskeisimpänä muutoksena aiempiin menetelmiin on olemassa olevan verkko-omaisuuden arvon jäädyttäminen vuoden 2022 rakennuskustannuksiin, jolloin verkon arvo ei enää

vastaa käypää markkina-arvoa. Muutos on kannaltamme todella huono ja mielestämme rikkoo valvonnan peruseriaatteita luotettavuuden ja ennakoitavuuden näkökulmista.

Uudet menetelmät heikentävät sähköverkkoyhtiöiden investointikykyä, mikä hidastaa puhtaan siirtymän vaatimia investointeja sekä verkkojen huoltovarmuuden ja sähkön toimitusvarmuuden kehittämistä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että Elenia on joutunut leikkaamaan lähivuosien investointejaan neljänneksen verrattuna Energiavirastoon kesäkuussa 2022 toimitettuun kehittämissuunnitelmaan. Samaan aikaan investointitarve on korkeampi kuin koskaan Elenian historian aikana johtuen kesken olevista vuoteen 2036 mennessä tehtävistä toimitusvarmuusinvestoinneista sekä puhtaan siirtymän vaatimisista verkon laajennus- ja vahvistusinvestoinneista.

## Jatkamme työtämme vastuullisesti asiakkaitamme kuunnellen

Toivomme tämän kehittämissuunnitelman antavan osaltaan varmuutta siitä, että Elenia on sitoutunut kehittämään sähkönjakeluverkkoaan asiakkaiden, sidosryhmien ja yhteiskunnan tarpeita vastaavaksi kustannustehokkaasti ja vastuullisesti investointikykyämme heikkenemisestä huolimatta.

Älykästä säävarmaa sähköverkkoa rakentamalla huolehdimme asiakkaidemme arjen sujuvuudesta ja yhteiskunnan huoltovarmuudesta sekä mahdollistamme osaltamme puhtaan siirtymän toteutumisen Suomessa.

### Jorma Myllymäki

Toimitusjohtaja



## Elenia Verkko Oyj

Liikevaihto

**316,4 M€**

Henkilöstö

**75**

Markkinaosuus

**12 %**

Asiakkaat

**440 000**

Sähköverkkoa

**76 600 km**

Maakaapelointiaste

**63,5 %**

Vastuullisuuden globaalissa

GRESB-arvioinnissa

★★★★★

## Elenia Oy

Liikevaihto

**10,5 M€**

Henkilöstö

**229**


# Yleistä

Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelma kuvaa Elenian strategiset valinnat sekä tulevaisuuden kehittämistoimenpiteet, joilla palvellaan sähköistyvän yhteiskunnan tarpeita. Tavoitteenamme on vastuullisesti kehittää älykästä ja sään ääri-ilmiöt kestäväää sähköverkkoa, joka mahdollistaa uuden fossiilivapaan energian tuotannon ja kulutuksen liittämisen, sekä toimitusvarman sähkön asiakkaillemme. Olemme parantaneet sähköverkkomme toimitusvarmuutta pitkäjänteisesti vuodesta 2009 alkaen uudistamalla sähköverkkoa säävarmaksi. Kehittämissuunnitelmassa on kuvattu toimenpiteet, jotka toteuttamalla Elenian sähköverkossa ei esiinny vuonna 2036 asemakaava-alueella yli 6 tuntia pitkiä sähkökatkoja ja haja-asutusalueella yli 36 tuntia pitkiä sähkökatkoja myrsky- ja lumikuormatilanteissa. Tiedotamme kuitenkin että 36 tunnin mittainen keskeytys ei vastaa uudistuvan yhteiskunnan tarpeita. 2022 kehittämissuunnitelman kuulemisen yhteydessä erityisesti haja-asutusalueen asiakkaat pitivät 36 tunnin vaatimusta riittämättömänä ja 2036 takarajaa liian kaukaisena. Oma toimintaa ohjatakseen ja kehittääkseen Elenia onkin jo 2009 alkaen vapaaehtoisesti maksanut hyvityksen jokaisesta yli kuuden tunnin keskeytyksestä riippumatta siitä asuuko keskeytyksen kokenut asiakas taajama- vai haja-asutusalueella. Kehitämme yhdessä urakoitsijakumppaneidemme kanssa tapoja, joilla asiakkaiden kokemaa keskeytysaikaa voitaisiin kustannustehokkaasti edelleen lyhentää.

Pitkäjänteisen investointiohjelmamme ansiosta 82 % asiakkaistamme on ollut vuoden 2023 jälkeen sähkömarkkinalain toimitusvarmuusvaatimusten mukaisen sähkönjakelun piirissä siten, että asemakaava-alueilla laatuvaatimusten piirissä on 88 % asiakkaista, kun taas haja-asutusalueella vaatimusten piirissä on 73 % asiakkaista. Sähköverkon uudistaminen aloitettiin alueilta, joilla on paljon asiakkaita ja yhteiskunnalle tärkeitä palveluita, ja joiden läheisyydessä sähköasemat tyypillisesti sijaitsevat. Verkon uudistami-

sen painopiste on nyt siirtynyt asemakaava-alueilta haja-asutusalueille, kun sähköasemalähtöjen alkupäät (taajamat mukaan lukien) on saatu säävarmoiksi. Haja-asutusalueen laatuvaatimusten saavuttamiseksi vaaditaan edelleen merkittäviä panostuksia. Toimitusvarmuusinvestointien lisäksi puhtaan siirtymän mahdollistaminen ja erityisesti suurjänniteverkkoon liittyvä uusi tuotanto tulee vaatimaan merkittäviä investointeja Elenian sähköverkkoon.

Elenian sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelma vuosille 2014–2036 on laadittu Energiaviraston 2. marraskuuta 2023 antaman Määräyksen sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelmasta (dnro 3167/000002/2023) rakenteen mukaisesti. Kehittämissuunnitelmassa on esitetty Elenian strategiset valinnat sekä toimenpiteet, joilla mahdollistetaan energiamurroksen ja puhtaan siirtymän myötä energijärjestelmässä tapahtuvat muutokset kuten esimerkiksi hiilivapaan energiatuotannon ja kulutuksen liittämisen sähköjärjestelmään eri jännitetasoille. Kehittämissuunnitelmassa on esitetty myös toimenpiteet, joilla parannetaan järjestelmällisesti ja kustannustehokkaasti sähkönjakeluverkon luotettavuutta ja toimitusvarmuutta. Kehittämissuunnitelman mukaisilla toimenpiteillä varmistamme, että Elenian jakeluverkko täyttää kriteeriemme mukaisesti sähkömarkkinalain 51 § ja 110 §:ssa säädetty vaatimukset. Elenia on soveltanut toiminnassaan verkon kehittämissuunnitelmaa jo vuodesta 2012 lähtien ja suunnitelman perusperiaatteet ja strategia eivät ole keskeisiltä osiltaan muuttuneet.

Kehittämissuunnitelma on ohjeistuksen mukaisesti jaettu seitsemään erilliseen liitteeseen, joissa kussakin esitetään Elenian vastaukset perusteluineen kuhunkin määräyksen liitteessä esitettyyn kohtaan. Taustamateriaalissa on kuvattu muun muassa Elenian toimintaperiaatteita ja Elenian käynnissä olevia sähköverkon kehityshankkeita. Dokumentit, jotka on liitetty kehittämissuunnitelman taustamateriaaliksi, ovat osa Elenian sertifioitua omaisuudenhallintajärjestelmää.

# Vastuullisuus ja laatujärjestelmät

Vastuullisuus on keskeinen osa Elenian jokapäiväistä toimintaa ja olemme viime vuosina ottaneet merkittäviä askeleita toimintamme vastuullisuuden kehittämisessä. Elenian ensimmäinen vastuullisuusraportti julkaistiin keväällä 2019 ja vastuullisuusohjelma syksyllä 2019. Vastuullisuusohjelma ja asetetut tavoitteet ohjaavat työtä järjestelmällisesti ja määrätietoisesti. Viimeisin vastuullisuusraporttimme on luettavissa [Internet-sivuiltamme](#).

Toimintamme perustuu sertifoituihin laatujärjestelmiin. Vuonna 2014 omaisuudenhallintajärjestelmämme on sertifoitu ISO 55001:2014 mukaisesti. Elenialla on sertifoitu ympäristöjärjestelmä (ISO 14001:2015), työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä (ISO 45001:2018, aiemmin OHSAS 18001:2007) sekä tietoturvan hallintajärjestelmä (ISO/IEC 27001:2013), joka sertifoitiin maaliskuussa 2020.

2018 aloitimme TEKO Terveenä kotiin -ohjelman, jossa elenialaiset ja urakoitsijakumppanit yhdessä sitoutuivat kehittämään työturvallisuutta niin että jokainen pääsee päivän päätteeksi terveenä kotiin. Tavoitteenamme on nostaa Elenian työturvallisuus maailman kärkitasolle, joten luontevana jatkona olemme käynnistäneet tunnistettujen kehityskohteiden pohjalta TUISKU Turvallisuus iskuun – kehityshankkeen, jossa viedään turvallisuuden käytäntöjä, toimintakulttuuria, sekä yhteistä turvallisuusajattelua vielä pidemmälle. 2023 esimerkiksi lanseerattiin kenttätyön parhaat käytännöt ja aloitettiin elenialaisille sekä urakoitsijakumppaneille suunnattu turvallisuusakatemia. Käytännön työssä seuraamme ja raportoimme kuukausittain turvallisuus-, ympäristö- ja tietoturvatapahtumia, ennakoivia turvallisuus- ja ympäristötoimenpiteitä sekä kierrätyksen toteutumista.

Toimintaamme ohjaavat politiikat on julkaistu Elenian [Internet-sivuilla](#) ja ne on koottu liitteisiin 1-5. Taustamateriaalissa on myös lisää tietoja Elenialla käytössä olevista ja sertifoiduista laatujärjestelmistä.



# Elenian strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista

## 1. Elenian tunnusluvut ja tulevaisuuden ennusteet

Tässä kappaleessa on esitetty ennuste sähköverkkotoiminnan keskeisten tunnuslukujen kehitykselle seuraavan kymmenen vuoden aikana. Ennusteena on käytetty skenaariotyön lopputuloksena valitun nopean siirtymän ennustetta. Ennuste on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1: Sähköverkkotoiminnan keskeisten tunnuslukujen kehitysennuste tulevalle kymmenelle vuodelle**

	Nykytila 31.12.2023	Ennuste 31.12.2033
<b>Verkkoalueella siirretty energia MWh</b>		
1) Verkkopalveluasiakkaille siirretty energia	5 789 601	7 902 000
2) Verkkopalveluasiakkailta vastaanotettu energia	2 928 679	12 170 000
<b>Käyttöpaikkojen määrä, kpl</b>		
Hajautettu tuotanto		
<b>1) Nimellisteho kW</b>		
1.1) SJ-verkkoon liitetty	1 246 000	3 986 000
1.2) KJ-verkkoon liitetty	150 800	642 000
1.3) PJ-verkkoon liitetty	130 851	401 000
<b>2) Kappalemäärä, kpl</b>		
2.1) SJ-verkkoon liitetty	26	75
2.2) KJ-verkkoon liitetty	89	526
2.3) PJ-verkkoon liitetty	16 026	43 053
<b>Sähköisen liikenteen julkiseen lataukseen käytettävien liittymien määrä, kpl</b>	266	602

## 2. Väestökehityksen, sähköistymisen ja uusiutuvan sähköntuotannon ennusteet

Teimme vuoden 2023 aikana uuden skenaariotyön yhteistyössä Vanguard Consulting Oy:n kanssa. Tämä oli välttämätöntä, koska vuonna 2021 tehdyssä ennusteessa ei ole voitu huomioida muuttunutta maailmantilannetta. Venäjän aloittaman hyökkäyssodan ja siitä johtuneen energiakriisin jälkeen monet EU jäsenmaat ovat vähentäneet merkittävästi fossiilisten polttoainoiden käyttöä, panostaneet omavaraisuuteen sekä nopeuttaneet siirtymää puhtaampaan energiaan.

Työssä muodostettiin useita skenaariota kuvaamaan, miten väestö-, asumis- ja lämmitystapamuutokset, liikenteen sähköistyminen, energiatuotannon hiilineutraalisointi ja hajauttaminen sekä teollisuuden sähköistäminen tulevat vaikuttamaan siirretyn sähköenergian määrään ja tehontarpeeseen Elenian verkkoalueella.

Tunnuslukujen ennusteiden taustalla on käytetty Suomen kansallisia kehitysennusteita, **jotka ovat skaalattu Elenian verkkoalueelle**. Nämä ennusteet toimivat kaiken kehittämistyömme pohjana:

### [Suomen viralliset kuntakohtaiset väestöennusteet](#)

#### Rakennuskanta ja lämmitystapa jakauma

- [Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050](#)

#### Kiinteistö- ja lämmitystapaennuste

- [Hiilineutraali Suomi 2035 - ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset](#)

#### Sähköntuotannon hiilineutraalisointi ja hajautuminen

- [Hiilineutraalisuustavoitteen vaikutus sähköjärjestelmään](#)
- [Fingrid](#)

#### Sähköajoneuvojen koti- ja pikalataus sekä raskaslataus

- [Valtakunnallisen liikennejärjestelmä -suunnitelman vaikutusten arviointi](#)
- [Annual Climate report](#)
- [Fossiilittoman liikenteen tiekartta](#)
- [Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q1/2023](#)
- [Raskaan liikenteen ajoneuvojen latausinfra](#)
- [Kansallinen jakeluinfra vuoteen 2035 - Tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfran kehittäminen Suomessa](#)

#### Teollisuusprosessien sähköistäminen

- [Teknologiateollisuuden vähähiilitiekartta 2035](#)
- [Hiilineutraalisuustavoitteen vaikutus sähköjärjestelmään](#)

Kansallisten ennusteiden lisäksi taustatietoina käytettiin Elenian omia selvityksiä, toteutuneita määriä ja kasvuennusteita sekä asiantuntijanäkemysä.

Teemme tämän lisäksi tiivistä yhteistyötä etenkin kantaverkkoyhtiö Fingridin ja tuulivoimatoimijoiden kanssa. Kehittämissuunnitelmamme on linjassa Fingridin Q1/2024 päivitetyn ennusteen [”sähkön tuotannon ja kulutuksen kehitysnäkymät”](#) kanssa.



**Työssä laadittiin lopputuloksena neljä skenaariota, joiden perusteella luotiin ennusteet ja analysoitiin vaikutukset:**

**1) Hidas siirtymä**

- Kansallisia ennusteita hitaampi siirtymä.

**2) Normaali siirtymä**

- Tuuli- ja aurinkotuotanto kasvaa sekä teollisuus ja liikenne sähköistyy kansallisten ennusteiden mukaisesti.

**3) Nopea siirtymä**

- Tuuli- ja aurinkotuotanto kasvaa sekä teollisuus ja liikenne sähköistyy vauhdikkaasti kansallisten ennusteiden sekä Elenian omien selvityksien ja toteutuneiden määrien perusteella. Asiakkaiden siirtyminen pörssi-sähköön jatkaa nykyistä trendiä.

**4) Kansallisia ennusteita nopeampi siirtymä**

- Kansallisia ennusteita nopeampi puhdas siirtymä. Pääpaino suurissa tuotanto- ja kulutushankkeissa Fingridin Q1/2024 ennusteen mukaisesti.

Tämän laajan skenaariotyön, historiallisten tietojen ja viimeaikaisten havaintojen perusteella Elenia on päättänyt käyttämään sähköverkon kehittämissuunnitelmassaan nopean siirtymän skenaariota.

## Tärkeimmät havainnot nopean siirtymän ennusteesta

Väestö vähenee Elenian verkkoalueella, mikä voi kasvattaa verkon ylläpito-kustannuksia asiakasta kohden varsinkin haja-asutusalueella. Väestön määrän vähentyminen ei kuitenkaan ole suoraan suhteessa sähköverkon askasmäärän kehitykseen.

Sähkönkulutus lisääntyy merkittävästi Elenian verkkoalueella nopean siirtymän skenaariossa, erityisesti teollisuuden ja liikenteen sähköistymisen myötä. Olemme myyneet 2022–2023 välisenä aikana ennätysmäärän teollisen kokoluokan sähköliittymiä. Myös liittymäkyselyiden sekä myytyjen liittymien määrä on moninkertainen aikaisempiin vuosiin nähden.

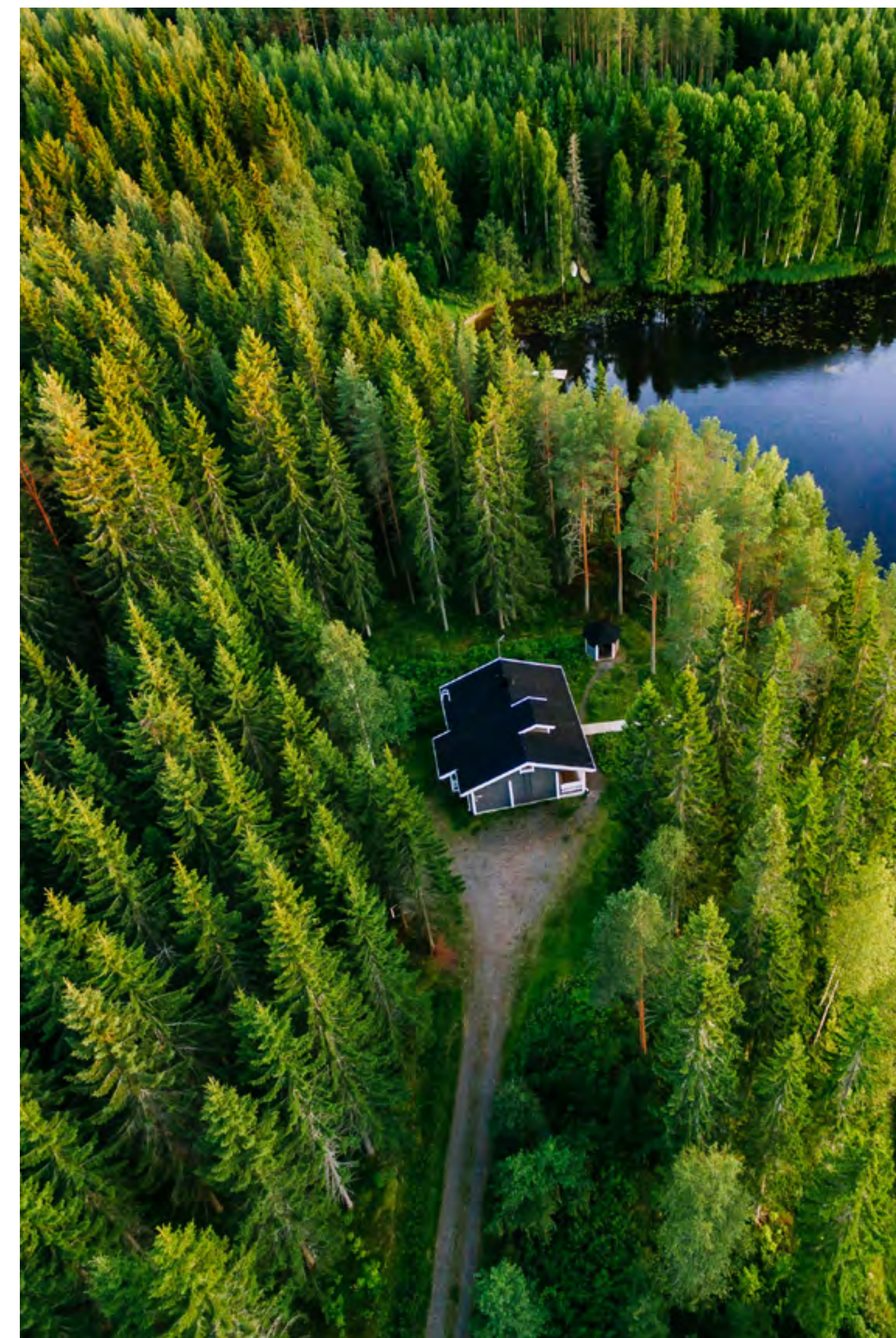
Sähkön kulutuksen kasvu mahdollistaa Elenialle sekä nykyisten siirtovolyymien kasvattamisen, että uusien asiakkuuksien hankinnan esimerkiksi sähköisen liikenteen latauspisteiden tai teollisuuden liittymien kautta. Vuoden 2021 lopulla alkanut energiakriisi on vaikuttanut asiakkaiden kulutuskäyttäytymiseen ja pörssisähkön yleistyvään käyttöön. Haasteita verkon kapasiteetille on alkanut aiheuttamaan asiakkaiden kulutuskäyttäytymisen muutos, kun asiakkaat ohjaavat kulutuksiaan samoille edullisille pörssisähkön tunneille.

Tuotanto kasvaa edelleen merkittävästi aurinkovoiman sekä tuulivoiman lisääntymisen myötä, esimerkiksi vuonna 2023 Elenian verkkoon kytkettiin noin 300 MW uutta tuulivoimatuotantoa. Vuodesta 2022 alkaen Elenian verkkoon on myyty myös merkittävä määrä uusia sähkövarastoliittymiä, joiden määrän odotetaan tulevaisuudessakin kasvavan.

Kulutuksen ja tuotannon kasvaminen tulevat vaatimaan merkittäviä investointeja Elenian verkkoon. Sähköautojen kotilatauksen ja pörssihinnan mukaan ohjattavien kuormitusten yleistymisen myötä pienjänniteverkoissa tulee tarpeita uusiin lähtöihin ja lähtöjen jakoihin, uusiin muuntamoihin sekä muuntajakapasiteettien kasvattamiseen. Uusien suurien tuotantohankkeiden kytkeminen vaatii suurjännitteiseen jakeluverkkoon lisäkapasiteettia. Sekä kulutus että tuotantokapasiteetin kasvaminen vaatii Elenian verkkoalueelle uusia sähköasemia sekä olemassa olevien muuntajakapasiteetin kasvattamista tai kahdentamista.

## Elenian näkemys verkkoalueella siirretystä energiasta

Nopean kasvun skenaarion mukaan sähkön kokonaiskulutus kasvaa Elenian verkkoalueella noin 25 % seuraavan kymmenen vuoden aikana. Sähkönkulutusta kasvattavat erityisesti energiaintensiivisen teollisuuden, liikenteen ja lämmityksen sähköistyminen. Teollisuuden päästöjen vähentämiseksi sähköistetyt prosessit kasvattavat sähkön kulutusta eniten, arvioiden mukaan





erityisesti kemian- ja elintarviketeollisuudessa. Pienteollisuuden potentiaalin arvioidaan olevan pienempi, koska prosesseja on jo sähköistetty. Lisäksi kotitalouksien lämmityksen sähkönkulutus kasvaa, kun muita polttoaineita korvataan lämpöpumpuilla. Kulutusta hillitsevät laskeva väestönkehitys, energiatehokkuuden paraneminen ja vaihtelevat sähköenergian markkinahinnat.

Tuulivoimakapasiteetin odotetaan kolminkertaistuvan ja aurinkovoimatuotannon odotetaan ainakin nelinkertaistuvan seuraavan kymmenen vuoden aikana. Tuulivoiman lisäkapasiteettia on odotettavissa etenkin Pohjois-Pohjanmaalle ja Keski-Suomeen, mutta yhä useammin myös muille verkkoalueille. Nettisivuillamme on [kartta](#), josta näkee helposti kaikki Elenian verkkoon liitetyt valmistuneet ja rakenteilla olevat tuulipuistot. Aurinkovoimatuotannon kasvun oletetaan jakautuvan Elenian verkkoalueelle nykyisen tuotantokapasiteetin suhteessa.

### Väestön määrä ja käyttöpaikat

Arvion mukaan väestön määrä Elenian verkkoalueella kokonaisuutena laskee noin 4 % seuraavan kymmenen vuoden aikana. Väestön väheneminen on erityisen voimakasta Elenian pohjoisilla alueilla, kuin taas Tampereen ja Seinäjoen ympäryskunnissa väestön määrän oletetaan kuitenkin kasvavan.

Purettavat liittymät ovat yksittäisiä taloja haja-asutusalueelle ja uudet liittymät ovat usein kasvukesuksien rivi- tai kerrostaloja, joissa sähköliittymä koostuu useista sähkönkäyttöpaikoista. Myös sähköinen liikenne ja erityisesti julkiset latausasemat tulevat kasvattamaan liittymämääriä tai vaihtoehtoisesti olemassa olevaa liittymiskapasiteettia.

Korona-pandemian aikana olemme todistaneet maaseutualueiden elpymistä uusina vapaa-ajan asuntojen käyttöpaikkoina ja passiivisten käyttöpaikkojen aktivoitumisina. Tällä uskotaan olevan vaikutuksia vapaa-ajan asumiseen ja monipaikkaisuuteen. Asukasmäärä ja käyttöpaikat eivät vähene tasaisesti alueiden kesken. Lappeenrannan yliopiston tutkimuksessa<sup>1</sup> on havaittu käyttöpaikan sijainnin vesistön läheisyydessä edesauttavan käyttö-

paikan pysyvyyteen. Elenian omat havainnot tukevat tutkimusta.

Väestön väheneminen Elenian verkkoalueella ei tarkoita suoraan asiakasmäärän eli käyttöpaikkamäärän laskua. Arviomme mukaan Elenian käyttöpaikkamäärään ei tule suuria muutoksia seuraavan kymmenen vuoden aikana.

### Liikenteen sähköistyminen

Euroopan komissio julkaisi heinäkuussa 2021 [Fit for 55:n](#), eli paketin ilmastolainsäädännön ehdotuksista, jonka keinoin EU tavoittelee 55 prosentin nettopäästövähennystä vuoteen 2030 mennessä. Paketti sisältää kaikkiaan 13 lainsäädäntöehdotusta. Liikkumisen päästöjen vähentämiseen tähtäävä vaihtoehtoisten käyttövoimien infrastruktuurin kehittämistä koskeva säännös asettaa jakeluverkkoyhtiölle raameja tulevaisuuden sähköverkon kehittämiseen.

Säännöksessä on esitetty vaatimuksia erilaisille latausnopeuksille ja kalustotyypeille ja vaatimukset on eritelty tietyypeittäin. Säännöksessä puhutaan TEN-T-ydinverkosta, joka tarkoittaa Suomessa 1100 kilometrin verran maantietä, 4- ja 5-tiet Helsingistä Jyväskylään ja Oulun kautta Tornioon sekä poikittainen maantieyhteys Naantalista Vaalimaalle. TEN-T ydinverkkoon kuuluva 4-tie sijoittuu Elenian verkkoalueelle yli 200 kilometrin verran. Kattavan TEN-T-verkon teitä ovat käytännössä kaikki yksi- ja kaksinumeroiset tiet Suomessa. Elenian verkkoalueelle sijoittuu kattavan verkon teitä satoja kilometrejä.

<sup>1</sup> *Lassila, Jukka et. al. Joustava ja toimintavarma sähköverkko – Asiakaskatoriski ja käyttöpaikka-kohtainen toimitusvarmuus. [Saatavissa](#)*

### Koti- ja asiointilataus

Suomessa liikennekäytössä olevien sähköautojen määrätavoitteeksi vuoteen 2035 mennessä on asetettu yli miljoona täyssähköautoa ja yli 350 000 ladattavaa hybridiä, mikä vastaa noin puolta Suomen autokannasta. Ennustamme että noin 14 % tästä autokannasta kytkeytyy Elenian verkkoalueelle tasaisesti kiihtyvällä kasvulla.

Elenia on tehnyt asiakkailleen laskurin, jolla asiakas voi tarkastaa paljonko liittymässä on käytettävissä vapaata liittymäkapasiteettia sähköauton latauslaitteita varten. Dynaamiset kuormanhallintalaitteet ovat myös yleisesti käytössä, jolla pystytään hyödyntämään tehokkaammin asiakkaiden liittymäkapasiteettia.

Koti- ja asiointilatauksen yleistymisen haastaa jakeluverkon kapasiteettia yleistyneen pörssisähkön käytön myötä, kun kulutuksia ohjataan samoille edullisille tunneille.

### Hidas lataus

Jokaista rekisteröityä täyssähköautoa vastaan tulee olla vähintään 1 kW ja jokaista rekisteröityä lataushybridiä vastaan tulee olla vähintään 0,66 kW julkisesti saatavilla olevaa lataustehoa tarjolla. Vaatimus tarkastellaan vuosittain sääntelyn voimaantulosta lähtien. Suomessa hitaan latauksen osalta vaatimuksia varten ei tarvitse erikseen investoida, sillä meillä on laajasti autonlämmityspaikkoja jo nykyisellään.

### Pikalataus

TEN-T ydinverkossa julkisia latauskenttiä tulee olla henkilöautoja varten korkeintaan 60 km välein. Latauskentän kokonaisteho on oltava vähintään 300 kW, jossa vähintään yhden latauslaitteen huipputeho vähintään 150 kW vuoden 2025 loppuun mennessä. Vuoteen 2030 mennessä latauskentän kokonaistehon tulee olla vähintään 600 kW, jossa vähintään kahden latauslaitteen huipputeho vähintään 150 kW.

Kattavassa TEN-T verkossa julkisia latauskenttiä tulee olla yhtä tiheästi kuin ydinverkossa. Latauskenttien ja yksittäisten latauslaitteiden tehoa koskevat myös vastaavat vaatimukset, mutta aikataulu on asetettu 5 vuotta myöhemmäksi kuin ydinverkon alueella.

Vaatimukset tuntuvat nykytilanteeseen peilaten hyvin tarkoituksenmukaiselta ja markkinat ohjaavatkin tähän suuntaan luonnostaan. Henkilöautojen latauksen vaatima teho ei ole Elenian verkossa suuri haaste vaan se on huomioitava asia sähköverkon kehittämissuunnitelmassa.

TEN-T ydinverkossa julkisia latauskenttiä tulee olla raskasta liikennettä varten korkeintaan 60 km välein. Latauskentän kokonaisteho vähintään 1400 kW, jossa vähintään yhden laturin huipputeho on oltava vähintään 350 kW vuoden 2025 loppuun mennessä. Vuoden 2030 loppuun mennessä latauskentän kokonaistehon on oltava vähintään 3500 kW, jossa vähintään kahden laturin huipputeho vähintään 350 kW. Kattavassa TEN-T verkossa julkisten latauskenttien vaatimukset ovat vastaavat, mutta aikataulut on asetettu 5 vuotta myöhemmäksi kuin ydinverkon alueella. Lisäksi raskaan liikenteen pysäköinti- ja levähdysalueille sekä taajamien raskaan liikenteen solmukohtiin esitetään vaatimuksia lataukselle. Tehovaatimuksina on esitetty yhdelle pisteelle 100–150 kW ja kokonaisteholle 100–1200 kW, mutta sijoitustiheyden ei ole otettu kantaa.

Raskaan liikenteen esitys tuntuu toistaiseksi kunnianhimoiselta Suomen toimintaympäristössä, sillä raskaan liikenteen sähköistyminen ei ole käynnistynyt vastaavalla tavalla kuin henkilöautojen osalta. Sähköistyminen on lähtenyt liikkeelle lyhyen matkan kalustosta, kuten kaupunkien bussiliikenteestä ja jakeluautoista. Tästä on vielä pitkä tie pidemmän matkan kaluston sähköistymiseen, joka edellyttää tehokkaita latauskenttiä ja levähdysalueiden sähköistämistä. Kun raskaan liikenteen sähköistyminen yleistyy, se tulee vaatimaan merkittävää verkon kehittämistä, koska useiden megawattien tehon siirto keskijänniteverkossa ei ole järkevää tai edes mahdollista kovin pitkiä matkoja.





### 3. Sääilmiöiden ja muuttuvan ilmaston vaikutus Elenian sähköverkkoon

Elenian sähköverkko on maantieteellisesti hyvin laaja ulottuen noin 600 km pohjois-etelä-suunnassa ja 200 km länsi-itä-suunnassa kahdeksan maakunnan alueella Hailuodosta Karkkilaan. Verkkoalue on pääosin metsäistä ja järivistä Suomea. Maantieteellinen sijainti, korkeuserot, metsäisyys, järvisuus ja lyhyt välimatka merialueille altistavat sähköverkon lukuisille voimakkaille sääilmiöille. Historiaan ja tilastoihin perustuen voidaan todeta, että Elenian sähköverkko on maantieteellisesti Suomen suurhäiriöalitteimmalla alueella.

Elenia on dokumentoinut yksityiskohtaisesti merkittävien sääilmiöiden vaikutukset toimintaansa. Sähköverkkoomme on kohdistunut viimeisen viiden vuoden (2019–2023) aikana 16 merkittävää suurhäiriötä ja lukuisia vähäisempiä häiriötilanteita johtuen matalapainemyrskyistä, ukkosmyrskyistä ja lumikuormista. Varautuminen on käynnistetty edellä mainitulla aikavälillä yhteensä 42 kertaa. Merkittäviä sähköjakelun suurhäiriötä on ilmennyt tasaisesti vuosittain ja näin voidaan olettaa tapahtuvan jatkossakin. Sään ääri-ilmiöt aiheuttavat Elenian sähköverkossa asiakkaillemme sähkökatkoja, joiden kesto on pahimmillaan useita vuorokausia. Esimerkiksi vuonna 2023 esiintyi useita myrskyjä, joiden pitkäkestoisuuden takia sähköjen palautusta ja viankorjauksen aloitusta jouduttiin viivästyttämään enimmillään yli puolella vuorokaudella työturvallisuuden vaarantavien olosuhteiden takia.

Ilmatieteen laitoksen arvion mukaan myrskyjen voimakkuus ja niiden määrä ei itsessään kasva vaan niiden vaikutukset käyvät merkittävämmiksi erityisesti roudan määrään ja sateisuuteen liittyen. Maa tulee olemaan entistä märempää sateisuuden ja talvikuukausien korkeamman lämpötilan myötä, jolloin routaa ei muodostu. Näiden tekijöiden myötä juuristo ei estä puuston kaatumista tuulella niin hyvin kuin aiemmin. Sademäärä kasvaa myös talvella ja on paikallisesti ja ajallisesti entistä voimakkaampaa aiheuttaen lisää lumikuormatilanteita. Yllä esitettyjä päätelmiä tukevat myös Suomen Ilmastopaneeli – Ilmastonmuutoksen sopeutumisen ohjauskeinot,

kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet -raportti 2/2021. Raportissa todetaan roudan määrän vähenevän selvästi koko Elenian verkkoalueella Pohjois-Pohjanmaata lukuun ottamatta ja sateisuuden lisääntyminen koko verkkoalueella myös talvella lisäten lumikuormariskiä.

Vuonna 2023 laadittujen alueellisten riskiarvioiden perusteella rajuimmat, myrskyt, tulvat, metsäpalot ja muut sään ääri-ilmiöt nähdään potentiaalisina riskeinä Elenian verkkoalueella. Koska ylivoimaisesti suurin osa asiakkaiden kokemista sähkökatkoista johtuu sääilmiöiden ja luonnon aiheuttamista häiriöistä, on ilmastonmuutoksen johdosta odotettavissa yhä enemmän häiriöitä ilmajohtoverkossa. Lisäksi sähköverkon vikojen ja suurhäiriötilanteiden aiheuttamat kustannukset ovat merkittävät, koska varautumista, asentajia ja erikoiskalustoa tarvitaan vuoden- tai vuorokaudenajasta riippumatta.

<sup>2</sup> Gregow, H; Mäkelä, A et. al. Suomen Ilmastopaneeli raportti 2/2021) [Saatavissa](#)

## 4. Toimintaympäristön kehittyminen seuraavan 10 vuoden aikana

Tässä kappaleessa on esitetty muita Elenian tunnistamia toimintaympäristön muutoksia seuraavan kymmenen vuoden aikana.

### Asiakkaiden odotukset päästöttömyydelle

Asiakkaat ovat yhä tietoisempia ilmastonmuutoksen ja luonnon monimuotoisuuden heikentymisen vaikutuksista ja seuraavat energia-alan toimijoiden kestävyystavoitteita ja toimenpiteitä yhä aktiivisemmin. Toiminnassa ja päätöksenteossa tulee huomioida kestävään kehitykseen liittyvät kysymykset.

Olemme asettaneet oman toimintamme kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen tavoitteet Pariisin ilmastopimuksen mukaisiksi ja kansainvälinen Science Based Targets Initiative -aloite on hyväksynyt Elenian ilmastositoumuksen. Sitoumuksen hyväksyntä edellyttää, että Elenia vähentää kasvihuonekaasupäästöjään 42 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, pitäen sisällään Elenian omat sekä hankitun energian päästöt. Itse asettamamme tavoite on näiden osalta vieläkin kunnianhimoisempi. Tavoitteenamme on 75 prosentin päästöjen vähentäminen vuoteen 2030 mennessä vuoden 2020 tasosta.

Elenia on lisäksi sitoutunut asettamaan Net Zero -tavoitteet, jotka kattavat Elenian oman toiminnan päästöjen lisäksi koko arvoketjun päästöt. Net Zero -tavoitteet on saavutettava vuoteen 2050 mennessä ja yleisesti se tarkoittaa noin 90 prosentin päästöjen vähentämistä koko yrityksen arvoketjun osalta. Elenialle tämä tarkoittaa oman toiminnan lisäksi, että ilmastotavoitteet tulevat osaksi hankintapäätöksiä. Vähäpäästöisyysvaatimukset kohdistuvat niin häviöenergian hankintaan kuin verkonrakennuksen urakointi- ja ylläpito-hankintoihin. Myös Sähköverkon materiaalihankinnoilla, etenkin maakaapeleiden hankintaketjulla on suuri rooli. Sitoutumalla ilmastotyöhön vastaamme asiakkaiden ja yhteiskunnan yhä kasvaviin odotuksiin

ilmastonmuutoksen torjumiseksi sekä haluamme toimia suunnannäyttäjänä koko toimialalle.

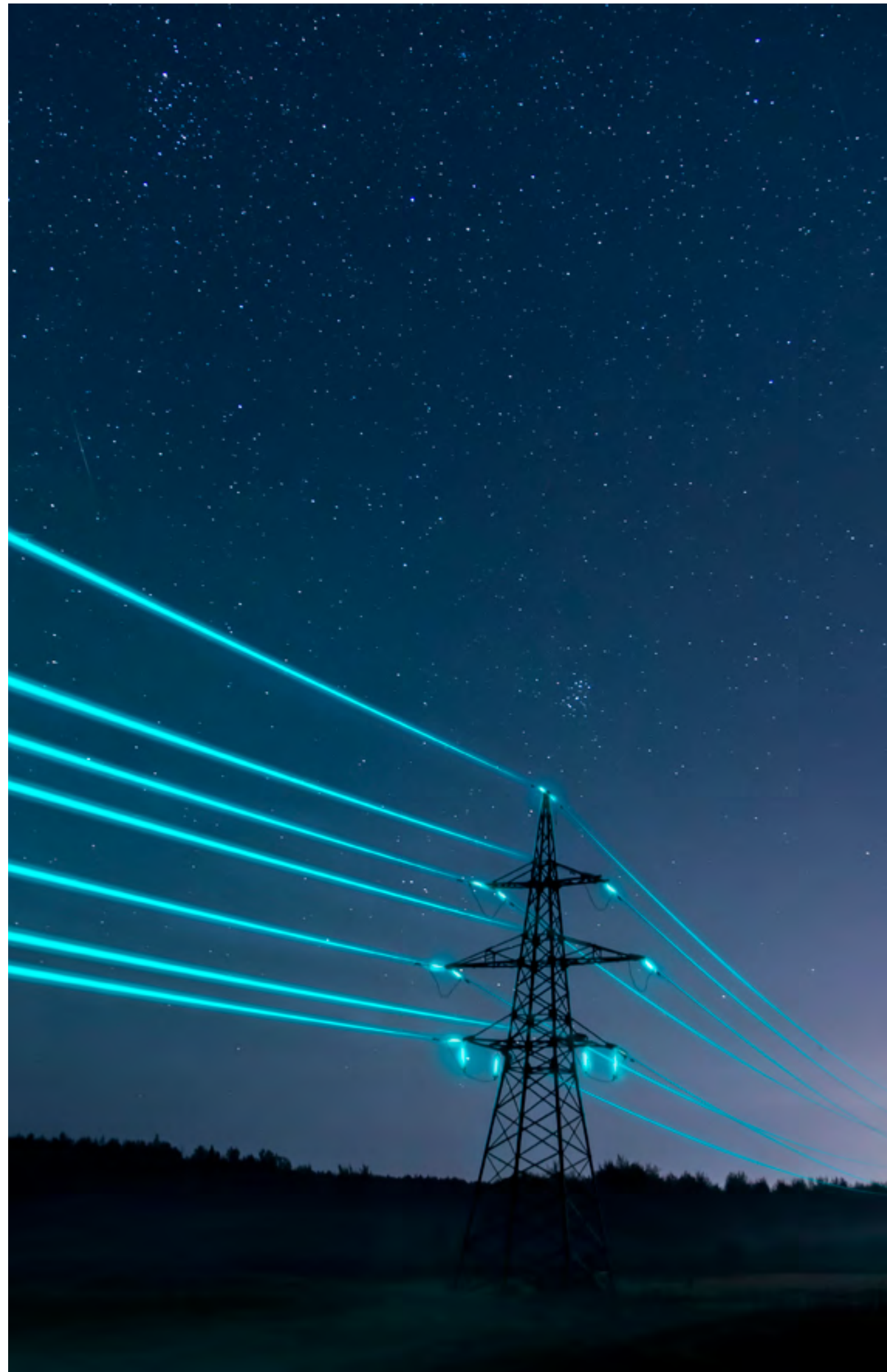
Olemme julkaisseet vastuullisuusraportillamme Elenian verkkopalvelun hiilijalanjäljen. Asiakkaamme voivat suoraan laskea oman käyttämänsä verkkopalvelun hiilijalanjäljen kertomalla oman kulutuksensa tällä hiilijalanjälkimäärällä. Varsinkin teolliset asiakkaat laskevat ja raportoivat tietoa eteenpäin omissa kanavissaan, joten tieto löytyy nyt julkisesti. Vähentäessämme verkkopalvelun päästöjä vähentää se luonnollisesti jokaisen asiakkaamme hiilijalanjälkeä.

### Kumppanuudet ja osaamistarve

Elenian toiminta ja palvelutuotanto perustuu monipuolisiin kumppaniverkostoihin. Elenia-konserni ostaa rakennuttajana verkonrakennus- ja ylläpitopalvelut vapailta markkinoilta. Konsernin yhtiöillä ei ole omaa asennustoimintaa eikä omistuksia palvelumarkkinoilla. Olemme luoneet yhteistyössä kumppaneidemme kanssa kestävä perustan hyvin toimiville palveluille. Mallimme on osoittautunut tehokkaaksi asiakashankkeissa, investointiprojekteissa, verkon ylläpidossa sekä sähkökatkojen aiheuttamissa poikkeustilanteissa.

Kumppaniverkon toiminnan ja osaamisen ylläpitäminen on ensiarvoisen tärkeää huoltovarmuuskulmasta, jota on kuvattu enemmän edellä. Myrskyjen ja lumikuormien aiheuttamista sähkökatkoista ei päästä kokonaan eroon, joten kehitämme kumppaneidemme kanssa jatkuvasti tehokkaita viankorjauksen toimintamalleja toimitusvarmuuden turvaamiseksi. Tehokkaaksi hiottu toimintamallit palvelevat arkisesti sään ääri-ilmiöiden kohdalla, mutta takaavat kykymme vastata myös muihin kriisitilanteisiin. Ilmajohtoverkon korjausosaaminen muodostuu haasteeksi koko toimialalle investointien painottuessa perustellusti maakaapeliverkkoon samalla kun ilmajohto-osajia eläköityy. Tulevaisuuden investointiedellytykset tulisivat olla suotuisia, jolloin ne mahdollistavat verkonrakennusyrityksille muun muassa oppisopimuskoulutuspaikkojen hyödyntämisen osaamisen jatkuvuuden varmistamiseksi.





Digitaalisten järjestelmien rooli kasvaa ja sen myötä verkostoasentajilta vaaditaan uudenlaista osaamista. Verkon kehittämisestä ja ylläpitämisestä tuotetaan entistä enemmän reaaliaikaista tietoa ja sen avulla palvellaan verkon käyttäjiä entistä paremmin. Asiakkaiden odotukset palvelusta kasvavat tulevaisuudessa ja tämä edellyttää myös verkostoasentajilta entistä parempia asiakaspalvelutaitoja.

## Huoltovarmuus ja varautuminen

Niin kansallisen kuin alueellisten riskiarvioiden mukaan energiahuollon häiriöt tunnistetaan keskeisiksi riskeiksi yhteiskunnan toimintakyvyn ja kokonaisturvallisuuden kannalta. Sähkönjakelulla on merkittävä huoltovarmuusrooli nyky-yhteiskunnassa ja se mahdollistaa yhteiskunnan kannalta kriittisen infrastruktuurin, kuten tietoliikenteen ja vesihuollon toiminnan. Pitkjänteisillä, sähköverkkoon kohdistuvilla investoinneilla pystymme merkittävästi parantamaan asiakkaille näkyvää jokapäiväistä sähkönjakelun toimitusvarmuutta, mutta myös poikkeuksellisten häiriötilanteiden myötä tarvittavia varayhteyksiä ja jakelukapasiteettia. Investoinneilla ylläpidämme rakennetta, joka pitää sisällään viankorjauksen osaamisen ja työvoiman, varaosien toimitusketjun, uudelleen rakentamiseen tarvittavan kaluston ja tehokkaat toimintamallit. Tämä rakenne palvelee niin normaaliolojen kuin myös poikkeusolojen vaatimia tehtäviä.

Varautumis- ja valmiussuunnitelmat ovat huoltovarmuuden ja varautumisen suhteen keskeisiä työvälineitä Elenialle. Nämä suunnitelmat ovat olleet käytössä niin sähkönjakelun suurhäiriötilanteissa, COVID-19 pandemiassa, Venäjän hyökkäyssodan myötä ja lisäksi kohonneen sähköpolarisointitakia. Seuraavan kerran suunnitelmat päivitetään kesäkuuhun 2025 mennessä ja toimitetaan Energiaviraston arvioitaviksi.

Lähiaikojen tavoitteemme huoltovarmuuden ja varautumiskyvykkyyden kohottamisessa liittyvät erityisesti järjestelmiemme kyberturvallisuuden ja sähkölaitteistomme fyysisen turvallisuuden parantamiseen. Näiden toimenpiteiden lisäksi tavoitteenamme on harjoitella lukuisia erilaisia riski-

ja uhkaskenaarioita niin itsenäisesti kuin sidosryhmien kanssa.

Elenia tekee jatkuvasti laajaa huoltovarmuuteen liittyvää yhteistyötä niin alueellisesti kuin valtakunnallisesti. Toimimme lukuisissa alan työryhmissä, osallistumme erilaisiin varautumis- ja valmiusharjoituksiin sekä perehdytämme sidosryhmiämme sähkönjakelun huoltovarmuuteen ja sähkökatkoihinvarautumiseen liittyvissä asioissa. Elenialla on varautumis- ja huoltovarmuusasioita koordinoiva ohjausryhmä, joka kokoontuu säännöllisesti.

## Kyberturvallisuuden vaatimukset

Kyberturvallisuuden vaatimukset ovat kasvaneet voimakkaasti viime vuosina ja niiden nähdään yhä kasvavan. EU-tason sääntely, esimerkiksi NIS2-direktiivi ja verkkokoodi NCCS tiukentavat alan vaatimuksia ja myös asettavat taloudellisia sanktioita toiminnan ohjaamiseen. Samaan aikaan geopolittinen tilanne jatkuu haasteellisena ja teknologinen kilpajuoksu kyberuhkien ja niiltä suojautumisen välillä kiihtyy. Muun muassa tekoälyn hyödyntäminen kasvattaa kyberhyökkäysten määrää ja vaatii lisäpanostuksia esimerkiksi kalasteluviestien tunnistamiseen ja organisaation kouluttamiseen.

Digitaalisten järjestelmien näkökulmasta kyberturvallisuuden vaatimukset ovat monitahoisia. Vaatimusten muuttuessa ja kyberturvallisuuteen liittyvien ratkaisuiden kehittyessä paineet järjestelmien elinkaarten lyheneemiseen ovat suuret. Kyberturvallisuuden tilannekuvan jatkuva-aikainen valvonta, erityisesti järjestelmien ja ohjelmistojen muutostilanteisiin liittyvät kyberturvallisuustarkastelut ja auditoinnit, uhkakuvien havainnointi ja seuranta, sekä tietoturvapäivitysten usein laajamittainen toteutus vaativat yhä enemmän niin inhimillistä kuin taloudellistakin panosta.

Yritystasolla toimintaamme ohjaa jo vuodesta 2020 lähtien sertifioitu tietoturvan hallintajärjestelmä ISO/IEC 27001. Kyberturvallisuuteen liittyvä riskien arviointi, hallintakeinojen toteutus ja toiminnan jatkuva kehitys ovat osana arkea. Kansallinen yhteistyö, tiedonvaihto ja varautumisharjoitukset niin viranomaisten kuin kriittisen infrastruktuurin muiden toimijoidenkin kanssa on aktiivista ja sen nähdään jatkuvan aktiivisena tulevaisuudessakin.

## 5. Muutokset 2022 kehittämissuunnitelmasta

Elenia toimitti edellisen sähköverkon kehittämissuunnitelman vuonna 2022. Jo tällöin puhtaan siirtymän vaikutukset ja osin myös haasteet olivat näkyvissä, mutta viimeisen kahden vuoden aikana muutos on ollut merkittävästi nopeampaa kuin edellisessä kehittämissuunnitelmassa arviottiin. Taustalla vaikuttavia megatrendejä ovat ilmastotavoitteiden mukainen siirtymä polttamalla tuotetusta fossiilisesta energiasta kohti uusiutuvaa energiaa ja toisaalta uudenlaisen energiajärjestelmän mukanaan tuomat haasteet. Elenian jakeluverkkoon on myyty uusia liittymiä niin uusiutuvan energian tuotantolaitoksille, taajuussäätömarkkinoilla toimiville energiavarastoille, kuin uudenlaista sähkönkulutusta edustaville sähköautojen latausasemille ja sähkökäyttöisille kaukolämpökattiloille. Toisaalta Venäjän hyökkäyssodan ja 2022 energiakriisin seurauksena moni ennen kiinteähintaisia sopi-

muksia suosinut kuluttaja siirtyi omasta halustaan, tai vaihtoehtojen puuttuessa pörssipohjaisiin sähkösopimuksiin. Samaan aikaan täyssähköautojen määrän merkittävä kasvu ja ennätyskorkeat sähkön hinnat innostivat yksityisasiakkaat kiihtyvällä tahdilla investoimaan aurinkopaneeleihin. Verkko-yhtiön suunnalta nämä uudet kulutus- ja tuotantoyksiköt asettavat haasteen, sillä lakisäätöinen liittämismäärä takaa jokaiselle mahdollisuuden verkkoliityntään, mutta verkkoyhtiön näkökulmasta ne vaativat lähes aina muutoksia, uusia komponentteja ja rakentamista. Kun aikaisemmin yksityisasiakkaiden kulutus hajautui satunnaisesti vuorokauden eri tunneille, nyt kulutus kohdistuu enenevässä määrin edullisimmille pörssisähkön tunneille. Yhtä aikaa tapahtuva sähköautojen lataus ja muu suuritehoinen kulutus on jo nyt aiheuttanut pullonkauloja joissain muuntopiireissä. Samalla kiinnostus uuden teollisen mittakaavan kulutuksen ja tuotannon liittämiseen suurjännitteiseen jakeluverkkoon ja keskijänniteverkkoon on kasvanut merkittävästi kahden vuoden takaisesta tilanteesta. Elenian näkemyksen mukaan

nyt alkanut muutos kohti hiilineutraalia energiajärjestelmää tulee vain kiihtymän tulevina vuosina ja vuosikymmeninä.

Energiavirastolle kesäkuussa 2022 toimitetun kehittämissuunnitelman mukaisesti Elenian investointisuunnitelma 2022–2036 oli yhteensä 2 miljardia euroa. Tämä koostui ennen kaikkea toimitusvarmuuteen, turvallisuuteen ja uusiin sähköliittymiin kohdistettavista investoinneista, sillä arvioon sisältyi vain maltillisesti puhtaan siirtymän investointeja. Käytännössä tiedossa olleet lähivuosien tuulivoimahankkeet, pienimuotoiset aurinkovoimahankkeet sekä uudet älymittarit. Elenia on tehnyt pitkäjänteistä työtä asiakkaiden toimitusvarmuuden puolesta ja siksi 2024 kehittämissuunnitelman mukainen investointitarve toimitusvarmuuteen, turvallisuuteen ja uusiin sähköliittymiin on pysynyt suhteellisesti samalla tasolla. Sen sijaan puhtaan siirtymän investointitarve on kasvanut merkittävästi, ollen reilusti yli 500 miljoonaa euroa vuosien 2024–2036 aikana. Näin ollen, yhteensä investointitarve Elenian sähköverkkoon 2024–2036 on noin 2,4 miljardia euroa.



# Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat

## Sähkönjakeluverkon kehittämisvyöhykkeiden määrittely

Olemme jakaneet Elenian sähköverkon seitsemään kehittämisvyöhykkeeseen, joista jokainen on oma kokonaisuutensa kehittämissuunnitelmassa. Kehittämisvyöhykkeiden jaottelussa on huomioitu sähkömarkkinalain 51 § mukaiset toiminnan laatuvaatimukset, olemassa olevan verkon sekä tavoiteverkon topologia sekä maantieteelliset ominaispiirteet. Kehittämissuunnitelman kustannusvertailut ja toimenpidevalinnat aikatauluineen esitetään kehittämisvyöhykkeittäin. Jokainen verkon osa kuuluu yhteen kehittämisvyöhykkeeseen.

Elenialla on varsin vaihtelevan ikäistä ja kuntoista sähköverkkoa, joka jakautuu erityyppisiin olosuhteisiin maantieteellisesti hyvin laajalle alueelle. Keskiänniteverkon ikäjakauma on esitetty kuvassa 1 ja siitä on havaittavissa, että ikääntyvää keskiänniteilmajohtoverkkoa on jäljellä vielä mer-

kittäviä määriä. Vuodesta 2010 alkaen olemme uudistaneet ikääntyneitä ilmajohtoverkkoa merkittäviä määriä. Uudistamisen yhteydessä purettujen ilmajohtojen ikäjakauma on myös esitetty kuvassa.

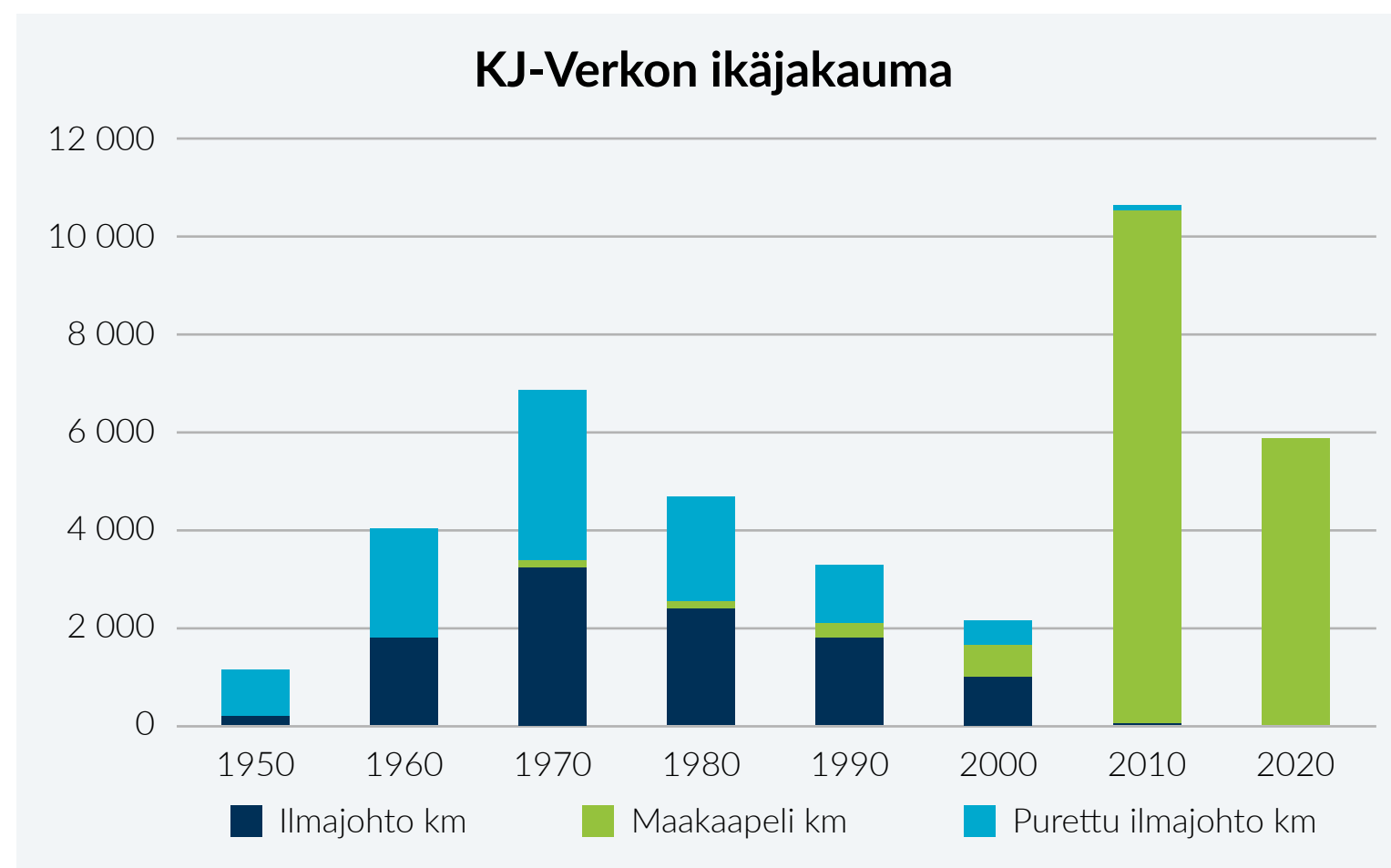
Alueemme laajuuden vuoksi olemme nähneet tarkoituksenmukaiseksi jakaa verkkomme useampaan osaan, jotta jokaisesta kehittämisvyöhykkeestä muodostuisi hallittava kokonaisuus ja joiden avulla kustannusvertailut ja toimenpiteet voidaan perustella riittävällä tarkkuudella.

### Jakeluverkon kannalta seitsemän kehittämisvyöhykettäme ovat:

1. Kaupunkialueet
2. Taajama-alueet
3. Taajamien väliset runkoyhteydet
4. Haja-asutusalueen runkoyhteydet
5. Haja-asutusalueen latvaverkko
6. Haja-asutusalueen ylläpidettävä ilmajohtoverkko
7. Toimitusvarmuuden joustoratkaisut

Suurjännitteinen jakeluverkko levittäytyy lähes kaikille kehittämisvyöhykkeille, joten se käsitellään kehittämisvyöhykkeistä erillään omana kokonaisuutenaan.

Nykyaikaisilla tietojärjestelmillä, automaatiolla ja älykkäillä mittalaitteilla on merkittävä rooli Elenian sähköverkon valvonnassa, ylläpidossa ja kehittämisessä sekä vikatilanteiden hallinnassa. Tämän kokonaisuuden strateginen kehittäminen on edellytys tehokkaalle ja oikea-aikaiselle toiminnalle nyt ja osiossa 1 kuvattujen sähköistyvän yhteiskunnan muutosten myötä. Kehittämissuunnitelmassa on kuvattu koko verkkoalueen kattavia toimenpiteitä koskien tietojärjestelmiä, automaatiota ja älykkäitä mittalaitteita, eikä näitä ole mielekästä eritellä kehittämisvyöhykkeittäin.



Kuva 1: Keskiänniteverkon ikäjakauma vuosikymmenittäin



## Kehittämisyöhykkeiden kuvaus

### Tietojärjestelmät, automaatio ja älykkäät mittalaitteet

Toimitusvarmuustavoitteiden saavuttaminen vaatii perinteisten verkostoinvestointien lisäksi myös tehokasta sähköverkon käyttöä ja vianhoitoa. Elenian sähköverkossa tehokkuutta on lisätty erityisesti automaatiolaitteiden, älykkäiden mittalaitteiden sekä tietojärjestelmien hyödyntämisellä. Vuoden 2024 alussa Elenian verkossa oli lähes 11 000 kauko-ohjattavaa kytkinlaitetta ja yli 4 000 vianindikointilaitteistoa. Lisäksi olemme investoineet pitkäjänteisesti kehittyneeseen sähköasemien suojalaitetekniikkaan. Nämä tekniikat yhdistettynä osin autonomisesti toimiviin ja tietoja tehokkaasti yhdisteleviin tietojärjestelmiin luovat kattavan tilannekuvan ja takaavat toimintamme tehokkuuden. Käytännössä sähköverkon vikatilanteissa tämä mahdollistaa sähköjen palauttamisen yli 80 %:lle vian vaikutusalueella olevalle asiakkaalle keskimäärin alle 15 minuutissa kaukokäytettävien kytkinlaitteiden ja sähköverkon varayhteyksien avulla. Yhdessä urakoitsijakumppaneiden ja tietojärjestelmätoimittajien kanssa olemme myös aktiivisesti kehittäneet maastotyöskentelyä sujuvoittavia tietojärjestelmiä, joiden tavoitteena on nopeuttaa ja tehostaa lopullista viankorjausta ja sähköjen palautusta katkon piirissä oleville asiakkaille. Jatkamme sähköverkon automaation lisäämistä osana sähköverkon investointeja, huomioiden eri kehittämisvyöhykkeiden vaatimukset ja ominaispiirteet.

Älykkäät mittalaitteet ovat olleet osa Elenian toimintaa jo yli vuosikymmenen. Niiden ominaisuuksia on hyödynnetty asiakkaiden sähköenergian mittauksen ohella erityisesti sähköverkon vikatilanteiden hallinnassa ja investointien suunnittelun tukena. Vuonna 2021 alkanut uuden sukupolven mittalaitteiden asennusprojekti on kääntymässä kohti loppusuoraa, sillä vuoden 2023 aikana jo puolet Elenian asiakkaista olivat saaneet uuden säh-

kömittarin. Nämä mittalaitteet mahdollistavat monia uusia energianhallinnan ominaisuuksia, joita tarjotaan suoraan asiakkaan käyttöön. Asiakas voi esimerkiksi ajastaa mittarissa olevan kuormanohjausreleen kytkemään lämmivesivaraajan tai muun haluamansa laitteen päälle aina vuorokauden halvimmillä pörssisähkötunneilla tai seurata sähkön kulutustaan lähes reaaliaikaisesti. Uuden sukupolven älykkäät sähkömittarit ja niiden mahdollistamat palvelut ovatkin merkittävä harppaus energiamurroksessa.

Puhtaan siirtymän ennusteiden mukaan uusiutuvan energian tuotanto tulee lisääntymään kaikilla jännitetasoilla. Sääriippuvaisen tuotannon lisääntyminen ja toisaalta kulutuksen vaihtelu tekevät sähköverkon käytöstä entistä haastavampaa. Toisaalta verkosta on saatavilla entistä enemmän reaaliaikaista dataa, jota voidaan hyödyntää verkon valvonnassa, ennakoivassa kunnossapidossa ja saatavan datan avulla voidaan jopa tunnistaa alkavia sähköverkon vikoja. Uudenlaisen sähköjärjestelmän hallinta vaatii kuitenkin ihmisten avuksi tukea järjestelmiltä. Elenialla kehitetäänkin aktiivisesti operatiivisia järjestelmiä, jotta näihin haasteisiin voidaan vastata.

### Suurjännitteinen jakeluverkko

Elenian 110 kilovoltin suurjännitteinen jakeluverkko sijaitsee hajanaisesti Elenian verkkoalueella, eikä muodosta yhtenäistä kokonaisuutta. Elenialla on myös lukuisia johdonvarsiliitöntöjä kantaverkkoyhtiö Fingrdin verkkoon. Internetsivuillamme on kartta, jossa on nähtävillä Elenian suurjännitteinen jakeluverkko ja siihen liittynyt [tuulivoiman tuotanto](#).

#### Suurjännitteisen jakeluverkon tekniset ominaispiirteet

Pääosa Elenian suurjännitteisestä jakeluverkosta sijoittuu haja-asutusalueelle ja on toteutettu ilmajohtorakenteisena. Verkko on osin silmukoitu, mutta sitä käytetään säteittäisenä. Suurjännitteisen jakeluverkon haarojohtojen käyttövarmuus varmennetaan keskijännitevarayhteyksien avulla. Aikaisemmin mitoitus on tehty haja-asutusalueen sähkökäytön perusteella



ja eikä siten sellaisenaan mahdollista esimerkiksi laajamittaisen tuulivoiman liittämistä. Perinteisesti sähkökäytön tarpeet suurjännitteisen jakeluverkon näkökulmasta ovat olleet hyvin stabiilit ja tehot maltillisia.

Sijoitusympäristö haja-asutusalueella mahdollistaa suurjännitteisen jakeluverkon toteuttamisen pääosin ilmajohtorakenteisena. Kaupunki- ja taajama-alueilla suurjännitteistä jakeluverkkoa toteutetaan tapauskohtaisesti myös maakaapelirakenteisena.

## Toimintaympäristön muutosten vaikutus suurjännitteiseen jakeluverkkoon

Suurjännitteisen jakeluverkon toimintaympäristön muutoksia pohditaan tiiviissä yhteistyössä kantaverkkoyhtiö Fingridin ja tuulivoimatoimijoiden kanssa. Lisääntyvä uusiutuvan energian tuotanto tulee vaatimaan investointeja suurjännitteiseen jakeluverkkoon, myös sellaisiin verkon osiin, joihin ei olisi ollut tarvetta investoida muuten niin nopealla aikataululla tai suurella mitoituksella. Kasvukeskusten läheisyyteen sijoituville teollisuusalueille on odotettavissa energiaintensiivistä teollisuutta, joka edellyttää näiden alueiden suurjännitteisen jakeluverkon kapasiteetin kasvattamista ja toimitusvarmuuden parantamista. Lisäksi Euroopan unionin Fit for 55 - ilmastolainsäädännön ehdotuksen mukaiset raskaan liikenteen latausinfra vaatimukset asettavat painetta suurjännitteisen jakeluverkon osalta ja osalle sähköasemista tulee tarve kasvattaa päämuuntajakokoa.

## 1. Kaupunkialueet

Kaupunkialueiksi luetaan suurempien kaupunkien asemakaavoitetut keskusta-alueet, jotka ovat joko selkeitä ruutukaava-alueita tai muutoin erittäin tiiviisti rakennettuja keskustaympäristöjä. Tällä hetkellä Elenian verkkoalueella tällaisia ovat Hämeenlinnan ja Heinolan keskustan ruutukaava-alueet. Tällä kehittämisvyöhykkeelle sallitaan sähkömarkkinalain 51 § mukaan korkeintaan 6 tunnin keskeytys vuoden 2036 jälkeen.

### Kehittämisvyöhykkeen tekniset ominaisuudet ja sähkön käyttö

Kaupunkialueiden sähköverkko on tiheään rakennettu ja välimatkat ovat lyhyitä. Alueen sähköverkko on toteutettu maakaapeliverkkona jo vuosikymmeniä sitten ja siten osa rakenteista on jo pitoaikansa ylittänyt. Alueen tiiveyden takia iso osa muuntamoista on sijoitettu ja sijoitetaan jatkossakin kiinteistöihin. Vuosien saatossa tehtyjen lisäysten ja muutosten vuoksi sähköverkon ikärakenne on hyvin kirjava.

Kehittämisvyöhykkeen sähköverkko on toteutettu silmukoidusti ja kaikille muuntamoille rakennetaan vähintään kaksi vaihtoehtoista syöttösuuntaa. Huolto- ja vikatilanteissa tämä mahdollistaa sähkön siirron vaihtoehtoisesta suunnasta. Pienjänniteverkko toteutetaan myös maakaapelilla kattavasti rengasverkoksi tukemaan yksittäisen jakelumuuntajan korvaamista huolto- ja vikatilanteissa.

Kaupunkialueilla energia- ja tehotiheys on suuri. Perinteisesti rakennusten lämmitystapa on muu kuin sähkö.

### Kehittämisvyöhykkeen ympäristötekijät

Kaupunkialueille tyypillistä on erittäin tiivis rakennuskanta ja yleiset alueet ovat lähes kokonaan kivetty tai asfaltoitu ja alueilla liikkuu paljon ihmisiä. Alueella on runsaasti myös muuta maanalaista infraa. Näistä syistä laajojen rakentamishankkeiden toteuttaminen ei ole mahdollista, vaan infraa rakennetaan ja uusitaan pieniä osakokonaisuuksia kerrallaan töistä aiheutuvan haitan minimoimiseksi. Rakennushankkeissa on tärkeä uusia hankealueen koko infra yhteisrakentamisena samalle alueelle kohdistuvan työn aikaisen haitan minimoimiseksi. Kiinteistöihin sijoitettujen muuntamoiden uusinta tehdään ensisijaisesti yhteistyössä samalla kun rakennuksia uusitaan.

Alueiden kaavoituksessa otetaan vahvasti kantaa sähköverkon toteutustapaan ja sallittuihin rakenteisiin siten että johdot on toteutettava maakaapeloimalla ja muuntamot valtaosin sijoitettava kiinteistöihin. Yleisten alueiden tiiveyden ja tilanpuutteen myötä johdot sijoitetaan monin paikoin katualueelle ja jopa katurakenteisiin, jolloin johdot on suojattava putkittamalla tai kanaaleilla. Edelleen tiiveydestä johtuen kehittämisvyöhykkeellä tehtävien maanrakennustöiden yhteydessä ei ole mahdollisuutta maamasojen läjitykseen, vaan massat on kuljetettava työmaa-alueelta pois ja uudelleen takaisin.

### Toimintaympäristön muutosten vaikutukset kehittämisvyöhykkeellä

Kehittämisvyöhykkeen autokanta sekä lämmitys sähköistyy, joka haastaa

taloyhtiöiden nykyistä liittymäkapasiteettia sekä asiakkaan omistamaa kiinteistön sähköverkkoa. Elenian verkkoalueen kasvukeskusten ympäristökunnat erityisesti Pirkanmaalla kehittyvät tiiviimpään suuntaan ja siten on odotettavissa, että tulevaisuudessa nämä täyttävät kaupunkialueiden määritelmän.

Kaupunkialueiden aurinkovoiman tuotannon odotetaan lisääntyvän. Sähkönkulutusta on todennäköisesti lähellä pientuotantoa, jolloin energian siirtomatka on lyhyt eikä teknisiä haasteita jakeluverkossa pääse muodostumaan.

## 2. Taajama-alueet

Taajama-alueina käsitellään kaikki kaupunkialueiden ulkopuoliset asemakaavoitetut alueet, ranta-asemakaavat pois lukien. Alueet ovat selkeästi rajautuvia ja hallittavia, mutta alueiden koko ja muoto vaihtelee paljon. Pienimmillään alueet käsittävät vain muutaman tai jopa yksittäisen kiinteistön, mutta suurimmillaan alueen laajuus on useita neliökilometrejä tai nauhamaisena pituus useita kilometrejä. Alueet ovat myös tyypillisesti voimakkaasti kehittyviä. Alueiden sisällä tapahtuu maankäytön kehittymistä ja alueet myös tyypillisesti laajenevat uusien asemakaavojen toteuttamisen kautta. Tälle kehittämisvyöhykkeelle sallitaan sähkömarkkinalain 51 § mukaan korkeintaan 6 tunnin keskeytys vuoden 2036 jälkeen.

### Kehittämisvyöhykkeen tekniset ominaisuudet ja sähkön käyttö

Taajama-alueiden sähköverkot ovat rakentuneet eri aikakausina vaihtelevin periaattein ja rakentein, monin paikoin sekaverkkona. Sekaverkkojen ilmajohdo- osuudet on pääosin kaapeloitu vähintään keskijänniteverkon osalta viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Taajama-alueilla on yleisesti käytetty puistomuuntamoita. Etenkin vanhassa verkossa on myös yksittäisiä kiinteistömuuntamoita, joita pyritään mahdollisuuksien mukaan korvaamaan puistomuuntamoilla.

Taajama-alueiden keskijänniteverkkoa on toteutettu maakaapeloimalla syöttävältä sähköasemalta asti ja rakennettu renkaaseen. Pienjänniteverkkoa on toteutettu maakaapeloimalla osittain rengasverkoksi ja lisäksi pienjänniteverkon rakenteissa on huomioitu varavoiman liitettävyyttä. Yksittäinen muuntopiiri on mahdollista korvata varayhteyksien ja varavoiman yhdistelmällä mahdollisissa huolto- ja vikatilanteissa.

Alueiden energia- ja tehotehiys on vaihtelevaa, mutta etenkin teollisuusalueilla varsin korkea.

### Kehittämisyöhykkeen ympäristötekijät

Alueet ovat rakennuskannaltaan melko tiiviitä, mutta pääsääntöisesti muuntamot voidaan toteuttaa puistomuuntamoina. Johdot ja laitteet sijoitetaan pääosin katualueen reunaan tai esimerkiksi kadun ja kevyenliikenteen väylän välikaistalle, mutta paikoin johtoja joudutaan sijoittamaan myös katualueille ja -rakenteisiin mikä edellyttää kaapelien suojausta putkittamalla.

Alueiden kaavoituksessa otetaan vahvasti kantaa sähköverkon toteutustapaan ja sallittuihin rakenteisiin siten että johdot on toteutettava maakaapeloimalla ja muuntamot puistomuuntamoina. Kaavoituksessa otetaan tyypillisesti myös kantaa maanpäällisten rakenteiden sallittuihin sijoituspaikoihin sekä rakenteiden ulkoasuun.

### Toimintaympäristön muutosten vaikutukset kehittämisvyöhykkeellä

Alueille tyypillisessä vanhassa verkossa sähkölämmitys on yleistä. Lisäksi erilaiset lämpöpumppuratkaisut yleistyvät vanhoilla lämpöverkkojen alueilla ja uusilla vasta rakentuvilla alueilla. Teollisuusalueiden osalta sähkökäytön odotetaan kasvavan teollisuuden prosessien sähköistymisen myötä.

Etenkin suuria kasvukeskuksia ympäröivillä asemakaava-alueilla pien- ja keskijänniteverkkojen keskijänniteverkko on toteutettu maakaapeloimalla syöttävältä sähköasemalta asti ja rakennettu renkaaseen. Pienjänniteverkkoa on toteutettu maakaapeloimalla osittain rengasverkoksi ja lisäksi pienjänniteverkon rakenteissa on huomioitu varavoiman liitettävyyttä. Yksittäinen muuntopiiri on mahdollista korvata varayhteyksien ja varavoiman yhdistelmällä mahdollisissa huolto- ja vikatilanteissa.

verkossa pääse muodostumaan. Kiinteistöjen kulutus on mitoitettu talvi- ja kesäkausille ja tuotannon huipputeho tuskin ylittää tämän.

## 3. Taajamien väliset runkoyhteydet

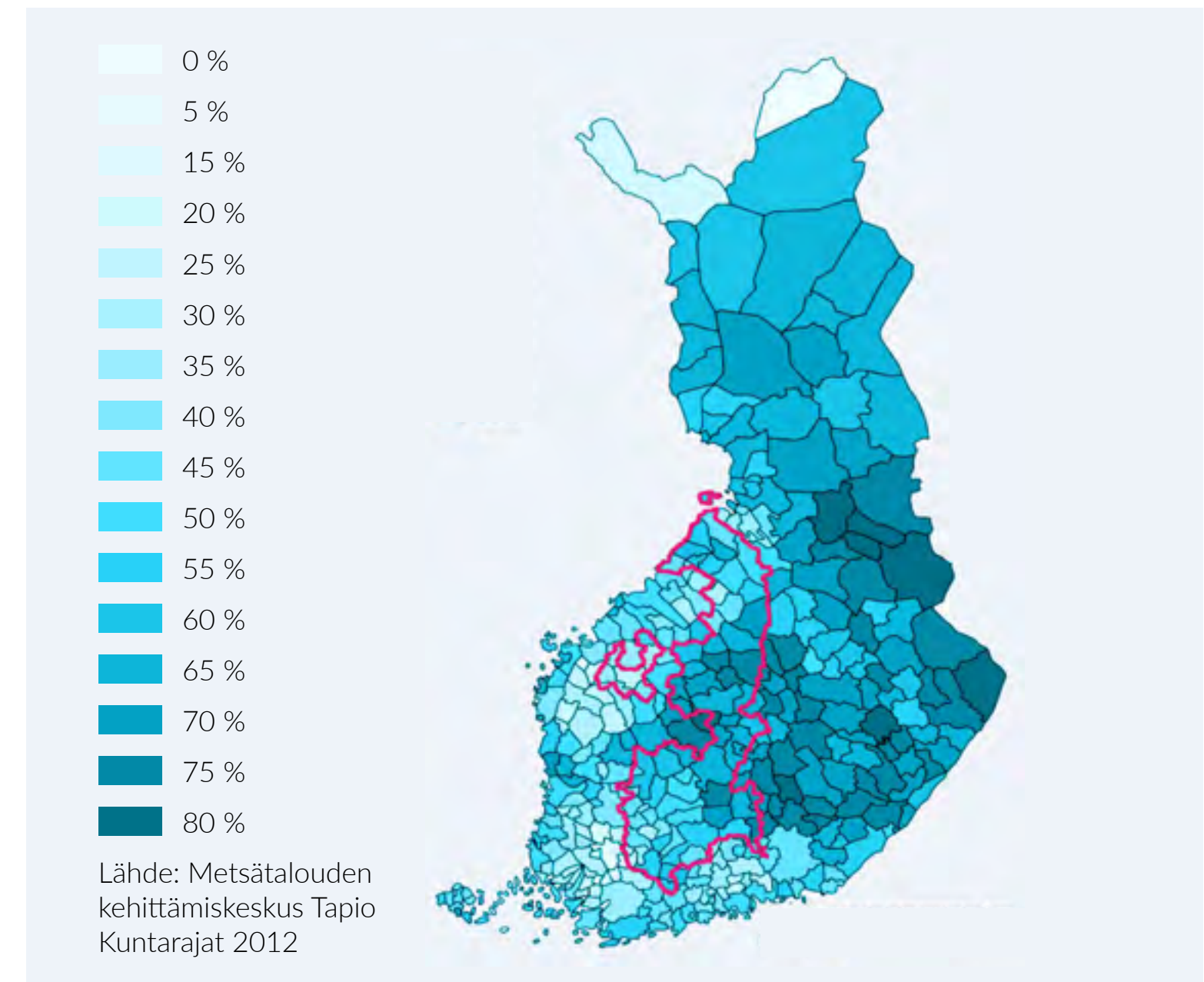
Sähköasemien välille rakennettujen runkoyhteyksien avulla varmistetaan taajamien häiriötön sähkönjakelu aseman lähdön tai sitä syöttävän voimajohtojen huolto- tai vikakeskeytyksessä. Sähköasemat sijaitsevat pääosin taajama-alueiden välittömässä läheisyydessä, mutta myös taajama-alueiden ulkopuolelle sijoitetaan sähköasemia kapasiteetin varmistamiseksi sekä verkon hallinnan ja toimitusvarmuuden kehittämiseksi. Kehittämisvyöhyke sijoittuu haja-asutusalueelle ja kehittämisvyöhykkeelle sallitaan sähkömarkkinalain 51 § mukaan korkeintaan 36 tunnin keskeytys vuoden 2036 jälkeen. Lisäksi tällä kehittämisvyöhykkeellä on merkittävä rooli taajama-alueiden 6 tunnin toimitusvarmuuden varmistamisessa.

### Kehittämisvyöhykkeen tekniset ominaisuudet ja sähkön käyttö

Elenian sähköasemat ovat pääosin varustettu yhdellä päämuuntajalla ja yhdellä pääkiskolla. Näin ollen huolto- ja vikakeskeytyksissä aseman varasyötöt järjestetään ympäröiviltä muilta asemilta vahvojen runkoyhteyksien avulla. Kehittämisvyöhykkeen keskijänniteverkko on ollut aiemmin lähes täysin ja edelleen osittain ilmajohtorakenteista. Uudistamistapana kehittämisvyöhykkeellä käytetään maakaapelointia.

Kehittämisvyöhykkeen normaalin kytkentätilanteen mukainen teho ei merkittävästi poikkea muusta haja-asutusalueesta, mutta varasyöttötilanteissa siirrettävät tehot voivat olla moninkertaisia normaalitilanteeseen nähden. Tällä perusteella verkko mitoitetaan muuta haja-asutusalueutta vahvemmassi.

Kehittämisvyöhykkeen energia- ja tehotehiys ovat hyvin vaihtelevia asukastiheydestä ja ympäristöstä riippuen. Kulutus on pääosin pientalo- ja maataloustyyppistä sekä pienessä määrin pienteollisuutta. Suuria tehokes-



Kuva 2: Elenian verkkoalueen metsäisyysaste

kittymiä ei pääsääntöisesti ole, vaan kulutus jakautuu suurelta osin nauhamaisesti verkon varrelle.

### Kehittämisvyöhykkeen ympäristötekijät

Kehittämisvyöhykkeen sijoitusympäristö ja maaperä vaihtelevat merkittävästi kehittämisvyöhykkeen eri osissa. Pääperiaatteena johdot ja laitteet on sijoitettu teiden varsille sekä peltojen tai tonttien reunoille. Verkon sijoittamisessa tulee aina huomioida asennuksen kannalta suotuisa maaperä. Paikoin kallioista maaperää kierretään sähkötekniset reunaehdot huomioiden.

Kuvassa 2 on esitetty Suomen metsäisyysaste ja korostettu Elenian verkkoalue. Kuvasta nähdään, että Elenian verkkoalue sijaitsee valtaosin hyvin metsäisellä alueella.

### Toimintaympäristön muutosten vaikutukset kehittämisvyöhykkeellä

Kehittämisvyöhykkeen metsäisyydestä ja liitteessä 1 kuvatun ilmaston muutoksen myötä ilmajohtorakenteiselle jakeluverkolle on perusteltua odottaa nykyistä voimakkaampia vaikutuksia. Kehittämisvyöhykkeen rooli huomioiden voidaan todeta, että ilmajohtorakenteinen verkko ei täytä toimitusvarmuudelle asetettuja vaatimuksia.

Teollisuuden prosessien, lämmityksen sekä liikenteen sähköistymisen vaikuttavat kehittämisvyöhykkeellä odotuksena varmemmalle sähkönjakelulle kuin myös kasvavana tehona erityisesti huolto- ja vikatilanteissa. Yleensä sähköisen liikenteen lataus kentät vaativat keskijänniteverkon ja muuntamon sijoittamista niiden läheisyyteen. Näiden tekijöiden vaikutusten arvioimiseksi Elenia on osana laajaa skenaariotyötä mallintanut ja laskenut sähköisen liikenteen vaikutuksia sähköverkkoon.

## 4. Haja-asutusalueen runkoyhteydet

Haja-asutusalueen keskeiset runkoyhteydet syöttävät normaalitilanteessa suhteellisesti suurta tehoa ja siten merkittävää määrää asiakkaita.

### Kehittämisvyöhykkeen tekniset ominaisuudet ja sähkön käyttö

Kehittämisvyöhykkeen verkko on laajasti silmukoitu, jolloin yksittäisen johdot-osan vikaantuessa vika-alueen ulkopuolisille asiakkaille sähkönjakelu on mahdollista palauttaa käyttötoimenpiteillä. Kehittämisvyöhykkeen verkko eroaa taajamien välisistä runkoyhteyksistä siten, että ne eivät toimi taajamien tai sähköasemien välisinä keskeisinä korvauksyhteyksinä.

Aiemmin kehittämisvyöhykkeen verkko on toteutettu ilmajohtorakenteisena. Verkkoa on uudistettu systemaattisesti sähköasemilta lähtien vuodesta 2013 alkaen. Kehittämisvyöhykkeen verkko syöttää pääosin haja-asutusalueen latvaverkkoa, ylläpidettävää ilmajohtoverkkoa ja toimitusvarmuuden joustoratkaisut -kehittämisvyöhykettä.

Kehittämisvyöhykkeelle sijoittuu muun muassa haja-asutusalueelle tyy-

pillisiä kyläkeskittyviä. Energia- ja tehotehiys vaihtelee asukastiheydestä ja ympäristöstä riippuen. Suuria tehokeskittyviä ei tyypillisesti ole, vaan kulutus jakautuu nauhamaisesti verkon varrelle. Sähkönkäyttö on pääasiassa pientaloasutusta sekä maataloutta ja jossain määrin pienteollisuutta.

### Kehittämisvyöhykkeen ympäristötekijät

Sijointiympäristö ja muut ympäristötekijät ovat vastaavat kuin taajamien välisillä runkoyhteyksillä.

### Toimintaympäristön muutosten vaikutukset kehittämisvyöhykkeellä

Lämmityksen ja liikenteen sähköistyminen vaikuttavat kehittämisvyöhykkeellä kasvavana tehona sekä sähkön käyttäjien odotuksena paremmalle toimitusvarmuudelle. Paikallisesti merkittävät pientuotantolaitteistot erityisesti maatalouden yhteydessä asettavat kasvavia vaatimuksia verkon kapasiteetille.

## 5. Haja-asutusalueen latvaverkko

Kehittämisvyöhyke muodostuu johtolähtöjen häntien latvaverkosta sekä muihin kehittämisvyöhykkeisiin liittyvästä haaraverkoista.

### Kehittämisvyöhykkeen tekniset ominaisuudet ja sähkön käyttö

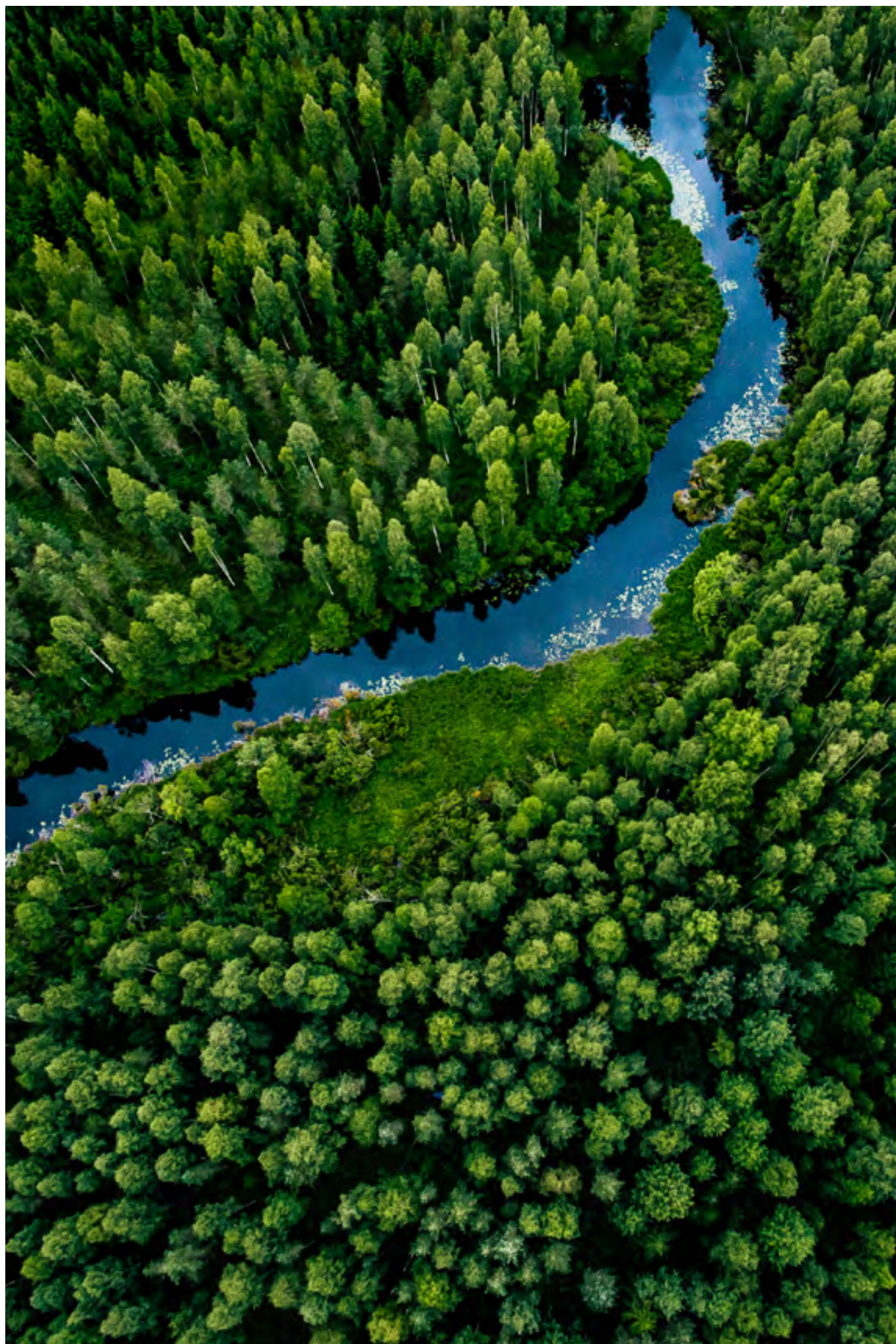
Kehittämisvyöhykkeen verkko on alkujaan toteutettu ilmajohtorakenteisena. Verkko on ikärakenteeltaan hyvin moninainen. Kehittämisvyöhykkeen verkostoa on uudistettu ikä- ja kuntoperusteisesti vuosien varrella muiden kehittämisvyöhykkeiden projektien yhteydessä.

Kehittämisvyöhykkeen verkko silmukoituu paikoin, mutta tyypillistä on myös vain yksi syöttösuunta ilman varasyöttömahdollisuutta.

Kehittämisvyöhykkeen käyttöpaikat ja sähkönkäytön tarpeet ovat hyvin monipuolisia. Kehittämisvyöhykkeelle sijoittuu paljon pientaloasutusta sekä maataloutta. Kehittämisvyöhykkeelle sijoittuu myös merkittävästi vapaaajan asutusta.



Kuva 3: Päijänteen rannoilla ja saarissa sijaitsevat käyttöpaikat



### Kehittämisyöhykkeen ympäristötekijät

Kehittämisyöhykkeen sijoitusympäristö ja maaperä ovat osittain vastaavat kuin taajamien ja haja-asutusalueiden runkoyhteyksillä ja haja-asutusalueen ylläpidettävällä ilmajohtoverkolla.

Näiden ohella kehittämisyöhykkeellä sijaitsee järviä ja saaria, jotka ovat haasteellisia paikkoja vikaherkkyuden ja viankorjauksen kannalta. Suomen toiseksi suurin järvi Päijänne sijaitsee suurelta osin kehittämisyöhykkeellä. Kuvassa 3 on korostettu Päijänteen rannoilla ja saaristossa sijaitsevat käyttöpaikat, joita on yli neljä sataa kappaletta lähes sadassa erillisessä saarikoh-teessa.

### Toimintaympäristön muutosten vaikutukset kehittämisyöhykkeellä

Ennuste toimintaympäristön muutoksesta näkyy kehittämisyöhykkeen eri osissa eri tavalla. Toisaalta lämmityksen ja liikenteen sähköistyminen vaikuttavat kehittämisyöhykkeellä kasvavana tehona sekä odotuksena paremmalle toimitusvarmuudelle. Myös paikallisesti merkittävät pientuotantolaitteistot erityisesti maatalouden yhteydessä asettavat kasvavia vaatimuksia verkon kapasiteetille. Toisaalta taas kehittämisyöhykkeellä on alueita, joissa sähkönkäyttö pysyy samana tai jopa laskee hieman. Vesistöjen läheisyydessä sijaitsevat käyttöpaikat tyypillisesti säilyvät ja niitä rakennetaan myös lisää.

## 6. Haja-asutusalueen ylläpidettävä ilmajohtoverkko

Olemme tunnistaneet verkostostamme osuudet, jotka ovat verkon iän, kunnon sekä sähkönkäytön kehittymisen näkökulmasta perusteltua säilyttää ilmajohtoina elinkaarensa loppuun.

### Kehittämisyöhykkeen tekniset ominaisuudet ja sähkön käyttö

Kehittämisyöhykkeen ominaispiirteet ovat pääosin vastaavat kuin haja-asutusalueen latvaverkolla. Merkittävin ero on kehittämisyöhykkeen verkos-

ton rakenne ja elinkaaren vaihe. Kehittämisyöhykkeen verkko on ilmajohtoverkkoa, jolla on teknistä pitoaikaa jäljellä vielä yli 10 vuotta. Näin ollen kehittämisyöhykkeelle kohdistuu muita kehittämisyöhykkeitä vähemmän uudistamispaineita ja toisaalta kehittämisyöhykkeen verkostolle on perusteltua tehdä kauaskantoisempia ja perusteellisempia kunnonhallinnan toimenpiteitä kuin elinkaarensa lopussa olevalle sähköverkolle. Kehittämisyöhykkeen sähkön käyttö, ympäristötekijät ja toimintaympäristön muutos vastaavat haja-asutusalueen latvaverkkoa.

## 7. Toimitusvarmuuden joustoratkaisut

Kehittämisyöhykkeen sähköverkolle on perusteltua harkita toimitusvarmuuden parantamista ja kapasiteetin hallintaa muilla kuin perinteisillä verkotekniikoilla. Käytännössä tällä hetkellä käytettävä ratkaisu on jakeluverkkoon liitetty akkulaitteisto.

### Kehittämisyöhykkeen tekniset ominaisuudet ja sähkön käyttö

Potentiaalisia sijoituskohteita akuille ovat haja-asutusalueiden keskijänniteverkon haarat, jotka sijaitsevat suhteellisen etäällä sähköasemalta ja joille ei ole luontevasti toteutettavissa rengasyhteyttä esimerkiksi vesistöön tai jakelualueen rajaan rajautumisen takia. Tällöin akkulaitteistolla on mahdollista parantaa näiden verkon osien toimitusvarmuutta nopeammin kuin perinteisillä tekniikoilla. Kehittämisyöhykkeen verkostolla on pitoaikaa jäljellä yli 10 vuotta, jolloin vastaavasti tarvetta verkon uudistamiselle iän ja kunnon takia ei ole ja uudistaminen voidaan siirtää myöhempään ajankoh-taan.

Kehittämisyöhykkeen sähkön käyttö on keskimääräistä haja-asutusalueen sähkönkäyttöä vastaavaa tai hieman keskimääräistä suurempaa. Kehittämisyöhykkeen ympäristötekijät ja toimintaympäristön muutos vastaavat haja-asutusalueen latvaverkkoa ja ylläpidettävää ilmajohtoverkkoa.

# 1. Kehittämisyöhykkeiden perustiedot

Tässä kappaleessa on esitetty kehittämisyöhykkeiden perustiedot ja verkkoa kuvaavat luvut vuoden 2023 lopussa.

Taulukossa 2 on esitetty kehittämisyöhykkeillä olevan verkoston keski-ikä sekä keskimääräinen tekninen pitoaika. Näiden määrittämisessä on huomioitu kehittämisyöhykkeiden keski- ja pienjännitejohtojen, muuntamoiden, kytkinlaitteiden sekä jakokaappien iät sekä arvioidut tekniset käyttöiät.

Sähkömarkkinalaissa asetettujen laatuvaatimusten mukaisesti asema-kaava-alueilla ei saa vuoden 2036 jälkeen esiintyä yli 6 tunnin sähkökatkoa ja haja-asutusalueella yli 36 tunnin sähkökatkoa. Mikäli sähkökäyttöpaikka sijaitsee saarella, johon ei ole siltaa tai vastaavaa muuta kiinteää yhteyttä tai säännöllisesti liikennöivää lauttayhteyttä, on verkonhaltijalla mahdollisuus määritellä edellisestä poikkeava paikallisiin olosuhteisiin perustuva tavoitetaso. Elenian verkkoalueella tällainen saari on Hailuoto. Hailuodon osalta tavoiteaika 36 tuntia asetetaan siitä, kun saareen kulkeminen lautalla on mahdollista.

**Taulukko 2: Kehittämisyöhykkeen verkoston keski-ikä ja keskimääräinen tekninen pitoaika, vuotta**

	Kaupunki-alueet	Taajama-alueet	Taajamien väliset runko-yhteydet	Haja-asutusalueen runkoyhteydet	Haja-asutusalueen latvaverkko	Haja-asutusalueen ylläpidettävä ilmajohtoverkko	Toimitusvarmuuden joustoratkaisut
<b>Ilmajohtoverkko</b>							
Keski-ikä	-	31,2	33,8	34,4	36,8	30,3	32,6
Keskimääräinen tekninen pitoaika	-	43,4	45,0	45,0	44,9	45,6	45,3
<b>Maakaapeliverkko</b>							
Keski-ikä	32,6	16,2	7,2	7,4	7,2	15,4	11,5
Keskimääräinen tekninen pitoaika	47,1	46,2	46,3	46,4	47,1	47,0	46,9





# Kehittämisyöhykkeellä sijaitsevan verkon kehittämisstrategia

## 1. Mitkä ovat suunnittelukriteerit, joilla katsotaan täytettävän toiminnan laatuvaatimukset?

Elenian verkkoalueella on käytössä vain 6 h sekä 36 h laatuvaatimusten piiriin kuuluvia muuntamoita.

### a. 6 h laatuvaatimus

6 h laatuvaatimuksen piiriin kuuluvaksi lasketaan muuntamot, jotka syöttävät asemakaavan sisällä sijaitsevia sähköliittymiä, vaikkakin sähköliittymiä syöttävä muuntamo sijaitseisi asemakaavan ulkopuolella. Elenian määritelmän mukaisesti 6 h laatuvaatimus täyttyy niillä kaapeliverkon muuntamoilla, joilta on täysin maakaapeloitu yhteys sähköaseman kiskoon. Samassa 20kV lähdössä sallitaan ilmajohto-osuuksia, mikäli ne ovat erotettavissa kaapeliverkosta käsi- tai kaukokäytettävillä erottimilla. 6 h laatuvaatimuksen katsotaan täyttyvän myös niillä kaapeliverkon muuntamoilla, joita normaalikytkennässä syötetään ilmajohtoverkon kautta, mutta muuntamolle on varayhteys maakaapeliverkon kautta. Pienjänniteverkko voi olla ilmajohtoa.

### b. 36 h laatuvaatimus

36 h laatuvaatimuksen piiriin kuuluvaksi lasketaan muuntamot, jotka eivät syötä asemakaava-alueella sijaitsevia liittymiä. Elenian määritelmän mukaisesti 36 h laatuvaatimus täyttyy niillä muuntamoilla, joilta on maakaapeloitu yhteys sähköaseman kiskoon ja syöttöreitillä on enintään 5 km ilmajohtoa. Ilmajohtoa voi olla myös pidemmältä, mikäli sen on erikseen todettu olevan

säävarmaa, eli aidosti puuvarmaa. Säävarmaksi merkitty ilmajohto rinnastetaan toimitusvarmuusmielessä maakaapeliin. 36 h laatuvaatimuksen katsotaan täyttyvän myös niillä muuntamoilla, joita normaalikytkennässä syötetään ilmajohtoverkon kautta, mutta muuntamolta on varayhteys, joka on kaapeloitu ja jossa on enintään 5 km ilmajohtoa. Pienjänniteverkko voi olla ilmajohtoa.

## 2. Erityispiirteiden huomiointi verkon suunnittelussa

Tässä kappaleessa on kuvattu, miten erityispiirteet kuten yhteisrakentaminen, yhteydet muiden verkonhaltijoiden verkkoihin, joustopalvelut sekä yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittiset kohteet on huomioitu verkon suunnittelussa ja kehittämistoimenpiteiden valinnassa.

### Yhteydet muiden verkonhaltijoiden verkkoihin

Elenian jakeluverkko liittyy Fingridin kantaverkkoon 105 liittymispisteellä. Osa liittynöistä on käyttöoikeuskenttiä kantaverkkoyhtiön sähköasemalla, joihin Elenia liittyy omalla suurjännitteisen jakeluverkon voimajohdolla. Näiden liityntöjen avulla palvellaan tyypillisesti suurta asiakasmäärää useiden Elenian sähköasemien kautta. Lisäksi Elenia liittyy kantaverkkoon nk. johdonvarsiliitännöillä, joista kantaverkkoon liittyy tyypillisesti vain yksi Elenian sähköasema. Suorien kantaverkon liityntöjen ohella Elenialla on 24 liittymispistettä muiden suurjännitteisen jakeluverkon haltijoiden verkkoihin.

Elenialla on keskijänniteverkossa noin 100 varasyöttöyhteyttä muiden verkkoyhtiöiden kanssa. Pääosa näistä on keskijänniteverkossa. Yhteyksistä

on olemassa sopimukset, joissa sovitaan siirtokapasiteeteista, käytännön järjestelyistä kapasiteettia tarvittaessa ja kustannuksista. Suurin osa varayhteyksistä sijaitsee ilmajohtoverkossa ja niiden mitoitus ei tyypillisesti mahdollista kovin laajan verkonosan syöttämistä. Yhteyksiä käytetään pääosin huoltokatkojen yhteydessä. Suurhäiriöiden aikana tilanne on usein haastava, sillä paikallista varasyöttöyhteyttä tarvittaessa, naapuriverkonhaltijalla on yleensä sähkönjakelun haasteita samalla alueella. Varayhteyksien rajaerottimet ovat tyypillisesti paikallisesti ohjattavia. Varasyöttöyhteyksien kapasiteetin ja määrysten mukaisuuden ylläpitäminen vaatii merkittävästi yhteistyötä yhtiöiden välillä. Edellä mainituista syistä verkkoa kehitetään ensisijaisesti siten, että riittävät varayhteydet muodostuvat verkonhaltijan oman verkon sisällä.

Suurjännitteisen jakeluverkon osalta varasähköpisteitä ylläpidetään ja kehitetään jatkuvasti ja ne ovat oleellinen osa suurjännitteisen jakeluverkon kehittämistoimenpiteitä. Suurjännitteisessä jakeluverkossa on käytävissä myös tiedonvaihtojärjestelmä verkkoyhtiöiden välillä, jonka avulla varasyöttötilanteessa yhteyden tilaa voidaan valvoa reaaliaikaisesti ja kokonaisvaltaisesti.

### Yhteisrakentamisen edistäminen

Elenia on tehnyt määrätietoista työtä yhteisrakentamisen edistämiseksi. Tavoitteenamme on yhdistää Elenian, kaupunkien ja kuntien ja muiden toimijoiden infra-rakennushankkeita. Olemme tehneet systemaattista ja säännöllistä yhteistyötä toimialueen kuntien, teleyhtiöiden ja muiden merkittävien sidosryhmien kanssa. Elenian investointiohjelman tulevat kohteet on esitelty erillisissä tapaamisissa muille infratoimijoille hyvissä ajoin ennen niiden käynnistämistä. Investointiohjelman kohteiden valinnalla ja aikataulutuksella on varmistettu Elenian mahdollisuudet osallistua toimialueen sidosryhmien hankkeisiin ja toisaalta muiden infratoimijoiden osallistuminen Elenian hankkeisiin.



Vuosina 2016–2018 noin 20 % Elenian rakentamasta johtoreitistä sisälsi yhteisrakentamista. Vuosina 2019–2020 yhteisrakennetun reitin osuus nousi jopa 25 %:iin. Yhteiskunnan laajakaistahankkeiden tukiohjelman päätyminen vähensi kuitenkin yhteisrakentamisen määrää merkittävästi vuonna 2021, jolloin yhteisrakennettujen reittien osuus oli enää 12 %. Vuosina 2022–2023 olemme joutuneet supistamaan merkittävästi investointiohjelmaamme ja emme ole pystyneet kaikkiin potentiaalsiin yhteisrakentamiskohteisiin lähtemään mukaan. Yhteisrakentamisen osuus on ollut noin 10 %. Tulevina vuosina yhteisrakentamiskohteiden odotetaan kasvavan, sillä useilla eri toimijoilla on vireillä lukuisia valokuituhankkeita. Merkittävät muutokset liiketoimintaympäristössä kuitenkin haastavat yhteisrakentamisen tulevaisuutta jakeluverkkoyhtiöiden investointikyvykkyyden kannalta ja kaikkiin potentiaalsiin hankkeisiin ei pystytä lähtemään mukaan. Yhteisrakentamisen osuuden arvioidaan pysyvän noin 10 % tasolla.

Esittelemme omat hankkeemme Elenian internetsivuilla olevassa karttapalvelussa. Karttapalvelun lisäksi Elenialla on eri infra-toimijoiden kanssa kahdenvälisiä järjestelmäratkaisuja hanketietojen joustavan vaihtamisen tukemiseen. Hankkeet on viety yhteiskäyttö- ja yhteisrakentamislain vaatimaan yhteiseen Liikenne- ja viestintäviraston verkkotietopisteeseen järjestelmän käyttöönotosta lähtien. Yhteisrakentamiseen soveltuvat kaapelointihankkeiden alueet siirretään verkkotietopiste-palveluun rajapinnan läpi. Palveluun siirretään alustavista kaivuureiteistä koneellisesti rakennettu yhtenäinen alue, jotta aluetieto olisi mahdollisimman tarkkaa. Hankkeet siirretään automaattisesti päivittäin verkkotietopisteeseen, kun ne täyttävät tietyt kriteerit vaiheista ja projektin tyypistä. Verkkotietopisteeseen siirron jälkeen hankkeet ovat muiden toimijoiden haettavissa palvelussa, ja heidän on mahdollista ottaa yhteyttä Eleniaan hankkeiden yhteisrakentamiseen liittyen. Verkkotietopiste-palveluun ei siirretä yhteisrakentamiseen soveltumattomia hankkeita kuten liittymärakentamista, sillä näiden läpimenoaika on tyyppillisesti lyhyt ja yhteisrakentamispotentiaali pieni.

Elenia on mukana tilaajien välisessä sähkö-, tele- tai muuta infraverkos-

tojen yhteisrakentamista koskevassa sopimuksessa. Sopimuksessa määritetään yhteisrakentamiskohteissa ja yhteisillä työmailla sovellettavat tilaajien yhteiset periaatteet rakennushankkeiden toteutukselle sekä eri sopijaosapuolten oikeudet, velvollisuudet ja vastuut. Kustannusten jakoperusteet perustuvat ET:n ja FiComin kustannusten jakosuositukseen tai sovitaan tapauskohtaisesti kohteen hankintatavasta riippuen siten, että kaikki osapuolet hyötyvät yhteisrakentamisesta.

Elenian tavoitteena ovat sujuvat lupakäytännöt ja maankäyttösopimusten solmiminen. Olemme olleet aktiivisesti mukana kehittämässä eri sidosryhmien kanssa käytäntöjä sähkölaitteiden ja kaapeleiden sijoittamisen helpottamiseksi ja lupaprosessien sujuvoittamiseksi.

## Joustopalvelut

Elenia on tunnistanut joustopalvelut yhdeksi mahdollisuudeksi toimitusvarmuuden parantamiselle. Toimitusvarmuusjoustolla tarkoitetaan tilannetta, jossa sähköverkon huolto- tai vikatilanteessa sähkönjakelua voidaan jatkaa esimerkiksi sähkövarastona toimivan akuston ja asiakkaiden kulutusjouston avulla. Tämä on huomioitu osana Elenian verkon kehittämisstrategiaa tunnistamalla tällä hetkellä potentiaalisia verkon osia omaksi kehittämisvyöhykkeeseen toimitusvarmuuden joustoratkaisut vyöhykkeelle. Kehittämisvyöhykkeen tarkempi kuvaus on esitetty osiossa 2.

Toimitusvarmuusjouston lisäksi joustopalvelua voidaan hyödyntää kulutus- ja kapasiteettijouston hankkimiseen. Kulutusjoustolla voidaan ohjata asiakkaan sähkön käyttöä esim. sähköpulan uhatessa ja kapasiteettijoustolla voidaan ratkaista jakeluverkon lyhytaikaisia pullonkauloja.

Elenia on kehittänyt uuden sukupolven sähkömittareihinsa asiakkaiden vapaasti käytettävän kellonaikaan tai spot-hintaan perustuvan ohjauksen. Tällä mahdollistetaan kulutusjousto Elenian verkkopalveluasiakkaille. Elenian lähivuosien tavoite on tarjota kyseinen kulutusjousto sähkömarkkinatoimijoille ja ensimmäinen hanke onkin jo käynnistynyt. Kulutusjouston





yleistymisen jälkeen joustokapasiteetin käyttö sähköverkon pullonkaulojen hallintaan tulee mahdolliseksi. Elenia näkee tämän hyödynnettävyyden kasvavan vuosikymmenen loppua kohden merkittäväksi.

Elenia aloitti akkulaitteiston pilotoinnin suunnittelun vuonna 2018 ja laitteisto on ollut käytössä vuodesta 2020. Parhaillaan käynnissä olevalla innovaatiokumppanuushankinnalla tavoitteenamme on toteuttaa toimitusvarmuuden joustoratkaisut kehittämisvyöhykkeelle sähkövarastot tulevien vuosien aikana. Elenialla on käynnissä akkulaitteistoratkaisun kaupallistamiseen tähtäävä innovaatiohanke, jonka tavoitteena on kehittää yhteistyössä laitteistotoimittajan kanssa markkinoille ratkaisu, joka toimii verkkoyhtiöiden toimitusvarmuusjoustona vyöhykkeellä 7. Hanke valmistuu vuonna 2024.

Euroopan komission Horizon 2020 -rahoituksella toteutettavassa INTERFACE-projektissa olemme kehittäneet verkkoyhtiöiden, kantaverkkoyhtiö Fingridin sekä eri markkinatoimijoiden välistä tiedonvaihtoa tukeaksemme tulevaisuuden joustomarkkinakehitystä. Projektissa toteutettiin demonstraatio, jossa pilotoitiin projektissa kehitettyä joustoalustaa ja eri toimijoiden välistä viestinvaihtoa.

### Yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittiset kohteet

Venäjän hyökkäyssodan, energiakriisin ja sähköpulaan myötä on yhteiskunnan toimivuuden ja kokonaisturvallisuuden kannalta keskeisten sähkökäyttökohteiden merkitys noussut entistä korkeammaksi. Tarpeet ja tietoisuus luotettavasta sähkösaannista on kasvanut ja siten myös yhteydenotot Elenialle lisääntyneet. Elenian sähköverkossa on tunnistettu olevan tuhansia kriittisiä kohteita, joista merkittävä osa täyttää Valtioneuvoston asetuksen 981/2022 2§:n mukaiset kriteerit. Asiakkaiden tekemien ilmoitusten lisäksi Elenia kartoittaa useilla tavoilla asiakkaiden kriittisiä käyttöpaikkoja. Kartoitus asiakkaan kriittisyydestä tehdään uuden liittymän hankinnan yhteydessä, paljon sähköä käyttävien asiakkaiden kanssa tapahtuvassa jatkuvassa yhteistyössä ja eri huoltovarmuuskanavia hyödyntäen. Valtioneuvoston asetuksen luokituksen lisäksi Elenia hyödyntää alan yleisohjeistusta,

Huoltovarmuuskeskuksen selvitystä vuodelta 2021 ja omaa kriittisyysluokitteeseen luokitellakseen asiakkaat mahdollisimman kattavasti yhteiskunnan kokonaistoiminnan kannalta. Tietoja kriittisistä kohteista ylläpidetään rajatusti operatiivisissa järjestelmissä, joista ne ovat käytettävissä viankorjausjärjestystä priorisoitaessa järjestelmän tai käytönvalvojen toimesta. Lisäksi tiedot kriittisistä kohteista ovat riittävässä määrin käytettävissä verkkoa suunnittelevilla asiantuntijoilla. Yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittiset kohteet huomioidaan verkon kehittämistoimenpiteiden kohdevalinnassa, projektien rajauksessa sekä verkon topologian ja rakenteiden suunnittelussa riippuen kohteiden kriittisyydestä.

### Energiatehokkuustoimenpiteet, erityisesti vaihtoehtona siirtokapasiteetin laajentamiselle

Elenia teetti vuonna 2018 diplomityön<sup>4</sup>, jossa selvitettiin jakeluverkkoyhtiön energiatehokkuustoimenpiteitä. Vaikuttamismahdollisuudet voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan: yhtiön omat jakeluverkosta aiheutuvat sähköiset häviöt, sekä asiakkaiden energiankulutus. Jälkimmäiseen voidaan verkkoyhtiön näkökulmasta vaikuttaa pitkälti vain viestinnällä, mutta kuten vuoden 2022 energiakriisi osoitti, asiakkaiden energiankulutukseen voidaan vaikuttaa jonkin verran. Kuitenkaan näin saavutettavaa asiakkaiden kulutuskäytöksen muutosta ei voida paikallisesti ennustaa tarkasti, joten pelkän energiatehokkuusviestinnän avulla ei voida taata riittävää siirtokapasiteettia. Toisaalta verkostohäviöitä voidaan pienentää uusimalla komponentteja siten että korvaavien komponenttien sähköiset häviöt ovat pienemmät kuin alkuperäisten. Ilman komponenttinvaihtoja verkkoyhtiö voi pienentää sähköisiä häviöitä optimoimalla verkoston kytkentätilaa. Diplomityön laskelmien mukaan 110kV verkon kytkentätilan optimoinnilla voitaisiin eräässä tapauksessa säästää 13,5 MWh energiaa vuodessa, joka vastaa arviolta yhden sähkölämmitteisen omakotitalon vuosikulutusta. Kuitenkin jakeluverkossa syn-

<sup>4</sup> Koskela-Koivisto, Jaakko: *Energiatehokkuustoiminnan arvioinnin kehittäminen jakeluverkkoyhtiössä*. 2018. [Saatavissa](#)

tyvien häviöiden vaikutus verkon kuormitettavuuteen on suhteessa muihin rajoittaviin tekijöihin, kuten jännitteenalenumaan tai oikosulkuvirtaan, niin marginaalinen, etteivät häviöt ensisijaisesti rajoita uusien kuormien tai tuotannon liittämistä. Näin ollen energiatehokkuustoimenpiteillä ei yksin voida korvata perinteisiä verkostoinvestointeja.

### 3. Verkon elinkaarikustannusten laskenta kehittämisyöhykkeellä

Seuraavassa osiossa on esitetty eri kehittämisyöhykkeiden verkoston elinkaarikustannuslaskelmat erilaisilla verkkotekniikoilla. Laskelmissa investointeihin on sisällytetty verkon suunnittelusta ja toteutuksesta aiheutuvat välittömät työ- ja materiaalikustannukset käyttöönottovuoden rahanarvossa. Investointikustannuksissa on huomioitu maakaapeliteknikalla toteutettavan verkon suurempi pituus suhteessa ilmajohtoratkaisuihin.

Operatiivisesta toiminnasta aiheutuviin kustannuksiin on sisällytetty verkoston säännöllisistä tarkastuksista, kunnonhallinnan mittauksista, tarkastus- ja mittaustuloksiin perustuvista huolto- ja korjaustöistä sekä viankorjauksesta aiheutuvat välittömät kustannukset.

Keskeytyksestä aiheutunut haitta (KAH) on sähkönjakelun valvontamenetelmissä sovellettava tapa kuvata sähkönjakelun keskeytyksistä aiheutuva haittaa rahallisesti toimittamatta jääneen sähköenergian sekä keskeytyneen sähkötehon mukaan. Esimerkkilaskelmissa keskeytyksestä aiheutunut haitta (KAH) perustuu esimerkkiprojektien keskitehoon ja sen ennustettuun muutokseen sekä Energiaviraston määrittelemiін keskeytysten yksikköhintoihin, joita sovelletaan 1.1.2024 voimaan tulleissa sähkön jakeluverkkojen valvontamenetelmissä. Yksikköhinnat on annettu vuoden 2021 rahanarvossa ja ne korjattu kuluttajahintaindeksin mukaisesti vuoden 2023 tasoon.

Elinkaarikustannuslaskelmissa ei ole huomioitu mahdollista yhteisrakentamista muita verkostoja rakentavien toimijoiden kanssa, koska merkittävät muutokset liiketoimintaympäristössä haastavat yhteisrakentamisen

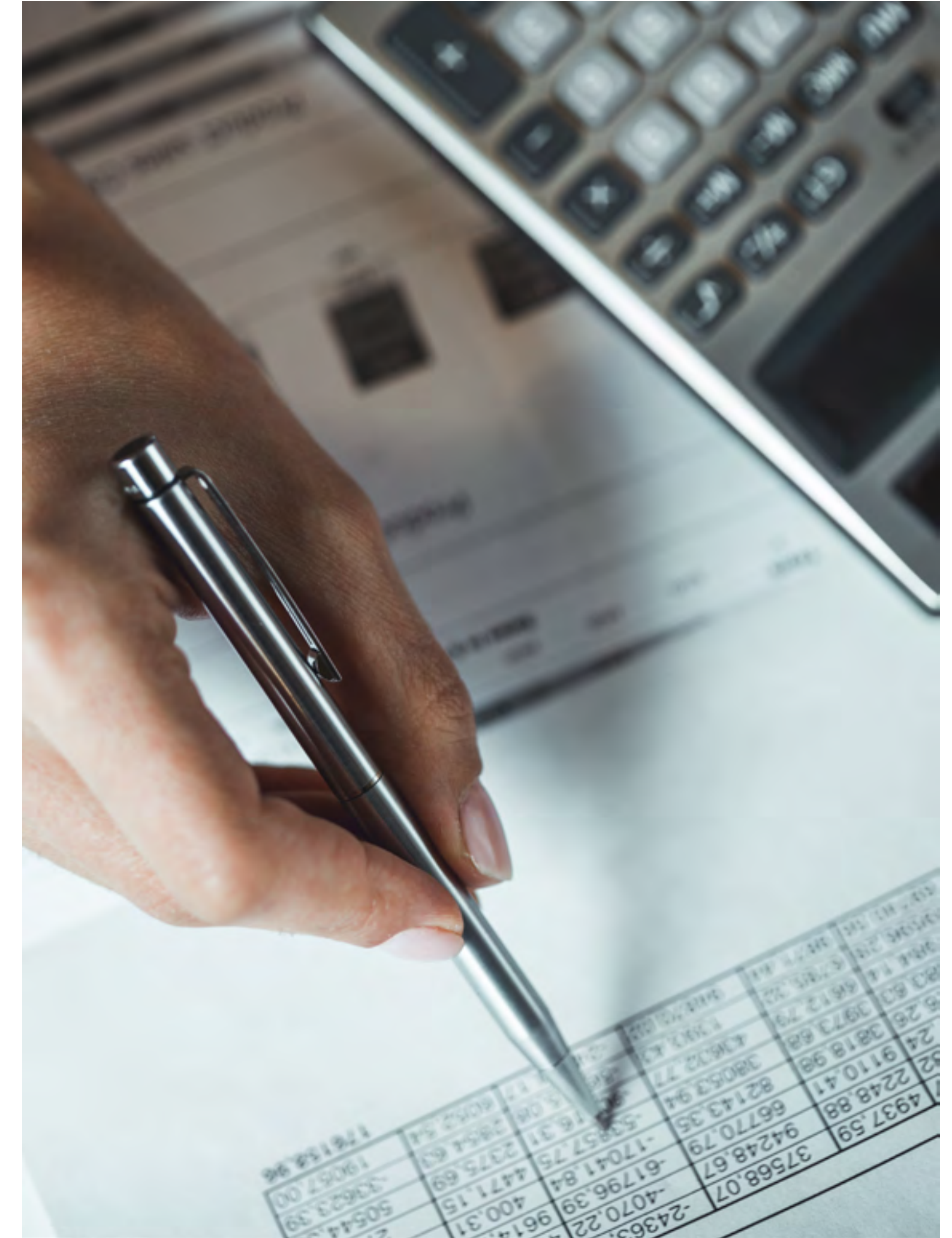
tulevaisuutta jakeluverkkoyhtiöiden kannalta. Lisäksi mahdollisuus yhteisrakentamiseen vaihtelee vuosittain ja alueittain merkittävästi riippuen muun muassa muille verkostoille kohdistettavista tukiohjelmista.

Elenia seuraa aktiivisesti kehittyneiden verkstoratkaisujen, kuten sähkövarastojen ja tasasähkötekniikan hyödyntämistä osana verkon kehittämistä. Elenia osallistui pienjännitteisen tasasähkönjakelun (LVDC) tutkimukseen ja laitekehitykseen vuosina 2008–2019. Tämän tutkimusjakson aikana laitteiston elinkaarikustannuksia ei onnistuttu viemään kilpailukykyiselle tasolle suhteessa perinteisiin verkkotekniikoihin.

### 4. Elinkaarikustannusten seuranta

Elenian verkon kehittäminen perustuu pitkän aikavälin liiketoimintasuunnitelmaan. Liiketoimintasuunnitelman pohjana on vuosina 2006–2008 tehty kattava elinkaarikustannusanalyysi Elenian verkkoalueelle soveltuvista verkkotekniikoista sekä eri tekniikoilla saavutettavissa olevasta verkon suorituskyvystä. Analyysin perusteella verkon maakaapelointi valittiin liiketoimintasuunnitelman strategisesti perustaksi. Liiketoimintasuunnitelmassa on määritelty tavoitteet maakaapeliverkon rakentamisen kustannuskehitykselle rakentamistyön, komponenttien hinnan, kunnossapidon ja vianhoidon osalta. Näistä edelleen on muodostettu vuosittason tavoitteet, joiden toteutumista on seurattu ja tähän asti saavutettu. Liiketoimintasuunnitelmaa päivitetään vuosittain edellisen vuoden toteumien sekä yleisen kustannuskehityksen, kuten inflaation ja toimintaympäristön muutosten mukaisesti.

Sähköverkon komponenttien pitoajat ovat pitkiä, joten verkkostrategian peruselementtien muuttaminen vuosittain ei ole mahdollista. Sen sijaan valittua pohjastrategiaa tukevia valintoja on tehty, kuten lisätty automaatiota ylläpidettävään ilmajohtoverkkoon ja kehitetty verkonhallinnan järjestelmiä. Seuraamme aktiivisesti uuteen teknologiaan perustuvien verkstoratkaisuiden kuten akkulaitteistojen- ja joustopalvelujen kehittymistä ja pilotoimme vaihtoehtoisia ratkaisuja kustannustietouden kartuttamiseksi.



<sup>3</sup> Vesa, Petri. Selvitys 27.8.2021. Keskeytyksriittisten sähkökäyttöpaikkojen priorisointi, Huoltovarmuuskeskus. [Saatavissa](#)

# Kehittämisyöhykkeillä käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu

## 1. Käytettävät ratkaisut kehittämisyöhykkeellä

Elenia hyödyntää keskijänniteverkon maakaapelointia laajasti kaikilla kehittämisvyöhykkeillä. Maakaapeloidun keskijänniteverkon ohella ylläpidämme merkittävää määrää aiempina vuosikymmeninä rakennettua keskijänniteilmajohtoverkkoa. Ilmajohtoverkossa laajasti käytössä olevia rakenteita ovat avojohto sekä päällystetty avojohto. Keskijänniteverkossa on paikoin käytössä myös ilmaakaapelia sekä yksi sähkövarasto.

Elenia hyödyntää pienjänniteverkon maakaapelointia laajasti kaikilla kehittämisvyöhykkeillä. Maakaapeloidun pienjänniteverkon ohella ylläpidämme merkittävää määrää aiempina vuosikymmeninä rakennettua pienjänniteilmajohtoverkkoa. Pienjänniteverkossa laajasti käytössä oleva tekniikka on ilmaakaapeli AMKA. Pienjänniteverkossa on käytössä myös paikoin avojohtoa sekä yksi 1 kV sähkönjakelun kohde.

Taulukossa 11 on esitetty eri sähkönjakeluratkaisuiden soveltuvuus Elenian kehittämisvyöhykkeiden olosuhteisiin huomioiden sähkömarkkinalain laatuvaatimusten mukainen toimitusvarmuustaso, yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittiset asiakkaat, kaavoituksen ja maankäytön asettamat vaatimukset sekä standardien asettamat vaatimukset sähkönjakelun laadulle ja verkon mitoitukselle.

Maakaapelointi sopii ratkaisuna kaikille kehittämisvyöhykkeille sen luotettavuuden sekä maankäytölle aiheutuvan suhteellisen vähäisen haitan takia. Ilmajohtoratkaisut eivät ole kaupunki- ja taajama-alueilla maankäytön takia mahdollisia. Kaupunki- ja taajama-alueille sijoittuu osin myös sellaista sähkökäyttöä, jonka toiminnan luonne edellyttää sähkömarkkinalain laatuvaatimustasoa parempaa toimitusvarmuutta, joka ei ole saavutettavissa ilmajohtoratkaisuilla. 1 kV ja LVDC sähkönjakeluratkaisut taas eivät sovellu kaupunki- ja taajamaympäristöihin riittämättömän tehonsiirtokapasiteetin takia.

Taajamien välisten sekä haja-asutusalueen runkoyhteyksien avulla varmistetaan sähkönjakelun toimitusvarmuus merkittävälle osalle asiakkaita. Näiltä yhteyksiltä edellytetään korkeaa luotettavuutta ja siten ilmajohtoratkaisut, levennetty johtokatu pois lukien, eivät mahdollista sähkömarkkinalain mukaista laatuvaatimustasoa. Ilmajohtoverkon levennetyn johtokadun toteuttaminen vaatii merkittävän lisäalueen raivaamista puustosta vapaaksi ja edellyttää siksi yhteistyötä maanomistajien kanssa. Käytäntö on osoittanut, että levennetyn johtokadun toteuttaminen koko verkon osuudelle on erittäin haastavaa ja käytännössä verkon varrelle jää kapeampia ja siten toimitusvarmuudeltaan heikkoja osuuksia ja verkko joudutaan toteuttamaan mutkittavana. Edellä mainituista syistä elinkaarikustannukset nousevat teknistaloudellisesti kohtuuttomiksi. 1 kV ja LVDC sähkönjakeluratkaisut eivät sovellu suuritehoisten runkoyhteyksien toteuttamiseen riittämättömän tehonsiirtokapasiteetin takia.

	Maakaapeli	Avojohto	Levennetty johtokatu	Päällystetty avojohto	Ilmaakaapeli	1 kV sähkönjakelu	Sähkövarastot	LVDC	Joustopalvelut
<b>Kaupunki-alueet</b>	Soveltuu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Toistaiseksi ei riittävää saatavuutta
<b>Taajama-alueet</b>	Soveltuu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Toistaiseksi ei riittävää saatavuutta
<b>Taajamien väliset runkoyhteydet</b>	Soveltuu	Ei sovellu	Soveltuu varauksin	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Toistaiseksi ei riittävää saatavuutta
<b>Haja-asutusalueen runkoyhteydet</b>	Soveltuu	Ei sovellu	Soveltuu varauksin	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu	Toistaiseksi ei riittävää saatavuutta
<b>Haja-asutusalueen latvaverkko</b>	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu varauksin	Soveltuu osittain	Ei sovellu	Soveltuu osittain	Toistaiseksi ei riittävää saatavuutta
<b>Haja-asutusalueen ylläpidettävä ilmajohtoverkko</b>	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu varauksin	Soveltuu osittain	Ei sovellu	Soveltuu osittain	Toistaiseksi ei riittävää saatavuutta
<b>Toimitusvarmuuden joustoratkaisut</b>	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu	Soveltuu varauksin	Soveltuu osittain	Soveltuu	Soveltuu osittain	Toistaiseksi ei riittävää saatavuutta

Taulukko 11: Verkon kehittämisen ratkaisujen soveltuvuus eri kehittämisvyöhykkeille

Haja-asutusalueen latvaverkolle, ylläpidettävälle ilmaverkolle sekä toimitusvarmuuden joustoratkaisut -kehittämisyöhykkeelle soveltuu periaatteellisesti useampia ratkaisuja. Keski- ja matalajänniteverkon ilmakaapeliratkaisut ovat kuitenkin osoittautuneet käytännössä toimitusvarmuuden ja turvallisuuden kannalta haastaviksi. Ilmakaapeliverkko on alttiina puiden aiheuttamille vioille esimerkiksi myrsky- ja lumikuormatilanteissa. Ilmakaapeliverkon viat ovat tyypillisesti muita ilmajohtoratkaisuja vaikeammin paikannettavissa ja ilmakaapelin viankorjaus on moninkertaisesti hitaampaa ja kalliimpaa kuin muilla ilmajohtoratkaisulla. 1 kV, tai LVDC sähkönjakeluratkaisujen käyttö on mahdollista vain tapauksissa, joissa ollaan varmoja, ettei kyseisen verkon osan tehotarve merkittävästi kasva tai verkkoa ei ole tarpeen myöhemmin laajentaa oleellisesti. Tällaisia tapauksia ovat teoriassa esimerkiksi saarikohteet ja joissain tilanteissa järvien ranta-alueet. Joustopalveluiden soveltuvuutta verkon kehittämiseen selvitettiin tutkimushankkeessa<sup>5</sup> jossa haastateltiin erilaisia kaupallisia joustopalvelujen tarjoajia. Tutkimuksen lopputuloksena oli, että joustopalvelut eivät vielä nykyisellään korvaa perinteisiä verkon kehittämismenetelmiä, sillä jakeluverkkoyhtiöiden käyttöön soveltuvia joustoja oli heikosti saatavilla ja toisaalta niitä ei vielä pystytä kohdentamaan oikea-aikaisesti tiettyyn verkon osaan teknisten ratkaisujen, standardoitujen joustotuotteiden ja julkisen markkinapaikan puuttuessa. Joustopalvelut eivät siis vielä sovellu sellaisenaan millekään kehittämisyöhykkeelle, mutta Elenia seuraa joustomarkkinan kehittymistä, sekä omalta osaltaan edistää teknisiä ratkaisuja ja markkinoiden syntymistä. Osallistumme esimerkiksi uuden kulutusjoustorajapinnan määrittelytyöhön.



## 2. Kehittämisyöhykkeille esitetyjen sähkönjakeluratkaisujen kuvaus

Seuraavassa kappaleessa esitetään elinkaarikustannuksiltaan edullisimpien sähkönjakeluratkaisuiden yleiskuvaukset kehittämisyöhykkeittäin sekä sähkönjakeluratkaisut, joiden kustannuksia on vertailtu. Investointikustannukset koostuvat verkon rakentamiseen liittyvistä kustannuksista. Operatiiviset kustannukset koostuvat kunnossapito-ohjelman mukaisten tarkastusten havaintojen perusteella tehtävistä kunnossapitotoimenpiteistä ja mahdollisten vikojen korjauksista. Lisäksi kustannuksissa huomioidaan sähköverkkotoiminnan valvontamenetelmien mukainen laskennallinen keskeytyksien aiheuttama haitta (KAH). Viankorjauskustannukset ja keskeytyksistä aiheutunut haitta on laskettu Elenian todellisiin toteutuneisiin kustannuksiin ja vikataajuuksiin perustuen. Operatiivisissa kustannuksissa on huomioitu lisäksi kaapeloitavan verkon loistehon kompensoinnista aiheutuvat häviöt.

### Elinkaarikustannuksiltaan edullisimmat sähkönjakeluratkaisut

#### Kaupunki- ja taajama-alueiden kehittämisyöhykkeet

Kaupunki- ja taajama-alueilla keski- ja pienjänniteverkko rakennetaan maakaapelina. Saneerauksen yhteydessä maakaapelit asennetaan muun olemassa olevan tai rakennettavan infrastruktuurin yhteyteen. Tyypillisesti kaapelipoikkipinnat ovat 150–240 mm<sup>2</sup> sekä keski- että pienjänniteverkossa. Kaikissa muuntamoissa käytetään erotinlaitteita siten, että vikapaikka on erotettavissa ja syöttö palautettavissa rengasyhteyksien avulla. Muuntamoautomaatiota, kaukokäytettäviä erottimia ja vianindikointilaitteistoja asennetaan soveltuviin kohteisiin. Alueiden kaavoitus ja maankäyttö ei mahdollista ilmajohtoratkaisuiden käyttöä eikä niillä ole mahdollista täyttää sähkömarkkinain laatuvaatimuksia.

<sup>5</sup> Vanguard Consulting Oy: Selvitys markkinaehtoisten joustopalveluiden saatavuudesta jakeluverkoille -tulosraportti - Energiateollisuus [Saatavissa](#)

Tyypillinen kaupunki- ja taajama-alueiden kehittämisyöhykkeiden projektilaajuus on muutamasta sadasta metristä noin kilometriin. Projektien investointikustannuksissa on huomioitu kaapeliverkon maasulkuvirran sekä loistehon kompensointiin tarvittavien laitteiden investointikustannukset.

### Taajamien väliset runkoyhteydet sekä haja-asutusalueen runkoyhteydet ja latvaverkko

Kehittämisyöhykkeillä 3–5 elinkaarikustannuksiltaan edullisin ratkaisu on keskijänniteverkon maakaapelointi. Maakaapelit asennetaan ensisijaisesti



tiealueelle tai muulle olemassa olevalle infravyöhykkeelle. Tyypillisesti kaapelipoikkipinnat ovat 95–150 mm<sup>2</sup> sekä keski- että pienjänniteverkossa runkojohtojen osalta. Kehittämisyöhykkeellä 5 käytetään laajasti myös 50 mm<sup>2</sup> kaapelipoikkipintaa keskijänniteverkossa. Kaikkia verkon osia ei ole tavoite kaapeloida samanaikaisesti vaan esimerkiksi osa runkojohdosta (kehittämisyöhykkeet 3–4) lähtevien haarajohtojen (kehittämisyöhyke 5) saneerauksista tehdään, kun haarajohto pitää uusia kunnan vuoksi.

Asennamme keskijänniteverkon kaapelointien yhteydessä puistomuuntamoihin sijoitettuja kaukokäytettäviä erottimia. Lisäämme myös vianindikointilaitteistoja kaapeliverkon solmupisteisiin sekä kaapeli- ja ilmajohtoverkon rajalle. Näin vika-alueet ovat nopeasti erotettavissa. Pienjänniteverkkoa kaapeloidaan keskijänniteverkon kaapeloinnin yhteydessä samalta alueelta. Keskijänniteverkon reitiltä erkanevat ja hyväkuntoiset ilmajohtoverkon osuudet ylläpidetään hallitusti elinkaarensa loppuun, jonka jälkeen ne maakaapeloidaan. Tyypillisesti hankealueen pienjänniteverkosta kaapeloidaan keskijänniteverkon kaapeloinnin yhteydessä noin 70 %. Loput 30 % saneerataan verkon elinkaaren lopussa, joka on vertailulaskelmissa 25 vuoden kuluttua alkuperäisestä investoinnista. Investointikustannuksissa huomioidaan myös kaapeliverkon maasulkuvirran ja loistehon kompensointiin tarvittavien laitteiden investointikustannukset.

### Haja-asutusalueen ylläpidettävä ilmajohtoverkko

Keskijänniteverkossamme on osuuksia, joita voidaan toimitusvarmuuden kehittymisen sekä verkon iän ja kunnan kannalta ylläpitää ilmajohtorakenteisina hallitusti elinkaarensa loppuun asti. Kehittämisyöhykkeen esimerkilaskelmassa vertaamme saman maakaapelointi-investoinnin toteutusta heti tarkastelujakson alussa sekä oletetun ilmajohtoverkon pitoajan päätyttyä 15 vuotta tarkastelujakson alusta. Purettavan verkon jäljellä olevaa verkon arvoa ei ole huomioitu laskelmassa. Maakaapelointi toteutetaan vastaavin periaattein kuin taajamien välisillä runkoyhteyksillä sekä haja-asutusalueen runkoyhteyksillä ja latvaverkon alueella.

Operatiiviset kustannukset koostuvat pääosin kunnossapito-ohjelman mukaisista toimenpiteistä ja viankorjauksesta. Ilmajohtoverkon johtokadut kuvataan ja laser-keilataan säännöllisesti. Johtokadut raivataan säännöllisin väliajoin ja tarvittaessa tarkastushavaintojen perusteella. Verkolle on tehty laajasti vierimetsien hoitotoimenpiteitä johtoaukon ulkopuolella toimitusvarmuuden parantamiseksi. Vierimetsän hoitotoimenpiteet on tehty vuosina 2016–2021 ja näitä kustannuksia ei ole sisällytetty tehtyyn elinkaarikustannusvertailuun.

### Toimitusvarmuuden joustoratkaisut

Kehittämisyöhykkeellä 7 verkko ylläpidetään ilmajohtoverkkona ja sähkömarkkinalain mukainen toimitusvarmuus varmistetaan sähkövarastoratkaisulla. Sähkövarasto toteutetaan akkulaitteistona ja laitteiston tekniseksi eliniäksi on oletettu 15 vuotta. Sähkövarastoratkaisun ja ylläpidettävän ilmajohtoverkon elinkaaren päättyessä verkko maakaapeloidaan vastaavasti kuin muillakin haja-asutusalueille sijoituvilla kehittämisyöhykkeillä.

Kunnossapito-ohjelman mukaisten toimenpiteiden lisäksi ilmajohtoverkon johtokadut ilmakuivataan ja laser-keilataan säännöllisesti. Johtokadut raivataan säännöllisesti ja tarvittaessa tarkastushavaintojen perusteella. Kunnossapidon ja vianhoidon lisäksi operatiivisissa kustannuksissa huomioidaan akkulaitteiston haltijalle maksettava palvelumaksu akkulaitteiston käyttämisestä sähköverkon tarpeisiin. Elenian soveltamassa akkulaitteistoratkaisussa sähkövarastona toimiva akkulaitteisto sijoitetaan keskijänniteverkon haaran alkuun liitälaitteiston kautta. Liitälaitteistossa on katkaisija, jolla haara on mahdollista erottaa muusta sähköverkosta ja syöttää haaraa akkulaitteiston avulla saarekkeena. Vastaavasti haaralla ilmaantuva vika on mahdollista erottaa katkaisijalla ilman muulle sähköverkolle aiheutuvaa keskeytystä. Jälkimmäisestä tapauksesta hyöttyy kehittämisyöhykkeen ulkopuolinen verkko, mutta tätä ei ole huomioitu esimerkilaskelmissa. Vaikutus voi olla merkittäväkin, riippuen haaran vikataajuudesta.

## Muut vertailtavat sähkönjakeluratkaisut

Kehittämisyöhykkeillä edullisinta sähkönjakeluratkaisua on verrattu muihin teknisesti sovellettavissa oleviin sähkömarkkinalain laatuvaatimukset täyttäviin sähkönjakeluratkaisuihin taulukon 11 mukaisesti.

Kaikkien ratkaisujen operatiiviset kustannukset koostuvat kunnossapito-ohjelman mukaisista toimenpiteistä ja viankorjauksesta. Sähköverkko tarkastetaan kunnossapito-ohjelman mukaisesti ja tarvittavat kunnossapitoimenpiteet tehdään havaintojen perusteella. Viankorjauskustannukset ja keskeytyksistä aiheutunut haitta on laskettu Elenian toteutuneisiin kustannuksiin ja vikamääriin perustuen niiltä osin, kuin ratkaisu on Elenialla käytössä.

### Avojohtoverkko

Vertailussa käytettävä avojohtoverkko on johtoreitiltään maakaapeloitua verkkoa suoraviivaisempi ja pituudeltaan hieman lyhyempi. Muuntamoita on hieman vähemmän maakaapeliverkon toteutukseen verrattuna. Verkko sijaitsee osittain pellolla ja tien varressa taulukon 9 mukaisesti. Tyypilliset keskijänniteverkon johtotyypit ja poikkipinnat kehittämisvyöhykkeillä 3 ja 4 ovat ACSR 54/9 (Raven), ACSR 85/14 (Pigeon) ja AAC 132 ja kehittämisvyöhykkeillä 5–7 ACSR 34/6 (Sparrow) sekä ACSR 54/9 (Raven). Pienjänniteverkko on AMKA-rakenteinen ilmajohtoverkko ja tyypilliset poikkipinnat ovat 35 mm<sup>2</sup> ja 70 mm<sup>2</sup>.

Johtokatu toteutetaan ja ylläpidetään normaalilevyisenä, jolloin puustosta vapaa alue raivataan noin 10 metrin levyiseksi.

### Levennetty johtokatu

Vertailussa käytettävä levennetyn johtokadun verkko on tekniseltä rakenteeltaan vastaava kuin avojohtoverkko. Olennaisena erona on johtokadun leveys. Johtokatu toteutetaan ylileveänä siten että ilmajohdon läheisyydestä poistetaan kaikki puusto, joka taipuessaan tai kaatuessaan ylttäisi ilmajohdon päälle. Johtokadun leveys on tällöin tyypillisesti 30 metriä. Pienjänni-

teverkko on AMKA-rakenteinen ilmajohtoverkko ja tyypilliset poikkipinnat ovat 35 mm<sup>2</sup> ja 70 mm<sup>2</sup>.

Elenialla ei ole käytössä levennetyn johtokadun verkkoa, joten vikataajuus on arvioitu kirjallisuuslähteisiin<sup>6</sup> perustuen.

### Päällystetty avojohto

Vertailussa käytettävä keskijännitteinen päällystetty avojohtoverkko on reitiltään ja muuntamotiheydeltään vastaava kuin avojohtoverkko. Johtimina käytetään päällystettyä avojohtoa, jossa varsinaisen johdinmateriaalin pinnalla on ohut eristekerros, joka kestää kaatuneen puun nojaamisen johtoon ilman että tästä aiheutuu sähkönjakelun keskeytys. Tyypilliset poikkipinnat kehittämisvyöhykkeillä 3–4 ovat PAS 95 mm<sup>2</sup> ja PAS 150 mm<sup>2</sup> ja kehittämisvyöhykkeillä 5–7 PAS 50 mm<sup>2</sup> ja PAS 95 mm<sup>2</sup>.

Päällystetyllä avojohdolla johdinten väli voidaan eristyksen takia pienentää suhteessa avojohtoverkkoon, jolloin myös johtokadun leveys on hieman avojohtoverkkoa kapeampi. Puustosta vapaa alue raivataan noin 6 metrin levyiseksi.

### Ilmakaapeli

Vertailussa käytettävä keskijännitteinen ilmakaapeli on reitiltään ja muuntamotiheydeltään vastaava kuin avojohtoverkko. Ilmakaapelirakenteessa johtimet ovat eristettyjä ja tyypillisesti kolme vaihejohtinta on kerrattu teräksisen kannatinvaijerin ympärille. Tyypilliset poikkipinnat ilmakaapelirakenteissa ovat 25 mm<sup>2</sup>, 50 mm<sup>2</sup> ja 95 mm<sup>2</sup>. Tyypillisesti suurin ilmakaapelirakenteella käytettävä poikkipinta on 120 mm<sup>2</sup>, joka rajoittaa ilmakaapeliratkaisun käytettävyyttä suuren tehontarpeen verkon osissa. Suuremmat poikkipinnat edellyttäisivät huomattavasti raskaampia pylväsrakenteita.

Eristeen takia johdolle nojaava puu ei tyypillisesti aiheuta sähkönjakelun keskeytystä, mutta puu tai muu vierasesine voi vaurioittaa eristemateriaalia, joka myöhemmin kehittyy viaksi. Tällaiset viat ovat haastavia paikantaa ja ilmakaapeliverkon viankorjaus on avojohtoverkkoa merkittävästi hitaampaa.

Ilmakaapeliverkon rakenteen ominaisuuksien takia ne tulee tarkastaa suurhäiriötilanteiden jälkeen, sillä niiden putoaminen pylväiden kannattimilta ei välttämättä aiheuta sähkönjakelun keskeytystä, mutta luo mahdollisen turvallisuusriskin. Tämä kasvattaa häiriötilanteiden kustannuksia ilmakaapelirakenteiden osalta. Rakenne mahdollistaa muita ilmajohtorakenteita kapeamman johtoalueen. Ilmakaapelille ei raivata varsinaista johtokatua. Puustosta vapaa alue raivataan noin 1–2 metrin levyiseksi.

### 1 kV sähkönjakelu

1 kV sähkönjakelu mahdollistaa pienjänniterakenteisen sähköverkon siirtoetäisyyden kasvattamisen tyypillisesti pienjännitteenä käytettävän 0,4 kV jakelun noin yhdestä kilometristä jopa 8 kilometriin. Johdot voidaan toteuttaa samoilla rakenteilla kuin muukin pienjänniteverkko ja verkko voidaan toteuttaa ilmajohtona tai maakaapelina. Esimerkilaskelmissa 1 kV sähkönjakeluratkaisun on oletettu koostuvan puoliksi ilmajohto- ja puoliksi maakaapeliverkosta. Erona normaalin keski- ja pienjännitesähkönjakeluun 1 kV sähkönjakeluratkaisussa täytyy jännitetaso muuntaa 20 kV keskijännitteestä 1 kV pienjännitteeseen ja 1 kV pienjännitteestä 0,4 kV pienjännitteeseen. 1 kV pienjänniteverkossa sähköinen suojaus toteutetaan tyypillisesti katkaisijoilla pienjänniteverkossa muutoin normaalisti käytettävien jonovarokeytkimien sijaan. Teknistaloudellinen tehoalue 1 kV pienjännitteellä on 10 kW–60 kW. Tehonsiirtokapasiteetti pienenee oleellisesti etäisyyden kasvaessa.

<sup>6</sup> Partanen, Jarmo: Sähkönsiirtohinnot ja toimitusvarmuus. 2018. [Saatavissa](#)

### Tasasähköjärjestelmä (LVDC)

Pienjännite tasasähköjärjestelmässä (eng. Low Voltage Direct Current tai LVDC) sähköverkossa perinteisesti käytettävä vaihtojännite tasasuunnataan syötettävän haaran alkuun asennettavalla tasasuuntaajalla ja sähkö siirto tapahtuu tasajännitteellä. Ennen asiakkaan liittymispistettä asennetaan vaihtosuuntaaja, jolla tasajännite muutetaan uudelleen vaihtojännitteeksi. Tutkimuksessa on esitetty erilaisia LVDC-järjestelmien teknisiä variaatioita, mutta elinkaarikustannuslaskenta on tehty oletuksella, että järjestelmä on unipolaarinen ja kokonaisvaltainen, eli kaksijohdinjärjestelmä ja vaihtosuuntaajat asennetaan suoraan jokaisen asiakkaan liittymispisteeseen. Verkko rakennetaan maakaapeloituna.

LVDC:llä saadaan kustannushyötyä, kun rakentamisessa voidaan hyödyntää tietyin varauksin pienjänniteverkon materiaaleja, mutta siirrettävät tehot ovat suurempia kuin vaihtosähkö pienjännitteellä ja hieman suurempia kuin 1 kV vaihtojännitteellä. LVDC:n teknistaloudellinen tehoalue on 10 kW–75 kW. Elenia on pilotoinut LVDC-ratkaisuja, mutta toteutusta ei saatu teknistaloudellisesti kannattavaksi ja pilotit on jo purettu pois ja korvattu keskijännitemaakaapelilla. LVDC-toteutukset olivat pilotteja, joten toteutuneiden kustannusten käyttäminen elinkaarikustannusten laskennassa ei olisi mielekäästä. Ajantasaisten investointikustannusten arvioinnissa on sovellettu kirjallisia lähteitä.<sup>7</sup>

### Joustopalvelut

Joustopalvelut on laaja yläkäsite, joilla tarkoitetaan suorilla kahdenvälisillä sopimuksilla, tai julkisilta markkinoilta tehtävää sähkö kulutuksen tai tuotannon jouston hankintaa. Jousto voi olla joko kulutuksen vähentämistä tai tuotannon lisäämistä ja vastaavasti kulutuksen lisäämistä tai tuotannon vähentämistä. Teknisesti joustava kuormitus voi olla mitä vain ohjattavaa sähkökulutusta, vaihdellen esimerkiksi yksityisasiakkaan lämminvesivaraajasta kokonaisen tehtaan prosessiin. Kantaverkkoyhtiö Fingrid käy aktiivisesti kauppaa erilaisilla joustoilla tasapainottaessaan Suomen sähköjärjestelmän

kulutusta ja tuotantoa. Erona kantaverkkotason joustopalveluihin jakeluverkossa hyödynnettävät joustot on kohdennettava tiettyyn verkon osaan, siinä missä kantaverkossa joustot voidaan hankkia mistä vain kantaverkon alueelta. Jakeluverkkoyhtiön tarpeisiin soveltuvaa joustomarkkinapaikkaa ei ole vielä tuotantokäytössä, mutta Elenia osallistuu kantaverkkoyhtiö Fingridin johtamaan kulutusjoustorajapinnan määrittelytyöhön ja joustomarkkinoiden odotetaan kehittyvän merkittävästi tulevina vuosina.

Esimerkki joustopalveluiden hyödyntämisestä verkon kehittämisessä voisi olla, että yksityisasiakkaiden kulutuskäyttäytymisen ajoittuessa enenevässä määrin halvimmille pörssi-sähkötunneille jakelumuuntaja saattaa ylikuormittua. Sen sijaan että verkkoyhtiö investoisi uuden suuremman jakelumuuntajan, se voisi ostaa alueellisesti kulutuksen joustoa kovan kuormituksen aikaan. Käytännössä joustojen kohdentaminen tarkasti tiettyyn verkon osaan ei tarjonnan ja teknisten ratkaisujen puuttuessa ole vielä mahdollista. Toisaalta verkon kehittämisessä on huomioitava investointien pitkät, usein jopa 50 vuoden pitoajat. Paikalliseen joustokapasiteettiin ja sen saatuuteen kohdistuu suurta epävarmuutta pitkällä aikavälillä, sillä verkkoyhtiö ei voi luottaa asiakkaiden haluun ja kykyyn joustaa oikeassa paikassa oikeaan aikaan myös useiden vuosien kuluttua. Parhaimmillaan joustoilla voitaisiin kuitenkin ostaa lisää aikaa välttämättömien investointien tekemiseen. Näillä perusteilla joustopalvelut eivät siis sellaisenaan sovellu minkään kehittämisvyöhykkeen pääasialliseksi verkon kehittämistavaksi.



<sup>7</sup> Partanen, Jarmo: Sähkönsiirtohinnot ja toimitusvarmuus. 2018. [Saatavissa](#)



### 3. Kehittämisyöhykkeen elinkaarikustannusten vertailu

Kehittämisyöhykkeille on määritelty tyypillistä hankekokonaisuutta mallintava esimerkkihanke, jonka keskeiset ominaispiirteet on koottu taulukkoon 12.

**Taulukko 12: Kehittämisyöhykkeiden esimerkkiprojektien ominaispiirteet**

	Kaupunki-alueet	Taajama-alueet	Taajamien väliset runkoyhteydet	Haja-asutusalueen runkoyhteydet	Haja-asutusalueen latvaverkko	Ylläpidettävä ilmajohto-verkko	Joustopalvelut
<b>Johtopituus, KJ [km]</b>	0,5 km	0,6 km	15,0 km	17,0 km	5,5 km	6,5 km	10,0 km
<b>Johtopituus, PJ [km]</b>	0,6 km	0,7 km	20,0 km	22,0 km	5,0 km	8,0 km	10,0 km
<b>Keskiteho [kW]</b>	750 kW	618 kW	292 kW	293 kW	47 kW	146 kW	170 kW
<b>Kuormituksen muutos [% / a]</b>	1,5 % / a	3,0 % / a	0,9 % / a	0,9 % / a	-0,5 % / a	-0,5 % / a	-0,5 % / a
<b>Ilmajohtoverkon metsäisyysaste</b>	-	-	56 %	62 %	62 %	74 %	72 %

Taulukossa esitettyjen tietojen ohella elinkaarikustannustarkastelu on tehty 50 vuoden tarkasteluajalle 4 % laskentakorkokannalla. Elinkaarikustannusvertailussa sekä kaapeliverkon että ilmajohtoverkon ratkaisujen tekniseksi eliniäksi on oletettu 50 vuotta. Kokemuksiemme perusteella ilmajohtoverkon odotettavissa oleva elinikä jäänee tätä lyhyemmäksi käytännössä pylväissä nykyisin käytössä olevien ympäristöystävällisempien kyllästysaineiden takia.



Seuraavassa on esitetty kaikkien teknisesti sovellettavissa olevien sähkönjakelun ratkaisujen elinkaarikustannusten vertailu kullakin kehittämisvyöhykkeellä. Elinkaarikustannuksiltaan edullisin ratkaisu on alleviivattu

	Maakaapeli
--	------------

**Taulukko 13: Kehittämisvyöhyke 1 Kaupunkialueet: Esimerkkiprojektin elinkaarikustannusvertailu**

Elinkaarikustannus	<b>236 850</b>
Alkuinvestoinnin kustannus	229 450
Muut investointikustannukset	1 500
Operatiiviset kustannukset	3 600
KAH-kustannukset	2 300

**Taulukko 14: Kehittämisvyöhyke 2 Taajama-alueet: Esimerkkiprojektin elinkaarikustannusvertailu eri verkkotekniikoilla**

Elinkaarikustannus	<b>169 100</b>
Alkuinvestoinnin kustannus	158 700
Muut investointikustannukset	1 800
Operatiiviset kustannukset	5 500
KAH-kustannukset	3 100

**Ei sovellu:** Avojohto, Levennetty johtokatu, Päälystetty avojohto, Ilmakaapeli, 1kV sähkönjakelu, Sähkövarastot

	Maakaapeli	Levennetty johtokatu*
--	------------	-----------------------

**Taulukko 15: Kehittämisvyöhyke 3 Taajamien väliset runkoyhteydet: Esimerkkiprojektin elinkaarikustannusvertailu eri verkkotekniikoilla**

Elinkaarikustannus	<b>1 389 850</b>	1 483 100
Alkuinvestoinnin kustannus	1 161 100	1 196 000
Muut investointikustannukset	106 750	-
Operatiiviset kustannukset	95 800	142 450
KAH-kustannukset	26 200	144 650

**Taulukko 16: Kehittämisvyöhyke 4 Haja-asutusalueen runkoyhteydet: Esimerkkiprojektin elinkaarikustannusvertailu eri verkkotekniikoilla**

Elinkaarikustannus	<b>1 544 800</b>	1 732 500
Alkuinvestoinnin kustannus	1 266 600	1 383 450
Muut investointikustannukset	120 100	-
Operatiiviset kustannukset	128 350	173 450
KAH-kustannukset	29 750	175 600

**Ei sovellu:** Avojohto, Päälystetty avojohto, Ilmakaapeli, 1kV sähkönjakelu, Sähkövarastot, \*Levennetty johtokatu soveltuu varauksin

**Taulukko 17: Kehittämisvyöhyke 5 Haja-asutusalueen latvaverkko: Esimerkkiprojektin elinkaarikustannusvertailu eri verkkotekniikoilla**

	Maakaapeli	Avojohto	Levennetty johtokatu	Päälystetty avojohto	Ilmakaapeli**	1kV sähkönjakelu***	LVDC
Elinkaarikustannus	<b>362 750</b>	431 700	444 150	438 900	517 100	471 350	647 250
Alkuinvestoinnin kustannus	296 450	316 800	381 600	359 800	320 500	386 650	527 900
Muut investointikustannukset	32 350	-	-	-	-	-	100 500
Operatiiviset kustannukset	31 250	84 100	54 750	68 450	141 750	55 400	11 750
KAH-kustannukset	2 700	30 800	7 800	10 650	54 850	29 300	7 100

**Ei sovellu:** Sähkövarastot, \*\*Ilmakaapeli soveltuu varauksin, \*\*\*1kV sähkönjakelu soveltuu osittain

Olemme tunnistaneeet verkkoalueeltamme alueet, joissa alueen olemassa oleva verkko sekä alueen muut ominaispiirteet mahdollistavat olemassa olevan verkon hallitun hyödyntämisen pitoaikansa loppuun. Taulukossa 18 on esitetty tämän kehittämisvyöhykkeen (ylläpidettävä ilmajohtoverkko) elinkaarikustannuslaskelmat.

**Taulukko 18: Kehittämisvyöhyke 6 Haja-asutusalueen ylläpidettävä ilmajohtoverkko: Esimerkkiprojektin elinkaarikustannusvertailu eri verkkotekniikoilla**

	Maakaapeli	Avojohto	Levennetty johtokatu	Päällystetty avojohto	Ilmakaapeli**	1 kV sähkönjakelu***	LVDC
Elinkaarikustannus	542 700	691 100	597 750	598 150	770 550	687 050	781 550
Alkuinvestoinnin kustannus	447 750	429 750	507 500	481 350	434 150	510 500	581 650
Muut investointikustannukset	44 850	-	-	-	-	-	127 700
Operatiiviset kustannukset	45 650	129 750	65 000	82 300	158 400	94 750	46 100
KAH-kustannukset	4 450	131 600	25 250	34 500	178 000	81 800	26 100

Ei sovellu: Sähkövarastot, \*\*Ilmakaapeli soveltuu varauksin, \*\*\*1kV sähkönjakelu soveltuu osittain

**Taulukko 19: Kehittämisvyöhyke 7 Toimitusvarmuuden joustoratkaisut: Esimerkkiprojektin elinkaarikustannusvertailu eri verkkotekniikoilla**

	Maa-kaapeli	Avojohto	Levennetty johtokatu	Päällystetty avojohto	Ilmakaapeli	1 kV sähkönjakelu	Sähkövarastot	LVDC
Elinkaarikustannus	<b>756 550</b>	989 500	903 950	907 550	1 255 750	1 070 500	815 400	1 190 250
Alkuinvestoinnin kustannus	615 000	632 500	749 100	709 850	639 100	732 650	225 000	876 500
Muut investointikustannukset	61 700	-	-	-	-	-	375 750	214 400
Operatiiviset kustannukset	62 000	156 650	104 250	128 550	260 050	148 050	135 350	52 600
KAH-kustannukset	17 850	200 350	50 600	69 150	356 600	192 800	79 300	46 750

\*\* Ilmakaapeli soveltuu varauksin, \*\*\* 1kV sähkönjakelu soveltuu osittain

Esitettyihin kustannuksiin ei ole sisällytetty vakiokorvauksia, vahingonkorvauksia eikä sähköverkkotoiminnan valvontamenetelmien kannustinvaikutuksia.



# Pitkän tähtäimen suunnitelma

## Elenian investoinnit sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi

Käsitlemme omassa seurannassamme keskijännite-, muuntamo-, ja pienjänniteverkkoinvestoinnit kokonaisuutena ja suurjännitteisen jakeluverkon ja sähköasemien investoinnit omana kokonaisuutenaan. Kehittämissuunnitelmaa varten määrättyllä komponenttijaolla pystymme siis antamaan vain suuntaa antavia lukuja arvioiden perustuessa vuosittaisiin korvausinvestointeihin. Toteutuneet investointikustannukset esitetään sen vuoden rahanarvossa, jolloin investointi on toteutettu. Suunnitellut investointikustannukset esitetään vuoden 2024 rahanarvossa. Pienjänniteverkon investoinneissa ei ole mukana mittari-investointeja. Investoinneissa ei ole mukana uuden tuotannon ja kulutuksen liittämiseksi tehtäviä korvausinvestointeja vuosina 2024-2033.

	Keskiarvo t€ / vuosi	Yhteensä t€	Huomautus/Tarkennus
<b>Taulukko 20: Suurjännitteinen jakeluverkko (SJ), verkostoinvestoinnit 2014-2036</b>			
Suurjännitteinen jakeluverkko (SJ) vuosina 2014-2021	1 660	13 279	Toteutuneet investoinnit 2014-2021
Suurjännitteinen jakeluverkko (SJ) vuosina 2022-2028	7 581	53 067	Toteutuneet investoinnit 2022-2023 ja suunnitelman mukaiset investoinnit 2024-2028
Suurjännitteinen jakeluverkko (SJ) vuosina 2029-2036	10 813	86 503	Suunnitelman mukaiset investoinnit 2029-2036
<b>Taulukko 21: Sähköasemat, verkostoinvestoinnit 2014 - 2036</b>			
Sähköasemat vuosina 2014-2021	7 436	59 491	Toteutuneet investoinnit 2014-2021
Sähköasemat vuosina 2022-2028	9 407	65 852	Toteutuneet investoinnit 2022-2023 ja suunnitelman mukaiset investoinnit 2024-2028
Sähköasemat vuosina 2029-2036	6 762	54 097	Suunnitelman mukaiset investoinnit 2029-2036
<b>Taulukko 22: Keskijänniteverkko (KJ), verkostoinvestoinnit 2014 - 2036</b>			
Keskijänniteverkko (KJ) vuosina 2014-2021	50 302	402 419	Toteutuneet investoinnit 2014-2021
Keskijänniteverkko (KJ) vuosina 2022-2028	36 458	255 208	Toteutuneet investoinnit 2022-2023 ja suunnitelman mukaiset investoinnit 2024-2028
Keskijänniteverkko (KJ) vuosina 2029-2036	43 201	345 610	Suunnitelman mukaiset investoinnit 2029-2036
<b>Taulukko 23: Muuntamot, verkostoinvestoinnit 2014 - 2036</b>			
Muuntamot vuosina 2014-2021	23 120	184 958	Toteutuneet investoinnit 2014-2021
Muuntamot vuosina 2022-2028	13 274	92 917	Toteutuneet investoinnit 2022-2023 ja suunnitelman mukaiset investoinnit 2024-2028
Muuntamot vuosina 2029-2036	14 918	119 344	Suunnitelman mukaiset investoinnit 2029-2036
<b>Taulukko 24: Pienjänniteverkko (PJ), verkostoinvestoinnit 2014 - 2036</b>			
Pienjänniteverkko (PJ) vuosina 2014-2021	26 629	213 029	Toteutuneet investoinnit 2014-2021
Pienjänniteverkko (PJ) vuosina 2022-2028	29 525	206 676	Toteutuneet investoinnit 2022-2023 ja suunnitelman mukaiset investoinnit 2024-2028
Pienjänniteverkko (PJ) vuosina 2029-2036	43 623	348 986	Suunnitelman mukaiset investoinnit 2029-2036
<b>Taulukko 25: Koko sähköverkko yhteensä verkostoinvestoinnit 2014 - 2036</b>			
Koko sähköverkko vuosina 2014-2021	109 147	873 176	Toteutuneet investoinnit 2014-2021
Koko sähköverkko vuosina 2022-2028	96 246	673 719	Toteutuneet investoinnit 2022-2023 ja suunnitelman mukaiset investoinnit 2024-2028
Koko sähköverkko vuosina 2029-2036	119 318	954 541	Suunnitelman mukaiset investoinnit 2029-2036

# 1. Kunnossapitokustannukset laatuvaatimusten täyttämiseksi

Toteutuneet kunnossapitokustannukset perustuvat tehtyjen kunnossapitotöiden budjettiseurantaan. Kustannusten jako eri komponenteille on suuntaa antava arvio, koska kaikki kunnossapitotyöt eivät ole komponenttikohdaisia. Kunnossapitokustannuksissa ei ole mukana viankorjauskustannuksia, jotka aiheutuvat akuuteista sähköverkon korjaustarpeista. Suunnitellut kunnossapitokustannukset perustuvat pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelmaan, jonka olemme laatineet toimintojen perusteella, emme komponentteittain. Koska kunnossapito on toimitusvarmuutta ylläpitävää toimintaa, raportoidut kustannukset pitävät sisällään arvioidut kunnossapito-ohjelman mukaiset kustannukset kokonaisuudessaan. Toteutuneet kunnossapitokustannukset esitetään toteutusvuoden rahanarvossa. Suunnitellut kustannukset esitetään vuoden 2024 rahanarvossa.

	Keskiarvo t€ / vuosi	Yhteensä t€	Huomaus/Tarkennus
<b>Taulukko 26: Suurjännitteinen sähköverkko (SJ), kunnossapitokustannukset 2014 -2036</b>			
Suurjännitteinen sähköverkko (SJ) vuosina 2014–2021	1 211	9 690	Toteutuneet kunnossapitokustannukset 2014–2021
Suurjännitteinen sähköverkko (SJ) vuosina 2022–2028	1 067	7 469	Toteutuneet ja suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset 2022–2028
Suurjännitteinen sähköverkko (SJ) vuosina 2029–2036	1 254	10 031	Suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset 2029–2036
<b>Taulukko 27: Sähköasemat, kunnossapitokustannukset 2014 - 2036</b>			
Sähköasemat vuosina 2014–2021	1 457	11 658	Toteutuneet kunnossapitokustannukset 2014–2021
Sähköasemat vuosina 2022–2028	1 648	11 534	Toteutuneet ja suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset 2022–2028
Sähköasemat vuosina 2029–2036	1 963	15 703	Suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset 2029–2036
<b>Taulukko 28: Keskijänniteverkko (KJ), kunnossapitokustannukset 2014 - 2036</b>			
Keskijänniteverkko (KJ) vuosina 2014–2021	3 487	27 899	Toteutuneet kunnossapitokustannukset 2014–2021, jotka sisältävät kunnossapito-ohjelman mukaiset kustannukset 18 303 t€ sekä vierimetsän hoitotoimenpiteet 9 596 t€ vuosina 2014–2021
Keskijänniteverkko (KJ) vuosina 2022–2028	1 930	13 512	Toteutuneet ja suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset 2022–2028, jotka sisältävät kunnossapito-ohjelman mukaiset kustannukset vuosilta 2022–2028 sekä vierimetsän hoitotoimenpiteet 222 t€ vuodelta 2022
Keskijänniteverkko (KJ) vuosina 2029–2036	1 261	10 085	Suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset vuosina 2029–2036
<b>Taulukko 29: Muuntamot, kunnossapitokustannukset 2014 - 2036</b>			
Muuntamot vuosina 2014–2021	572	4 577	Toteutuneet kunnossapitokustannukset 2014–2021
Muuntamot vuosina 2022–2028	853	5 972	Toteutuneet ja suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset 2022–2028
Muuntamot vuosina 2029–2036	927	7 419	Suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset vuosina 2029–2036
<b>Taulukko 30: Pienjänniteverkko (PJ), kunnossapitokustannukset 2014 - 2036</b>			
Pienjänniteverkko (PJ) vuosina 2014–2021	1 576	12 610	Toteutuneet kunnossapitokustannukset 2014–2021
Pienjänniteverkko (PJ) vuosina 2022–2028	1 903	13 320	Toteutuneet ja suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset 2022–2028
Pienjänniteverkko (PJ) vuosina 2029–2036	1 709	13 669	Suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset vuosina 2029–2036
<b>Taulukko 31: Koko verkko yhteensä, kunnossapitokustannukset 2014 -2036</b>			
Koko verkko vuosina 2014–2021	8 304	66 433	Toteutuneet kunnossapitokustannukset (sis. kunnossapito-ohjelma sekä vierimetsänhoito) 2014–2021
Koko verkko vuosina 2022–2028	7 401	51 807	Toteutuneet ja suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset sisältäen kunnossapito-ohjelman kustannukset 2022–2028 sekä vierimetsänhoidon kustannukset 2022
Koko verkko vuosina 2029–2036	7 113	56 907	Suunnitelman mukaiset kunnossapitokustannukset 2028–2036



## 2. Käyttöpaikkojen toimitusvarmuus-vaatimuksen kehittyminen

Ilmoitetut lukuarvot ovat suuntaa antavia ja tarkentuvat vuositason suunnittelussa. Arvot perustuvat sähkökäyttöpaikkojen määrään vuonna 2023, eikä niissä ole huomioitu asiakasmäärän kasvua.

	Muutos tarkastelu-jaksolla / kpl	laatuvaatimukset täyttävä kokonais-asiakasmäärä jakson lopussa / kpl	% kaikista	Huomautus/ Tarkennus
<b>Taulukko 32: Laatuvaatimukset täyttävät sähkökäyttöpaikat asemakaava-alueella 2014 - 2036</b>				
vuosina 2014-2021	134 275	222 129	87.4 %	Toteuma 2014-2021
vuosina 2022-2023	5 987	228 116	88.4 %	
vuosina 2024-2028	14 078	242 194	93.8 %	
vuosina 2029-2036	15 941	258 135	100 %	
<b>Taulukko 33: Laatuvaatimukset täyttävät sähkökäyttöpaikat asemakaava-alueen ulkopuolella 2014-2036</b>				
vuosina 2014-2021	76 747	117 248	65.1 %	Toteuma 2014-2021
vuosina 2022-2023	15 299	132 547	73.3 %	
vuosina 2024-2028	18 544	151 091	83.6 %	
vuosina 2029-2036	29 705	180 796	100 %	
<b>Taulukko 34: Laatuvaatimukset täyttävät sähkökäyttöpaikat alueilla, joihin sovelletaan paikallisiin olosuhteisiin perustuvaa laatuvaatimustasoa 2014-2036</b>				
vuosina 2014-2021	231	231	21.3 %	Toteuma 2014-2021
vuosina 2022-2023	0	231	21.1 %	
vuosina 2024-2028	0	231	21.1 %	
vuosina 2029-2036	863	1 094	100 %	

## 3. Sähkönjakeluverkon laatuvaatimusten kehittyminen

Ilmoitetut lukuarvot ovat suuntaa antavia ja tarkentuvat vuositason suunnittelussa.

	Pienjännite (0,4 - 1,0 kV)	Keskijännite (1-70 kV)
<b>Taulukko 35: Laatuvaatimukset täyttävä verkko, %</b>		
vuoden 2023 lopussa	67 %	63 %
vuoden 2028 lopussa	76 %	74 %
vuoden 2036 lopussa	91 %	93 %

## 4. Sähkönjakeluverkon maakaapelointiaste eri jännitetasoilla toimenpiteiden jälkeen sähkömarkkinalain 119§:n mukaisina ajankohtina

	Pienjännite (0,4- 1,0 kV)	Keskijännite (1-70 kV)
<b>Taulukko 36: Kaapelointiaste siirtymäaikojen jälkeen, %</b>		
vuoden 2023 lopussa	66,8 %	62,2 %
vuoden 2028 lopussa	75,7 %	73,3 %
vuoden 2036 lopussa	91,2 %	92,6%

## 5. Jakeluverkkoinvestointeja edellyttävät uudet tuotannot ja kuormat seuraavan 10 vuoden aikana

### Vuosina 2024-2028

Tuulivoimatuotannon määrä tulee lisääntymään ja se edellyttää suurjännitteisen jakeluverkon investointeja myös sellaisiin verkon osiin, joihin ei olisi ollut tarvetta investoida muuten. Tuulivoimatuotanto keskittyy Elenian verkkoalueella Pohjois-Pohjanmaalle ja Keski-Suomen pohjoisosiin, joissa kulutuksen ja liittymämäärän kasvu on muuten vähäisempää alueen väestön vähenemisen vuoksi. Vuosikymmenen alussa suurjänniteverkon investointien ajurina oli lähes yksin tuulivoima. Tarkastelujakson loppupuolella tilanne on muuttumassa ja entistä useammin tuulivoimahankkeiden teho on niin suuri, että ne liittyvät suoraan 400kV kantaverkkoon. Tilalle on kuitenkin tulossa aurinkosähkö-, sähkövarasto- ja sähkökattilahankkeita, jotka vaativat 110kV voimajohtoinvestointeja.

Sähkön kokonaiskulutuksen ennustetaan kasvavan Elenian verkkoalueella noin 25 % seuraavan 10 vuoden aikana. Merkittävintä kasvu on teollisuudessa, sillä hiilineutraaliustavoitteiden takia moni ennen polttamiseen perustunut prosessi tullaan korvaamaan sähköllä. Samoin kaukolämpöyhtiöt tulevat investoimaan vahvasti sähkökattiloihin, joiden tehon tarve asettaa merkittäviä vaatimuksia syöttävälle sähköverkolle. Kaikki uudet kuormat tai tuotannot eivät sijoitu suurjännitteiseen jakeluverkkoon, mutta myös alemmille jännitetasoille tulevien liittymien kapasiteettitarve kertautuu suurjänniteverkkoon kapasiteettitarpeen kasvuna. Täyssähköiset ajoneuvot ja ladattavat hybridit tulevat myös yleistymään ja niiden lataukseen vaadittava teho haastaa pienjänniteverkkoa. Sähköautojen lataus ja muu suuritehoinen kulutus ajoittuu tulevaisuudessa entistä useammin pörssisähkön mukaan halvimmille tunneille, jolloin pienjännitejohtimien ja jakelumuntajien kapasiteettia on suurennettava.

Kotitalouksien lämmityksen sähkönkulutus kasvaa, kun muita polttoaineita korvataan lämpöpumpuilla.

### Vuosina 2029-2031

Tulevaisuudessa tuulipuistojen kokojen odotetaan kasvavan, jolloin niiden liitettävyyden 110kV suurjännitteiseen jakeluverkkoon muodostuu haasteeksi siirtokapasiteetin näkökulmasta. Ratkaisuna tähän voisi olla puistojen liittyminen suoraan kantaverkkoon, mutta mikäli suurjännitteisille jakeluverkko-yhtiöille sallittaisiin myös 400kV voimajohtoverkon rakentaminen, yhtiöillä olisi entistä paremmat mahdollisuudet osallistua tuulivoiman kapasiteettipuolan ratkaisemiseen. Aurinkovoima- ja sähkövarastokohteita odotetaan liittyvän suurjännitteiseen jakeluverkkoon erityisesti tällä jälkimmäisellä tarkastelujaksolla. Maantieteellisesti investoinneissa odotetaan olevan suurempaa hajontaa kuin tuulivoimassa, joka on keskittynyt Elenian verkkoalueella Pohjois-Pohjanmaalle ja Keski-Suomen pohjoisosiin. Kulutuspuolella odotetaan uusia liittymiä erityisesti datakeskuksia varten. Niiden oletetaan kohdistuvan alueille, joissa on vahvat ja varmennetut yhteydet kantaverkkoon, sillä liittymille tarvitaan varasyöttöyhteys ja tehontarve saattaa olla satoja megawatteja.

Vuosikymmenen loppupuolella teollisuuden sähkönkulutuksen odotetaan olevan merkittävää kasvavilla teollisuusalueilla. Uuden päästöttömän tuotannon odotetaan kannustavan uusiin energiaintensiivisen teollisuuden investointeihin. Raskaan sähköisen liikenteen odotetaan yleistyvän vuosikymmenen loppuun mennessä, jolloin rekkojen ja kuorma-autojen lataustehojen ennakoitaan kasvavan megawattiluokkaan. Raskas liikenne on huoltovarmuuden kannalta kriittistä ja toisaalta latauspaikat tulevat keskittymään huoltamoverkoston yhteyteen. Tästä seuraa, että maantieteellisesti pienelle alueelle keskittyy merkittävä tarve raskaan liikenteen latausteholle, joka on oltava varmennettu niin, ettei yksittäinen sähkönjakelun häiriö lamautta kaikkia liikennettä. 4- ja 9-tiet halkovat suurta osaa Elenian verkkoaluetta, joten on perusteltua olettaa, että raskaan liikenteen lataus tulee vaatimaan Elenialta investointeja suurjännitteiseen jakeluverkkoon sekä keskijänniteverkkoon.



## 6. Uuden tuotannon ja kuormien vuoksi tehtävät merkittävät investoinnit euroina tulevan 10 vuoden aikana

Taulukossa 37 on esitetty arvio uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämisen mahdollistamiseksi toteutettavista jakeluverkkoinvestoinneista.

**Taulukko 37: Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehtävät merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit 2024–2038**

	2024–2028 [t€]	2029–2033 [t€]
Suurjänniteverkko ja sähköasemat	99 747	215 472
Jakeluverkon kapasiteetin laajentaminen uudistamisen yhteydessä	54 885	179 986
Jakeluverkon laajennusinvestoinnit	33 300	31 372
Älymittarit	49 943	11 926
<b>Yhteensä</b>	<b>237 875</b>	<b>438 756</b>

Suurjänniteverkkoon ja sähköasemiin investoidaan ennen kaikkea tuuli-voiman, aurinkovoiman ja sähkövarastojen liittämisen mahdollistamiseksi. Nähtävissä on, että myös raskaan sähköisen liikenteen vaatima latausinfra tulee vaatimaan suurjännitteisen jakeluverkon investointeja vuosikymmenen loppupuolella. Näiden ohella toteutetaan suurjännitteisen jakeluverkon investointeja pääasiassa taajamien läheisyydessä siirtokapasiteetin kasvatamiseksi ja toimitusvarmuuden parantamiseksi. Useita sähköasemia laajennetaan kapasiteetin kasvattamiseksi.

Keski- ja pienjänniteverkon uudistamisen yhteydessä verkon kapasiteettia kasvatetaan uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämisen mahdollistamiseksi. Johdot toteutetaan aiempaa vahvempina ja jakelumuntajien kapasiteetin kasvattaminen mahdollistetaan muuntamoiden rakennevalin-

noilla ja lisäämällä niiden määrää. Lisäksi verkon kapasiteettia kasvatetaan asiakkaiden tarpeesta lähtöisin, jotta kasvavaa tuotantoa tai kulutusta voidaan liittää verkkoon. Jakeluverkkoa laajennetaan liittämällä uusia asuin- ja teollisuusalueita verkkoon. Lukuihin ei ole sisällytetty yksittäisiä kuluttajaliittymiä varten toteutettavia investointeja.

Uudet älymittarit mahdollistavat aiempaa tarkemmat mittaukset ja siten verkon tarkemman mitoituksen sähkön käytön muuttuessa energiamurroksen myötä sekä tarvittaessa etäohjaukset kehittyvien sähkömarkkinoiden tarpeisiin.

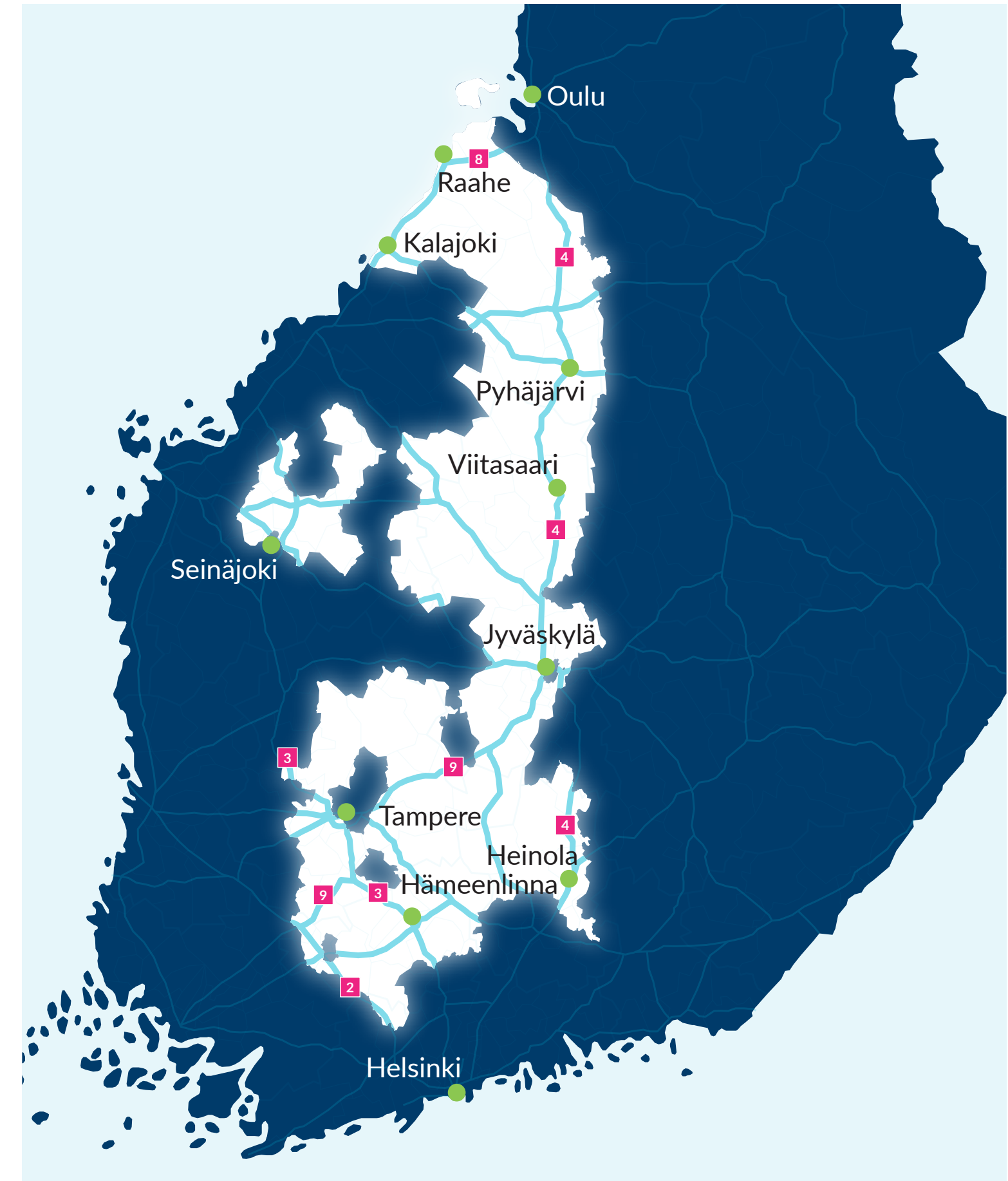
## 7. Havainnollistus uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämisestä verkkoalueella

Tuulivoimatuotanto keskittyy Elenian verkkoalueella Pohjois-Pohjanmaalle, jossa kulutuksen ja uusien liittymien kasvu on muutoin vähäisempää muun muassa väestön vähenemisen vuoksi. Tuotannossa ja rakenteilla olevat Elenian verkkoon liittyvät tuulivoimahankkeet ovat nähtävillä [karttapalvelussa](#) Elenian verkkosivuilla.

Liikenteen sähköistymisen painopiste tulee olemaan pääteiden varsilla. Erityisesti 4-tien sekä 9-tien varsille odotetaan keskittyvän merkittävän kokoluokan sähköisen liikenteen latausasemia, joilla on vaikutuksia alueen jakeluverkon kehittämiseen. Kuvassa 4 on havainnollistettu Elenian verkkoalue ja sitä halkovat pääväylät.

Teollisuuden sähköistymisen ja uusien teollisuusalueiden kehityksen myötä tehon tarve tulee kasvamaan erityisesti Hämeenlinnan sekä Pirkanmaan alueilla. Teollisuuden sähköistymisen odotetaan keskittyvän kasvukeskusten läheisyyteen sekä olemassa oleville teollisuusalueille.

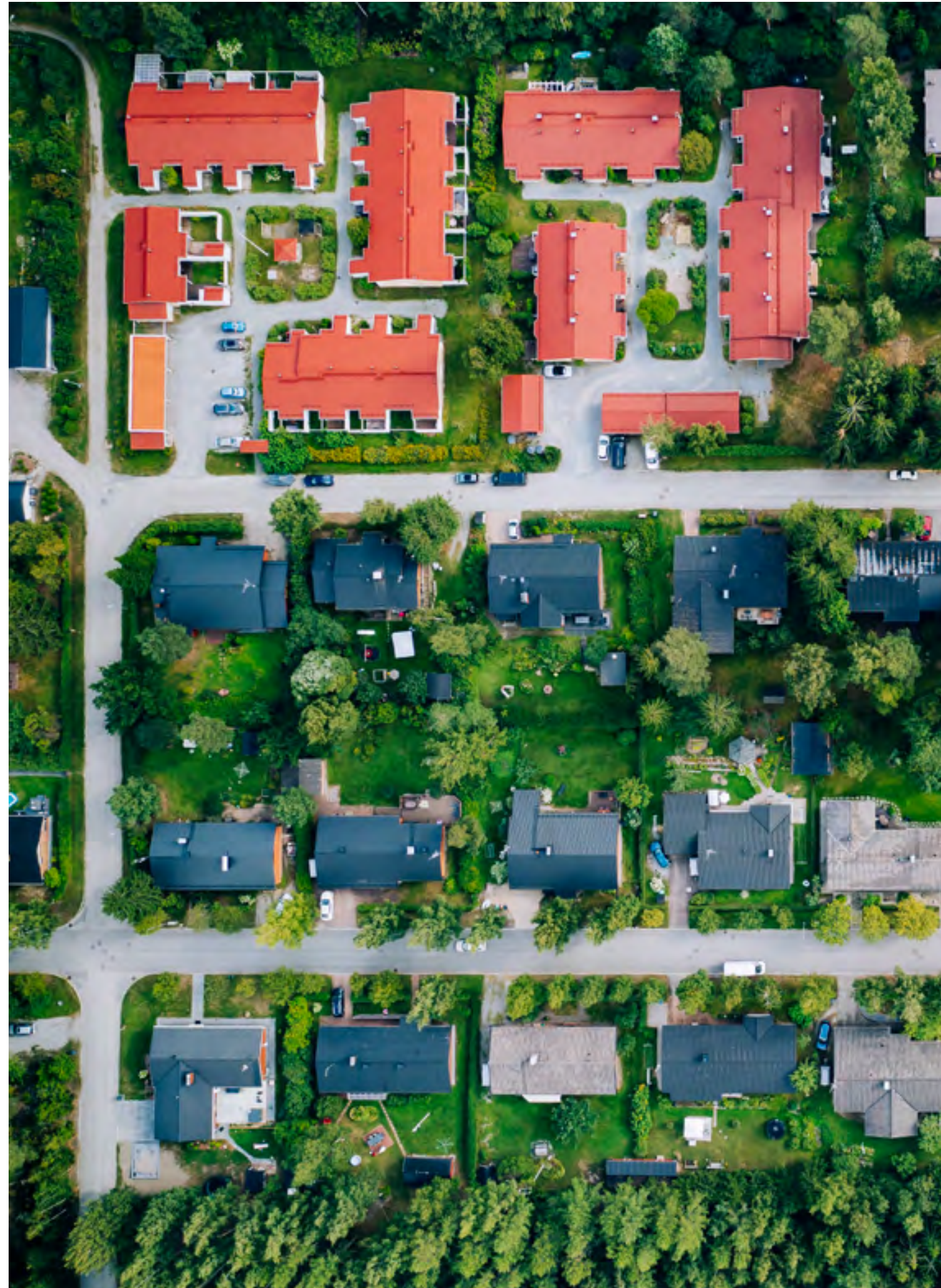
Elenian jakeluverkon vapaata kapasiteettia on havainnollistettu [Elenia Avoin -palvelussa](#) kehittämissuunnitelman kuulemisen yhteydessä. Palvelussa on visualisoitu karttapohjalle pienjänniteverkon vapaa kapasi-



**Kuva 4: Elenian verkkoalue ja pääväylät.**

teetti muuntamon tasolla ja keskijänniteverkon kapasiteetti johtolähdön tasolla. Palvelun tavoite on havainnollistaa sähköverkon kapasiteetin yleis-tilanne, kuitenkin varmistuen asiakkaiden turvallisuus niin ettei keskijänniteverkon tarkkoja johtoreittejä julkaista.

# Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana



## 1. Elenian investoinnit laatuvaatimusten täyttämiseksi kuluvana ja seuraavana vuonna

Investointimäärät ovat annetulla komponenttijaolla vuositasolla suuntaa antavia ja arviot perustuvat vuosittaisiin korvausinvestointeihin. Käsittelemme omassa seurannassamme keskijännite-, muuntamo- ja pienjänniteverkkoinvestoinnit kokonaisuutena sekä suurjännitteisen jakeluverkon ja sähköasemien investoinnit omana kokonaisuutenaan. Vuosittaiset investointikustannukset on esitetty vuoden 2024 rahanarvossa. Investoinneissa ei ole mukana uuden tuotannon liittämiseksi tehtäviä korvausinvestointeja. Pienjänniteverkon investoinneissa ei ole mukana mittari-investointeja.

**Taulukko 38: Sähkönjakeluverkon korvausinvestoinnit vuosina 2024 ja 2025**

	2024 t€	2025 t€	Summa t€
Suurjännitteinen sähköverkko (SJ)	11 807	11 614	23 421
Sähköasemat	7 156	11 904	19 060
Keskijänniteverkko (KJ)	26 063	27 703	53 766
Muuntamot	9 023	9 586	18 609
Pienjänniteverkko (PJ)	22 410	23 855	46 265

Suunnitellut kunnossapitokustannukset perustuvat pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelmaan, joka on laadittu toiminnoittain, ei komponentteittain. Koska kunnossapito on toimitusvarmuutta ylläpitävää toimintaa, raportoidut kustannukset pitävät sisällään arvioidut kunnossapito-ohjelman mukaiset kustannukset kokonaisuudessaan. Kustannukset eivät pidä sisällään viankorjauskustannuksia. Kaikki kustannukset on esitetty vuoden 2024 rahanarvossa.

**Taulukko 39: Sähkönjakeluverkon kunnossapitokustannukset vuosina 2024 ja 2025**

	2024 t€	2025 t€	Summa t€
Suurjännitteinen sähköverkko (SJ)	1 119	1 076	2 195
Sähköasemat	1 498	1 742	3 240
Keskijänniteverkko (KJ)	1 994	1 944	3 938
Muuntamot	818	849	1 667
Pienjänniteverkko (PJ)	2 119	1 997	4 116

## 2. Käyttöpaikat laatuvaatimusten piirissä kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen Elenian verkossa

**Taulukko 40: Laatuvaatimusten piirissä olevat käyttöpaikat asemakaava-alueella vuosina 2024-2025**

	2024	2025	Huomautus/Tarkennus
<b>Asemakaava-alue</b> Täyttää sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset (kpl)	229 337	235 606	Määrät ovat vuosittaisia arvioita perustuen suunniteltuihin projekteihin ja vuosi-investointeihin.

**Taulukko 41: Laatuvaatimusten piirissä olevat käyttöpaikat asemakaava-alueen ulkopuolella vuosina 2024-2025**

	2024	2025	Huomautus/Tarkennus
<b>Muut kuin asemakaava-alueet</b> täyttää sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset (kpl)	135 997	138 961	Määrät ovat vuosittaisia arvioita perustuen suunniteltuihin projekteihin ja vuosi-investointeihin.

**Taulukko 42: Laatuvaatimusten piirissä olevat käyttöpaikat alueilla, joihin sovelletaan paikallisiin olosuhteisiin perustuvaa laatuvaatimustasoa, vuosina 2024-2025**

	2024	2025	Huomautus/Tarkennus
<b>Alueet, joihin sovelletaan paikallisia olosuhteita</b> täyttää sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset (kpl)	231	231	Määrät ovat vuosittaisia arvioita perustuen suunniteltuihin projekteihin ja vuosi-investointeihin.



### 3. Kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteet kehittämisvyöhykkeittäin

#### Tietojärjestelmät, automaatio ja älykkäät mittalaitteet

1. Käytöntukijärjestelmä ja käytönvalvontajärjestelmä tullaan uudistamaan niin, että lopputilanteessa käytönvalvojalla ja käytönsuunnittelijalla on työkaluna järjestelmä, jossa mittausten, analytiikan, kehittyneen laskennan ja automaattisen verkonvalvonnan kautta on entistä parempi ja reaaliaikaisempi sähköverkon tilannekuva. Työ tulee vaatimaan mer-

kittäväää työmäärää ja erityisesti järjestelmäkumppaneiden kanssa tehtävää kehitystyötä ja se tulee kestäämään useita vuosia.

2. Jatkamme automaatio- ja tietojärjestelmäympäristöjen kyberturvallisuustyötä.
3. Jatkamme uuden sukupolven älymittareiden ominaisuuksien kehittämistä ja hyödyntämistä eri tietojärjestelmissä. Uusi mittausjärjestelmä mahdollistaa sähköverkon muuttuvien tuotanto- ja kuormitustilanteiden ennakoivan hallinnan nykyistä kokonaisvaltaisemmin. Tavoitteena on tulevaisuudessa mahdollistaa Elenian asiakkaiden osallistuminen kulutusjoustomarkkinoille.
4. Jatkamme verkostoautomaation ja vianindikoinnin määrän kasvattamista osana perinteisiä verkostoinvestointeja.

#### Suurjännitteinen jakeluverkko

1. Suurjännitteistä 110 kilovoltin jakeluverkkoa toteutetaan pääasiassa ilmajohtoverkkona, mutta joitain osuuksia toteutetaan maankäytöllisistä syistä maakaapelilla. Suurjännitteisen jakeluverkon toimitusvarmuus varmistetaan ylläpitämällä ilmajohtoverkon johdot ja johtokadut puuvarmoina. Sähköasemille investoidaan myös maasulkuvirran ja loistehon kompensointilaitteistoja sekä vahvistamalla ja uusimalla kojeistoja ja toisilaitteita. Tyypillisesti sähköasemien kojeistot hyödynnetään elinkaarensa loppuun saakka, mutta samalla investoinnit kehittävät sähköasemien luotettavuutta merkittävästi. Kehittämisvyöhykkeillä toteutetaan myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.



## Kehittämisyöhykkeet 1-2

1. Kaupunki- ja taajama-alueiden ja niitä syöttäviä sähköverkkoja uudistetaan tarvittavilta osin, pääsääntöisesti yhteistyössä kuntien kanssa maankäytön kehittyessä. Lisäksi yhteisrakentamista tehdään muiden yhdyskuntateknisiä verkostoja rakentavien ja ylläpitävien toimijoiden kanssa. Kehittämisyöhykkeillä toteutetaan myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.

## Kehittämisyöhykkeet 3-5

1. Keski-jänniteverkkoa uudistetaan maakaapeloimalla siten, että taajamien välille sekä sähköasemien välille muodostuu kapasiteetiltaan riittäviä ja toimitusvarmuudeltaan luotettavia yhteyksiä. Keski-jänniteverkon runkojohtoja uudistetaan sähköasemalta lähtien. Ilmajohtohaarojen ja kehittämis-yöhykkeen 6 rajalle asennetaan kauko-ohjattuja erotinlaitteita ja vianindikointilaitteistoja, joiden avulla viat havaitaan ja haarat ovat erotettavissa syöttävästä runkojohdosta mahdollisimman vähäisillä kokeilukytkennoillä. Keski-jänniteverkossa toteutetaan myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.
2. Pienjänniteverkko maakaapeloidaan samalta alueelta kuin keski-jänniteverkko silloin kuin se on keski-jännitekaapeloinnin kanssa teknisesti ja taloudellisesti perusteltua. Pienjänniteverkossa toteutetaan myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.

3. Tämän lisäksi kehittämis-yöhykkeiden keski- ja pienjänniteverkkoa uudistetaan mahdollisuuksien mukaan nopeallakin aikataululla yhteistyössä muiden yhdyskuntateknisiä verkkoja rakentavien ja ylläpitävien toimijoiden kanssa, jolloin verkostoa saadaan uudistettua kustannustehokkaasti ja alueiden käyttäjille aiheutuva haitta minimoiden.

## Kehittämis-yöhyke 6

1. Keski-jänniteverkolle toteutetaan kunnossapito-ohjelman mukaisia toimenpiteitä siten, että varmistetaan verkon turvallisuus ja toimitusvarmuus. Keski-jänniteverkossa toteutetaan yksittäisten pylväiden ja orsien vaihtoja tarkastushavaintoihin perustuen. Kehittämis-yöhykkeelle painotetaan myös 5-10 vuoden ajalle vaikuttavia tehostetun kunnossapidon toimenpiteitä kuten helikopteriraivausta.
2. Pienjänniteverkossa toteutetaan kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.

## Kehittämis-yöhyke 7

1. Jo käytössä olevien ja uusien asennettavien akkulaitteistojen toimintaa seurataan ja analysoidaan mahdollista jatkokehitystä ja uusia kohteita ajatellen.
2. Kehittämis-yöhykkeen verkostolle toteutetaan kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.



Taulukko 43: Uudistettavan verkon osuus kehittämis-yöhykkeittäin, kilometriä

	Kaupunki	Asemakaava	Taajamien väliset runkoyhteydet	Haja-asutusalueen runkoyhteydet	Haja-asutusalueen latvaverkko	Ylläpidettävä ilmajohtoverkko	Toimitusvarmuuden joustoratkaisut	Yhteensä
KJ-verkko	0	6,6	189	96,5	424,4	2,6	1,3	720,4
PJ-verkko	0	36	212,6	115,3	573,2	68,7	0	1 005,8

## 4. Laatuvaatimukset täyttävä jakeluverkko kuluvan ja tulevan vuoden toimenpiteiden jälkeen

**Taulukko 44: laatuvaatimukset täyttävä sähköverkko vuosina 2024–2025**

2024					
Jännitetaso	0,4 kV	20 kV	45 kV	110 kV	Yhteensä
Laatuvaatimukset täyttävä verkko, km	31 933	18 337	331	1 525	52 126
2025					
Jännitetaso	0,4 kV	20 kV	45 kV	110 kV	Yhteensä
Laatuvaatimukset täyttävä verkko, km	32 888	19 048	330	1 573	53 839

## 5. Sähkönjakeluverkon kaapelointiaste eri jännitetasoilla kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen

**Taulukko 45: Sähköverkon maakaapelointiaste vuosien 2024 ja 2025 lopussa**

2024					
Jännitetaso	0,4 kV	20 kV	45 kV	110 kV	Yhteensä
Kaapelointiaste, %	68,2 %	64,1 %	23,6 %	0,8 %	65,1 %
2025					
Jännitetaso	0,4 kV	20 kV	45 kV	110 kV	Yhteensä
Kaapelointiaste, %	69,6 %	66,0 %	25,5 %	0,8 %	66,7 %

## 6. Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista

Taulukossa 46 on esitetty arvio yhteisrakentamista sisältävästä reittipituudesta sekä sen osuus kokonaisuudessaan toteutettavasta reittipituudesta.

**Taulukko 46: Yhteisrakentamisen osuus rakennettavasta reittipituudesta**

	2024	2025	Huomautus/tarkennus
Yhteisrakentamisen osuus [km]	20	31	51
Yhteisrakentamisen osuus [%]	4,7 %	6,5 %	5,6 %

## 7. Investointien julkaiseminen Verkkotietopiste-palvelussa

Elenian laajemmat kaapelointihankkeiden alueet siirretään verkkotietopiste-palveluun rajapinnan läpi automaattisesti. Hankkeet siirretään päivittäin verkkotietopisteen, kun ne ovat saaneet toteutuspäätöksen. Tyypillisesti seuraavan vuoden hankkeet siirretään verkkotietopisteeseen viimeistään kesäkuun loppuun mennessä. Verkkotietopiste-palveluun ei kuitenkaan siirretä yhteisrakentamiseen heikommin soveltuvia hankkeita kuten liittymärakentamista, sillä näiden läpimenoaika on tyypillisesti lyhyt ja yhteisrakentamispotentiaali pieni.

## 8. Jakeluverkkoinvestoinnit uuden tuotannon ja kuormien liittämiseksi kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

Taulukossa 47 on esitetty kuluvan ja seuraavan vuoden aikana toteutettavat merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi.

**Taulukko 47: Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi toteutettavat merkittävät investoinnit kuluvan ja seuraavan vuoden aikana (6a)**

	2024 (t€)	2025 (t€)	Huomautus/tarkennus
Suurjänniteverkko ja sähköasemat	16 182	12 190	
Jakeluverkon kapasiteetin laajentaminen uudistamisen yhteydessä	3 114	5 967	
Jakeluverkon laajennusinvestoinnit	6 338	6 906	
Älymittarit	24 154	15 826	
<b>Yhteensä</b>	<b>49 788</b>	<b>40 889</b>	<b>90 677</b>

Vuosien 2024 ja 2025 aikana käynnistämme seitsemän 110 kV voimajohdot kokonaisuuden uusinnan, jolla mahdollistetaan uuden tuotannon ja kuluksen liittämistä. Näiden ohella toteutetaan suurjännitteisen jakeluverkon investointeja pääasiassa taajamien läheisyydessä siirtokapasiteetin kasvattamiseksi ja toimitusvarmuuden parantamiseksi. Useita sähköasemia laajennetaan kapasiteetin kasvattamiseksi. Kantaverkkoyhtiö Fingridin vaatii paikallisen eroonkytkentäsuojauksen toteutusta, mikäli keskijänniteverkkoon liittyy yli 1 MVA tuotantokohde tai sähkövarasto. Useille sähköasemille lisätään 110kV jännitemuuntajia, sekä tehdään suojausmuutoksia, sillä tuotanto- ja sähkövarastoliittymien kysyntä on kasvanut merkittävästi.

Keski- ja pienjänniteverkon uudistamisen yhteydessä verkon kapasiteettia kasvatetaan uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämisen mahdol-



listamiseksi. Johdot toteutetaan aiempaa vahvempina ja jakelumuuntajien kapasiteetin kasvattaminen mahdollistetaan muuntamoiden rakennevalinnoilla ja lisäämällä niiden määrää. Lisäksi verkon kapasiteettia kasvatetaan asiakkaiden tarpeesta lähtöisin, jotta kasvavaa tuotantoa tai kulutusta voidaan liittää verkkoon. Jakeluverkkoa laajennetaan liittämällä uusia asuin- ja teollisuusalueita verkkoon. Lukuihin ei ole sisällytetty yksittäisiä kuluttajaliittymiä varten toteutettavia investointeja.

Vuosina 2024–2025 jatkamme vuonna 2021 aloitettua uuden sukupolven älymittareiden massavaihtoprojektia. Uudet mittarit mahdollistavat aiempaa tarkemmat mittaukset ja siten verkon tarkemman mitoituksen sähkön käytön muuttuessa energiamurroksen myötä sekä tarvittaessa etäohjaukset kehittyvien sähkömarkkinoiden tarpeisiin.

## 9. Joustopalveluiden hyödyntäminen kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

Vuoden 2024 aikana Elenia osallistuu valtakunnallisen kulutusjoustorajapinnan laadintaan. Lisäksi edistetään kulutusjoustotuotteita uuden sukupolven mittarien ominaisuuksia tarjoamalla ja käymällä keskusteluja markkina-toimijoiden kanssa. Näiden toimenpiteiden lisäksi Elenia kartoittaa uusien kuormanohjausratkaisujensa käyttöä ja potentiaalia asiakkailtaan.

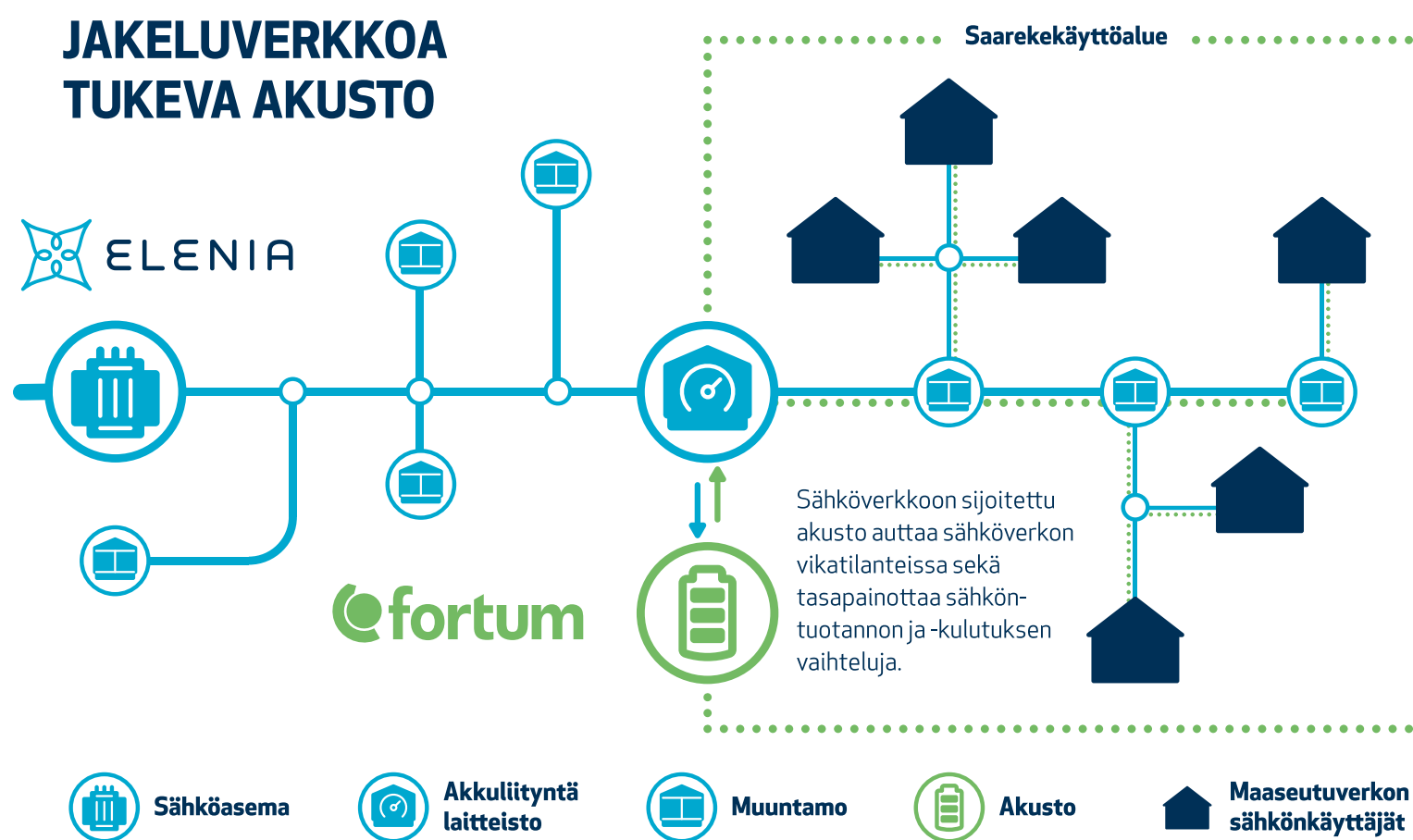
Elenia aloitti vuonna 2021 innovaatiokumppanuushankinnan jakeluverkkoon soveltuvasta markkinaehtoisesta akkuratkaisusta. Normaalitylanteessa akusto toimii taajuussäätömarkkinoilla ja syöttävän sähköverkon häiriötilanteissa se tukee jakeluverkkoa syöttämällä akun takaista haaraa omana saarekkeenaan. Kumppaneiksi hankintaprosessissa valittiin Fortum Power and Heat Oy sekä Merus Power Dynamics Oy. Innovaatiokumppanuushankintaan kuuluu yhteiskehittäminen ja ensimmäinen kehitetty akustoratkaisu valmistuu vuonna 2024. Uusien laitteiden suoriutumista seurataan tarkasti tulevina vuosina ja tulosten perusteella päätetään laitteiden laajamittaisesta hyödyntämisestä.

Olemme tunnistaneeet verkostamme lähitulevaisuudessa potentiaaliset kohteet, joissa toimitusvarmuuden parantaminen on kustannustehokasta sähkövarastojen avulla. Nämä alueet muodostavat toimitusvarmuuden joustoratkaisut -kehittämisyöhykkeen, joka on kuvattu tarkemmin osiossa 3. Sähkövarastot toteutetaan keskijännitetasolle liitettävänä akkulaitteistona. Ensimmäinen akkulaitteistopilotti otettiin käyttöön vuonna 2020. Uuden kehittämisessä on ollut omat haasteensa ja innovaatiokumppanuushankintana toteutettujen uusien akkulaitteistojen tuotantokäyttöön saaminen on viivästynyt alkuperäisestä suunnitelmasta, mutta kaksi ensimmäistä laitteistoa otetaan käyttöön vuoden 2024 aikana. Näiden kustannukset ja arvioit hyödyt elinkaaren ajalta on esitetty taulukossa 48.

**Taulukko 48: Arvioidut kustannukset ja hyödyt joustopalveluiden hyödyntämisestä**

	2024 [t€]	2025 [t€]	Yhteensä [t€]	Huomautus/tarkennus
<b>Käyttöönotto-kustannukset</b>	450,0	225,0	675,0	2 kohdetta 2024, 1 kohde 2025
<b>Käyttökustannukset</b>	28,2	40,8	69,0	
<b>Kustannushyödyt</b>	-	-	680,0	KAH-kustannussäästöt, arvio elinkaaren ajalta

Akkulaitteiston elinkaaren pituudeksi on arvioitu 15 vuotta. Asiakkaat sekä akkusaarekkeen alueella että sen ulkopuolella hyötyvät akkulaitteistolla varmistettavan verkon osan keskeytysajan lyhentymisestä ja akkulaitteiston yhteydessä olevan suojaus- ja katkaisijalaitteiston avulla toteutettavasta erillisestä suojausvyöhykkeestä. Akkulaitteiston takaisen verkon osan viat saadaan erotettua ilman muulle verkolle näkyvää keskeytystä. Elenialle kustannushyödyt koostuvat muun muassa KAH-kustannussäästöistä. Lisäksi laitteiston suuntaajalaitteistolla on mahdollista tehdä loistehon kompensointia. Tätä kustannushyötyä ei ole sisällytetty arvioon.



Kuva 5: Elenian akkukonseptin periaatekaavio

# Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana

## 1. Kahden edellisen vuoden investoinnit laatuvaatimusten täyttämiseksi

Taulukossa on ilmoitettu sähköverkon korvausinvestoinnit vuosina 2022 ja 2023. Investoinnit on ilmoitettu kirjanpitoarvoina toteutumisvuoden rahanarvossa.

**Taulukko 49: Sähköverkon korvausinvestoinnit jännitetasoittain vuosina 2022 ja 2023**

	2022 t€	2023 t€	Summa	Huomautus/ tarkennus
Suurjännitteinen sähköverkko (SJ)	-	-	-	
Sähköasemat	14 029	6 627	20 656	
Keskijänniteverkko (KJ)	48 204	31 769	79 973	*
Muuntamot	21 360	11 036	32 396	
Pienjänniteverkko (PJ)	35 711	19 848	55 559	

\*Jaottelu KJ, muuntamot ja PJ on suuntaa antava

## 2. Kahden edellisen vuoden kunnossapitokustannukset laatuvaatimusten täyttämiseksi

Taulukossa on ilmoitettu sähköverkon kunnossapitokustannustoteuma vuosina 2022 ja 2023. Kustannukset on ilmoitettu kirjanpitoarvoina toteutumisvuoden rahanarvossa.

**Taulukko 50: Sähköverkon toteutuneet kunnossapitokustannukset jännitetasoittain vuosina 2022 ja 2023**

	2022 t€	2023 t€	Summa	Huomautus/tarkennus
Suurjännitteinen sähköverkko (SJ)	1 012	963	1 975	
Sähköasemat	1 529	1 429	2 958	
Keskijänniteverkko (KJ)	1 989	2 082	4 071	*
Muuntamot	1 021	763	1 784	
Pienjänniteverkko (PJ)	1 848	1 718	3 566	

\* Sisältävät kunnossapito-ohjelman mukaiset kustannukset 2022: 1 767 t€ ja 2023: 2 082 t€ sekä vierimetsän hoitotoimenpiteet 2022: 222 t€

## 3. Käyttöpaikat laatuvaatimusten piirissä edellisten toimenpiteiden jälkeen

Toteumatiedot perustuvat verkkotietojärjestelmästä raportoituuihin tietoihin.

**Taulukko 51: Laatuvaatimusten piirissä olevat käyttöpaikat asemakaava-alueella vuosina 2022 ja 2023**

Asemakaava-alue	2022	2023
Käyttöpaikat, jotka täyttävät sähköjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset (kpl)	224 197	228 116

**Taulukko 52: Laatuvaatimusten piirissä olevat käyttöpaikat asemakaava-alueen ulkopuolella vuosina 2022 ja 2023**

Asemakaava-alueen ulkopuolella	2022	2023
Käyttöpaikat, jotka täyttävät sähköjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset (kpl)	127 536	132 547

**Taulukko 53: Laatuvaatimusten piirissä olevat käyttöpaikat alueilla, joihin sovelletaan paikallisiin olosuhteisiin perustuvaa laatuvaatimustasoa, vuosina 2022-2023**

Alueet, joihin sovelletaan paikallisia olosuhteita	2022	2023
Käyttöpaikat, jotka täyttävät sähköjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset (kpl)	231	231



## 4. Toimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana kehittämisvyöhykkeittäin

### Tietojärjestelmät, automaatio ja älykkäät mittalaitteet

1. Jatkoimme verkstoautomaation ja vianindikoinnin lisäämistä osana perinteisiä verkostoinvestointeja.
2. Automaatio- ja järjestelmäympäristöissä toteutettu kyberturvallisuutta parantavia hankkeita.
3. Automaattisen vianpaikannus-, erotus- ja syötönpalautusjärjestelmän toimintaa kehitettiin vastaamaan paremmin nykyistä verkko-topologiaa, sekä hyödyntämään paremmin vikaindikaattoreilta saatavaa tietoa.
4. Uuden sukupolven älymittareiden vaihtoprojekti alkoi vuonna 2021 ja massavaihdot jatkuvat vuoteen 2025 asti. Projektin puoliväli saavutettiin 2023, kun 200 000 Elenian asiakasta oli jo saanut uuden älymittarin.
5. Kehitimme yhdessä järjestelmäkumppanimme kanssa käytöntukijärjestelmässä toimivan tehonjakolaskentatyökalun, joka kykenee hyödyntämään reaaliaikaisesti sähköverkosta saatavaa mittausdataa, sekä uusilta älymittareilta saatavia asiakaskohtaisia mittauksia. Verkkotietojen pohjalta tehtävä tehonjakolaskenta skaalataan todellisten mitausten mukaan vastaamaan verkon sen hetkistä kuormitustilannetta ja laskenta pyörii jatkuvasti käytöntukijärjestelmän taustalla hälyttäen mahdollisista verkkokomponenttien ylikuormituksista, sekä jänniterajojen ylityksistä tai alituksista.

### Suurjännitteinen jakeluverkko

1. Suurjännitteistä 110 kilovoltin jakeluverkkoa on toteutettu pääasiassa ilmajohtoverkkona, mutta joitain osuuksia on maankäytöllisistä syistä toteutettu myös maakaapelilla. Suurjännitteisen jakeluverkon toimitusvarmuus on varmistettu ylläpitämällä ilmajohtoverkon johdot ja johtokadut puuvarmoina. Sähköasemainvestointeja toteutettiin lisäämällä maasulkuvirran ja loistehon kompensointilaitteistoja sekä vahvistamalla ja uusimalla kojeistoja ja toisilaitteita. Tyypillisesti sähköasemien kojeistot hyödynnetään elinkaarensa loppuun saakka, mutta samalla investoinnit kehittävät sähköasemien luotettavuutta merkittävästi. Kehittämisvyöhykkeillä on toteutettu myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.





## Kehittämisyöhykkeet 1-2

1. Kaupunki- ja taajama-alueet sekä niitä syöttävä keskijänniteverkko on maakaapeloitu laajalti. Maakaapelointi on aloitettu sähköasemilta ja kaapelointi on kohdistettu alueille, joissa kaapeloinnilla on saatu koko syöttöreitti korvattua maakaapelilla. Alueilla on toteutettu myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.
2. Pienjänniteverkko on maakaapeloitu samalta alueelta kuin keskijänniteverkko silloin kuin se on ollut keskijännitekaapeloinnin kanssa teknisesti ja taloudellisesti perusteltua. Alueella on toteutettu myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.
3. Tämän lisäksi kaupunki- ja taajama-alueiden keski- ja pienjänniteverkkoa on rakennettu nopeallakin aikataululla yhteistyössä muiden yhdyskuntateknisiä verkkoja rakentavien ja ylläpitävien toimijoiden kanssa, jolloin hankalilla alueilla on paikoin verkostoa saatu uudistettua kustannustehokkaasti ja minimoiden alueiden käyttäjille aiheutuva haitta.

## Kehittämisyöhykkeet 3-5

1. Keskijänniteverkkoa on maakaapeloitu siten, että taajamien välille sekä sähköasemien välille muodostuu kapasiteetiltaan riittäviä sekä toimitusvarmuudeltaan luotettavia yhteyksiä. Keskijänniteverkon runkojohdot on maakaapeloitu sähköasemalta lähtien. Ilmajohtohaarojen alkuun on lisätty kauko-ohjattuja erotinlaitteita sekä vianindikointilaitteistoja, joiden avulla viat havaitaan ja haarat ovat erotettavissa syöttävästä runkojohdosta mahdollisimman vähäisillä kokeilukytkennöillä. Alueilla on toteutettu myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.
2. Pienjänniteverkko on maakaapeloitu samalta alueelta kuin keskijänniteverkko silloin kuin se on ollut keskijännitekaapeloinnin kanssa teknisesti ja taloudellisesti perusteltua. Alueella on toteutettu myös kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.

3. Tämän lisäksi kehittämisyöhykkeiden keski- ja pienjänniteverkkoa on rakennettu nopeallakin aikataululla yhteistyössä muiden yhdyskuntateknisiä verkkoja rakentavien ja ylläpitävien toimijoiden kanssa, jolloin verkostoa on saatu uudistettua kustannustehokkaasti ja minimoiden alueiden käyttäjille aiheutuva haitta.

## Kehittämisyöhykkeet 6

1. Keskijänniteverkolle on toteutettu kunnossapito-ohjelman mukaisia toimenpiteitä siten, että varmistetaan verkon turvallisuus ja toimitusvarmuus. Keskijänniteverkossa on toteutettu yksittäisten pylväiden ja orsien vaihtoja tarkastushavaintoihin perustuen. Kehittämisyöhykkeen verkoston vierimetsää on hoidettu laajamittaisesti.
2. Pienjänniteverkossa on toteutettu kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.

## Kehittämisyöhyke 7

1. Uusia akkulaitteistoja on kehitetty yhdessä energiayhtiön ja laitevalmistajan kanssa.
2. Elenian verkossa olevan pilottikohteen toimintaa on seurattu ja analysoitu.
3. Kehittämisyöhykkeen verkostolle on toteutettu kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.

## 5. Laatuvaatimukset täyttävä sähkönjakeluverkko kahden edellisen vuoden toimenpiteiden jälkeen

Toteumatiedot perustuvat verkkotietojärjestelmästä raportoituihin tietoihin.

**Taulukko 54: Laatuvaatimukset täyttävä verkko vuosina 2022-2023**

2022					
Jännitetaso	0,4 kV	20 kV	45 kV	110 kV	Yhteensä
Laatuvaatimukset täyttävä verkko, km	26 506	17 632	326	1 434	45 898
2023					
Jännitetaso	0,4 kV	20 kV	45 kV	110 kV	Yhteensä
Laatuvaatimukset täyttävä verkko, km	27 705	18 342	329	1 477	47 853

Taulukossa 55 on esitetty yhteisrakentamista sisältänyt reittipituus sekä sen osuus kokonaisuudessaan rakennetusta reittipituudesta.

**Taulukko 55: Yhteisrakentamisen osuus rakennetusta reittipituudesta**

	2022	2023	Huomautus/ tarkennus
Yhteisrakentamisen osuus [km]	114	57	171
Yhteisrakentamisen osuus [%]	8,3 %	9,7 %	8,7 %

## 6. Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehdyt merkittävät jakeluverkko-investoinnit edellisen kahden vuoden aikana

Taulukossa 56 on esitetty verkkoon tehdyt merkittävät investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi.

**Taulukko 56: Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehdyt merkittävät investoinnit edellisen kahden vuoden aikana**

	2022 [t€]	2023 [t€]	Huomautus/ tarkennus
Suurjänniteverkko ja sähköasemat	4 799	11 718	
Jakeluverkon kapasiteetin laajentaminen uudistamisen yhteydessä	9 063	5 898	
Jakeluverkon laajennusinvestoinnit	10 095	9 401	
Älymittarit	13 287	21 194	
<b>Yhteensä</b>	<b>37 244</b>	<b>48 211</b>	<b>85 455</b>

Suurjänniteverkossa rakennettiin kaksi täysin uutta 110kV voimajohtoa, saneerattiin yksi johto, sekä tehtiin kolmelle olemassa olevalle johdolle muutostöitä, jotta ne saatiin liitettyä kantaverkkoon rakennetuille uusille sähköasemille. Yhteensä näissä hankkeissa rakennettiin 73 km uutta voimajohtoa. Usealle sähköasemalle tehtiin laajennuksia ja keskijänniteverkon puolelle tilattujen tuotanto- ja sähkövarastoliittymien takia viidelle sähköasemalle asennettiin 110kV jännitemuuntajat ja tehtiin suojausmuutoksia. Edellä mainitut suurjänniteverkon ja sähköasemien investoinnit tehtiin ennen kaikkea uuden tuotannon liittämisen mahdollistamiseksi. Näiden ohella toteutettiin suurjännitteisen jakeluverkon investointeja pääasiassa taajamien läheisyydessä siirtokapasiteetin kasvattamiseksi ja toimitusvarmuuden parantamiseksi.

Puhtaan siirtymän hankkeiden verkkoliityntöjä varten tehtiin investointeja myös keski- ja pienjänniteverkossa. Näistä esimerkkeinä sähköautojen pikalatausta ja sähkövarastoja varten toteutetut rakennushankkeet. Keski- ja pienjänniteverkon uudistamisen yhteydessä verkon kapasiteettia on kasvatettu uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämisen mahdollistamiseksi. Johdot toteutettiin aiempaa vahvempina ja jakelumuuuntajien kapasiteetin kasvattaminen mahdollistettiin muuntamoiden rakennevalinnoilla ja lisäämällä niiden määrää. Lisäksi verkon kapasiteettia kasvatettiin asiakkaiden tarpeesta lähtöisin, jotta kasvavaa tuotantoa ja kulutusta voitiin liittää verkkoon. Jakeluverkkoa on myös laajennettu esimerkiksi uusien asuin- ja teollisuusalueiden liittämiseksi verkkoon. Lukuihin ei ole sisällytetty yksittäisiä kuluttajaliittymiä varten toteutettuja investointeja.

Vuonna 2021 alkanut uuden sukupolven älymittareiden massavaihtoprojekti jatkui myös 2022-2023. Nämä mittarit mahdollistavat aiempaa tarkemmat mittaukset ja siten tarkemman verkon mitoituksen sähkön käytön muuttuessa energiamurroksen myötä ja tarvittaessa ohjaukset kehittyvien sähkömarkkinoiden tarpeisiin.



## 7. Joustopalveluiden hyödyntäminen kahden edellisen vuoden aikana

### Selvitykset ja pilottihankkeet

Osana uuden sukupolven älymittareiden vaihtoprojektia Elenia on omalla toiminnallaan edistänyt joustopalvelujen toteutumista. Mittareissa on esimerkiksi asiakkaiden käyttöön tarkoitettu kuormanohjausrele, jonka voi ohjelmoida asiakasportaali Elenian Ainan kautta toimimaan halvimilla pörsisähkötunneilla. Lisäksi Elenia on mukana kehittämässä yksityiskäyttöön tarkoitettua HAN-portin lukijaa eli kotiautomaatioliitäntää, jonka avulla asiakkaat voivat entistä tarkemmin seurata omaa kulutustaan, sekä rakentaa erilaisia automatisoituja sähkölaitteiden ohjauksia. Uusien älymittareiden mahdollistamat toiminnot eivät vielä ole realisoituneet verkkoyhtiön hyödynnettävissä oleviksi joustopalveluiksi, mutta Elenia haluaa omalla toiminnallaan edistää ja mahdollistaa uusia ratkaisuja.

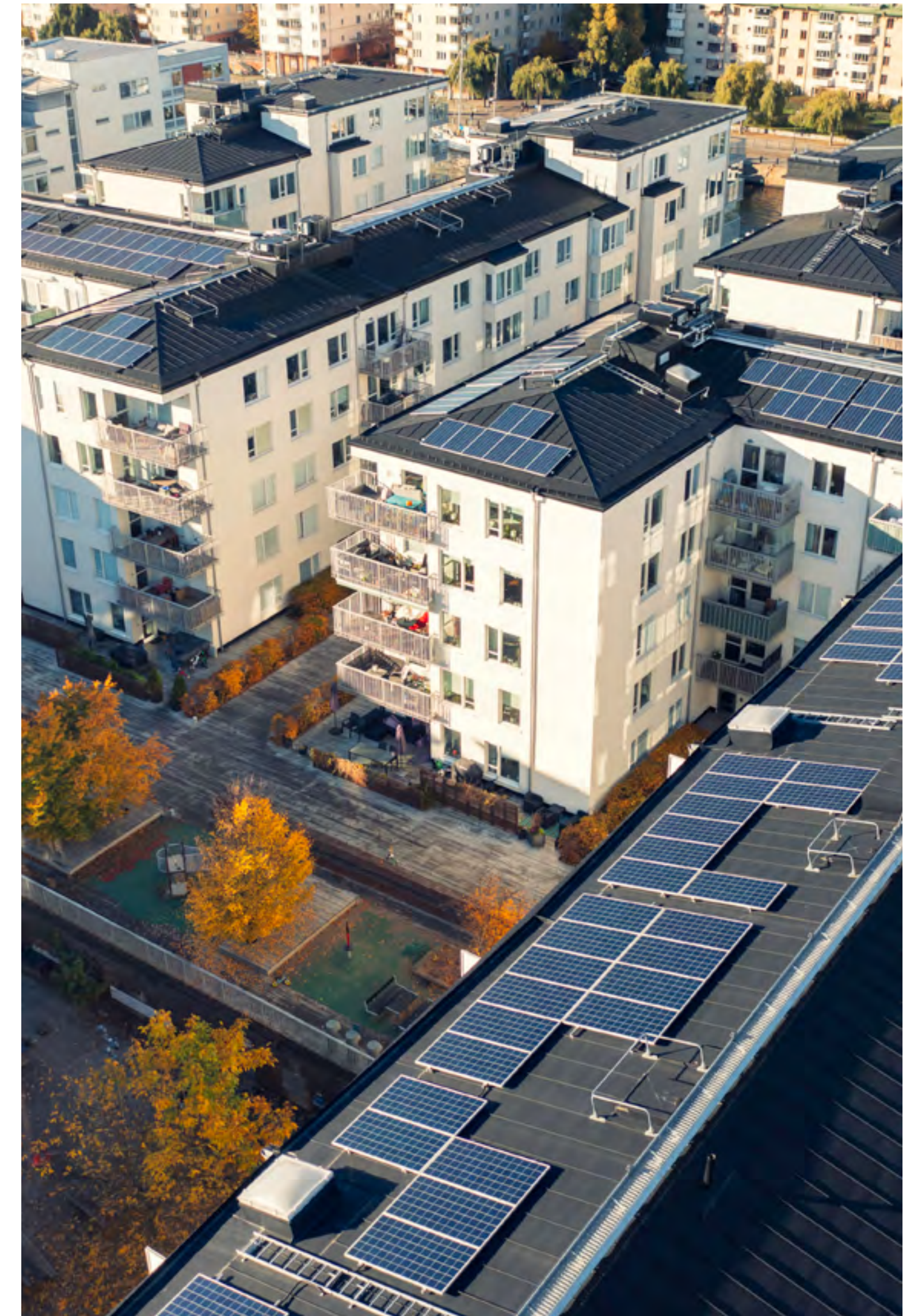
Vuonna 2020 energiayhtiö Fortumin kanssa aloitettu pilotti toimitusvarmuusjouston tarjoamisesta sähköverkkoasiakkaille on ollut käytössä myös 2022–2023. Pilotissa Fortumin omistama akusto on sijoitettu Elenian sähköverkkoon Kuruun siten, että se voi syöttää yli sadalle asiakkaalle sähköä noin kolmen tunnin ajan sähkökatkon aikana. Pilottikohteen akkukapasiteetti on 300 kW ja 220 kWh. Akusto siirtyy saarekkeen varavoimaksi täysin automaattisesti. Vastaavalla periaatteella toimivia uudenlaisia akkulaitteistoja on kehitetty yhdessä Merus Power Dynamicsin ja Fortumin kanssa.

### Hyödynnetyt joustopalvelut

Kurun pilottikohde toimii tällä hetkellä markkinoiden käytössä taajuusreservimarkkinoilla sekä Elenian käytössä häiriötilanteissa automaattisessa saarekekäytössä. Verkkoyhtiön hyöty realisoituu häiriötilanteissa, joita vuositasolla on noin 5–10 kpl riippuen vuodesta. Toteutuneet kustannukset on esitetty taulukossa 57. Lisäksi suuntaajalla tehdyllä loistehon kompensoinnilla saavutetaan kustannussäästöä loistehomaksuista arviolta 7 500 euroa vuodessa, jota ei ole huomioitu taulukon 57 luvuissa. Uusien akkulaitteiden toteutuneita kehittämis-, suunnittelu-, rakennuskustannuksia on esitetty myös taulukossa 57, vaikka laitteistojen käyttöönotto on vasta 2024.

**Taulukko 57: Joustopalveluiden toteutuneet kustannukset vuosina 2022–2023**

	2022 [t€]	2023 [t€]	Yhteensä	Huomaus/Tarkennus
Käyttöönottokustannukset	102,6	0,2	102,8	2024 asennettavien 2 kohteen suunnittelu ja rakennustyöt
Käyttökustannukset	3	3	6	Käytössä oleva pilottikohde
Kustannushyödyt	15	15	30	Vuotuiset KAH-kustannussäästöt, arvio



## 8. Edellisen kahden vuoden toteuma verrattuna edelliseen toimitettuun kehittämissuunnitelmaan

2022 toimitettu kehittämissuunnitelma ja vuosien 2022 ja 2023 toteumat ovat periaatteiltaan yhtenevät. Merkittävimmät poikkeamat ja niiden perusteet esitetty alla:

1. Uuden kulutuksen ja tuotannon liittämiseksi tehtyjen investointien raportoidut euromäärät olivat suurjännitteisen jakeluverkon osalta 2022 ja 2023 osalta yhteensä yli 11 m€ pienemmät kuin 2022 kehittämissuunnitelmassa esitetyt suunnitelmat. Hankkeet on kuitenkin käynnistetty suunnitelman mukaisesti, mutta osa projekteista on rakentamismääriltään niin suuria, että ne jakautuvat useammalle kalenterivuodelle. Toteumat raportoidaan valmiin käyttöomaisuuden mukaan samoin kuin Energiavirastolle toimitettavat sähköverkkotoiminnan tunnusluvut. Jos siis vuoden vaihtuessa hanke on edelleen kesken, ei valmista käyttöomaisuutta ole, eikä se siis näy toteumissa. Tosiasiallisesti suurjännitteisen jakeluverkon rakentaminen on vastannut suunnitelmaa, mutta raportointiperiaatteiden vuoksi valmis käyttöomaisuus näkyy pitkien hankkeiden tapauksessa vasta viiveellä.
- 2) Suurjännitteisen jakeluverkon ja sähköasemien korvausinvestoinneissa on vuosi- ja rivitasolla eroja, mutta suurjännitteinen jakeluverkko ja sähköasemat tulee käsitellä yhtenä kokonaisuutena, vaikka ne kehittämissuunnitelman määräyksen mukaisesti on esitetty omilla riveillään. Samassa rakennushankkeessa tehdään usein sekä sähköasemaan että voimajohtoihin liittyvää rakentamista, joten esitettyä erittelyä on pidettävä suuntaa antavana. 2022 ja 2023 yhteenlasketut toteutuneet korvausinvestoinnit olivat sähköasemille ja voimajohdoille yhteensä noin

3 m€ suuremmat kuin 2022 kehittämissuunnitelmassa oli arvioitu. Yli-tys johtui inflaation aiheuttamasta kustannusten noususta, sekä arviota suuremmasta hankemäärästä, kun asiakaslähtöisiä rakennushankkeita toteutettiin nopealla aikataululla.

- 3) Jakeluverkon korvausinvestointien eli keskijänniteverkko, muuntamot ja pienjänniteverkko yhteenlaskettuna, toteuma oli 2022-2023 yhteensä noin 45 m€ enemmän kuin edellisessä kehittämissuunnitelmassa arviointiin. Suurin syy oli kustannusten kasvu, sillä inflaation räjähdysmäisen nousun myötä Elenia joutui maksamaan jakeluverkon rakennusprojekteissa urakoitsijoille kompensatiota polttoainesta sekä materiaaleista. Rakennushankkeita toteutettiin suunniteltu määrä.

## 9. Verkonhaltijan on toimitettava määrämuotoinen kartta laatuvaatimukset täyttävistä alueista

Elenia on toimittanut tiedot sähkömarkkinalain laatuvaatimukset täyttävistä alueista vuoden 2023 lopun tilanteessa verkkotietopiste.fi -palveluun osana kehittämissuunnitelman julkaisua. Lisäksi Elenia Avoin -palvelussa esitetään tietoa asiakaskohtaisesta toimitusvarmuudesta sekä ennuste sen kehittymisestä.





**ELENIA  
AVOIN**

# Kerro meille ajatuksesi arjen tärkeimmistä palvelusta – sähköstä.

Kehittämissuunnitelmamme kuuleminen on auki  
Elenia Avoin -palvelussamme 2.6.2024 asti.  
[avoin.elenia.fi](https://avoin.elenia.fi)



**ELENIA**

# Taustamateriaali

- Liite 1: [Omaisuuksienhallintapolitiikka](#)
- Liite 2: [Ympäristöpolitiikka](#)
- Liite 3: [TTT-politiikka](#)
- Liite 4: [Hankintapolitiikka](#)
- Liite 5: [Tietoturvasuunnitelma](#)
- Liite 6: [Ympäristöjärjestelmä ISO 14001 sertifikaatti](#)
- Liite 7: [Turvallisuusjärjestelmä ISO 45001-sertifikaatti](#)
- Liite 8: [Omaisuuksienhallintajärjestelmä ISO 55001-sertifikaatti](#)
- Liite 9: [Tietoturvasuunnitelman johtamisjärjestelmä ISO 27001 -sertifikaatti](#)
- Liite 10: [Suurhäiriö pelikirja](#)

