



# Jakeluverkon kehittämissuunnitelma

Caruna Espoo Oy | 2022

**caruna**

# Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Esipuhe</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Sähkönjakeluverkon strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista</b>	<b>5</b>
2.1	Ennuste numeeristen tekijöiden kehittymisestä seuraavan kymmenen vuoden aikana	5
2.2	Sääilmiöiden todennäköisyys	6
2.3	Muut verkon kehittämiseen vaikuttavat muutokset toimintaympäristössä	7
<b>3</b>	<b>Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat</b>	<b>9</b>
3.1	Ikääntyvä verkko	9
3.2	Tulevaisuuden tarpeet	9
3.3	Laatuvaatimukset	9
3.4	Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman määrittely	10
3.5	Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelma	15
3.6	Kunnossapitosuunnitelma	17
3.7	Eriyispiirteiden huomiointi suunnittelussa	17
3.8	Verkon elinkaarikustannukset eri vyöhykkeillä	18
<b>4</b>	<b>Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu</b>	<b>19</b>
4.1	Taajama-alueet (6 h)	19
4.2	Haja-alue (36 h)	20
4.3	Eriyisalueet (72 h)	21
<b>5</b>	<b>Pitkän tähtäimen suunnitelma</b>	<b>23</b>
5.1	Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi	23
5.2	Verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi tehtävä kunnossapito	24
5.3	Laatuvaatimusten piirissä olevien käyttöpaikkojen määrän kehitys	24
5.4	Rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttävän sähkönjakeluverkon määrän kehitys	25
5.5	Kuvaus kulutus- ja tuotantoliittymistä, jotka edellyttävät merkittäviä jakeluverkkoinvestointeja	25
5.6	Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähkönjakeluverkkoon	26
5.7	Havainnollistus uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämisestä verkkoalueella	26
<b>6</b>	<b>Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman kuluva ja seuraavan vuoden aikana</b>	<b>27</b>
6.1	Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi	27
6.2	Laatuvaatimuksen piirissä olevien käyttöpaikkojen määrät investointien jälkeen	27
6.3	Kehittämissuunnitelmat, joilla tehdään toimenpiteitä	28
6.4	Laatuvaatimukset täyttävän sähkönjakeluverkon määrä ja maakaapelointiaste toimenpiteiden jälkeen	28
6.5	Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista	28
6.6	Investointien suunnitelmien julkaisu yhteisrakentamisen edistämiseksi	29
6.7	Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähkönjakeluverkkoon	29
6.8	Joustopalveluiden hyödyntäminen	29

<b>7</b>	<b>Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana.....</b>	<b>30</b>
7.1	Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi.....	30
7.2	Laatuvaatimuksen piirissä olevien käyttöpaikojen määrät investointien jälkeen .....	31
7.3	Kehittämisyöhykkeet, joilla tehtiin toimenpiteitä.....	31
7.4	Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista.....	31
7.5	Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähkönjakeluverkkoon.....	31
7.6	Joustopalveluiden hyödyntäminen kahden edellisen vuoden aikana .....	32
7.7	Kahden edellisen vuoden toteuman eroavaisuudet verrattuna vuoden 2020 kehittämissuunnitelmassa esitettyyn arvioon.....	32
7.8	Määrämuotoinen kartta laatuvaatimukset täyttävistä alueista.....	33
<b>8</b>	<b>Caruna Espoo kuulee laajasti eri sidosryhmiä verkon kehittämisestä.....</b>	<b>36</b>
8.1	Säännönmukaiset tapaamiset eri sidosryhmien kesken.....	36
8.2	Kehittämissuunnitelmasta kuuleminen .....	36
8.3	Lausunnon antaneiden määrä ja jakautuminen .....	37
8.4	Kuulemisen tulosten käsittely .....	37
8.5	Keskeiset tulokset.....	38
8.6	Johtopäätökset ja muutostarpeet kehittämissuunnitelmissa .....	42
8.7	Palautteiden hyödyntäminen jatkossa .....	42

# 1 Esipuhe

Suomen energiatoimiala on ennennäkemättömässä murroksessa. Työ ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi on näkynyt jo useita vuosia toiminnassamme, kun olemme kehittäneet sähköverkkoamme kykeneväksi ottamaan vastaan sekä asiakkaidemme itse tuottamaa sähköä että vastaamaan suurempaan sähkön kulutukseen, kun liikenne, lämmitys ja teollisuuden prosessit hyödyntävät yhä enemmän sähköä fossiilisten polttoaineiden korvikkeena.

Sähkön kokonaiskulutuksessa ei ole näkynyt viimeisen viiden vuoden aikana merkittäviä muutoksia. Vaikka yhteiskunta sähköistyy, ovat energiatehokkuustoimenpiteet toistaiseksi riittäneet kompensoimaan muutoksen niin, että kokonaisuudessaan sähkön käyttö on sekä Caruna-yhtiöiden<sup>1</sup> että koko Suomenkin tasolla pysynyt lähes vakiona. Näkemysmme mukaan energiatehokkuustoimet eivät jatkossa enää pysty kumoamaan sähköistymisen vaikutuksia, vaan meidänkin on varauduttava sähkön kokonaiskulutuksen kasvuun.

Sota Ukrainassa on nostanut huoltovarmuuden entistä merkittävämmällä tavalla mukaan sähköverkon kehittämisen suunnitteluun. Ulkomailta tuotujen fossiilisten polttoaineiden korvaaminen tuulivoimalla ja hajautetulla tuotannolla on omiaan parantamaan huoltovarmuutta, kunhan samalla huolehditaan myös sähköverkon kyvystä siirtää paikallisesti tuotettua sähköä.

Yhteiskunnan sähköistyminen, uusiutuvan energiantuotannon kasvu ja sähköinen liikenne vaativat vahvan ja älykkään sähköverkon, jotta Suomen hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan vuoteen 2035 mennessä. Tätä jokaista suomalaista koskettavaa energianlähteiden ja energiankäytön muutosta kutsutaan energiamurrokseksi. Kun uudistamme sähköverkkoamme, otamme pitkäjänteisesti energiamurroksen tarpeet huomioon.

Tämä kehittämissuunnitelma kuvaa Caruna Espoon sähköverkon kehittämisen pääperiaatteet. Kehittämissuunnitelman rakenne pohjautuu Energiaviraston kehittämissuunnitelmista antamaan määräykseen<sup>2</sup>. Luvussa kaksi esittelemme näkemyksemme toimialan kehittymisestä seuraavan kymmenen vuoden aikana, luvuissa kolme ja neljä sähköverkon kehittämissuunnitelman ja sen soveltamisen eri kehittämissuunnitelmissa. Luvuissa viisi ja kuusi käydään läpi konkreettisia toimia, joita olemme suunnitelleet seuraavalle kahdelle vuodelle ja miten olemme kehittäneet verkkoamme viimeisten kahden vuoden aikana. Lopuksi kerromme, miten olemme vuorovaikutuksessa eri sidosryhmiemme, kuten kuntien ja asiakkaidemme, kanssa ja miten keräämme säännöllisesti sidosryhmiemme näkemyksiä verkon kehittämistarpeista sekä millaista palautetta he antoivat kehittämissuunnitelman kuulemisversiosta.

<sup>1</sup> Caruna Oy ja Caruna Espoo Oy

<sup>2</sup> Energiaviraston määräys jakeluverkon kehittämissuunnitelmasta (3019/002/2021)

## 2 Sähkönjakeluverkon strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista

### 2.1 Ennuste numeeristen tekijöiden kehittymisestä seuraavan kymmenen vuoden aikana

**TAULUKKO 1. CARUNA ESPOO ENNUSTE SIIRRETYN ENERGIAN, KÄYTTÖPAIKKOJEN MÄÄRÄN, HAJAUTETUN TUOTANNON JA JULKISTEN SÄHKÖISEN LIIKENTEEN LATAUSPISTEIDEN MÄÄRÄN KEHITYKSESTÄ 2021 → 2031**

Caruna Espoo Oy	Nykytila (n)	Ennuste (n+10 vuotta)
a. Verkkalueella siirretty energia, MWh		
i. Verkkopalveluasiakkaille siirretty energia	3 175 509	4 442 000
ii. Verkkopalveluasiakkailta vastaanotettu energia	974 078	224 000
b. Käyttöpaikkojen määrä, kpl	230 304	287 000
c. Hajautettu tuotanto		
i. Yhteenlaskettu nimellisteho, kW		
a) Suurjännite verkkoon liitetty	410 500	380 000
b) Keskijänniteverkkoon liitetty	10 535	24 000
c) Pienjänniteverkkoon liitetty	16 756	69 000
ii. Kappalemäärä, kpl		
a) Suurjänniteverkkoon liitetty	3	4
b) Keskijänniteverkkoon liitetty	40	110
c) Pienjänniteverkkoon liitetty	1 738	7 200
d. Sähköisen liikenteen julkiseen lataukseen käytettävien liittymien määrä, kpl	151	630

Siirtoverkon käyttöpaikkojen määrä on historiallisesti kasvanut tasaisella tahdilla (n. 2–3 % vuotuisesti) ja on todennäköistä, että kasvu jatkuu samankaltaisena, johtuen mm. kaupungistumisesta. Olettamana, että käyttöpaikkojen kasvu pysyy n. 2–3 % vuotuisella tasolla, niin saamme ennusteeksi 287 000 käyttöpaikkaa.

Asiakasmäärät ovat kasvaneet voimakkaasti ja tämä on tuonut kasvua myös asiakkaille siirrettyyn energiamäärään. Lämmitystarve (lämpötila) tuo myös jonkin verran vaihtelua Caruna Espoon energiamäärään. Lämpötilakorjattu energiamäärä vuonna 2021 on ollut noin 3120 GWh/a, jossa kasvua +3,1 %:n kasvu. Tätä edeltävinä vuosia kasvu on ollut maltillisempaa. Sähkönkäytön ennustetaan kasvavan käyttöpaikkamäärän kasvun, liikenteen, lämmityksen sekä teollisuuden sähköistymisen johdosta, kuten esimerkiksi tulevat datacenterit. Aurinkovoiman tuotanto omaan

käyttöön lisääntyy kuten myös energiatehokkuus sähkölämmitteisissä kohteissa. Nämä osaltaan vähentävät asiakkaille siirrettävää energiamäärää. Edellä olevan perusteella on vuotuisen sähkönkäytön kasvun arvioitu olevan noin 3,4 % vuotuisesti (ennuste 4442 GWh). Espoossa tavoitellaan hiilineutraalia kaukolämmön tuotantoa 2020-luvun aikana. Tämä vaatii muun muassa merkittävän kokoisia kaukolämmön sähköistymisratkaisuja, jolloin arvioitu 3,4 %:n vuotuisen kasvu arvio saattaa jäädä konservatiiviseksi. Tältä osin näkymät tarkentuvat lähivuosina.

Verkkopalveluasiakkailta vastaanotetussa energiassa on vuosittaista vaihtelua, koska se koostuu pääosin kaupunkien yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon ohessa syntyvästä sähköstä. Tätä tullaan korvaamaan polttoon perustumattomilla lämmöntuotantotavoilla, jotka vähentävät merkittävästi yhdistetyn sähkön ja lämmöntuotannon voimalaitoskapasiteettia ja siten myös verkkopalveluasiakkailta vastaanotetun energian määrää (ennuste 224 GWh).

Hajautetun tuotannon nimellistehojen suhteen on nähtävillä kasvua kaikilla jännitetasoilla, paitsi Suurjännite verkon osalta, jossa on otettu huomioon Fortumin Suomenojan voimalan hiiliyksikön suunniteltu sulkeminen tulevien vuosien aikana. Arviomme pohjalta pienjänniteverkkoon liitetyn hajautetun tuotannon suhteen on todennäköistä, että trendi on jatkossakin erittäin positiivinen ja tästä syystä uskomme, että pientuotannon määrä tulee kasvamaan voimakkaasti.

Suur- ja keskijänniteverkon tuotantolaitosten määrät ovat kappalemäärällisesti sen verran pienet, että on hankala arvioida luotettavasti, miten niiden määrä / teho käyttäytyy n+10 ajanjaksolla, joten näiden jännitetasojen osalta verkon kehittymistä ja kehityksen todennäköisyyttä on arvioitu osittain suunnitteilla olevien projektien perusteella. Arvio tulevasta pohjautuu osittain jo tunnistettuun tietoon, joten sen valossa on todennäköistä, että arvio tulevasta toteutuu.

Suomi on vahvasti sitoutunut vähentämään päästöjä liikenteen osalta, ja liikenteen sähköistäminen on tunnistettu yhdeksi keinoksi tässä. Arvio verkkalueella sähköisen liikenteen julkiseen lataukseen käytettävistä liittymistä on toteutettu laskemalla verkkalueen nykytila ja suhteuttamalla tämä nykytila fossiilittoman liikenteen tiekartan periaatepäätöksiin. Kun otetaan huomioon, että sähköautokanta kasvaa odotettua nopeammin, on myös hyvin todennäköistä, että tätä kysyntää palvellakseen latausasemien määrä kasvaa suhteessa myös odotettua nopeammin.

## 2.2 Sääilmiöiden todennäköisyys

Ilmatieteenlaitoksen<sup>3</sup> mukaan Suomen ilmasto lämpenee tällä hetkellä noin 0,3–0,4 °C vuosikymmenessä. Kevään ja kesän aloitus aikaistuu, kun syksyn ja talven alut siirtyvät myöhäisemmiksi. Se tarkoittaa vuodenaikojen siirtymistä karkeasti noin viikolla 30 vuodessa. Seuraavien noin 20–30 vuoden ajan lämpenemisen odotetaan jatkuvan suunnilleen nykyisenkaltaisella vauhdilla. Tämän jälkeen lämpenemisen voimakkuus riippuu suuresti siitä, miten kasvihuonekaasujen päästöt kehittyvät, mutta epävarmuutta liittyy myös siihen, miten voimakkaasti maapallon ilmastojärjestelmä reagoi ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksien muutoksiin.

Lämpeneminen on voimakkaampaa korkeilla pohjoisilla leveysasteilla kuin maapallolla keskimäärin. Suomessa lämpötilan nousu on voimakkainta talvella ja vähäisintä kesällä. Suurten päästöjen skenaariossa tämä tarkoittaisi sitä, että lämpötila nousee kesällä todennäköisimmin noin 2–3 °C ja talvella noin 4–5 °C kuluvan vuosisadan puoliväliin mennessä, kun ajanjaksoa verrataan vuosien 1981–2010 tilanteeseen. Pienempien päästöjen skenaarion toteutuessa lämpötilat saavuttaisivat vastaavan tason todennäköisesti vuosisadan loppuvuosikymmeninä. Pohjois-Suomessa lämpeneminen on talvella jonkin verran voimakkaampaa kuin Etelä-Suomessa. Lisäksi talvella lämpötilan vaihtelu todennäköisesti pienenee.

Vuotuisen sademäärän arvioidaan kasvavan Suomessa kuluvan vuosisadan aikana noin 7–18 %. Talvella sademäärä todennäköisesti kasvaa koko maassa ja osa ilmastomalleista ennakoivat sademäärien pienevän Etelä-Suomessa kesällä. Alueellisesti tarkasteltuna sademäärän ennakoitaan kasvavan Pohjois-Suomessa jonkin verran enemmän kuin Etelä-Suomessa. Ilmaston lämpenemisen seurauksena rankkasateiden ennakoitaan voimistuvan ja osa talven lumisateesta muuttuu vesisateeksi. Neljä merkittävintä tulvariskin muuttujaa ovat veden lämpölaajeneminen ja mannerjäätiköiden sulaminen, maan kohoamisnopeus jääkauden jäljiltä ja tuuliolosuhteiden muutokset. Tulvien todennäköisyys kasvaa Suomenlahden rannikolla, missä maankohoaminen on hitaampaa kuin Pohjanlahden rannikolla, missä tulvariski ei juurikaan muutu.

Lumipeitteen muutokset riippuvat voimakkaasti lämpötilan ja sademäärän muutoksista. Joensuussa talvi olisi keskimääräistä lumisempaa noin joka neljäntenä vuonna ja lounaassa selvästi tätäkin harvemmin. Vuosisadan lopulla tällaisia talvia sattuisi Joensuussa ja sitä pohjoisempaan edelleen useimpina vuosikymmeninä, mutta Etelä-Suomessa keskimäärin vain ehkä kerran 30 vuodessa. Ilmaston lämpenemisen odotetaan jatkuvan suunnilleen nykyisenkaltaisella vauhdilla. Tämän jälkeen lämpenemisen voimakkuus riippuu suuresti siitä, miten kasvihuonekaasujen päästöt kehittyvät, mutta epävarmuutta liittyy myös siihen, miten voimakkaasti maapallon ilmastojärjestelmä reagoi ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksien muutoksiin.

kasvavat jonkin verran Itä- ja Pohjois-Suomessa ja muualla vähenevät. Myös huurteen kertymiselle otolliset olosuhteet näyttäisivät yleistyvän laajalti Itä- ja Pohjois-Suomessa ja raskasta märkää lunta odotetaan satavan tulevaisuudessa nykyistä useammin. Lumipeitteen hupenemisesta huolimatta myös routakerros ohenee hieman ilmaston lämpenemisen myötä.

Myrskyt ovat merkittävin äkillisiä ja laaja-alaisia metsätuhoja aiheuttava sääilmiö Suomessa, ja myrskyjen esiintyminen vaihtelee huomattavasti vuosien välillä. Kovien tuulten voimakkuus näyttää lisääntyvän Suomessa noin 0–3 % ilmastonmuutoksen edetessä. Lisäksi talvella ja Joensuussa myös keväällä kovat tuulet hieman aavistuksenomaisesti heikkenevät. Ainoastaan syksyllä näyttäisi olevan odotettavissa aivan vähäistä myrskyjen voimistumista, mutta tuolloinkin voimakkuuden muutos on ainoastaan yhden prosentin luokkaa. Ilmastonmuutoksen vaikutus ukkosille suotuisten olosuhteiden esiintymiseen todennäköisesti kasvaa suurimmassa osassa Eurooppaa. Vielä vuosisadan puoliväliin mennessä muutos on pieni. Kun lähestytään vuosisadan loppua, Pohjois-Eurooppa on muutoksen merkittävimpiä alueita. Tällöin ukkosille suotuisia olosuhteita esiintyisi tulosten mukaan meillä reilut 10 % useammin kuin 1900-luvun lopulla.

Lämpötilan ennustetaan kohoavan ja sademäärän lisääntyvän etenkin talvella. Rankkasateet voimistuvat kaikkina vuodenaikoina. Talvella lauhtuvat eniten kylmät ääri-ilmastotilat. Lumikuormiin ja huurteen kertymiseen liittyvät viat sähköverkossa voivat lisääntyä varsinkin Joensuussa. Myrskyisyydessä ei todennäköisesti tapahdu suuria muutoksia, mutta roudan väheneminen voi jossain määrin lisätä myrskytuhoja. Se myös vaikeuttaa sähköverkon kunnossapito- ja rakennustöitä sellaisilla alueilla, joilla sula maa ei yleensä kannata raskaita työkoneita. Ilmastonmuutoksen vaikutusta ukkosten ja kesäisten rajuilmojen esiintymiseen on vaikea arvioida ja vuosittainen vaihtelu on suurempaa kuin pitkän aikavälin muutokset.

Kokonaisuudessaan ilmastonmuutoksen aiheuttamat ongelmat ovat seuraavina vuosikymmeninä pienempiä kuin nykyiset vuosittaiset sään vaihtelut. Caruna Espoo on varautunut sään ääri-ilmiöihin toimitusvarmuusinvestoinneilla jo vuodesta 2014. Tulevaisuudessa investointien painopiste siirtyy energiamurrosinvestointeihin, joiden rinnalla kehitämme toimitusvarmuutta sähkömarkkinalain edellyttämälle tasolle. Varautuminen suurmyrskyihin on tärkeä osa Caruna Espoon perustoimintaa koko kuluvan vuosisadan. Ilmastonmuutoksen hitaiden vaikutusten perusteella näemme edelleen relevantiksi käyttäen varautumistason määrittelyssä suurimpia toteutuneita suurmyrskyjä.

<sup>3</sup> Suomen muuttuva ilmasto - tietoa sähkönsiirtojärjestelmän riskien arviointia varten, Ilmatieteen laitos, raportteja 2019:2, saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/301521>

## 2.3 Muut verkon kehittämiseen vaikuttavat muutokset toimintaympäristössä

### 2.3.1 KAUPUNGIT JA TAAJAMAT

Suomen sisäinen muuttoliike suuntautuu kaupunkeihin ja erittäin voimakkaasti pääkaupunkiseudulle. Tämä lisää varsinkin Espoon sähkönkulutusta merkittävästi, minkä tiheimpiin asukaskeskittymiin voi ilmaantua paikallisia tehopullonkaloja muutaman vuosikymmenen kuluttua. Asiakkaidemme mahdollisesti lisääntyvä sähkönkäytön vaihtelu voi aiheuttaa kohtaanto-ongelmia, koska kantaverkon, jakeluverkon ja sähköpörssin kulutus- ja hintahuiput eivät aina kohtaa samalla tunnilla.

Kehitystä vauhdittavat kaukolämmön yhteistuotantolaitosten purkaminen ja korvaaminen sähkökattiloilla sekä teollisen mittakaavan lämpöpumpuilla. Julkisen ja raskaan liikenteen sähköistyminen aiheuttaa lisää paikallisia kulutuskeskittymiä. Jos näiden aiheuttamat kulutushuiput ovat hetkellisiä, esimerkiksi bussien päätepestelatauspaikat, ovat ne ratkaistavissa monipuolisesti joustoratkaisuilla. Sen sijaan yölliset massalataukset varikolla vaativat todennäköisesti vahvemman ratkaisun.

Teollisuuden merkittävien muutosten lisäksi kotitaloudet siirtyvät kiihtyvällä tahdilla sähköisiin lämmitysratkaisuihin muista lämmitysmuodoista, mikä voi aiheuttaa merkittävän kulutushuipun pitkän kylmän jakson aikana. Toinen merkittävä pienasiakaskulutusta lisäävä ilmiö on sähköautojen määrän kasvu varsinkin Espoon läheisyydessä. Sähköauton lataus yhdistettynä sähköiseen lämmitykseen ja sähkösaunaan ilman kuorman tasausta voi aiheuttaa paikallisia ylikuormitustilanteita. Toinen merkittävä muutos Caruna Espoon pienasiakkaiden sähkönkäytössä on aurinkopaneelien määrän voimakas kasvu, koska omakotitalossa asiakkailla on usein teknis-taloudellisessa mielessä kohtuulliset mahdollisuudet vähentää aurinkopaneelien avulla verkosta hankittavan sähkömäärää. Myös taloyhtiöiden sisäiset energiayhteisöt kannustavat vastaavaan toimintaan, koska sen avulla saa vastaavat taloudelliset hyödyt.

Energiamurroksen ensimmäiset vaikutukset näkyvät Espoon suurjänniteverkossa, koska kaikki edellä mainitut vaikutukset kasautuvat siirryttäessä korkeammille jännite-tasolle. Ensimmäisenä ylikuormittuvat päämuuntajat, minkä jälkeen vuorossa ovat suurjännitejohdot. Keskijännitetasolla kuormittuneimmat osat ovat sähköasemien johtolähdön alkupää ja jakelumuuntajat. Tosin keskijänniteverkon ongelmat ovat kertaluokkaa pienemmät kuin suurjänniteverkon haasteet Espoossa. Pienjänniteverkkoon saattaa ilmestyä pieniä paikallisia tehopullonkaloja, mikäli yhden muuntopiirin asiakkaat äkillisesti muuttavat lämmitys- ja liikkumismuotonsa sähköisiksi ilman kuormantasausta.

Suurjänniteverkon kuormitus voi poiketa nykyisestä, mutta sen siirtokapasiteetin jatkuva tarkkailu ja sähkönkäyttöennusteiden päivittäminen auttavat valmistautumaan mahdolliseen kiihtyvään muutostahtiin. Keskijänniteverkon

kuormituksessa ei pitäisi syntyä suuria yllätyksiä kuluvan vuosikymmenen aikana. Pienjänniteverkkoon saattaa ilmestyä pieniä paikallisia tehopullonkaloja, mikäli yhden muuntopiirin asiakkaat äkillisesti muuttavat lämmitys- ja liikkumismuotonsa sähköisiksi ilman kuormantasausta. Vaikutus korostuu alueilla, joita ei ole vielä saneerattu. Yksi merkittävä toimenpide taajamissa on kotitalouksien sähkömäärän mittauksen hyödyntämisen kehittäminen. Varsinkin seuraavan sukupolven älymittarit ovat todennäköisesti avainasemassa reaaliaikaisen tiedon ja kuormanohjauksen osalta

### 2.3.2 HAJA-ASUTUSALUEET

Caruna Espoon haja-asutusalueet ovat lähellä suurten kaupunkien (Espoo, Joensuu) keskustoja ja sähkönkäytön trendit ovat samankaltaisia taajamien kanssa, mutta pienemmässä mittakaavassa. Taajamat myös laajenevat kasvun myötä haja-alueiden suuntaan mikä tarvitsee huomioida nykyisiä haja-asutusalueen verkkoja kehitettäessä. Suurten kaupunkien ympäristöt eivät rakentamislupien saamisen näkökulmasta näytä kovin potentiaalisilta tuulivoimakohteilta, mutta teollisen mittakaavan aurinkotuotanto saattaa hyvin sijoittua kaupungeja ympäröiville haja-asutusalueille. Tällöin kulutus ja tuotanto kohtaisivatkin erinomaisesti ilman merkittäviä siirtoyhteyksien rakentamisia. Suurteollisuuden sähköistyminen on tapauskohtaista, mutta lähes kaikki pyrkivät suurempaan energiatehokkuuteen. Sähköautot yleistyvät hitaammin haja-asutusalueella pitkien välimatkojen ja hitaan autokannan uusiutumisen vuoksi. Poikkeuksena muodostavat vapaa-ajan asunnot, joihin matkustetaan kaupungeista. Samaan aikaan kesämökkien varustelutaso ja sen myötä sähkönkulutus kasvaa, mikä korostaa sähköverkon tarvetta.

Caruna Espoon kehittämistoimien keskiössä on uusien suurasiakkaiden investointitarpeiden tunteminen ja pienasiakaskäyttötymisen ennustaminen. Avainasemassa ovat ennustettavuus, kunnonhallinta, seuraavan sukupolven älymittarit ja joustoratkaisut. Ne mahdollistavat tehokkaimman pitkän aikavälin sähköverkon investointi- ja kulumurroksen.

### 2.3.3 SÄHKÖMARKKINAT, SÄÄNTELY JA TEKNOLOGIA

Sähkömarkkinoiden seuraava muutosaskel on pienkuluttajien (omakotitalot, rivitalot, kerrostalot ja pk-yritykset) muuttuminen tuottajiksi ja aktiivisiksi kuluttajiksi. Tämä muuttaa jakeluverkon siirtoverkkomaiseksi, jossa sähköä siirtyy kahteen suuntaan ja myös alueen sisällä. Sähköjärjestelmän tehotasapainon hallinta hankaloituu, kun suuret säädettävät tuotantoyksiköt vähenevät ja sääriippuva tuotanto lisääntyy tuulivoiman ja aurinkovoiman muodossa. Jakeluverkon kulutusjousto on merkittävä tekijä edellä mainitun kehityskulun hallinnassa.

Yksi kehityskulku kustannustehokkaaseen tehotasapainon hallintaan ovat paikalliset joustomarkkinat, jolloin myös pienkulutukselle ja -tuotannolle on mahdollista määrittää

kilpailukykyinen hinta tukkumarkkinoiden hinnan rinnalle. Paikalliset joustomarkkinat mahdollistavat jakeluverkolle tehokkaan tavan hankkia joustoa ja ylijäämä siirtyy kantaverkon tarpeisiin. Asiakkaalle monta myyntipaikkaa takaavat parhaan hinnan, kun asiakas muuttaa sähkön käyttöönsä tai tuotantoaan.

Suurten fyysisten energiayhteisöjen yleistymisen voi mahdollistaa sähköverkkojen tulevaisuuden sääntelykokoisuus. Energiayhteisöjen nopean yleistymisen takana on hankkeen kannattavuus, joka perustuu verojen ja siirtomaksujen välttämiseen oman tuotannon kulutuksessa. Tällöin energiayhteisöjen perustaminen nopeutuu ammattimaisten toimijoiden avustuksella. Uudet suuret energiayhteisöt ovat myös luonnollinen toimija paikallisilla joustomarkkinoilla.

Toinen merkittävä tämän vuosikymmenen mahdollisuus ovat toisen sukupolven älymittarit. Kun kulutusjoustopuoli lisääntyy merkittävästi, on toimialalla mahdollisuus kytkeä asiakkaiden joustoresurssit sähkömarkkinoille uuden mittarin asennuksen yhteydessä. Paikalliset joustomarkkinat ja kansainväliset sähkömarkkinat toimivat luonnollisina myyntikanavina asiakkaan resursseille joko palvelutarjoajien välityksellä tai suoralla asiakaskontaktilla.

Jakeluverkkoalan merkittävä tehokkuutta ajava tekijä on sääntelyn ennakoitavuus ja pitkäjänteisyys. Investointien pitoajat ovat lähes puoli vuosisataa ja nopea sekä ennakoimaton sääntely lisää toiminnan riskejä. Jakeluverkko-yhtiöt ovat luonnollisia teknologiariskin ja

sähkön käytön volyyimiriskin kantajia, mutta sääntelyriskin minimointi kuuluu viranomaiselle, kun tähdätään koko alan tehokkaaseen toimintaan.

Uuden teknologian käyttöönoton ja sen massatuotannon myötä aurinkopaneelien, erillisten sähköakkujen, sähköautojen, kotiautomaation ja energiatehokkaiden kodinkoneiden hinnat laskevat. Se lisää merkittävästi varsinkin pienasiakkaan kykyä joustaa sähkön käytössään. Ansaintamahdollisuus uusien markkinoiden muodossa lisää muutosnopeutta. Tehokkain ympäristöteko energiatoimialalla on tuottamatta jätetty energia, johon pystyy vaikuttamaan vain kuluttaja. Lisäksi huipputehokkien muutos on jakeluverkkoalalla merkittävä tekijä, koska sähköverkon toimintakyky mitoitetaan tehon kautta.

Kotimaisen sähkön joustopotentialin täysimääräinen hyödyntäminen lisää huoltovarmuutta. Säätövoimien tuotannon energia on kotimaista, jonka täysimääräinen hyödyntäminen vaatii tehokkaan kulutusjoustopuolin. Toinen toimialan nouseva huoltovarmuustekijä ovat tietoverkkojen ja -järjestelmien turvallisuus. Sähkön käytön ohjauslaitteiden määrä lisääntyy räjähdysmäisesti automaatiotason kasvaessa kotitalouksissa. Tehokkaat markkinat vaativat avoimet rajapinnat tietojärjestelmissä sekä suuren määrän markkinatoimijoita. Sähköverkkojen ohjauskyvyn varmistaminen kaikissa tilanteissa häiritsemättä jousto- ja sähkömarkkinoita on merkittävä haaste kuluvan vuosikymmenen aikana.



# 3 Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat

Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohta on verkon kustannustehokas kehittäminen ottamalla huomioon verkon turvallisuus, tekninen käyttöikä, siirtokapasiteetti tuotanto- ja kulutuskasvulle ja jakeluverkon laatuvaatimusten täyttäminen.

## 3.1 Ikääntyvä verkko

Verkon ikääntymiseen ja tekniseen käyttöikään perustuvia kehittämistarpeita seurataan analysoimalla eri komponenteista saatavia vikaantumistietoja ja kunnossapitotarkastuksista kerättäviä havaintoja. Caruna Espoon verkko on uusiutunut merkittävästi keskijänniteverkon osalta viimeisen vuosikymmenen aikana tehtyjen investointien ansiosta. Etenkin 1960–1980-luvuilla rakennetut pienjänniteilmajohdot ovat nyt tulossa elinkaarensa päähän. Ilmajohdot, joiden pylväsrakenteiden mekaaninen kesto tulee käyttöikänsä päähän, aiheuttavat merkittävän osan nykyisen vuosikymmenen investointitarpeesta. Myös suurjänniteverkossa ikääntyminen on merkittävä syy investointien toteuttamiselle. Pienimuotoisempia ikääntymisen aiheuttamia investointitarpeita syntyy kaupunkien vanhojen kaapeliverkkojen maanpäällisistä rakenteista (jakokaapit ja muuntamot), joita tulee saneerattavaksi kunnossapitotarkastushavaintojen perusteella, kun korjaaminen ei enää ole kustannustehokasta.

## 3.2 Tulevaisuuden tarpeet

Tulevaisuuden toimintaympäristöä on arvioitu kappaleessa 2. Energiasektorilla on käynnissä laaja toimialamurros yhteiskunnan edetessä kohti hiilineutraalia energijärjestelmää. Sähkön käytön ennustetaan lisääntyvän useilla sektoreilla, kuten lämmitys, liikenne ja teollisuus. Samaan aikaan sähkön tuotantorakenne muuttuu, kun fossiilisten polttoaineiden käyttöä vähennetään ja uusiutuvien energialähteiden osuus tuotannosta kasvaa. Sähköverkon näkökulmasta sähkön tuotanto asiakaskeskittymien yhteydessä vähenee ja asiakaskohtainen pientuotanto yleistyy. Samaan aikaan sähkön kokonaiskapasiteettitarve kasvaa energiamurroksen ja kaupungistumisen myötä. Caruna Espoon sähköverkko kestää muutoksen verraten hyvin, johtuen suomalaisten jo entuudestaan suurista sähkönkäyttötehoista mm. lämmityksen ja sähkösaunojen vaikutuksesta.

Energiamurroksen myötä yksittäisiä pullonkauloja

kuitenkin syntyy. Kapasiteetiltaan kriittisimmiksi olemme tunnistaneet Espoota ja Joensuuta palvelevat suurjänniteverkot sekä yksittäiset jakeluverkonosat, joissa asiakkaiden sähkönkäyttö saattaa energiamurroksen myötä muuttua alueellisesti merkittävästi. Lisäksi teollisuuden sähköistyminen voi aiheuttaa merkittäviä paikallisia kapasiteettihaasteita, jotka ovat hankalasti ennustettavissa ja joihin kaikkialla ennakolta varautuminen voisi johtaa ylimitoitettuihin investointeihin. Muutoksia seurataan ja tarvittaessa verkon kehittämistä uudelleenaikaututetaan, jos tulevaisuuden tarpeet muuttuvatkin ennakoitua nopeammin.

Tärkeimmät muutostekijät kapasiteettitarpeiden taustalla ja niiden vaikutukset

- Sähköistyminen lämmityksessä, liikenteessä ja teollisuudessa → merkittävästi kasvava huipputehotarve suurjänniteverkossa
- Irtautuminen fossiilista polttoaineista kaukolämmössä → Espoon sähköntuotannon väheneminen ja suurjännitekapasiteettitarpeen kasvu
- Yksityisasiakkaiden huipputehomuutokset lämmityksessä ja liikenteessä → paikalliset haasteet pienjänniteverkon runko yhteyksien sekä jakelumuuntajien mitoituksessa etenkin taajamissa

## 3.3 Laatuvaatimukset

Kehittämissuunnitelman lähtökohtana on täyttää kustannustehokkaasti sähkömarkkinalain vaatimukset. Sähkömarkkinalain 51§ laatuvaatimukset myrskyn tai lumikuormien aiheuttamille vikatilanteille ovat Caruna Espoolle seuraavat:

- Asemakaava-alueilla 6 h
- Asemakaava-alueiden ulkopuolella 36 h
- Erityisalueet saaristossa (SML 51 § 2. momentti) 72 h

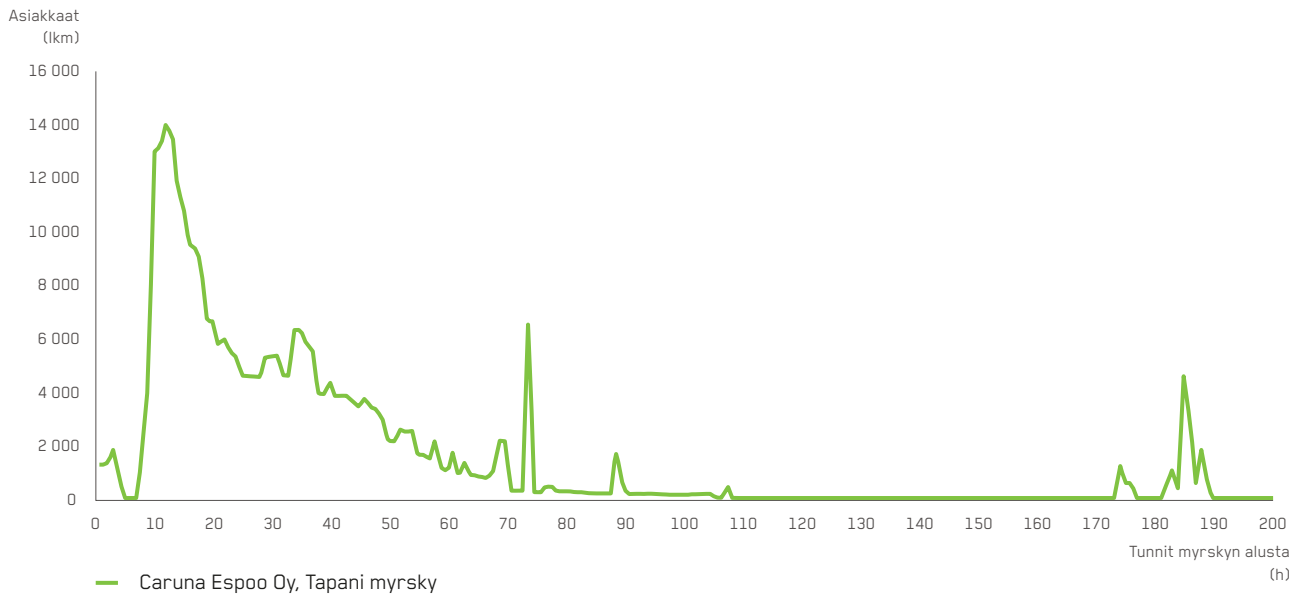
Caruna Espoon tulee täyttää laatuvaatimukset kokonaan viimeistään 31.12.2028 mennessä. Lisäksi 75 % käyttäjistä (poislukien vapaa-ajan asunnot) on oltava laatuvaatimusten piirissä 31.12.2023.

Laatuvaatimusten täyttämisen kannalta hankalimpia tilanteita ovat poikkeukselliset ja laajat myrsky- tai lumikuormatilanteet, jotka koskettavat samanaikaisesti laajaa osaa koko yhtiön jakelualueesta. Caruna pyrkii kehittämissuunnitelmassaan varautumaan toteutuneiden myrskyjen kaltaiseen suurhäiriötilaan. Vuoden 2011

Tapani-myrskyssä pysyvän keskeytyksen kokivat yli 45 000 asiakasta ja yhtäaikaisesti sähköttömiä asiakkaita oli n. 14 000 (Kuva 1). Vikojen korjaus sekä sähköjen palauttaminen kesti kokonaisuudessaan yli viikon. Vastaavasti vuoden 2013 Seija-myrskyssä sähköttömiä asiakkaita oli samanaikaisesti n. 13 000 ja sähköjen palauttaminen

kesti useamman vuorokauden. Laajoissa myrskyissä sähkönjakelu on toiminut häiriöttä suurten kaupunkien kokonaan maakaapeloiduissa keskijänniteverkoissa, mutta katkennut laajalti ja pitkäkestoisesti sekä taajamien seka-verkoissa (ilmajohtoja ja maakaapelia) että haja-alueiden ilmajohtopainotteisissa verkoissa.

KUVA 1. SÄHKÖKATKON KOKENEIDEN ASIAKKAIDEN MÄÄRÄ TAPANI-MYRSKYSSÄ 2011



### 3.4 Sähköjakeluverkon kehittämissyöhykkeiden määrittely

Tässä kappaleessa kuvataan verkon maantieteelliset kehittämissyöhykkeet, niiden ominaispiirteet sekä määräyksen 3019/002/2021 mukaiset tekniset tiedot syöhykkeittäin.

Caruna Espoon verkko on jaettu kolmeen syöhykkeeseen, jotka pohjautuvat sähkömarkkinalain vaatimuksiin kyseisen ympäristön laatuvaatimuksista eli maksimikeskeytyksistä laajassa ilmastollisista syistä johtuvassa suurhäiriötilanteessa.

#### 3.4.1 KEHITTÄMISSYÖHYKKEIDEN PERUSTEET

Syöhykejako perustuu sähkömarkkinalain vaatimuksiin ja alueen toimintaympäristöön. Syöhykkeet ovat taajama (asemakaava-alueiden mukaisesti), haja-alue (asemakaavan ulkopuolinen alue, pois lukien saariston erityisalueet) ja erityisalueet (Suomenlahden saaristoalueet).

**Taajama-alueille** tyypillistä on suuri asiakastiheys ja sitä kautta merkittävä sähkönkäyttö. Suurin osa nykyisistä asiakkaista ja kulutus kasvusta sijoittuu myös taajama-alueille. Taajama-alueiden jännitetasokohtaiset verkkopituudet ovat syöhykkeistä kaikkein lyhimät asiakasta kohden. Keski- ja suurjännitejohtolähdöt palvelevat kuitenkin suurta asiakasjoukkoa.

**Haja-alueille** tyypillistä on pitkät verkkopituudet asiakasta kohden ja vikapaikoille siirtymiseen tarvittava aika, kun sähköverkossa on vika. Verkon kehittämissyöhykkeet palvelevat asiakkaita hyvinkin laajalla maantieteellisellä alueella. Verkon viat sekä vikoihin varautuminen verkkoa kehittämällä vaikuttavat asiakkaisiin jopa kymmenien kilometrien etäisyyksillä. Caruna Espoon laajimmat haja-alueet sijaitsevat Kirkkonummella ja Pohjois-/ Luoteis-Espoossa

**Erityisalue** koostuu saaristosta Espoon ja Kirkkonummen merialueilla. Saaristossa maaperä on kallioinen, mutta puustoinen, mikä ei mahdollista ilmajohtojen vikojen täysimittaista ennaltaehkäisyä kaapeloinnilla. Lisäksi saaristoon ei aina päästä sääoloista ja vuodenaikasta

johtuen heti korjaamaan vikoja. Myös työturvallisuussyistä saaristossa päästään liikkumaan ja verkkoa korjaamaan usein vasta myrskyn laannuttua. Kelirikkoaikaan kulkeminen vaatii lisäksi erityisajoneuvojen kuten helikopterien ja hydrokopterien käyttöä, koska veneillä liikkuminen ei ole mahdollista. Turvallisen liikkumisen aikaviive ja hidas kulkeminen aiheuttavat jo itsessään pitkiä keskeytysaikoja erityisalueiden asiakkaille ennen itse viankorjauksen alkamista.

### 3.4.2 KEHITTÄMISVYÖHYKKEIDEN OMINAISPIIRTEET

#### 3.4.2.1 Nykytilan ominaispiirteet ja verkkotopologia

Pienjänniteverkot ovat kaikilla vyöhykkeillä pääosin säteittäisiä, joten topologian osalta seuraavassa keskitytään kuvaamaan keski- ja suurjänniteverkkojen topologiaa.

Taajama-alueilla keskijännitteinen jakeluverkko on tyyppillisesti kaapelipainotteista sekaverkkoa, joka on topologiaaltaan suurelta osin varmistettu rengasyhteyksillä. Haarakohdot on pyritty pitämään lyhyinä, kun odotetaan esimerkiksi alueen laajentumista kaavoitusrakentamisen myötä. Verkostoautomaation määrä vaihtelee alueen rakentamisajankohdan mukaan. Vanhimmissa verkonosissa automaatiota on vain vähän ja sitä on lisätty jälkikäteen. Uusimmissa verkonosissa automaatiota on verkon solmukohdissa ja riittävällä tiheydellä runkoyhteyksissä, jotta vikatilanteissa voidaan vika rajata kaukokäytön avulla nopeasti.

Suurjänniteverkko on varayhteyksin varmistettua sekaverkkoa. Suurjänniteverkon varayhteys voi olla toteutettu myös keskijänniteyhteyksillä, kuten esimerkiksi Kirkkonummella ja Joensuun Noljakassa onkin.

Haja-alueiden keskijännitteinen jakeluverkko on tyyppillisesti sekaverkkoa, jossa on pitkiäkin haarakohtoja. Suuren asiakasmäärän runkokohtojen on pyritty varmistamaan varayhteyksillä toiselta johtolähdöltä tai reuna-alueilla toisesta jakeluyhtiöstä. Automaatiota on jälkikäteen lisätty verkon solmukohtiin jakorajoille ja uusimmissa verkonosissa myös runkokohtojen ja haarojen risteämiin, jotta vianrajaus sujuu nopeasti.

Suurjänniteverkko on tyyppisemmin säteittäistä tai yksittäisiä johdonvarsiasemia, jotka on varmistettu keskijänniteyhteyksillä toiselta sähköasemalta.

Saariston erityisalueilla on nykyisin vain jakeluverkkoa ja sen rakenne on pääosin säteittäinen sekaverkko. Saarten väliset yhteydet ovat merikaapelia, jonka korjaus on osin riippuvainen jäätilanteesta. Saarissa vanha verkko on ilmajohtoa ja uudemmat verkot sekaverkkoa. Tyyppillisesti maaperä on kallioista, mikä vaikuttaa myös käytettyihin teknisiin ratkaisuihin eli kallioisilla alueilla hyödynnetään ilmajohtorakenteita.

#### 3.4.2.2 Sähkökäytön erityistarpeet

Taajama-alueilla sijaitsee merkittävä osa yhteiskunnan kriittisistä toiminnoista ja palveluista, joiden sähkönjakelun turvaaminen nähdään tärkeäksi. Tästä syystä alueen kaivuukelpoiset verkko-osuudet kaapeloidaan, jotta verkosta saadaan säävarma.

Haja-alueilla ja erityisalueilla sijaitsee useita yhteiskunnalle kriittisiä kohteita, kuten tietoliikennemastoja, joiden turvaamista priorisoidaan sekä verkon kehityksessä että sekaverkkojen viankorjauksessa. Yhteiskunnalle kriittisiä kohteita on avattu tarkemmin myöhemmin tässä dokumentissa.

#### 3.4.2.3 Maaperän ympäristökijät vyöhykkeillä

Taajama-alue on määritetty asemakaavoitetun alueen mukaan, jolloin ympäristö on pääosin rakennettua taajama- tai kaupunkiympäristöä, jossa katurakenteet, tiiviisti rakennetut kiinteistöt ja lähivirkistysalueet rajoittavat verkon sijoittamista. Haja-alueella maapohja on tyyppisesti metsää, peltoa tai tienvierustaa. Paikoitellen maasto on kallioista tai kivikkoista. Saariston erityisalueella maastolle ominaista on meri ja hyvin kallioinen maaperä.

Eri kehittämissvyöhykkeillä esiintyvät CLC-luokat<sup>4</sup> on esitetty alla olevassa taulukossa. CLC-aineisto ei täysin kuvaa todellista verkon rakentamismahdollisuutta. Esimerkiksi sammaleen peittämä yhtenäinen kallio voi olla karttapohjalla ja CLC-aineistossa tavallista kaivuukelpoista metsää, mutta todellisuudessa rakentamisen osalta kohde ei sovellu maakaapelointiin. Siksi todellinen kohteeseen soveltuva verkkorakenne tarkentuu maastosuunnittelussa ja voi poiketa CLC-aineiston perusteella suunnitellusta verkkorakenteesta.

<sup>4</sup> CLC eli CORINE Land Cover kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä. Aineisto kuuluu Suomen ympäristökeskuksen avoimiin aineistoihin.

**TAULUKKO 2. KEHITTÄMISVYÖHYKKEILLÄ ESIINTYVÄT CLC-LUOKAT**

<b>CLC-luokka</b>	<b>Taajama-alue</b>	<b>Haja-alue</b>	<b>Erityisalue (saaristo)</b>
1111 Kerrostaloalue	x	x	x
1121 Pientaloalue	x	x	x
1211 Palvelualue	x	x	x
1212 Teollisuusalue	x	x	x
1221 Liikennealue	x	x	
1231 Satama-alue	x	x	
1241 Lentokenttä		x	
1311 Maa-ainesten otto	x	x	
1321 Kaatopaikka	x	x	
1331 Rakennustyö	x	x	
1411 Puisto	x	x	
1421 Vapaa-ajan asunnot	x	x	x
1422 Urheilu- ja vapaa-aika	x	x	x
1423 Golf-kenttä	x	x	
1424 Ravirata	x		
2111 Pelto	x	x	
2221 Vijelmä	x	x	
2311 Laidun		x	
2314 Luonnon laidun		x	
2431 Maatalousmaa	x	x	
2441 Puustoinen pelto/laidun		x	
3111 Lehtimetsä, kivennäismaa	x	x	x
3112 Lehtimetsä, turvema	x	x	
3121 Havumetsä, kivennäismaa	x	x	x
3122 Havumetsä, turvema	x	x	x
3123 Havumetsä, kallio	x	x	x
3131 Sekametsä, kivennäismaa	x	x	x
3132 Sekametsä, turvema	x	x	x
3133 Sekametsä, kallio	x	x	x
3241 Harvapuustoinen alue	x	x	x
3242 Harvapuustoinen alue, kivennäismaa	x	x	x
3243 Harvapuustoinen alue, turvema	x	x	x
3244 Harvapuustoinen alue, kallio	x	x	x
3246 Harvapuustoinen alue, sähkölinja	x	x	
3311 Rantahietikko	x	x	x
3321 Kallio	x	x	x
4111 Sisämaan kosteikot maalla	x	x	x
4112 Sisämaan kosteikot vedessä	x	x	x
4121 Avosuot	x	x	x
4211 Merenrantakosteikot maalla	x	x	x
4212 Merenrantakosteikot vedessä	x	x	x
5111 Joet	x	x	
5121 Järvet	x	x	x
5231 Meri	x	x	x

#### 3.4.2.4 Toimintaympäristön muutokset vyöhykkeillä

Toimintaympäristön muutosten uskotaan vaikuttavan kaikkiin vyöhykkeisiin, mutta muutosten vaikutuksissa ja aikataulussa on eroja vyöhykkeittäin. Nopeimmin ja suurimmassa mittakaavassa muutosten ennustetaan vaikuttavan taajama-alueisiin ja vähiten ja kaikkein hitaimmin erityisalueisiin. Ennusteissa uskotaan megatrendien eli kaupungistumisen, ilmastonmuutoksen, energiajärjestelmän päästöjen vähentämisen, digitalisaation ja väestörakenteen muutoksen jatkumiseen, mutta ennusteissa tunnistetaan merkittäviäkin epävarmuuksia. Lisäksi ennusteisiin voivat vaikuttaa yllättävät ja odottamat muutokset, kuten pandemian aikana tapahtunut kiinnostus vapaa-ajan tai toisen kodin asumiseen on osoittanut.

Taajamavyöhykkeellä sähkönkäytön ennustetaan kasvavan merkittävästi ja muutos on jo Espoossa voimakkaasti käynnissä. Suurimmat vaikutukset ennustetaan tapahtuvan kaupunkien suurjänniteverkoissa ja toissijaisesti muuntajien mitoituksessa sekä paikallisissa keski- ja pienjännitejohtojen kapasiteettitarpeissa. Merkittävimpiä vaikutuksia:

- Kaupungistuminen → alueellinen asiakasmäärän kasvu ja palvelujen lisääntyminen sekä yhteiskunnan sähköistyminen lisäävät sähkönkäyttöä ja kapasiteettitarvetta
- Liikenteen sähköistyminen → sähkönkäytön kasvu kotitalouksien lisäksi sekä yksityisellä että julkisella toimialalla (latauskentät ja pikalaturit)
- Lämmityksen sähköistyminen → sähkönkäytön ja huipputehojen kasvu, kun lämpöpumput yleistyvät. Öljy- ja kaukolämmityksen vaihto lämpöpumppuihin nostaa sähkön energia- ja huipputehotarpeita. Sähkölämmityksen vaihto lämpöpumppuun vähentää energiatarvetta, mutta ei merkittävästi vähennä huipputehotarvetta. Fossiilisiin polttoaineisiin pohjautuvan sähkön ja lämmön (CHP) tuotantomuotojen poistuminen kaupunkiverkoista kasvattaa tarvetta siirtää sähköä muualta. Kaukolämmön sähköistyminen kasvattaa sähköntarvetta.
- Teollisuuden sähköistyminen ja uudet teolliset sähkönkuluttajat → Paikallisten sähkötehtotarpeiden pistemäinen hyvinkin merkittävä kasvu, jota on hankala ennustaa tarkasti, koska osa uusista hankkeista toteutuu, mutta kaikki eivät todennäköisesti toteudu.
- Uusiutuva tuotanto → Pienimuotoisen aurinkovoiman käytön yleistymisen yksityisasiakkailla ja yrityksissä

Haja-aluevyöhykkeen merkittävimpiä vaikutuksia:

- Kaupungistuminen → kasvukeskusten ympäristössä asiakasmäärän kasvu
- Liikenteen sähköistyminen → sähkönkäytön kasvu
- Lämmityksen sähköistyminen → sähkönkäytön ja huipputehojen maltillinen kasvu. Öljy- ja kaukolämmityksen vaihto lämpöpumppuihin nostaa sähkön energia- ja huipputehotarpeita. Sähkölämmityksen vaihto vähentää energiatarvetta, mutta ei vähennä huipputehotarvetta.

- Teollisuuden sähköistyminen ja uudet teolliset sähkönkuluttajat → Paikallisten sähkötehtotarpeiden pistemäinen hyvinkin merkittävä kasvu, jota on hankala ennustaa tarkasti, koska osa uusista hankkeista toteutuu, mutta kaikki eivät todennäköisesti toteudu.
- Uusiutuva tuotanto → Pienimuotoisen aurinkovoiman käytön yleistymisen yksityisasiakkailla ja yrityksissä

Saariston erityisalueen merkittävimpiä vaikutuksia:

- Kaupungistuminen → Aktiivisten vapaa-ajanasuntoalueiden maltillisesti kasvava sähköntarve
- Liikenteen sähköistyminen → Vesiliikenteen ja venesatamien sähköistymisen mahdollinen kasvu tulevaisuudessa.
- Lämmityksen sähköistyminen → Mahdollisesti paikallisia vaikutuksia sähkönkäytön lisääntymiseen etenkin vapaa-ajanasuntojen varustelutason muutosten myötä
- Uusiutuva tuotanto → Pienimuotoisen aurinkovoiman käytön yleistymisen yksityisasiakkailla.

#### 3.4.3 KEHITTÄMISVYÖHYKKEIDEN NUMEERISET TIEDOT

Tässä kappaleessa esitetään sähköverkon numeeriset tiedot määräyksen 3019/002/2021 mukaisesti. Määrät kuvaavat tilannetta vuoden 2021 lopun tilanteessa.

##### 3.4.3.1 Ikätiedot

Sähköverkon keski-ikä ja keskimääräinen tekninen pitoaika vyöhykkeittäin kertoo verkon olevan keski-ikänsä noin elinkaaren puolivälissä hajonnan ollessa kuitenkin suurta jokaisella vyöhykkeellä.

#### TAULUKKO 3. SÄHKÖVERKON IKÄTIEDOT

Vyöhyke	Keski-ikä	Keskimääräinen pitoaika
Taajama-alue	25	46
Haja-alue	22	46
Erytisalue	34	46

##### 3.4.3.2 Verkkopituudet

Verkkopituudet jännitetasoittain eri vyöhykkeillä kuvaavat, että suurin osa verkosta on pienjänniteverkkoa kaikilla vyöhykkeillä. Pienjänniteverkon osuus korostuu taajamissa suuren asiakasmäärän vuoksi, kun vastaavasti harvempaan asutuilla alueilla tarvitaan suhteellisesti enemmän keskijänniteverkkoa siirtämään sähköä alueelta toiselle.

#### TAULUKKO 4. VERKKOPITUUDET ERI VYÖHYKKEILLÄ VUODEN 2021 LOPUSSA

Vyöhyke	KJ (km)	PJ (km)
Taajama-alue	1 164	4 210
Haja-alue	858	1 634
Erityisalue	22	91

##### 3.4.3.3 Säänkestävä verkko ja verkkopituudet

Verkon kehittämissuunnitelman periaate on kehittää nykyisestä ilmajohtoverkosta korkean säävarmuuden verkko, jossa hyödynnetään maakaapeli- ja ilmajohtorakenteita sekä muita asiakkaiden toimitusvarmuutta parantavia toimenpiteitä. Kantava suunnitteluperiaate on pyrkimys varautua voimakkaita tuulia sisältävien myrskyjen, lumikuormatilanteiden sekä voimakkaiden ukkosmyrskyjen aiheuttamia sähkönjakeluverkon häiriöitä vastaan.

Säävarman verkon määritelmät eri verkkotekniikoilla ja erityyppisissä häiriötilanteissa:

- Maakaapeliverkko on säävarma rakenne niin metsässä kuin avomaastossa
- Ukkosköysillä toteutettu ja johtokadun osalta puuvarma suurjänniteilmajohto on säävarma rakenne
- Mekaanisesti hyvässä kunnossa oleva ilmajohto (ei lahoja tai muuten heikkokuntoisia pylviä) on avomaastossa voimakkaiden myrskytuulien sekä lumikuormien osalta säävarma rakenne, mutta ukkosmyrskyjen osalta avomaastossa oleva ilmajohtoverkko ei ole täysin säävarma rakenne
- Ilmajohto metsässä ei ole säävarma rakenne (ei myrskyn, lumikuorman eikä ukkosmyrskyjen osalta)

#### TAULUKKO 5. RAKENTEELLISESTI SÄÄVARMAVERKKO ERI VYÖHYKKEILLÄ VUODEN 2021 LOPUSSA

Vyöhyke	KJ (km)	PJ (km)
Taajama-alue	1 140	4 140
Haja-alue	760	1 030
Erityisalue	20	30

Taulukossa 5 ei oteta huomioon säävarmuutta kasvattavasta näkökulmasta verkkoja, jotka voidaan vikatilanteessa korjata laatuvaatimusten 6/36/72 h tavoiteaikojen kuluessa tai toisaalta säävarmuutta heikentävästä näkökulmasta säävarmoja verkonosia, joiden sähkönsyöttö on altis vioille.

##### 3.4.3.4 Liittymien kokonaismäärät vyöhykkeillä

Liittymiä on taajama-alueella 41 055, haja-alueella 11 475 ja erityisalueella 537 kappaletta vuoden 2021 lopussa.

##### 3.4.3.5 Käyttöpaikkojen kokonaismäärät vyöhykkeillä

Käyttöpaikkoja on taajama-alueella 217 075, haja-alueella 12 675 ja erityisalueella 554 kappaletta vuoden 2021 lopussa.

##### 3.4.3.6 Asiakkaat laatuvaatimusten piirissä vyöhykkeillä

Suurhäiriöiden asiakasvaikutuksia on mallinnettu työkalulla, jolla simuloidaan toteutuneita pahimpia suurhäiriöitä, niiden vikamääriä ja viankorjauksen keskimääräisiä toteutuneita korjausaikoja suurhäiriön vaikutusten kuvaamiseksi muuttuneessa sähköverkossa.

Simuloinnin perusteella saamme määriteltyä arvion asiakasmäärästä laatuvaatimusten piirissä. Analyysin perusteella asiakkaita (käyttöpaikkoja) kyseiselle vyöhykkeelle asetettujen laatuvaatimusten piirissä on taajama-alueella 210 187, haja-alueella 11 855 ja erityisalueella 499 asiakasta.

On kuitenkin hyvä todeta, että yksittäistä asiakasta tarkasteltaessa mikään puille altis ilmajohtoverkkorakenne ei takaa 100 % varmuutta viankorjauksen onnistumisesta annetuissa määrärajoissa. Jos esimerkiksi paikalliset syöksyvirtaukset tuhoavat täysin puuston ja ilmajohtorakenteet sekä katkaisevat kulkuyhteydet, voi viankorjaus yksittäiselle asiakkaalle kestää suurellakin korjaajamäärällä pidempään kuin kehittämissyöhykkeen laatuvaatimuksen mukaan pitäisi. Simulointi antaa kuitenkin hyvän kokonaiskuvan verkon ja viankorjauksen suorituskyvystä suurhäiriötilanteessa.

##### 3.4.3.7 Kaapeli- ja ilmajohtomäärät vyöhykkeillä ja eri olosuhteissa

#### TAULUKKO 6. KAAPELIVERKON MÄÄRÄT VUODEN 2021 LOPUSSA

Vyöhyke	KJ (km)	PJ (km)
Taajama-alue	1 120	3 940
Haja-alue	710	680
Erityisalue	10	30

#### TAULUKKO 7. METSÄSSÄ SIJAITSEVAT ILMAJOHTOMÄÄRÄT VUODEN 2021 LOPUSSA

Vyöhyke	KJ (km)	PJ (km)
Taajama-alue	20	70
Haja-alue	100	600
Erityisalue	10	60

#### TAULUKKO 8. TIEN VARRESSA SIJAITSEVAT JA TOISELTA PUOLELTA METSÄISET ILMAJOHTOMÄÄRÄT VUODEN 2021 LOPUSSA

Vyöhyke	KJ (km)	PJ (km)
Taajama-alue	10	40
Haja-alue	40	380
Erityisalue	0	0

## TAULUKKO 9. LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄT ELI AVOMAASTOSSA OLEVAT ILMAJOHTOMÄÄRÄT VUODEN 2021 LOPUSSA

Vyöhyke	KJ (km)	PJ (km)
Taajama-alue	20	200
Haja-alue	50	350
Erityisalue	3	4

### 3.5 Sähkönjakeluverkon kehittämisstrategia

Sähkönjakeluverkon kehittämisstrategian lähtökohta on verkon kustannustehokas kehittäminen ottamalla huomioon verkon turvallisuus, tekninen käyttöikä, siirtokapasiteetti uuden tuotanto- ja kulutuskapasiteetin mahdollistamiseksi ja jakeluverkon laatuvaatimusten täyttäminen.

Sähkömarkkinalain mukaiset laatuvaatimukset täyttävällä verkolla tarkoitetaan sellaista verkkorakennetta, jossa säävarmoja verkkorakenteita on riittävän suuri osuus koko verkkomäärästä suhteutettuna viankorjausresursseihin. Tällöin suurissakin myrskyjen aiheuttamissa häiriö- ja vikatilanteissa sähkönjakelu voidaan palauttaa asiakkaille käytössä olevalla viankorjausresursseilla sähkömarkkinalaissa määritettyjen aikarajojen puitteissa.

Kun kyseeseen tulee sähkömarkkinalain laatuvaatimusten täyttäminen voimakkaiden myrskyjen (ja niistä aiheutuvien suurhäiriöiden) tilanteessa, niin käytännössä Carunan toimintaympäristössä kaikkein tärkeimmäksi toimenpiteeksi muodostuu verkon säävarmuuden kasvattaminen aikaisempaan verrattuna. Vain säävarmuuden kasvattamisen avulla on mahdollista pureutua sähkönjakelun suurhäiriöiden perimmäiseen haasteeseen eli tilanteeseen, jossa lyhyen aikavälin sisällä verkkoon tulee suuri määrä vikoja voimakkaiden sääilmiöiden ja linjoille kaatuvien puiden vuoksi. Ilman riittävää verkon säävarmuutta näin suuren vikamäärän korjaaminen 6 h ja 36 h sisällä on käytännössä mahdotonta, koska viankorjaajia eli sähköasentajia ei ole riittävästi saatavilla.

Pääperiaatteet verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi:

- Kehitetään taajama-alueen verkon rakennetta ja toimitusvarmuutta siten, että myrskyt ja linjoille kaatuvat puut eivät aiheuta jatkossa pitkäkestoisia jakelukeskeytyksiä taajama-alueen asiakkaille.
- Haja-asutusalueen ilmajohdoverkon säävarmuutta kasvatetaan riittävän korkealle tasolle eli käytännössä puille alltiin verkon määrä saadaan riittävän alhaiseksi, jotta myös vuoden 2011 Tapani-myrskyn kaltaisessa

suurhäiriössä verkkoon syntyvät viat ehditään korjamaan ja sähköt palauttamaan lain vaatimassa ajassa.

- Erityisalueilla noudatetaan haja-alueen periaatteita ottamalla huomioon maaperäolosuhteet eli ilmajohdon osuus jää selvästi suuremmaksi ja sitä myöten myös alueen kokonaisviankesto pidemmäksi kuin muilla alueilla.

Näiden verkon kehityksen päälinjojen avulla verkon viankorjausresurssin ohjaus suurhäiriötilanteissa helpottuu ja tehostuu myös haja-asutusalueella sähkökatkon kokevien asiakkaiden osalta, kun suurhäiriötilanteissa viankorjaustoiminta voidaan keskittää täysipainoisesti haja-asutusalueen ja erityisalueiden sähkönjakelun palauttamiseen.

Toimitusvarmuuslainsäädännön vaatimusten täyttämiseksi asiakkaille rakennettavan ja kehitettävän verkon elinkaaren aikaista kustannustehokkuutta pyritään jatkuvasti parantamaan esimerkiksi seuraavilla keinoilla:

- Verkon rakennustavan ja vaihtoehtoisten ratkaisujen säännöllinen arviointi ja käytettävien verkkoratkaisujen tutkimus, kehitys ja pilotointi
- Verkon sähköisen mitoituksen optimointi ja kehitys ottamalla huomioon asiakkaiden nykyiset ja tulevat sähkönkäyttötarpeet sekä toisaalta myös kaupungistumisen myötä mahdollisesti aleneva sähkönkulutus kaikkein harvimmin asutuilla seuduilla
- Uusien teknologioiden tutkimus ja pilotointi, esimerkiksi akut ja joustopalvelut
- Yhteisrakentamisen lisääminen jatkuvalla yhteisrakentamismallin ja yhteistyön kehittämisellä
- Uusien asiakas kohtaisten toimitusvarmuusratkaisujen ja joustomahdollisuuksien kartoitus
- Kehittämällä suurhäiriön aikaisen viankorjauksen tehokkuutta ja nopeutta (esimerkiksi hyödyntämällä etäluettavia energiamittareita ja data-analytiikkaa pienjänniteverkon tilannekuvan/keskeytystilanteen muodostamiseen sekä viankorjaustehtävien priorisointi asentajaresurssien hyödyntämiseksi mahdollisimman tehokkaasti)
- Ylläpitämällä paikallisia pitkäaikaista viankorjausta vaativia tilanteita varten liikuteltavia varavoimakoneita ja selvittämällä uusia teknologioita, kuten akkujen hyödyntämistä liikuteltavana varavoimalähteenä

Seuraavissa kappaleissa on esitelty eri vyöhykkeiden osalta verkon rakentamistapaan ja suunnitteluun liittyvät pääperiaatteet, joiden avulla pyritään täyttämään asiakkaiden sähkönkäytön kehittymisen tarpeet sekä lainsäädännön laatuvaatimukset asiakkaiden kannalta elinkaarikustannuksiltaan kustannustehokkaimmalla tavalla.

### 3.5.1 VERKON KEHITTÄMINEN TAAJAMA-ALUEELLA

**Suurjänniteverkko:** SJ-verkko toteutetaan säävarmana sekaverkkona, jossa hyödynnetään maakaapeli- ja ilmajohtorakenteita. Käytettävissä SJ-ilmajohdoissa hyödynnetään ukkosjohtimia, joiden avulla varaudutaan ukkosmyrskyihin.

**Keskijänniteverkko:** Jotta taajama-alueilla täytetään verkon ja toimintaympäristön laatuvaatimukset, on rakentamistapa valtaosin maakaapelointi sekä silloin, kun rakennetaan uutta verkkoa, että vanhan verkon saneeraus- ssa. Tavallisesti taajama-alueiden johtolähtöjärjestelyt pyritään toteuttamaan siten, että alueet syötetään omalla johtolähdöllä tai suojausvyöhykkeellä, jolloin syvemmällä maaseudun/haja-asutusalueen verkossa sattuneet viat eivät vaikuta sähkönjakelun laatuun taajama-alueella. Mikäli sähköasema ei sijaitse taajaman läheisyydessä, myös taajama-alueita syöttävä verkko rakennetaan kokonaisuudessaan säävarmaksi.

Muuntamorakenteet toteutetaan puistomuuntamoina ja puistomuuntamoissa otetaan huomioon riittävä kaapeliverkon erotettavuus. Verkostoautomaatiota lisätään varustamalla tärkeissä verkon solmupisteissä sijaitsevat muuntamot kauko-ohjauksella, jonka avulla mahdollistetaan nopea vianrajaus verkon vikatilanteissa.

**Pienjänniteverkko:** PJ-verkko rakennetaan taajama-alueilla valtaosin maakaapeliverkoksi laatuvaatimusten täyttämiseksi. Topologialtaan PJ-verkko on säteittäinen.

### 3.5.2 VERKON KEHITTÄMINEN HAJA-ALUEELLA

Asemakaava-alueiden ulkopuolella tavoitteena on kehittää nykyinen ilmajohtoverkko riittävän korkean säävarmuusasteen sekaverkoksi.

**Suurjänniteverkko:** SJ-verkko toteutetaan säävarmana hyödyntämällä pääosin ilmajohtorakenteita ja ympäristön vaatimissa poikkeustilanteissa maakaapelia. SJ-ilmajohdoissa hyödynnetään ukkosjohtimia ukkosmyrskyihin varautumiseksi.

**Keskijänniteverkko:** KJ-verkon säävarmuutta kehitettäessä ja KJ-ilmajohtoja saneerattaessa käytetään elinkaarikustannukseltaan kustannustehokkaimpia vaihtoehtoja ja hyödynnetään sekä maakaapeli- että ilmajohtorakenteita. Metsävaltaisimmilla alueilla käytetään pääsääntöisesti maakaapelointia laatuvaatimusten täyttämiseksi.

Ilmajohtorakenteita hyödynnetään tilanteissa, joissa nykyisen ilmajohtoverkon käyttövarmuus sekä siirtokyky ovat riittävällä tasolla tulevaisuuden tarpeita ajatellen tai maakaapeliverkon käyttö ei ole asiakkaille kustannuksiltaan tehokas ratkaisu esimerkiksi maaperän kallioisuudesta johtuen. Käytännössä ilmajohtorakenteita hyödynnetään avomaastossa harvaan asuttujen alueiden latvaverkossa kalliisessa maastossa. Näissä tilanteissa nykyisten linjojen

elinkaarta pyritään jatkamaan mahdollisuuksien mukaan muutamilla kymmenillä vuosilla uusimalla vanhimpien ja heikkokuntoisimpien linjojen pylviäitä. Kun rakennetaan uutta verkkoa, on (esimerkiksi uusia asiakasliittymiä toteutettaessa) verkon rakentamistapa ensisijaisesti elinkaarikustannuksiltaan tehokkain maakaapelointi.

Muuntamorakenteet toteutetaan puistomuuntamoina ottamalla huomioon käyttövarmuus ja ympäristövai- kutukset (öljynkeruullas). Muuntamoihin rakennetaan riittävä verkon erotettavuus vikatilanteiden hallinnan kannalta. Verkostoautomaatiota lisätään varustamalla verkon tärkeissä solmupisteissä sijaitsevat muuntamot kauko-ohjauksella, jonka avulla mahdollistetaan nopea verkon vianrajaus niin yksittäisissä vikatilanteissa kuin laajemmissa suurhäiriöissäkin.

**Pienjänniteverkko:** PJ-verkon säävarmuutta kehitettäessä ja PJ-ilmajohtoja saneerattaessa käytetään elinkaari- kustannukseltaan kustannustehokkaimpia vaihtoehtoja, hyödyntämällä maakaapeli- ja ilmajohtorakenteita. Pääperiaatteet haja-asutusalueen maakaapeli- ja ilmajohtorakenteiden hyödyntämisestä ovat PJ-verkossa samat kuin edellä kuvatussa KJ-verkossa. Kun rakennetaan uutta verkkoa (esimerkiksi uusia asiakasliittymiä toteutettaessa), on verkon rakentamistapa ensisijaisesti elinkaarikustannuksiltaan tehokkain maakaapelointi. Topologialtaan PJ-verkko on säteittäinen.

### 3.5.3 VERKON KEHITTÄMINEN ERITYISALUEELLA

Saariston erityisalueilla tavoitteena on kehittää nykyinen ilmajohtoverkko nykyistä säävarmemmaksi sekaverkoksi ottamalla huomioon paikalliset maaperäolosuhteet.

**Suurjänniteverkko:** SJ-verkkoa toteutetaan säävarmana sekaverkkona hyödyntämällä merikaapeli- ja ilmajohtorakenteita. SJ-ilmajohdoissa hyödynnetään ukkosjohtimia ukkosmyrskyihin varautumiseksi.

**Keskijänniteverkko:** KJ-verkon säävarmuutta kehitettäessä ja KJ-ilmajohtoja saneerattaessa käytetään elinkaarikustannukseltaan kustannustehokkaimpia vaihtoehtoja, hyödyntämällä maakaapeli- ja ilmajohtorakenteita. Metsäisillä alueilla käytetään maakaapelointia, jos kaivuulosuhteet sen sallivat. Ilmajohtorakenteita hyödynnetään tilanteissa, joissa nykyisen ilmajohtoverkon käyttövarmuus sekä siirtokyky ovat riittävällä tasolla tulevaisuuden tarpeita ajatellen ja maakaapeliverkon käyttö ei ole elinkaarikustannuksiltaan tehokas ratkaisu esimerkiksi maaperän kallioisuudesta johtuen. Käytännössä ilmajohtorakenteita hyödynnetään erityisalueiden kalliovaltaisilla saarilla. Näissä tilanteissa nykyisten linjojen elinkaarta pyritään jatkamaan mahdollisuuksien mukaan muutamilla kymmenillä vuosilla uusimalla vanhimpien ja heikkokuntoisimpien linjojen pylviäitä. Kun uutta verkkoa rakennetaan (esimerkiksi uusia asiakasliittymiä toteutettaessa), on verkon rakentamistapa ensisijaisesti elinkaarikustannuksiltaan tehokkain



maakaapelointi, mikäli olosuhteet mahdollistavat kaivuun. Kallioisilla tai muuten kaivuuesteillä osuuksilla käytetään ilmajohtorakenteita.

Muuntamorakenteet toteutetaan puistomuuntamoina ottamalla huomioon käyttövarmuus ja ympäristövai-  
kutukset (öljynkeruullas). Muuntamoihin rakennetaan riittävä verkon erotettavuus vikatilanteiden hallinnan kannalta. Verkostoautomaatiota lisätään varustamalla verkon tärkeissä solmupisteissä sijaitsevat muuntamot kauko-ohjauksella, jonka avulla mahdollistetaan nopea verkon vianrajaus niin yksittäisissä vikatilanteissa kuin laajemmissa suurhäiriöissäkin.

**Pienjänniteverkko:** PJ-ilmajohtoja saneerattaessa käytetään elinkaarikustannukseltaan kustannustehokkaimpia maakaapelirakenteita. Pääperiaatteet maakaapeli- ja ilmajohtorakenteiden hyödyntämisessä ovat PJ-verkossa samat kuin edellä kuvatussa KJ-verkossa. Kun rakennetaan uutta verkkoa (esimerkiksi uusia asiakasliittymiä toteutettaessa), on verkon rakentamistapa ensisijaisesti elinkaarikustannuksiltaan tehokkain maakaapelointi, jos olosuhteet sen sallivat. Topologialtaan PJ-verkko on säteittäinen.

## 3.6 Kunnossapitosuunnitelma

Kunnossapidolla on tärkeä rooli sähköverkon omaisuudenhallinnassa sekä verkon kehittämisessä. Kunnossapidon ja siinä tehtävien toimenpiteiden tavoite on tuottaa tarkastusten avulla tärkeää tietoa verkon komponenttien kunnosta sekä turvallisuudesta. Tätä tietoa hyödynnetään verkkoinvestointien suunnittelussa sekä ajoituksessa. Toisaalta kunnossapitotarkastusten kautta kerättävää tietoa pystytään hyödyntämään kunnossapitona toteutettavien pienempien kunnossapitokorjausten sekä raivausten suunnittelussa ja toteutuksessa. Näin pyritään ylläpitämään komponentit käyttökunnossa mahdollisimman kustannustehokkaasti koko suunnitellun elinkaarensa ajan.

Laatuvaatimusten näkökulmasta olennaisimmat sähkönjakelun luotettavuuteen vaikuttavat kunnossapitotoimenpiteet ovat Carunan osalta pien-, keski- ja suurjänniteverkkoon kohdistuvat raivaukset, joiden avulla ilmajohtoverkon käyttövarmuus voidaan pitää alun perin suunnitellulla tasollaan ja jopa tilapäisesti parantaa käyttövarmuutta (esim. lumikuormia vastaan).

## 3.7 Erityispiirteiden huomiointi suunnittelussa

### 3.7.1 YHTEISRAKENTAMINEN JA VARAYHTEYDET MUIHIN VERKKOIHIN

Caruna tavoittelee kaikilla vyöhykkeillä mahdollisimman suurta yhteisrakentamispotentiaalia muiden yhdyskuntateknisiä verkkoja rakentavien ja ylläpitävien tahojen kanssa, ja tätä varten julkaisemme suunnitelmamme mm. verkkotie-  
topisteessä. Jotta yhteisrakentaminen onnistuu, pidämme tärkeänä aktiivista yhteistyötä verkkoalueen muiden toimijoiden, muiden infran omistajien ja kuntien kanssa. Tätä toteutamme järjestelmällisellä asiakkuudenhoitomallilla, jossa säännöllisten tapaamisten kautta haetaan yhteensovittamismahdollisuuksia paikalliseen rakentamiseen ja aikatauluihin. Lisäksi pidämme säännöllisesti tilaisuuksia muille infran omistajille ja etenkin teleoperaattoreille, jotta potentiaaliset yhteisrakentamiskohteet tunnistetaan ajoissa ja ne pystytään aikataulullisesti yhteensovittamaan. Lisäksi jokaisessa projektissa verkonrakennuskumppanimme suunnittelija selvittää ja on veloitettu yhteensovittamaan potentiaaliset yhteisrakentamismahdollisuudet.

Caruna Espoolla on muutamia varayhteyksiä muihin verkkoyhtiöihin ja näitä ylläpidetään ja uusia mahdollisuuksia selvitetään teknistaloudellisin perustein osana verkon suunnittelua. Varayhteyksien merkitys korostuu etenkin harvaan asuttujen johtolähtöjen sekä pirstaloituneiden verkonhaltijavastuiden reuna-alueilla, joissa nykyiset varayhteydetkin sijaitsevat.

### 3.7.2 JOUSTOPALVELUT

Sähkömarkkinoilla lainsäädäntö asettaa varsin tiukat reunaehdot eri toimijoiden mahdollisuuksille joustopalveluiden hyödyntämiseen. Huolimatta lainsäädännön haasteista, Caruna on aktiivisesti selvittänyt ja selvittää mahdollisuuksia hyödyntää joustoja vaihtoehtoina verkon kehittämiselle. Tarjoamme asiakkaillemme yö sähköohjausmahdollisuutta, joka on nykyisin Suomessa vaikutuksiltaan suurin joustokomponentti jakeluverkon huipputehojen hallinnassa. Ohjausmahdollisuutta olemme kehittäneet edelleen mahdollistamalla asiakkaillemme perinteistä klo 22–06 yö sähköohjausta monipuolisemman kuormanohjausmahdollisuuden. Asiakkaamme voi itse valita ja vaihtaa ajankohtaa yökuorman ohjaukselle tai esimerkiksi hyödyntää aurinkopaneeleitaan käyttöveden tai kiinteistön lämmitykseen valitsemalla päiväajan ohjauksen.

Tutkimme ja pilotoimme aktiivisesti uusia mahdollisuuksia joustojen lisäämiseksi ja edistämiseksi jakeluverkoissa. Olemme selvittäneet ja pilotoineet akkujen hyödyntämistä haja-alueen toimitusvarmuuden parantamisessa. Selvitämme pilotointimahdollisuutta energiyhteisöpalvelun luomiseksi. Olemme hakeneet lupaa käynnistääksemme pilotin dynaamisesta verkkoliittymästä kapasiteettijoustopotentialistamiseksi suuren kulutuksen taajamaympäristössä. Osallistumme aktiivisesti toimialan

yhteiseen tutkimukseen mm. ST-poolin<sup>5</sup> kautta. Toivomme toimialan reunaehtoihin joustavuutta uusien keinojen entistä ketterämpään hyödyntämiseen energiamurroksen myötä muuttuvassa maailmassa.

### 3.7.3 YHTEISKUNNAN KANNALTA KRIITTISET KOHTEET

Yhteiskunnalle tärkeät kohteet otetaan huomioon verkon saneerauskohteiden valinnassa ja investointiprojektien laajuuden määrittämisessä kaikilla vyöhykkeillä. Saneeraukset pyritään toteuttamaan siten, että säävarma sähkönsyöttö saadaan toteutettua kriittiselle kohteelle saakka.

Caruna on määritellyt prioriteetti- ja kriittisyyden luokat asiakkaiden kriittisyydelle yhdessä yhteiskunnan muiden toimijoiden kanssa. Sähköjakelulle kriittiset kohteet on priorisoitu ensimmäiseksi, jotta sähköjakelun edellytykset voidaan varmistaa. Seuraavaksi on priorisoitu yhteiskunnan toiminnalle kriittiset kohteet. Tarkemmin asiaa kuvataan Energiavirastolle toimitettavassa varautumissuunnitelmassa.

Kriittiset kohteet kartoitetaan yhdessä yhteiskunnan muiden toimijoiden, kuten kuntien, vesilaitosten, teleoperaattoreiden ja lämpöyhtiöiden kanssa. Kriittisten kohteiden listausta päivitetään säännöllisesti. Kriittisten kohteiden yhteisestä arvioinnista tehdään pöytäkirjat, jotka osapuolet voivat liittää osaksi omia varautumis- tai valmiussuunnitelmiaan.

## 3.8 Verkon elinkaarikustannukset eri vyöhykkeillä

### 3.8.1 ELINKAARIKUSTANNUSTEN TEKIJÖIDEN MÄÄRITTELY

Elinkaarikustannusten määrittelyssä otetaan huomioon Energiaviraston määräyksen mukaisesti seuraavista tekijöistä aiheutuvat kustannukset:

- Investoinnit
- Kertaluonteiset kustannukset
- Operatiiviset kustannukset
- Keskeytyksen aiheuttama haitta asiakkaalle

Investointikustannuksissa otetaan huomioon verkon suunnittelu, dokumentointi-, rakentamis-, asennus- ja käyttöönotto-aiheutuvat kustannukset. Muita kertaluonteisia kustannuksia ovat vanhan verkon purkamisen ja purkautuvan materiaalin hävittämisen kustannukset. Operatiiviset kustannukset sisältävät verkon kunnossapidon kustannukset, johon kuuluvat vaaditut kunnossapitotarkastukset, -mittaukset, huollot ja -korjaukset. Keskeytyksestä asiakkaalle aiheutuvan haitan kustannukset määritetään valvontamenetelmien arvostusten mukaisesti.

### 3.8.1.1 Yhteisrakentaminen ja varayhteydet elinkaarikustannuslaskennassa

Nykyisin yhteisrakentamista on pystytty hyödyntämään eniten taajama-alueiden kasvuinvestointien yhteydessä, jolloin yhteisrakentamista toteutetaan kaava-alueiden rakentamisen yhteydessä (jolloin myös katuvalaistus, valokuitu jne. rakentamista pystytään yhdistämään sähköverkon rakentamisen kanssa). Näiden kohteiden toteutuminen ja aikataulu on kuitenkin enemmän kuntien ja asiakkaiden kuin verkonhaltijan päätösten varassa. Haja-alueilla yhteisrakentamisen toteutuminen on hyvin tapauskohtaista ja kokonaismäärissä vähäistä.

Caruna Espoo osallistuu aktiivisesti yhteisrakentamiseen. Parhaimmillaan yhteisrakentaminen tuottaa kustannushyötyjä kaikille osapuolille sekä vähentää rakentamisesta aiheutuvia haittoja asiakkaille ja yhteiskunnalle. Yhteisrakentamisen onnistuminen on kuitenkin tapauskohtaista ja heikosti ennakoitavaa, jotta sitä voidaan hyödyntää pitkällä aikavälillä verkon kehityskriteerinä. Yhteisrakentaminen ei vaikuta teknisten vaihtoehtojen elinkaarikustannusten järjestykseen, koska kaivuukelpoiset taajamat sekä metsäiset osuudet on tarkoitettu kaapeloida ja toisaalta avomaastoihin ei kokemuksiemme mukaan ole juurikaan löytynyt yhteisrakentamismahdollisuuksia samalle reitille. Edellä mainituista syistä yhteisrakentamista ei ole huomioitu verkon kehittämissuunnitelman elinkaarilaskennassa.

Varayhteydet selvitetään ja mahdollisuuksien löytyessä arvioidaan teknistaloudellisin perustein tapauskohtaisesti osana suunnittelua. Varayhteydet koskevat vain harvoja yksittäisiä projekteja, eikä niillä siten ole vaikutusta vyöhykkeiden elinkaarikustannuslaskelmien lopputulokseen.

### 3.8.2 ELINKAARIKUSTANNUSTEN SEURANTA

Elinkaarikustannusten kehitystä seurataan ja mikäli muutostarpeita on, laskennat päivitetään osana vuosittaista omaisuudenhallinnan prosessia. Etenkin uusien teknologioiden kustannukset muuttuvat nopeasti ja arviointia suhteessa muihin ratkaisuihin on päivitettävä usein. Verkkoinvestoinnit tehdään pitkälle käyttöiälle, jolloin lyhyen aikavälin kustannusheilahteluiden perusteella ei voida yksinomaan tehdä johtopäätöksiä, vaan arviossa on katsottava myös pidemmän aikavälin kustannuskehitystä ja kehitystrendejä.

<sup>5</sup> Sähkötutkimuspooli

# 4 Sähkönjakeluverkon kehittämisyöhykkeillä käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu

## 4.1 Taajama-alueet (6 h)

Taajama-alueille verkon lähtökohtainen rakentamistapa on maakaapelointi, mikä johtuu toimintaympäristön aiheuttamista pakottavista syistä. Yksittäisillä johto-osuuksilla, jotka palvelevat vain rajattua määrää ei-kriittisiä asiakkaita sekä sijaitsevat hyvin kallioisissa olosuhteissa, voidaan vaihtoehtoisesti verkon kehitystoimenpiteet tehdä pylväät vaihtamalla, jolloin vältetään kohtuuttoman suurilta maakaapeloinnin kustannuksilta. Tällaiset kohteet havaitaan ja analysoidaan tapauskohtaisesti osana tarkemman tason toteutuksen suunnittelua eikä niiden osalta ole mahdollista tehdä yleistettävää kustannusvertailua.

Taajama-alueilla lainsäädännön asettama vaatimus maksimissaan 6 h keskeytyksille edellyttää käytännössä verkkoratkaisua, johon ei synny myrskyjen aiheuttamia vikoja. Maakaapelointi on ainoa tapa toteuttaa 6 h keskeytysvaatimusta.

Taajama-alueille muiden esitettyjen ratkaisujen kuin maakaapeloinnin toteuttaminen on käytännössä mahdotonta. Ilmajohtorakenteiden vaatimat ja varaamat johtokadut ja -alueet eivät ole mahdollisia niin kuntien ja kaupunkien kuin kiinteistönomistajienkin esittämistä tila- ja kaavoitusteknisistä syistä. Lisäksi ilmajohtorakenteet eivät ole turvallisia ratkaisuja, kun otetaan huomioon taajama-alueiden olosuhteet ja ympäristö.

Merkittävä osa yhteisrakentamisestamme tapahtuu taajama-alueilla (tietoliikenneyhteydet, katuvalot) ja sen mahdollistaminen sekä toteutuminen edellyttää yhtenevää rakentamistekniikkaa muun infran kanssa. Etenkin kuituverkon näkökulmasta sähköverkon rakentamistavan tulee olla maakaapelointi, jotta yhteisrakentaminen sähköverkon kanssa on mahdollista.

### 4.1.1 TEKNINEN RATKAISU

Taajama-alueet ovat tiheästi tai melko tiheästi asuttuja kuntien ja kaupunkien keskusta-alueita, joissa sijaitsee myös yhteiskunnan kannalta kriittisiä käyttöpaikkoja liittyen sosiaali- ja terveyden huoltoon, energiahuoltoon, yhdyskuntahuoltoon, tiedonvälitykseen ja viestintään, julkishallintoon ja -palveluihin sekä teollisuuteen. Keskimääräinen enimmäisteho saneeraamattoman keskijänniteverkon osalta asemakaava-alueilla on 3 400 kW: a. Taajama-alueella kustannustehokkain verkon kehittämiskäyttö on maakaapelointi, kun otetaan huomioon taajama-alueiden kaavoitus- ja tilarajoitteet, lainsäädännön vaatimus

6 h maksimikeskeytysajasta sekä yhteisrakentamisen mahdollistaminen.

Yksittäisen johto-osuuden tapauksessa voi ratkaisuksi valikoitua nykyisen verkon saneeraus pylväät vaihtamalla tai uuden verkon rakentaminen ilmajohtona, jos maakaapeloinnista aiheutuisi kohtuuttoman suuret kustannukset ja haittaa maanomistajalle kallioisesta maaperästä johtuen. Nämä yksittäistapaukset tunnistetaan ja analysoidaan tapauskohtaisesti ottamalla huomioon asiakasvaikutukset ja elinkaarikustannukset osana tarkemman tason verkon suunnittelua. Tällaisten tapausten osuus koko asemakaava-alueiden verkon kehittämisessä on hyvin pieni (-1-2 % verkon uusimisesta) ja ne kohdistuvat pääasiallisesti pienjänniteverkkoon eikä sitä ole huomioitu verkon kustannusvertailussa.

### 4.1.2 ELINKAARIKUSTANNUKSET

Maakaapeloinnin elinkaarikustannuksista 95 % (93 % vanhan verkon saneerauksen tapauksessa) koostuu investointikustannuksista, jotka aiheutuvat suunnittelu-, dokumentointi-, rakentamis-, asennus- ja käyttöönottoista sekä lupakustannuksista. Vanhan verkon saneerauksen tapauksessa investointikustannuksen lisäksi muita kertaluontoisia kustannuksia ovat vanhan verkon purkamisen ja purkautuvan materiaalin hävittämisen kustannukset. Purkukustannusten osuus elinkaarikustannuksista on noin 2 %.

Operatiivisiin kustannuksiin sisältyvät verkon kunnossapidon kustannukset, kuten vaaditut kunnossapitotarkastukset, -mittaukset, -korjaukset ja -huollot sekä viankorjauksen kustannukset. Maakaapeloinnin osalta näiden kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on noin 2 %. Keskeytyksestä aiheutuvan haitan kustannusten osuus elinkaarikustannuksista taajama-alueella on 3 % maakaapelointiratkaisulla.

Tyypillinen hankekokonaisuus muodostuu asemakaavoitetulle alueelle tehdystä yleissuunnitelmasta, jolla kaikki tarvittavat verkonkehitystoimenpiteet tehdään kerralla kuntoon ko. alueen osalta. Keskimäärin näissä yleissuunnitelmissa uusitaan 4 km keskijänniteverkkoa ja 23 km pienjänniteverkkoa. Uuden maakaapeliverkon pituus on keskimäärin noin 1,32 kertainen verrattuna purettavaan ilmajohtoverkkoon. Aikaisemmin toteutetut verkonkehitystoimenpiteet ovat keskittyneet keskijänniteverkon kehittämiseen, joten tulevat toimenpiteet painottuvat pienjänniteverkkoon.

## TAULUKKO 10. TAAJAMA-ALUEEN SÄHKÖNJAKELURATKAISUN JAKAUTUMINEN KUSTANNUSKOMPONENTEILLE

KJ-ratkaisu	Kaapeli
PJ-ratkaisu	Kaapeli
Investointikustannus	2 113 401
Muut kustannukset	162 104
Elinkaarikustannus	2 275 504

## 4.2 Haja-alue (36 h)

Haja-alueella käytettävien rakentamisratkaisuiden keinovalikoimassa on huomioitu seuraavat vaihtoehdot:

- i. Maakaapeli
- ii. Avojohto
- iii. Päälystetty avojohto
- iv. Ilmakaapeli
- v. 1 kV sähkönjakelu
- vi. Pylvään vaihdot

**Levennetty johtokatu:** Haja-alueen verkon kehittämissuunnitelma pohjautuu pääosin ikä- ja kuntoperusteisen verkon saneeraukseen tai täysin uuden verkon rakentamiseen. Levennetty johtokatu ei ole vaihtoehto, joka olisi varsinainen oma ratkaisunsa verkon kehittämisessä. Johtokadun leventäminen parantaa ilmajohtoverkon luotettavuutta. Kun otetaan huomioon verkon kehittämisstrategia ja -tarve, leventäminen on lisäkustannus saneerauksesta aiheutuvalla investointikustannuksella ja se kasvattaisi entisestään epäsuhtaa uuden ilmajohtoverkon ja maakaapelin välillä maakaapelin eduksi.

### 4.2.1 TEKNINEN RATKAISU

Haja-aluevyöhykkeeseen sisältyy alueita, joiden olosuhteet liittyen asiakasmääriin, sähkönkulutukseen ja niiden kehittymiseen sekä verkon kriittisyyteen ja sähkönjakelun luotettavuuteen vaihtelevat suuresti. Haja-alueet lähellä taajamia tai muita kasvukeskittyviä ovat kehittyviä tai vakaita alueita, joissa asiakasmäärän ja sähkönkulutuksen oletetaan pysyvän tasaisena tai kasvavan tulevaisuudessa. Kun siirrytään kauemmas verkon latvaosiin, sähkönkäytön ja -tarpeen kehittymiseen sisältyy riskejä siitä, onko sähköverkolle enää tarvetta seuraavien vuosikymmenten aikana. Riski kohdistuu yksittäisiin keskijännitejohtoihin sekä pienjänniteverkon osuuksiin, joissa asiakkaiden määrä on pieni. Näiden lisäksi haja-asutusalueella sijaitsevat keskijänniteverkon osat sisältävät tärkeitä runko- ja varayhteyksiä, joiden merkitys verkon luotettavuuteen ja kapasiteettiin esim. korvaustilanteissa on varmistettava.

Haja-asutusalueiden keskimääräinen enimmäisteho saneeraamattoman keskijänniteverkon osalta on 2100 kW. Vakailta ja kehittyvillä alueilla sekä runko- ja varayhteyksien osalta kustannustehokkain ratkaisu on maakaapelointi

niin keski- kuin pienjänniteverkossa. Kun rakennetaan uutta verkkoa, maakaapelointi on kustannustehokkain ratkaisu. Verkon osat, joissa on tunnistettavissa todellinen riski sähkönkäytön tarpeen loppumiselle seuraavan 30–35 vuoden aikana, on kustannustehokkainta ylläpitää verkkoa uusimalla nykyisen ilmajohtoverkon pylväät. Tällöin kustannustehokkaimman ratkaisun määrittää tehtävän toimenpiteen investointikustannukset 50 vuoden elinkaarikustannusten sijasta.

Lisäksi yksittäisen johto-osuuden tapauksessa voi ratkaisuksi valikoitua nykyisen verkon saneeraus pylväät vaihtamalla tai uuden verkon rakentaminen ilmajohtona, jos maakaapeloinnista aiheutuisi kohtuuttoman suuret kustannukset ja haittaa maanomistajalle kalliosta maaperästä johtuen. Nämä yksittäistapaukset tunnistetaan ja analysoidaan tapauskohtaisesti ottamalla huomioon asiakasvaikutukset ja elinkaarikustannukset osana tarkemman tason verkon suunnittelua. Tällaisien tapauksien osuus koko haja-asutusalueen verkon kehittämisessä on hyvin pieni (-2-3 % verkon uusimisesta) eikä sitä ole huomioitu verkon kustannusvertailussa.

### 4.2.2 ELINKAARIKUSTANNUKSET

Maakaapeloinnin elinkaarikustannuksista 88 % vanhaa verkkoa saneerattaessa ja 95 % täysin uutta verkko rakennettaessa muodostuu suunnittelu-, dokumentointi-, rakentamis-, asennus- ja käyttöönotto-työstä sekä lupa-kustannuksista. Vanhan verkon saneerauksen tapauksessa investointikustannuksen lisäksi muita kertaluontoisia kustannuksia ovat vanhan verkon purkamisen ja purkautuvan materiaalin hävittämisen kustannukset, joiden osuus elinkaarikustannuksista on 7 %.

Maakaapelointiratkaisun operatiiviset kustannukset koostuvat verkon kunnossapidon kustannuksista, jotka sisältävät vaaditut kunnossapitotarkastukset, -mittaukset ja -korjaukset sekä viankorjauksen kustannukset. Maakaapeloinnin osalta näiden kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on noin 3 %. Keskeytyksestä aiheutuvan haitan kustannusten osuus elinkaarikustannuksista haja-asutusalueella on noin 2 % maakaapelointiratkaisulla.

Johto-osuuksille, joissa verkkoa ylläpidetään vaihtamalla nykyisen ilmajohtoverkon pylväät, investointi- ja purkukustannusten osuus elinkaarikustannuksista on 62 %. Muut kertaluontoiset kustannukset ratkaisulle koostuvat ilmajohtoverkon uudelleen pylvästämisestä, joka toteutetaan 35 vuotta tehdyn investoinnin jälkeen. Näiden kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on 19 %.

Pylväiden vaihtamisratkaisun operatiiviset kustannukset koostuvat verkon kunnossapidon kustannuksista, jotka sisältävät vaaditut kunnossapitotarkastukset, -mittaukset, -korjaukset ja ilmajohtoverkon vaatimat raivaukset sekä viankorjauksen kustannukset. Ratkaisun osalta näiden kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on noin 6 %. Keskeytyksestä aiheutuvan haitan kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on noin 13 % kyseisellä ratkaisulla.

Maakaapelointiratkaisua on verrattu erilaisiin ilmajohto- ja ilmakaapeliratkaisuihin, joissa periaatteena on verkon siirtäminen pois metsistä ja viljelysalueilta teiden varsille sekä ratkaisuun, jossa nykyistä ilmajohtoverkkoa ylläpidetään pylviä vaihtamalla. Lisäksi vertailu on tehty ratkaisulle, jossa käytetään 1 kV:n sähkönjakelutekniikkaa vaihtoehtona keskijänniteverkolle. Tämä ei kuitenkaan ole teknisesti mahdollinen vaihtoehto koko uusittavan verkon osalta, mutta muodostaa kuvan ratkaisun kustannuksista verrattuna muihin vaihtoehtoihin.

#### TAULUKKO 11. VERKONKEHITTÄMISRATKAISUT, JOITA ON VERRATTU MAAKAPELOINTIRATKAISUUN

	KJ- ratkaisu	PJ- ratkaisu
Ratkaisu 1	Avojohto	Ilmakaapeli (AMKA)
Ratkaisu 2	Pylväänvaihto	Pylväänvaihto
Ratkaisu 3	PAS -johto	Ilmakaapeli
Ratkaisu 4	Ilmakaapeli (AMKA)	Ilmakaapeli (AMKA)
Ratkaisu 5	1 kV	Maakaapeli

Ilmajohto- ja ilmakaapeliratkaisuiden sekä pylväänvaihto -ratkaisun osalta, elinkaarikustannuksissa on huomioitu uudelleen pylvästäminen, joka suoritetaan 35 vuotta tehdyn investoinnin jälkeen.

Tyypillinen hankekokonaisuus perustuu yleissuunnitelma-alueeseen, joka on muodostettu verkon iän, kunnon ja asiakasvaikutusten perusteella ottamalla huomioon verkon kehittämisen ja operoinnin kannalta optimaaliset aloitus- ja päätöspisteet. Käytännössä verkon kehittäminen etenee sähköasemilta kohti verkon tärkeitä solmupisteitä ja edelleen kohti verkon latvaosia. Keskimäärin näissä yleissuunnitelmissa saneerataan 5 km keskijänniteverkkoa ja 42 km pienjänniteverkkoa. Uuden verkon pituus on keskimäärin noin 1,22-kertainen verrattuna purettavaan ilmajohtoverkoon. Aikaisemmin toteutetut verkonkehitystoimenpiteet ovat keskittyneet keskijänniteverkon kehittämiseen, joten tulevat toimenpiteet painottuvat pienjänniteverkkoon.

#### TAULUKKO 12. HAJA-ALUEEN SÄHKÖNJAKELURATKAISUJEN KUSTANNUSVERTAILU TYYPILLISELLE HANKEKOKONAISUUDELLE

KJ ratkaisu	Kaapeli	Avojohto	Pylvään vaihto	PAS	Ilmakaapeli	1 kV
PJ ratkaisu	Kaapeli	AMKA	Pylvään vaihto	AMKA	AMKA	Kaapeli
<b>Investointikustannus</b>	1 738 680	1 438 702	1 177 697	1 498 650	1 572 067	1 830 777
<b>Muut kustannukset</b>	245 653	1 007 867	887 104	930 294	856 055	249 068
<b>Elinkaarikustannus</b>	1 984 333	2 446 570	2 064 801	2 428 944	2 428 122	2 079 845

## 4.3 Erityisalueet (72 h)

Erityisalueilla käytettävien rakentamiskäytävien keinovalikoimassa on huomioitu seuraavat vaihtoehdot:

- Maakaapeli
- Avojohto
- Päällystetty avojohto
- Ilmakaapeli
- 1 kV sähkönjakelu
- Pylvään vaihdot

**Levennetty johtokatu:** Erityisalueiden verkon kehittämissuunnitelma pohjautuu ikä- ja kuntoperusteisen verkon saneeraukseen tai täysin uuden verkon rakentamiseen, jolloin levennetty johtokatu ei ole vaihtoehto, joka olisi varsinainen oma ratkaisunsa verkon kehittämisessä. Johtokadun leventäminen sinällään parantaa ilmajohtoverkon luotettavuutta. Kun otetaan huomioon verkon kehittämissuunnitelma- ja -tarve, se on lisäkustannus saneerauksesta aiheutuvalle investointikustannukselle ja kasvattaisi entisestään kustannuseroa uuden ilmajohtoverkon ja maakaapelin välillä maakaapelin eduksi.

### 4.3.1 TEKNINEN RATKAISU

Erityisaluevyöhykkeeseen sisältyy alueita, joiden olosuhteet liittyvät asiakasmääriin, sähkönkulutukseen ja niiden kehittämiseen sekä verkon kriittisyyteen ja sähkönjakelun luotettavuuteen vaihtelevat suuresti. Asutus- ja vapaa-ajan asuntokeskittymät ovat kehittyviä tai vakaita alueita, joissa asiakasmäärän ja sähkönkulutuksen oletetaan pysyvän tasaisena tai kasvavan tulevaisuudessa. Kun siirrytään kauemmas verkon latvaosiin, sähkönkäytön ja -tarpeen kehittämiseen sisältyy riskejä siitä, onko sähköverkolle enää tarvetta seuraavien vuosikymmenten aikana. Riski kohdistuu yksittäisiin keskijännitejohtoihin sekä pienjänniteverkon osuuksiin, joissa asiakkaiden määrä on pieni. Näiden lisäksi erityisalueilla sijaitsevat keskijänniteverkon osat sisältävät tärkeitä runko- ja varayhteyksiä, joiden merkitys verkon luotettavuuteen ja kapasiteettiin esim. korvaus- ja poikkeustilanteissa on varmistettava.

Erityisalueiden keskimääräinen enimmäisteho saneeraamattoman keskijänniteverkon osalta on 800 kW. Vyöhykkeen kustannustehokkain verkonkehitysratkaisu on niin keski- kuin pienjänniteverkonkin osalta sekaverkko, jossa hyödynnetään maa- ja merikaapeli- sekä ilmajohtorakenteita olosuhteet huomioiden. Maakaapeliratkaisua hyödynnetään alueilla, joissa maakaapelointi on mahdollista toteuttaa ilman kohtuuttoman suuria louhintakustannuksia. Laajoilla kallioisilla osuuksilla verkon kehitysratkaisu on verkon ylläpitäminen uusimalla ilmajohtoverkon pylväät tai toissijaisesti pienjänniteverkon tapauksessa rakentamalla uusi ilmajohto. Myös täysin uutta verkkoa rakennettaessa hyödynnetään sekaverkkoratkaisuja, sillä se on olosuhteet huomioiden kustannustehokkain ratkaisu. Lisäksi verkon osat, joissa on tunnistettavissa todellinen riski sähkönkäytön tarpeen loppumiselle seuraavan 30–35 vuoden aikana, on kustannustehokkainta ylläpitää verkkoa uusimalla nykyisen ilmajohtoverkon pylväät. Tällöin kustannustehokkaimman ratkaisun määrittää tehtävän toimenpiteen investointikustannukset 50 vuoden elinkaarikustannusten sijasta.

#### 4.3.2 ELINKAARIKUSTANNUKSET

Sekaverkkoratkaisun elinkaarikustannuksista erityisalueilla noin 59 % koostuu maakaapeliverkon ja ilmajohtoratkaisujen suunnittelu-, dokumentointi-, rakentamis-, asennus- ja käyttöönotto työstä sekä lupakustannuksista. Vanhan verkon saneerauksen tapauksessa investointikustannuksen lisäksi muita kertaluonteisia kustannuksia ovat vanhan verkon purkamisen ja purkautuvan materiaalin hävittämisen kustannukset, joiden osuus elinkaarikustannuksista on 4 %.

Muut kertaluonteiset kustannukset sekaverkkoratkaisulle koostuvat ilmajohtoverkon uudelleen pylvästämisestä, joka toteutetaan 35 vuotta tehdyn investoinnin jälkeen. Näiden kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on 8 %.

Sekaverkkoratkaisun operatiiviset kustannukset koostuvat verkon kunnossapidon kustannuksista, jotka sisältävät vaaditut kunnossapitotarkastukset, -mittaukset ja -korjaukset sekä viankorjauksen kustannukset. Sekaverkon osalta näiden kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on noin 6 %. Keskeytyksestä aiheutuvan haitan

kustannusten osuus elinkaarikustannuksista erityisalueilla on noin 23 % sekaverkkoratkaisulla.

Sekaverkkoratkaisua on verrattu maakaapelointiratkaisuun, erilaisiin ilmajohto- ja ilmakaapeliratkaisuihin, joissa periaatteena on verkon siirtäminen pois metsistä ja viljelysalueilta teiden varsille sekä ratkaisuun, jossa nykyistä ilmajohtoverkkoa ylläpidetään pylväät vaihtamalla. Lisäksi vertailu on tehty ratkaisulle, jossa käytetään 1 kV:n sähkönjakelutekniikkaa vaihtoehtona keskijänniteverkolle. Tämä ei kuitenkaan ole teknisesti mahdollinen vaihtoehto koko uusittavan verkon osalta, mutta muodostaa kuvan ratkaisun kustannuksista verrattuna muihin vaihtoehtoihin.

#### TAULUKKO 13. VERKONKEHITTÄMISRATKAISUT, JOITA ON VERRATTU SEKAVERKKORATKAISUUN

	KJ- ratkaisu	PJ- ratkaisu
<b>Ratkaisu 1</b>	Maakaapeli	Maakaapeli
<b>Ratkaisu 2</b>	Avojohto	Ilmakaapeli (AMKA)
<b>Ratkaisu 3</b>	Pylväänvaihto	Pylväänvaihto
<b>Ratkaisu 4</b>	PAS -johto	Ilmakaapeli
<b>Ratkaisu 5</b>	Ilmakaapeli (AMKA)	Ilmakaapeli (AMKA)
<b>Ratkaisu 6</b>	1 kV	Maakaapeli

Ilmajohto- ja ilmakaapeliratkaisuiden sekä pylväänvaihto -ratkaisun osalta, elinkaarikustannuksissa on huomioitu uudelleen pylvästäminen, joka suoritetaan 35 vuotta tehdyn investoinnin jälkeen.

Tyypillinen hankekokonaisuus perustuu yleissuunnitelma-alueeseen, joka on muodostettu verkon iän, kunnon ja asiakasvaikutusten perusteella ottamalla huomioon verkon kehittämisen ja operoinnin kannalta optimaaliset aloitus- ja päätöspisteet. Käytännössä verkon kehittäminen etenee sähköasemilta kohti verkon tärkeitä solmupisteitä ja edelleen kohti verkon latvaosia. Keskimäärin näissä yleissuunnitelmissa saneerataan 11 km keskijänniteverkkoa ja 6 km pienjänniteverkkoa. Uuden verkon pituus on keskimäärin noin 1,10 kertainen verrattuna uusittavaan ilmajohtoverkkoon.

#### TAULUKKO 14. ERITYISALUEIDEN SÄHKÖNJAKELURATKAISUJEN KUSTANNUSVERTAILU TYYPILLISELLE HANKEKOKONAISUUDELLE

KJ-ratkaisu	Kaapeli	Avojohto	Pylvään vaihto	PAS	Ilmakaapeli	1 kV	Sekaverkko
PJ-ratkaisu	Kaapeli	AMKA	Pylvään vaihto	AMKA	AMKA	Kaapeli	Sekaverkko
<b>Investointikustannus</b>	973 046	710 008	544 238	770 064	843 616	1 018 590	641 242
<b>Muut kustannukset</b>	196 628	697 878	605 538	673 190	521 985	204 864	444 311
<b>Elinkaarikustannus</b>	1 169 674	1 407 886	1 149 777	1 443 254	1 365 601	1 223 454	1 085 553

# 5 Pitkän tähtäimen suunnitelma

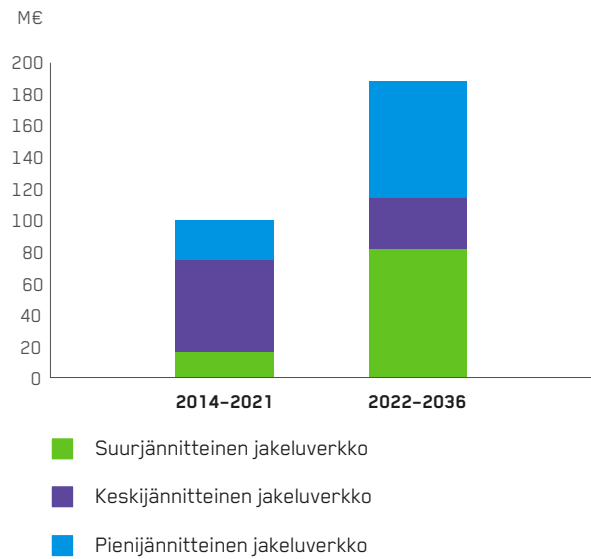
## 5.1 Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi

Caruna Espoo on investoinut vuosien 2014–2021 aikana merkittävästi jakeluverkon kapasiteetin ylläpitämiseksi ja laatuvaatimusten täyttämiseksi. Näiden investointien pääpaino on ollut keskijänniteverkossa ja se näkyy verkon sää- ja toimitusvarmuuden parantumisena.

Tulevina vuosina (2022–2028) investoinnit tähtäävät siihen, että kaikki Caruna Espoon asiakkaat tulevat olemaan sähkömarkkinalain laatuvaatimusten piirissä vuoden 2028 loppuun mennessä ja näiltä osin investoinnit kohdentuvat enemmän pienjänniteverkkoon. Tulevat suurjänniteverkon investoinnit kohdentuvat pääasiassa Espoon alueelle sisältäen muun muassa uuden Sinimäen sähköaseman ja sitä palvelevan uuden voimajohtoyhteyden Leppävaarasta.

Kuvassa 2 on esitetty ylätasolla vuosien 2014–2021 ja 2022–2028 investointitasot jaettuna suur-, keski- ja pienjänniteverkon laatuvaatimusten täyttämiseksi tehtäviin investointeihin. Vuosien 2022–2028 investointimäärät ovat suuntaa antavia ja tarkentuvat lähivuosina. Suurjänniteverkon investointeihin sisältyvät niin voimajohto kuin sähköasemainvestoinnit, keskijänniteverkon investointeihin keskijännitejohtojen lisäksi muuntamoihin kohdistuvat investoinnit.

KUVA 2. INVESTOINNIT VERKON LAATUVAATIMUSTEN TÄYTTÄMISEKSI JA YLLÄPITÄMISEKSI SEKÄ KAPASITEETTITARPEIDEN YLLÄPITÄMISEKSI

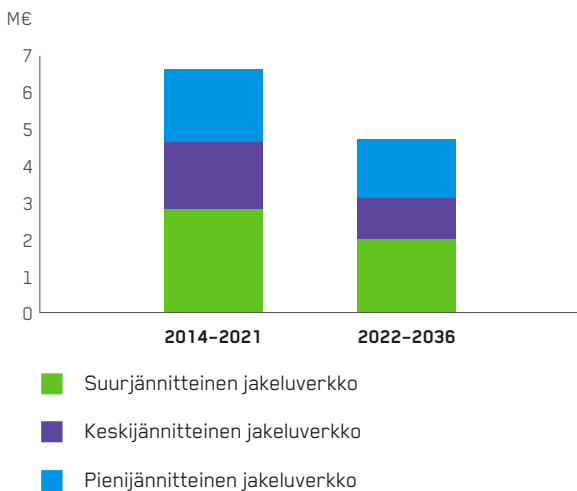


## 5.2 Verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi tehtävä kunnossapito

Sähkömarkkinalain toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi ja nykyisen käyttövarmuuden ylläpitämiseksi tehtävät kunnossapitotoimenpiteet kohdistuvat ilmajohtoja uhkaavien puiden raivauksiin. Nämä voidaan jakaa alustarai-vauxiin sekä vierimetsä- ja reunapuuvyöhykekäsittelyyn. Muutoin kunnossapitotoimenpiteet kohdistuvat nykyisten sähköverkkokomponenttien tarkastuksiin sekä pienempiin korjaaviin ja huoltaviin toimenpiteisiin. Näin varmistetaan, että sähköverkon komponentit ovat turvallisessa ja luotettavassa käyttökunnossa jokapäiväisessä sähkönjakelussa ja siten myös mahdollisissa erilaisissa säästä/myrskyistä johtuvissa häiriötilanteissa. Tarkastavilla, huoltavilla ja pienemmällä korjaavilla kunnossapitotoimenpiteillä ei ole toteutettu eikä suunniteltu pelkästään sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tähtääviä toimenpiteitä.

Kuvassa 3 on esitetty ylätasolla vuosien 2014–2021 ja 2022–2028 kunnossapitotasot jaettuna suur-, keski- ja pienjänniteverkon kunnossapitoon. Suurjänniteverkon kunnossapitoon sisältyvät niin voimajohtojen kuin sähköasemien kunnossapito ja johtokattujen raivaukset, keskijänniteverkon kunnossapitoon keskijännitejohtojen lisäksi muuntamoihin kohdistuvat kunnossapitotoimet.

**KUVA 3. VERKON LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄMISEKSI JA YLLÄPITÄMISEKSI TEHTÄVÄ KUNNOSSAPITO**



## 5.3 Laatuvaatimusten piirissä olevien käyttöpaikkojen määrän kehitys

Taulukossa 15 on esitetty arvio käyttöpaikkojen ja käyttöpaikkojen, jotka täyttävät sähkönjakelun laatuvaatimukset määrien kehityksestä vuoden 2028 lopussa. Käyttöpaikkojen määrät on arvioitu perustuen luvussa 2 esitettyyn ennusteeseemme käyttöpaikkojen määrän kehityksestä. Kaikki Caruna Espoon käyttöpaikat tulevat olemaan laatuvaatimusten piirissä vuoden 2028 lopussa. Käyttöpaikat on jaettu laatuvaatimusten mukaisesti asemakaava-alueella, asemakaava-alueen ulkopuolella ja erityisalueella (= alue, johon sovelletaan paikallisiin olosuhteisiin perustuvaa laatuvaatimustasoa) sijaitseviin käyttöpaikkoihin.

**TAULUKKO 15. ARVIO KÄYTTÖPAIKKOJEN MÄÄRÄSTÄ JA LAATUVAATIMUSTEN PIIRISSÄ OLEVISTA KÄYTTÖPAIKOISTA 31.12.2028**

	31.12.2021	31.12.2028
Asemakaava-alueella käyttöpaikkoja	217 075	254 697
Asemakaava-alueella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	210 187	254 697
Asemakaava-alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja	12 675	14 386
Asemakaava-alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	11 855	14 386
Erityisalueilla käyttöpaikkoja	554	609
Erityisalueilla käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	499	609



## 5.4 Rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttävän sähköjakeluverkon määrän kehitys

Taulukossa 16 on esitetty arvio rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttävän verkon määrästä vuoden 2028 loppuun mennessä. Rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttäväksi verkoksi tulkitaan säänkestävä verkko.

**TAULUKKO 16. ARVIO VERKON MÄÄRÄSTÄ JA RAKENTEELLISESTI LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄSTÄ VERKON MÄÄRÄSTÄ (KM) VUONNA 2028**

	31.12.2021	31.12.2028
Keskijänniteverkko, km	2 044	2 278
Keskijänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset, km	1 915	2 237
Pienjänniteverkko, km	5 936	6 786
Pienjänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset, km	5 638	6 455

## 5.5 Kuvaus kulutus- ja tuotantoliittymistä, jotka edellyttävät merkittäviä jakeluverkkoinvestointeja

Tässä kappaleessa esitämme arviomme verkkoomme seuraavan kymmenen vuoden aikana mahdollisesti liitettävästä uudesta tuotannosta ja kulutuksesta sekä näiden vaikutuksista investointeihimme keski- ja suurjänniteverkon osalta.

### 5.5.1 SEURAAVAN 0–5 VUODEN AIKANA

#### 5.5.1.1 Tuotantoliittymät ja tuotantoasiakkaat

Seuraavan 0–5 vuoden aikana Caruna Espoon toiminta-alueilla on tunnistettu eniten tuotantopotentiaalia keskisuuren ja suuren kokoluokan aurinkovoimaloissa. Tuulivoiman rakentaminen entuudestaan tiiviisti rakennetulle alueelle voi olla muun muassa luvituksen osalta ongelmallista, joten ainakaan lyhyellä aikajänteellä alueelle ei ole odotettavissa merkittäviä tuulivoimalahankkeita.

#### 5.5.1.2 Kulutusliittymät ja kulutusasiakkaat

Uusien kulutusliittymien ja kulutusasiakkaiden potentiaali Caruna Espoon kaupunkimaisilla verkkoalueilla seuraavan 0–5 vuoden aikana on merkittävä. Kokonaisuudessaan tunnistettuja erityyppisiä suuremman kokoluokan kulutusliittymäkyselyjä ja asiakaspotentiaalia on arvioitu olevan jopa noin 350–400 MVA. Kaikkien tiedossa olevien

hankkeiden toteutuminen ei ole varmaa ja hankkeiden toteutusaikatauluissa on vielä epävarmuuksia.

Erittymisen voimakkaasti kaupunkialueilla ja etenkin Espoon verkkoalueella kulutusliittymissä korostuvat energiamurroksen ajankohtaiset teemat: lämmityksen sähköistyminen sekä kaukolämmön että kiinteistökohtaisten ratkaisujen kautta, sähköisen liikenteen ja latausratkaisujen sähköntarve sekä palvelinkeskustoimijoiden hankekehitysprojektit. Lisäksi kaupunkirakenteen kehitys ja voimakas rakentaminen luovat alueellisia kulutuskeskittymiä, joissa suuret kiinteistökokonaisuudet vaativat merkittävän kokoluokan kulutusliittymiä keskijännitteisestä jakeluverkosta.

Näiden lisäksi tiedossa on myös palvelinkeskushankkeisiin liittyviä tiedusteluja kulutusliittymille. Liikenteen sähköistyminen sekä ajoneuvoliikenteen että raideliikenteen osalta on nähtävissä kulutusliittymien kasvavassa tarpeessa Caruna Espoon verkkoalueilla. Tyypillisiä kulutusliittymähankkeita ovat raideliikenteen sähköistäminen (esim. Raide-Jokeri pikaraitiotie), linja-autoliikenteen latausratkaisut sekä sähköautojen pikalatauskeskittämät. Näihin liittymiin liittyviä asiakaskyselyitä on tällä hetkellä tunnistettuna noin 25 MVA seuraavan viiden vuoden ajalle, mutta arvion mukaan kulutusliittymien tarve voi kasvaa merkittävästi tunnistettua tehontarvetta suuremmaksi lähivuosina

### 5.5.2 SEURAAVAN 6–10 VUODEN AIKANA

#### 5.5.2.1 Tuotantoliittymät ja tuotantoasiakkaat

Pidemmillä 6–10 vuoden aikavälillä Caruna Espoon verkkoalueilla uusia merkittäviä tuotantoliittymiä arvioidaan toteutuvan rajallisesti, sillä suuremman kokoluokan uusi sähköntuotantokapasiteetti keskittyy Suomessa harvemmin asutuille alueille. Kuten lyhyemmälläkin 0–5 vuoden aikajänteellä, tuotantoliittymissä lähinnä keskisuuren ja suuren kokoluokan aurinkovoimalat nähdään mahdollisina tuotantomuotoina Caruna Espoon alueella. Aurinkoenergiaan perustuva sähköntuotanto lisääntynee merkittävästi etenkin kiinteistökohtaisissa ratkaisuissa, mutta sähköjakelun kannalta niiden vaikutukset verkkoinvestointeihin ovat usein hyvin maltilliset, sillä aurinkopaneeliratkaisut mitoitetaan pääosin kattamaan kiinteistön omaa kulutusta.

#### 5.5.2.2 Kulutusliittymät ja kulutusasiakkaat

Kulutusliittymien ja uusien kuormien osalta seuraavan 6–10 vuoden aikavälillä lämmityksen sähköistymisen arvioidaan edelleen jatkuvan. Kaukolämmityksen sähköistymisen osalta suurin osa hankkeista voi toteutua jo seuraavan viiden vuoden kuluessa, sillä fossiilisen lämmöntuotannon osuus pyritään minimoimaan mahdollisimman nopeasti etenkin Espoossa. Joka tapauksessa polttamiseen perustuvan lämmöntuotannon roolin arvioidaan edelleen vähenevän pidemmälläkin aikavälillä, mikä tarkoittaa merkittäviä investointeja jakeluverkon kulutusliittymien toteuttamiseksi.

Liikenteen sähköistymisen odotetaan jatkuvan voimakkaana koko 2020-luvun, mikä aiheuttaa merkittäviä jakeluverkkoinvestointeja myös pidemmällä 6–10 vuoden aikaperspektiivillä. Etenkin raiteliikenteen sähköistäminen (junaradat, pikaraitiolinjat) ja tieliikenteen latausratkaisujen toteuttaminen (henkilöautoliikenne, linja-autoliikenne, muu kuljetus- ja logistiikkaliikenne) vaativat investointeja myös sähkönjakeluverkkoon.

Asukasmäärien voimakas kasvu sekä kaupunkirakenteen kehittyminen ja tiivistyminen Caruna Espoon toiminta-alueella vaatii sähkönjakeluverkon jatkuvaa kehittämistä, jotta sähköntehontarpeen kasvuun pystytään vastaamaan.

Merkittävien, sähköntensiivisten teollisuusasiakkaiden määrä Caruna Espoon verkkoalueella on rajattu (pl. energiateollisuus ja kaukolämmön tuotanto), joten tähän liittyvän sähkönkulutuksen ja uusien kulutusliittymien tarpeen kasvun arvioidaan olevan maltillista pidemmällä 6–10 vuoden aikavälillä. Toimialaa kuitenkin seurataan aktiivisesti osana jatkuvaa asiakastyötä ja verkon kehittämistä.

## 5.6 Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähkönjakeluverkkoon

### 5.6.1 SEURAAVAN 0–5 VUODEN AIKANA

Investointien seuraavaan viiden vuoden aikana Caruna Espoon alueella merkittäviin asiakaslähtöisiin liittymäinvestointeihin arvioidaan olevan noin 6–8 M€ eli vuositasolla 1,0–1,3 M€. Tämänhetkisen arvion mukaan investoinnit painottuvat kulutusliittymiin. Muutokset yksittäisten isojen asiakashankkeiden toteutumisessa (esim. palvelinkeskukset tai lämpöpumppulaitokset) voivat vaikuttaa yksittäisen vuoden investointeihin merkittävästi. Edellä arvioidut investointikustannukset kohdistuvat sekä suurjänniteverkon asiakaslähtöisiin investointeihin että keskijänniteverkon uusliittymäinvestointeihin. Yllä olevaan arvioon ei ole sisällytetty normaalia orgaanista verkon kehittämistä ja investointeja uusien pienjänniteliittymien kautta.

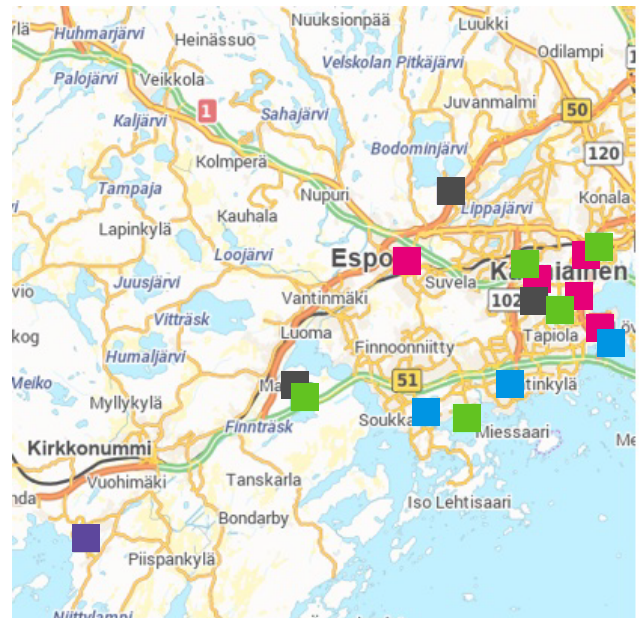
### 5.6.2 SEURAAVAN 6–10 VUODEN AIKANA

Pidemmällä 6–10 vuoden aikavälillä investointimäärien uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi arvioidaan pysyvän samassa suuruusluokassa kuin edellä arvioidun seuraavien 0–5 vuoden aikana. Kaupunkiympäristöissä liittymäinvestointien arvioidaan painottuvan edelleen kulutusliittymiin, pois lukien mahdolliset tuotantolaitokset etenkin aurinkosähköön perustuen. Merkittävimmät uudet kulutusliittymäprojektit esimerkiksi lämmöntuotannon sähköistymisen osalta etenkin kaukolämpösektorilla nähtäneen jo 0–5 vuoden kuluessa, mutta toisaalta voimakas kaupunkikehitys ja muu sähköistyminen (esim. liikenne) tukevat kasvun jatkumista.

## 5.7 Havainnollistus uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi verkkoalueella

Erityyppisten tuotannon ja kuormien (kulutusasiakkaiden) maantieteellistä sijoittumista on visualisoitu alla olevalla karttapohjalla ylätasoina potentiaalina, perustuen mm. kyselyihin ja jatkuvaan asiakastyöhön. Etenkin kulutustyyppiset tuotantoliittymäkyselyt, kuten palvelinkeskukset, lämmöntuotannon sähköiset ratkaisut sekä kaupunkien sisäisen raiteliikenteen sähköistäminen painottuvat Caruna Espoossa selkeästi Espoon alueelle. Joensuun alueen potentiaalisia hankkeita ei ole eritelty karttapohjalla niiden vähäisen lukumäärän vuoksi.

**KUVA 4. HAVAINNOLLISTUS UUDEN TUOTANNON JA UUSIEN KUORMIEN ASIAKASPOTENTIALISTA CARUNA ESPOON VERKKOALUEELLA**



- Kulutus, merkittävä kiinteistökeskittymä
- Kulutus, konesalit
- Kulutus, sähköinen liikenne
- Kulutus, lämmöntuotanto (lämpöpumppu/sähkökattilat)
- Kulutus, teollisuus

# 6 Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

## 6.1 Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi

Vuosien 2022 ja 2023 aikana tavoitteenamme on parantaa sähkönjakelun toimitusvarmuutta ja mahdollistaa uusien tuotantojen sekä uusien kuormien liittäminen sähköverkkoon. Suunnitellut investoinnit vuosille 2022–2023 toimitusvarmuuden ja kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi ovat yhteensä noin 64 M€. Esitetyt luvut eivät pidä sisällään kasvuinvestointeja.

Sähkömarkkinalain toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi ja nykyisen käyttövarmuuden ylläpitämiseksi tehtävät kunnossapitotoimenpiteet kohdistuvat ilmajohtoja uhkaavien puiden raivauksiin, jotka voidaan jakaa alustarivauksiin sekä vierimetsä- ja reunapuuvyöhykekäsittelyyn. Muutoin kunnossapitotoimenpiteet kohdistuvat nykyisten sähköverkkokomponenttien tarkastuksiin sekä pienempiin korjaaviin ja huoltaviin toimenpiteisiin. Näin varmistetaan, että sähköverkon komponentit ovat turvallisessa ja luotettavassa käyttökunnossa päivittäisessä sähkönjakelussa ja siten myös mahdollisissa erilaisissa säästä/myrskyistä johtuvissa häiriötilanteissa. Tarkastavilla, huoltavilla ja pienemmillä korjaavilla kunnossapitotoimenpiteillä ei ole toteutettu eikä suunniteltu pelkästään sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tähtääviä toimenpiteitä.

Taulukossa 17 on eritelty tarkemmin, miten investoinnit ja kunnossapitokustannukset jakautuvat eri jännitetasoille.

### TAULUKKO 17. VUOSIEN 2022–2023 SUUNNITELLUT INVESTOINNIT JA KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET VERKON LAATUVAATIMUSTEN TÄYTTÄMISEKSI

M€	Investoinnit	Kunnossapito
Suurjännitteinen jakeluverkko	14	0,2
Sähköasemat	22	0,3
Keskijännitteinen jakeluverkko	8	0,3
Muuntamot	6	0,1
Pienjännitteinen jakeluverkko	14	0,4

## 6.2 Laatuvaatimuksen piirissä olevien käyttöpaikkojen määrät investointien jälkeen

Taulukossa 18 esitetään arvio vuosien 2022–2023 aikana toteuttavien toimenpiteiden vaikutuksesta laatuvaatimusten piirissä olevien käyttöpaikkojen määrään. Käyttöpaikat on jaettu laatuvaatimusten mukaisesti asemakaava-alueella, asemakaava-alueen ulkopuolella ja erityisalueella (= alue, johon sovelletaan paikallisiin olosuhteisiin perustuvaa laatuvaatimustasoa) sijaitseviin käyttöpaikkoihin.

### TAULUKKO 18. ARVIO KÄYTTÖPAIKOISTA JA LAATUVAATIMUSTEN PIIRISSÄ OLEVISTA KÄYTTÖPAIKOISTA VUOSIEN 2022–2023 TOIMENPITEIDEN JÄLKEEN

	31.12.2023
Asemakaava-alueella käyttöpaikkoja	217 075
Asemakaava-alueella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	212 183
Asemakaava-alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja	12 675
Asemakaava-alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	12 089
Erytisalueilla käyttöpaikkoja	554
Erytisalueilla käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	499

## 6.3 Kehittämisyöhykkeet, joilla tehdään toimenpiteitä

Kuluvan ja seuraavan vuoden aikana on suunniteltu toteutettavan toimenpiteitä: taajama-alueella, haja-alueella ja erityisalueella. Tarkemmin käynnissä oleviin työmaihimme voi tutustua sivustollamme:  
<https://www.caruna.fi/tyomaat>

### 6.3.1 TAAJAMA-ALUEELLA

Sähköasemien ja voimajohtojen investoinnit on esitetty taulukon 16 luvuissa kokonaisuudessaan. Toimenpiteet vaikuttavat merkittävästi taajama-alueen sähkökäyttöpaikkojen sähkökäyttötarpeiden täyttämiseen.

Vuosien 2022 ja 2023 aikana toteutetaan koko vastuualueen taajama-alueilla kohdennettuja hankkeita, joissa jäljellä olevia ilmajohtoja saneerataan kaapeloimalla sekä vaihtamalla pylväsmuuntamot puistomuuntamoiksi. Saneerausten yhteydessä lisätään myös verkostoautomaation määrää. Vuosien 2022–2023 aikana taajama-alueiden toimenpiteitä on suunniteltu toteutettavan koko verkkoalueen taajama-alueilla.

### 6.3.2 HAJA-ALUEELLA

Sähköasemien ja voimajohtojen investoinnit on esitetty taulukon 16 luvuissa kokonaisuudessaan. Toimenpiteet vaikuttavat myös haja-alueen sähkökäyttöpaikkojen sähkökäyttötarpeiden täyttämiseen.

Vuosina 2022–2023 toteutetaan keski- ja pienjänniteilmajohtojen sekä pylväsmuuntamoiden saneerausinvestointeja. Näillä kohdennetuilla toimenpiteillä muutetaan jakeluverkkoa sähkönjakelun laatuvaatimukset täyttäväksi sekä lisätään verkostoautomaatiota. Laajimpia toimenpiteitä tehdään Kirkkonummella sekä Luoteis- ja Pohjois-Espoossa.

### 6.3.3 ERITYISALUEELLA

Sähköasemien ja voimajohtojen investoinnit on esitetty taulukon 16 luvuissa kokonaisuudessaan. Toimenpiteet vaikuttavat myös erityisalueiden sähkökäyttöpaikkojen sähkökäyttötarpeiden täyttämiseen.

Erityisalueella jatketaan keski- ja pienjänniteilmajohtojen sekä pylväsmuuntamoiden saneerausinvestointeja vuosina 2022–2023. Näillä kohdennetuilla toimenpiteillä saneerataan jakeluverkkoa laatuvaatimukset täyttäväksi sekä lisätään verkostoautomaatiota. Toimenpiteet koskevat koko vastuualueen erityisalue- vyöhykeitä eli mm Espoon ja Kirkkonummen merialueita.

## 6.4 Laatuvaatimukset täyttävän sähkönjakeluverkon määrä ja maakaapelointiaste toimenpiteiden jälkeen

Taulukossa 19 on esitetty arvio rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttävän verkon määrästä ja maakaapelointiasteesta vuosien 2022 ja 2023 toimenpiteiden jälkeen. Rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttäväksi verkoksi tulkitaan säänkestävä verkko.

### ULUKKO 19. ARVIO RAKENTEELLISESTI LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄSTÄ VERKON MÄÄRÄSTÄ (KM) JA MAAKAAPELOINTIASTEESTA VUOSIEN 2022 JA 2023

	31.12.2023
Keskijänniteverkko (km)	2 149
Keskijänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset (km)	2 087
Keskijänniteverkon maakaapelointiaste (%)	96 %
Pienjänniteverkko (km)	6 319
Pienjänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset (km)	5 638
Pienjänniteverkon maakaapelointiaste (%)	84 %

## 6.5 Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista

### 6.5.1 KILOMETREINÄ

Arvio on, että vuosien 2022–2023 aikana toteutettavissa investoinneissa yhteisrakentamista hyödynnetään 30–45 kilometriä. Yhteisrakentamisen laajuus tarkentuu investointien edetessä.

### 6.5.2 PROSENTTEINA INVESTOITAVISTA KILOMETREISTÄ

Arvio on, että vuosien 2022–2023 aikana toteutettavissa investoinneissa yhteisrakentamista hyödynnetään 5–7 prosentissa rakennettavissa kilometreissä.

## 6.6 Investointien suunnitelmien julkaisu yhteisrakentamisen edistämiseksi

Edistämme yhteisrakentamista alueellamme järjestämällä vuosittain tarpeellisen määrän kuntakohtaisia tapaamisia, joissa käydään läpi eri osapuolten tulevia hankkeita. Näissä yhteyksissä edistämme yhteisrakentamisen laajamittaista mahdollistamista. Tämän lisäksi osallistumme muiden koollekutsumiin vastaaviin tapaamisiin. Julkaisemme myös suunnitelmiamme Verkkotietopiste-palvelussa.

## 6.7 Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähköjakeluverkkoon

Kuluvan ja seuraavan vuoden investointien asiakaslähtöisiin jakeluverkkoinvestointeihin arvioidaan olevan vuositasolla noin 1,0–1,3 M€/vuosi Caruna Espoon alueella. Investoinnit kohdistuvat suurjännitteisen jakeluverkon asiakaslähtöisiin investointeihin ja keskijänniteverkon liittymäinvestointeihin. Näiden lisäksi Espoon verkkoalueella suurjännitteistä jakeluverkkoa kehitetään mm. uusien sähköasemainvestointien kautta. Näin varaudutaan tuleviin asiakasliittymiin ja jakeluverkon tehontarpeen kasvuun pidemmällä aikavälillä.

Caruna Espoon alueella investoinnit uusiin liittymiin seuraavan kahden vuoden aikana painottuvat selkeästi uusiin kuormiin ja uusien kulutusliittymien toteuttamiseen. Tämä tarkoittaa liittymispisteissä sähköasemilla tehtäviä laajennus- ja muutosinvestointeja, joilla uudet asiakkaat liitetään sähköjakeluverkkoon. Sähköasemilla tehtävillä investoinneilla mm. palvelinkeskuksia ja suuren kokoluokan lämpöpumppulaitoksia saadaan liitettyä jakeluverkkoon. Investoinnit keskijänniteverkon asiakasinvestointeihin painottuvat myös kulutusliittymiin. Nämä investoinnit koostuvat tyyppillisistä verkonrakennusmateriaaleista ja -töistä (esim. kytkemöt, maakaapelit, haaroituskaapit, kaivu- ja asennustyö).

## 6.8 Joustopalveluiden hyödyntäminen

### 6.8.1 SELVITYKSET JA PILOTTIHANKKEET JOUSTOPALVELUISTA

#### 6.8.1.1 Virtuaalisen energiayhteisön pilotti

Valikoitujen asiakkaiden kanssa yhteistyössä suunniteltu virtuaalisen energiayhteisön mallin pilotointi. Nykyistä verkkoinfraa hyödyntävä energiayhteisökonsepti mahdollistaisi asiakkaalle yhdessä käyttöpaikassa tuotetun aurinkotuotannon hyödyntämisen myös muissa saman asiakkaan käyttöpaikoissa.

#### 6.8.1.2 Akkujen hyödyntäminen tilapäisten hyperlokaalien jakeluverkkopalveluiden turvaamiseen

Tavoitteena pilotoida siirrettävien akkujen soveltuvuutta jakeluverkon tilapäisten ongelmien ratkaisemiseksi. Potentiaalisia käyttötapauksia akulle ovat muun muassa pullonkaulatilanteet, toimitusvarmuuden takaaminen, sähkönladun parantaminen sekä loistehon kompensointi.

# 7 Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana

## 7.1 Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi

Caruna Espoon osalta toimitusvarmuusvaatimuksen täyttämiseksi suunnitellut investoinnit ovat edenneet pitkällä aikavälillä hyvin, vaikkakin edelliset kaksi vuotta ovat olleet haastavampia. Vuosien 2020 ja 2021 aikana toteutettujen verkon kehittämistoimenpiteiden pääpaino oli asemakaava-alueilla vielä jäljellä olevien pienjänniteilmajohtojen saneeraushankkeen aloitus, jonka yhteydessä kaapeloidaan jäljellä olevat yksittäiset keskijänniteilmajohdot. Haja-asutusalueella oli tarkoitus jatkaa jäljellä olevien keski- ja pienjänniteilmajohtojen saneerausta säävarmuuden sekä verkon mekaanisen kunnon parantamiseksi.

Vuoden 2020 kehittämissuunnitelmaan verrattuna suurimmat suunnitelman ja toteutettujen toimenpiteiden väliset erot aiheutuvat muutoksista asemakaava-alueiden saneerauksissa. Vuoden 2020 suunnitelmaan verrattuna asemakaava-alueiden toteutusta viivästytti esisuunnitelmien teko ja yhteisrakentamiskumppaneiden kartoittaminen. Asemakaava-alueen ulkopuolella verkon saneeraukset toteutuivat pääosiltaan suunnitellussa laajuudessa.

Yhteensä vuosien 2020–2021 aikana sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten vuoksi sähkönjakeluverkkoon on investoitu noin 17 M€. Tarkempi erittely investoinneista on esitetty taulukossa 20.

Sähkömarkkinalain toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi ja nykyisen käyttövarmuuden ylläpitämiseksi tehtävät kunnossapitotoimenpiteet kohdistuvat ilmajohtoja

uhkaavien puiden raivauksiin, jotka voidaan jakaa alustarivauksiin sekä vierimetsä- ja reunapuuvyöhykäsittelyyn. Muutoin kunnossapitotoimenpiteet kohdistuvat nykyisten sähköverkkokomponenttien tarkastuksiin sekä pienempiin korjaaviin ja huoltaviin toimenpiteisiin. Näin varmistetaan, että sähköverkon komponentit ovat turvallisessa ja luotettavassa käyttökunnossa päivittäisessä sähkönjakelussa ja siten myös mahdollisissa erilaisissa säästä/myrskyistä johtuvissa häiriötilanteissa. Tarkastavilla, huoltavilla ja pienemmällä korjaavilla kunnossapitotoimenpiteillä ei ole toteutettu eikä suunniteltu pelkästään sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tähtääviä toimenpiteitä.

Verkon kunnossapitoon käytettiin kokonaisuudessaan vuosina 2020–2021 noin 1,7 M€. Kustannukset koostuivat suurjännitejohtojen, sähköasemien, keski- ja pienjänniteverkon tarkastuksista, raivauksista, korjauksista sekä huolloista. Kunnossapitotoimenpiteistä noin 0,4 M€ muodostivat ilmajohtoverkon johtokatujen raivaukset, joilla on eniten vaikutusta toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseen myrsky- ja lumikuormatilanteissa.

**TAULUKKO 20. VUOSIEN 2020–2021 TEHDYT INVESTOINNIT JA KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET VERKON LAATUVAATIMUSTEN TÄYTTÄMISEKSI**

M€	Investoinnit	Kunnossapito
Suurjännitteinen jakeluverkko	0	0,31
Sähköasemat	0	0,29
Keskijännitteinen jakeluverkko	6,6	0,27
Muuntamot	1,9	0,12
Pienjännitteinen jakeluverkko	8,6	0,71

## 7.2 Laatuvaatimuksen piirissä olevien käyttöpaikojen määrät investointien jälkeen

Taulukossa 21 on esitetty niin käyttöpaikkojen kokonaismäärä kuin laatuvaatimusten piirissä olevien käyttöpaikkojen määrä vuosien 2020 ja 2021 investointien jälkeen.

**TAULUKKO 21. KÄYTTÖPAIKAT JA LAATUVAATIMUSTEN PIIRISSÄ OLEVAT KÄYTTÖPAIKAT VYÖHYKKEITTÄIN**

	31.12.2021
Asemakaava- alueella käyttöpaikkoja	217 075
Asemakaava- alueella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	210 187
Asemakaava- alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja	12 675
Asemakaava- alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	11 855
Erityisalueilla käyttöpaikkoja	544
Erityisalueilla käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä	499

## 7.3 Kehittämisyöhykkeet, joilla tehtiin toimenpiteitä

Vuosien 2020 ja 2021 aikana rakennettiin sähkönjakelun laatuvaatimusten mukaista uutta keskijänniteverkkoa noin 252 km ja pienjänniteverkkoa noin 382 km.

Caruna Espoon osalta toimitusvarmuusvaatimuksen täyttämiseksi suunnitellut investoinnit ovat edenneet pitkällä aikavälillä hyvin vaikkakin edelliset kaksi vuotta ovat olleet haastavampia. Vuosien 2020 ja 2021 aikana toteutettujen verkon kehittämistoimenpiteiden pääpaino oli taajama-alueille kohdennetun verkonsaneeraushankkeen aloituksessa. Hankkeen tavoitteena oli saneerata taajama-alueilla vielä jäljellä olevat pienjänniteilmajohtojen ja kaapeloida jäljellä olevat yksittäiset keskijänniteilmajohdot. Haja-alueella jatkettiin jäljellä olevien keski- ja pienjänniteilmajohtojen saneerausta säävarmuuden sekä verkon mekaanisen kunnon parantamiseksi.

**TAULUKKO 22. RAKENTEELLISESTI LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄ VERKKO VUOSIEN 2020–2021 TOIMENPITEIDEN JÄLKEEN**

	31.12.2021
Keskijänniteverkko, km	2 044
Keskijänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset	1 915
Pienjänniteverkko km	5 936
Pienjänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset	5 208

## 7.4 Yhteisrakentamisen osuus suunnitteluista investoinneista

### 7.4.1 KILOMETREINÄ

Sähköverkkoa on rakennettu vuosien 2020–2021 aikana yhteensä noin 633 kilometriä, josta yhteisrakentamista on noin 82 kilometriä.

### 7.4.2 PROSENTTEINA INVESTOITAVISTA KILOMETREISTÄ

Yhteisrakentamisen osuus oli 13 prosenttia rakennetuista kilometreistä.

## 7.5 Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähkönjakeluverkkoon

Vuosina 2020–2021 toteutuneet investoinnit uusien merkittävien tuotanto- ja kulutusasiakkaiden liittämiseksi Caruna Espoossa ovat olleet yhteensä noin 1,5 M€ koostuen keskijänniteverkon merkittävistä asiakasliittymäinvestoinneista. Liittymät ovat olleet uusien kuormien liittymisen mahdollistavia kulutusliittymiä. Suurjänniteverkossa ei kyseisellä aikavälillä toteutettu merkittäviä uuden tuotannon tai kuormien liittämiseksi tarkoitettuja investointiprojekteja.

Keskijänniteverkon asiakasinvestoinneissa tehtiin investointeja 20 kV kulutusliittymien toteuttamiseksi. Liittymäinvestoinnit koostuivat tyypillisistä verkonrakennusmateriaaleista ja -töistä (esim. kytkemöt, maakaapelit, haaroituskaapit, kaivu- ja asennustyö), joilla asiakkaat saatiin liitettyä jakeluverkon piiriin.

## 7.6 Joustopalveluiden hyödyntäminen kahden edellisen vuoden aikana

### 7.6.1 ÄLYKÄS KUORMANOHJAUS

Sähkökuormanohjauksen avulla asiakas voi ajastaa sähkökäyttöisiä varaavia lämmityslaitteita, kuten lämminvesivaraajan tai varaavaa lämmitystä käynnistymään yö- tai päiväaikaan. Sähkökuorman ohjauksen kytkentäaikoja asiakas voi säätää Caruna+ mobiilisovelluksessa. Tällaisia kohteita ovat omakotitalot ja useimmat paritalot. Kuormanohjauksen avulla voi ajallisesti hallita sähkönkulutusta. Kuormanohjauspalvelussa muutos toteutetaan siten, että eri asiakasryhmille tarjotaan heille sopivia kuormanohjausryhmiä nykyistä laajemmasta kuormanohjausvalikoimasta. Uusia ryhmiä on suunnitteilla esimerkiksi yö- ja aamuyö-ryhmille sekä aurinkosähkötuottajille. Kuormanohjauksella voidaan myös vähentää sähköverkon kulutuspiikkejä, kun laitteet eivät kytkeydy yhtäaikaisesti päälle ja niiden aiheuttama kuorma ei rasita sähköverkkoa.

### 7.6.2 SELVITYS VIRTUAALISEN ENERGIAYHTEISÖPALVELUN LUOMISESTA

Caruna on suunnitellut ja selvittänyt pilotointimahdollisuutta virtuaalisen energiayhteisökonseptin edistämiseksi. Konseptin avulla asiakas, jolla on useita käyttöpaikkoja, voisi kuluttaa yhdessä paikassa tuottamaansa energiaa myös muissa käyttöpaikoissaan, mikä mahdollistaisi suurempien ja kannattavampien omatuotantoyksikköjen investointit. Energiayhteisötoimijat voidaan nähdä myös potentiaalisina joustoressurssien lähteinä tulevaisuuden energiajärjestelmässä. Keskustelu konseptoidun palvelun reunaehdoista ja pilottikohteesta on meneillään viranomaisten ja muutaman aktiivisen kunnan kanssa.

### 7.6.3 ST-POOLIN SELVITYS PAIKALLISTASON JOUSTOSTA

Caruna toimii ohjausryhmäjäsenenä ST-pooli vetoisessa jakeluverkonhaltijan joustoa käsittelevässä selvityshankkeessa. Hankkeessa selvitetään laajasti erilaisten joustoressurssien potentiaalia, erilaisten joustomarkkinamallien toteutettavuutta sekä joustojen hankinnan teknisiä edellytyksiä.

### 7.6.4 SELVITYS JAKELUVERKKOONLIITETTÄVIEN AKKUJEN MARKKINASTA JA MARKKINAKEHITYKSESTÄ

Caruna on selvittänyt energianvarastointimarkkinoiden tilannetta sekä potentiaalisia kumppanitoimijoita energianvarastointiratkaisujen tulevia hyödyntämistarpeita varten ja rakentanut verkostoa potentiaalisimpien toimijoiden välille.

## 7.7 Kahden edellisen vuoden toteuman eroavaisuudet verrattuna vuoden 2020 kehittämissuunnitelmassa esitettyyn arvioon

Vuosien 2020 ja 2021 aikana tavoitteena oli rakentaa sähköjakelun laatuvaatimusten ja kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi uutta keskijänniteverkkoa noin 290 km ja pienjänniteverkkoa noin 475 km. Vuosien 2020–2021 suunnitellut investoinnit toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi olivat yhteensä noin 30 M€.

Vuosien 2020 ja 2021 suunnitellut toimenpiteet asemakaava-alueella sähköjakeluverkon muuttamiseksi sähköjakelun laatuvaatimusten mukaiseksi:

- Vuosille 2020 ja 2021 ei ollut suunnitteilla sähköjakelun toiminnan laatuvaatimuksiin liittyviä sähköasemien tai suurjänniteverkon saneerauksia.
- Vuosille 2020 ja 2021 suunnitellut toimenpiteet olivat vielä jäljellä olevien pienjänniteverkkojen saneeraushankkeen aloitus, jonka yhteydessä kaapeloidaan jäljellä olevat yksittäiset keskijänniteilmajohdot, pylväsmuuntamoiden saneeraus puistomuuntamoiksi sekä verkostoautomaation määrän lisäys.

Vuosien 2020 ja 2021 asemakaava-alueiden poikkeamat suunnitelman ja toteuman välillä ovat:

- Asemakaava-alueella jäljellä olevien pien- ja keskijänniteilmajohtojen ja pylväsmuuntamoiden saneeraamiseksi tähtäävän hankkeen toimenpiteet käynnistyivät hitaammin kuin oli suunniteltu. Hankkeeseen sisältyville saneeraustoimenpiteille nähtiin tarpeelliseksi teettää esisuunnitelma ennen hankkeen kilpailutusta. Yhteisrakentamiskumppanien kartoittaminen hidasti myös osaltaan hankkeen rakentamistoimenpiteiden käynnistymistä.

Vuosien 2020 ja 2021 suunnitellut toimenpiteet asemakaava-alueen ulkopuolella sähköjakeluverkon muuttamiseksi sähköjakelun laatuvaatimusten mukaiseksi:

- Vuosille 2020 ja 2021 asemakaava-alueen ulkopuolella ei ollut suunnitelmia sähköjakelun toiminnan laatuvaatimuksiin liittyviä sähköasemien tai suurjänniteverkon saneerauksia.
- Vuosille 2020 ja 2021 asemakaava-alueen ulkopuolella oli suunnitelma jatkaa keskijänniteilmajohtojen sekä pylväsmuuntamoiden saneerausinvestointeja. Näillä suunnitelluilla toimenpiteillä oli tarkoitus muuttaa keskijänniteverkkoa sähköjakelun laatuvaatimukset täyttäväksi sekä lisätä verkostoautomaatiota.



- Vuosille 2020 ja 2021 asemakaava-alueen ulkopuolella oli suunnitelma jatkaa pienjänniteilmajohtoverkon saneerauksia keskijänniteverkon toimenpiteiden yhteydessä. Näissä hankkeissa painotus oli vanhimman ja mekaanisesti heikkokuntoisimman ilmajohtoverkon uusinnassa.

Vuosien 2020–2021 asemakaava-alueen ulkopuolella poikkeamat suunnitelman ja toteuman välillä olivat:

- Keskijänniteverkon toimenpiteet asemakaava-alueen ulkopuolella toteutuivat pääosiltaan suunnitellussa laajuudessa. Muutamissa kohteissa rakentamisen aikataulu siirtyi viivästysten takia eteenpäin. Porkkalanlienen kärjen maakaapelointitoimenpiteet päätettiin jättää toteuttamatta erityisen haastavan ja kallioisen maaston, sekä alueella olevan luonnonsuojelualueen takia. Tätä aluetta palvelee jatkossakin ilmajohtoverkko.
- Pienjänniteverkon toimenpiteet asemakaava-alueen ulkopuolella eivät toteutuneet täysin suunnitellun mukaisesti. Useissa kohteissa päätettiin maaston haastavuuden ja kallioisuuden takia jättää maakaapelointitoimenpiteet toteuttamatta, ja jatkaa nykyisen ilmajohtoverkon käyttöä.

## 7.8 Määrämuotoinen kartta laatuvaatimukset täyttävistä alueista

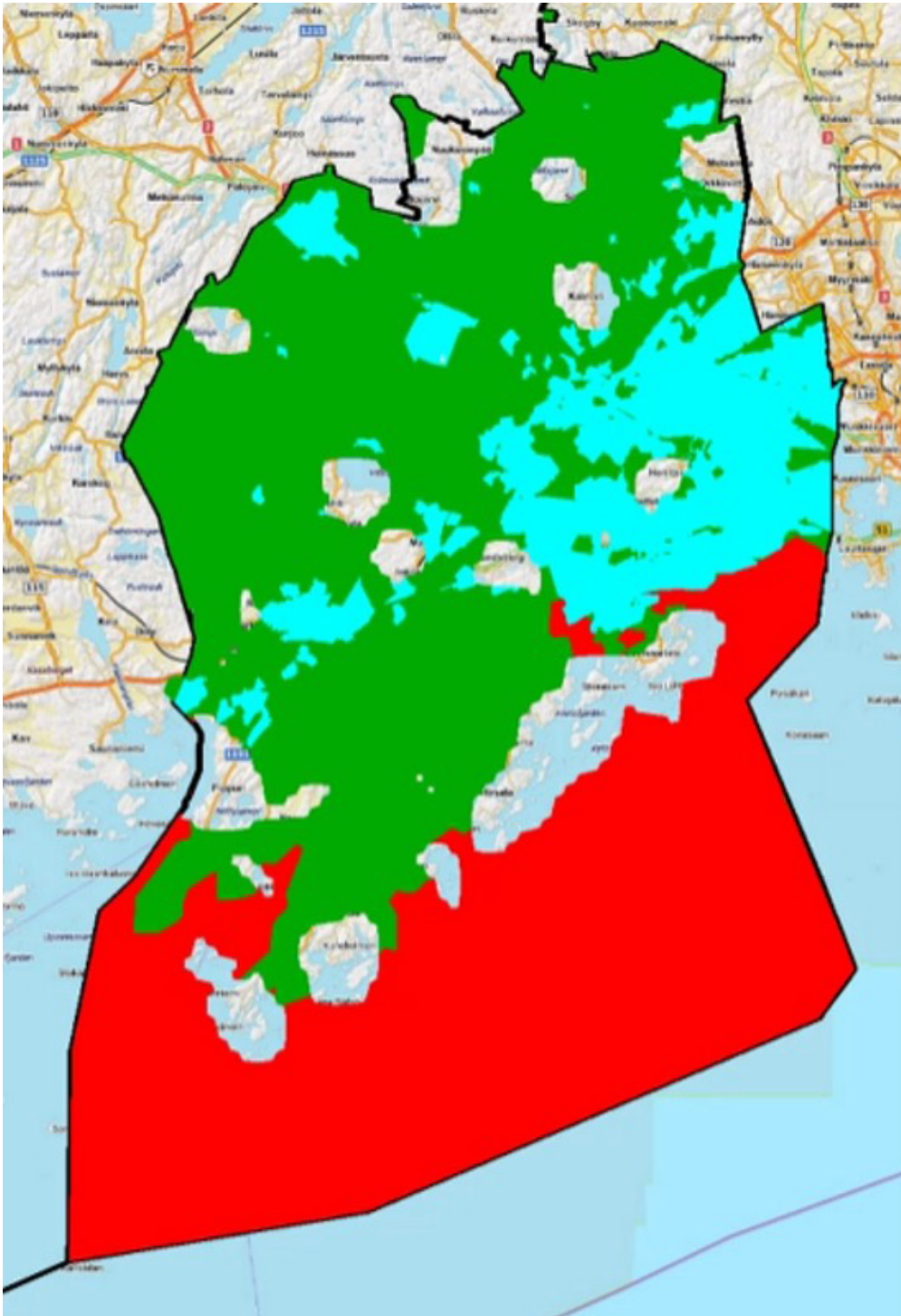
Suurhäiriöiden asiakasvaikutuksia on mallinnettu työkalulla, jolla simuloidaan toteutuneita pahimpia suurhäiriöitä, niiden vikamääriä ja viankorjauksen keskimääräisiä toteutuneita korjausaikoja suurhäiriön vaikutusten kuvaamiseksi muuttuneessa sähköverkossa.

Simuloinnin perusteella saamme määriteltyä arvion asiakasmäärästä laatuvaatimusten piirissä. Analyysin perusteella asiakkaita (käyttöpaikkoja) kyseiselle vyöhykkeelle asetettujen laatuvaatimusten piirissä on taajama-alueella 210 187, haja-alueella 11 855 ja erityisalueella 499 asiakasta.

On kuitenkin hyvä todeta, että yksittäistä asiakasta tarkasteltaessa mikään puille altis ilmajohtoverkkorakenne ei takaa 100 % varmuutta viankorjauksen onnistumisesta annetuissa määrärajoissa. Jos esimerkiksi paikalliset syöksyvirtaukset tuhoavat täysin puuston ja ilmajohtorakenteet sekä katkaisevat kulkuyhteydet, voi viankorjaus yksittäiselle asiakkaalle kestää suurellakin korjaajamäärällä pidempään kuin kehittämissvyöhykkeen laatuvaatimuksen mukaan pitäisi. Simulointi antaa kuitenkin hyvän kokonaiskuvan verkon ja viankorjauksen suorituskyvystä suurhäiriötilanteessa. Mallinnuksen pohjalta tehty aineisto viedään Energiaviraston ohjeistuksen mukaisesti Verkkotietopisteeseen.

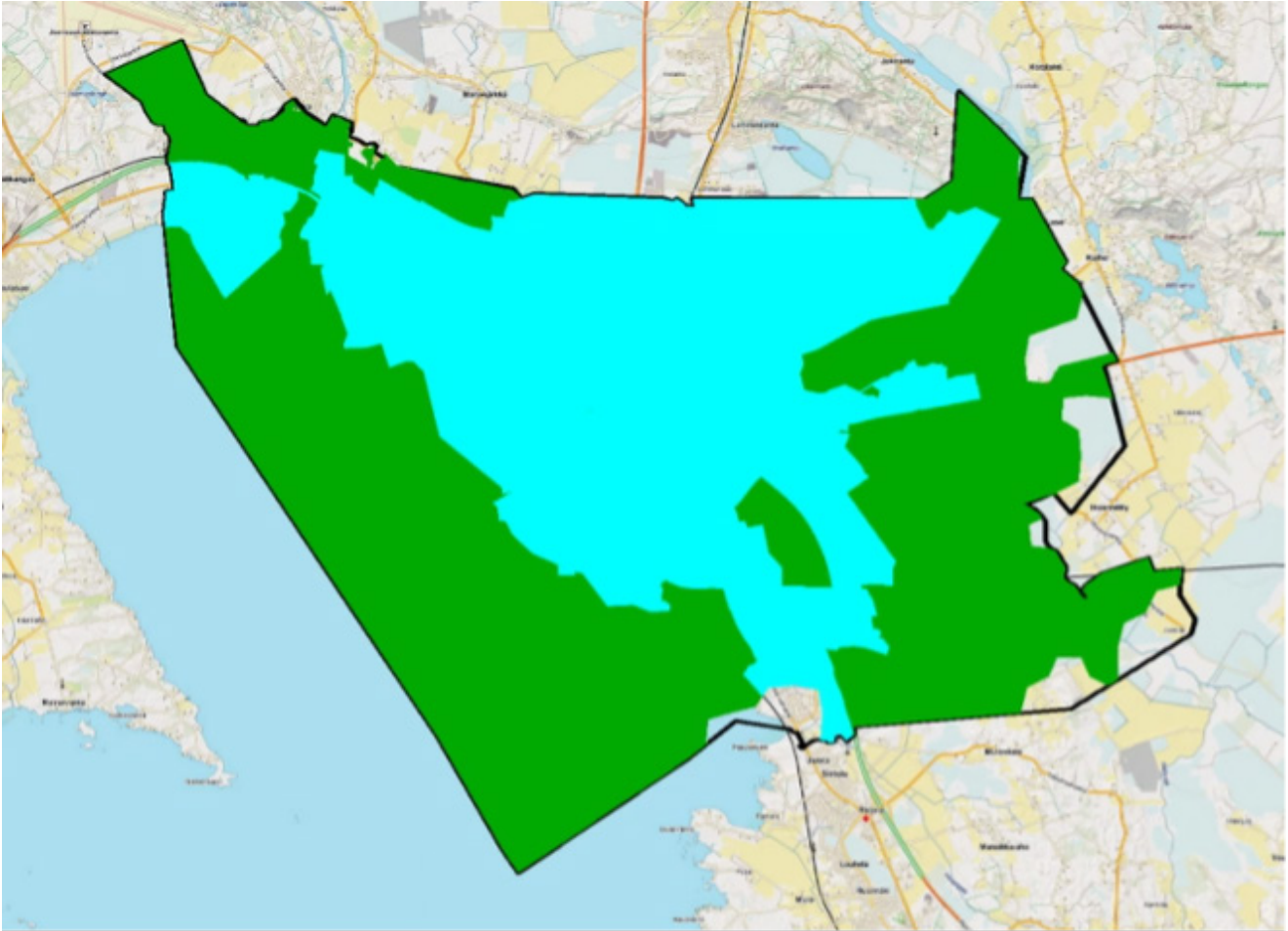
**Kuvissa 5 ja 6 on esitetty alueittain laatuvaatimukset täyttävät kohteet kartalla. Mallinnus on tehty vain Carunan Espoon vastuualueille. Kuvissa käytetyt värit:**

- Carunan vastuualueen rajat merkitty karttaan mustalla viivalla.
- Vaaleansinisellä värillä on korostettu taajamavyöhykkeen alueet, jotka täyttävät laatuvaatimukset enintään 6 tunnin sähkökatkosta.
- Vihreällä värillä on korostettu hajavyöhykkeen alueet, jotka täyttävät laatuvaatimukset enintään 36 tunnin sähkökatkosta.
- Punaisella värillä on korostettu erityisvyöhykkeen alueet, jotka täyttävät laatuvaatimukset enintään 120 tunnin sähkökatkosta.



KUVA 5. ESPOON, KIRKKONUMMEN JA KAUNIAISTEN JAKELUVERKON LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄT KOHTEET KARTALLA

- Carunan vastuualueen rajat
- Taajamavyöhykkeen alueet, jotka täyttävät laatuvaatimukset enintään 6 tunnin sähkökatkosta.
- Hajavyöhykkeen alueet, jotka täyttävät laatuvaatimukset enintään 36 tunnin sähkökatkosta.
- Erityisvyöhykkeen alueet, jotka täyttävät laatuvaatimukset enintään 120 tunnin sähkökatkosta.



KUVA 6. JOENSUUN JAKELUVERKON LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄT KOHTEET KARTALLA

- Carunan vastualueen rajat
- Taajamavyöhykkeen alueet, jotka täyttävät laatuvaatimukset enintään 6 tunnin sähkökatkosta.
- Hajavyöhykkeen alueet, jotka täyttävät laatuvaatimukset enintään 36 tunnin sähkökatkosta.

# 8 Caruna Espoo kuulee laajasti eri sidosryhmiä verkon kehittämisestä

## 8.1 Säännönmukaiset tapaamiset eri sidosryhmien kesken

Caruna Espoo kerää palautetta ja tietoa eri sidosryhmien tarpeista sähköverkon kehittämiseen. Tietoa kerätään monin eri keinoin ja se on osa normaalia sähköverkon kehittämistä. Tärkeimmät tavat kerätä palautetta verkon kehittämisestä ovat Caruna Espoon paikallisille asukkailla järjestämät asukastilaisuudet, webinaarit sekä avainasiakkaiden hoitomalli.

Asukastilaisuuksiin kutsutaan tekstiviesti- ja tapauskohtaisesti myös lehti-ilmoituksin paikallisia asukkaita, joiden asuinalueelle Caruna Espoo suunnittelee uuden verkon rakentamista tai vanhan verkon saneerausta. Tilaisuuksissa käydään läpi kyseisen alueen suunnitelmat, ja asukkailla on mahdollisuus antaa palautetta konkreettisista, juuri heidän arkeaan koskevista sähköverkon kehittämissuunnitelmista. Webinaarien esitysmateriaalit ja nauhoite tilaisuudesta ovat nähtävillä Carunan verkkosivulla. Paikallisille asukkailla voidaan kertoa sähköverkon kehittämisestä myös YouTube-videoilla, jos paikallista tilaisuutta tai webinaaria ei voida järjestää. Linkki videoon lähetetään asukkailla, jotka tavallisesti kutsuttaisiin läsnä- tai verkkotilaisuuteen.

Kantaverkkoyhtiö Fingridin ja muiden pääkaupunki-seudun verkkoyhtiöiden sekä Joensuun ympäristöstä vastaavan Pohjois-Karjalan Sähkön verkkoyhtiön kanssa järjestetään säännöllisesti tapaamisia, joissa keskustellaan verkon kehittämisen tarpeista.

## 8.2 Kehittämissuunnitelmasta kuuleminen

Caruna Espoon ja sidosryhmien vuoropuhelu on säännöllistä ja perustuu tapaamisiin sekä jatkuvaan vuorovaikutukseen. Tästä kehittämissuunnitelmasta järjestetty eri sidosryhmien kuuleminen on edellä

mainittuja täydentävä menetelmä, jonka avulla kerättiin palautetta asiakkailta ja muilta sidosryhmiltä. Kuulemisessa kerättiin asiakkaiden lausuntojen lisäksi tietoa uusien teknologioiden (sähköautot, aurinkopaneelit, kulutusjousto) lisääntymisestä, asiakkaiden kokemuksia nykyisen verkon toimitusvarmuudesta sekä verkon kehittämisen tarpeista ja tavoitteista.

Luonnokset Caruna Espoon verkon kehittämissuunnitelmista julkaistiin 29.4.2022 Carunan verkkosivuilla osoitteessa [caruna.fi/carunan-sahkoverkon-kehittamissuunnitelmat](https://caruna.fi/carunan-sahkoverkon-kehittamissuunnitelmat). Verkkosivulla oli linkki Caruna Espoon henkilö- ja pienyritysasiakkaiden palaute- ja kyselylomakkeelle, jonka täyttämällä asiakkaat ovat voineet antaa lausuntonsa kehittämissuunnitelmista. Kysely on ollut auki yhden kuukauden ajan (29.4.-29.5.2022). Kyselyyn vastaaminen on edellyttänyt sähköistä tunnistautumista, jolla on voitu varmistaa, että palautteen antaja on Caruna Espoon asiakas. Tunnistautumisen avulla vastaukset on voitu kohdistaa eri kehittämisvyöhykkeille. Verkkosivulla on ollut myös erillinen lomake, jonka kautta on ollut mahdollista antaa palautetta kehityssuunnitelmiin ilman vahvaa tunnistautumista.

Edellisen lisäksi Espoon, Joensuun ja Kauniaisten kaupungille sekä Kirkkonummen kunnalle ja Caruna Espoon toimialueen suurimmille yritysasiakkaille lähetettiin sähköpostitse erillinen kysely, jonka kautta kunnat ja yritykset ovat voineet antaa lausuntonsa verkon kehittämisestä omasta näkökulmastaan. Kuntien ja yritysten vastausaika oli sama kuin henkilöasiakkailta.

Kantaverkkoyhtiöille sekä Caruna Espoon verkkoon liittyneille muille jakeluverkkoyhtiöille on lähetetty kirjalliset lausuntopyynnöt Caruna Espoon kehittämissuunnitelmista. Verkkoyhtiöiden lausuntoaika on myös sama yksi kuukausi kuin muilla sidosryhmillä. Lausunnot pyydettiin toimittamaan kehittämissuunnitelmien kuulemista varten avattuun sähköpostiosoitteeseen.

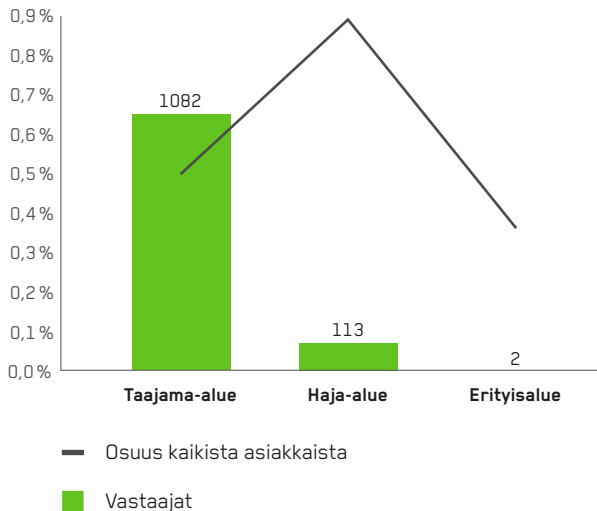
Verkkosivuillaan olleiden uutisten lisäksi Caruna Espoo tiedotti asiakkaitaan heidän mahdollisuudestaan tutustua ja lausua sähköjakeluverkon kehittämissuunnitelmista myös sosiaalisen median kanavissaan (Twitter ja LinkedIn) sekä lähettämällä sähköpostiviestin niille henkilö- ja pienyritysasiakkailleen, jotka olivat antaneet luvan markkinointiin.

## 8.3 Lausunnon antaneiden määrä ja jakautuminen

Kuulemisiin saatiin Caruna Espoon alueelta 1 197 vastausta, joista kantaverkkoyhtiö Fingridin lausunto suullisena ja muut kirjallisena. Näistä henkilöasiakkaita oli 1 187 ja kuntia sekä yrityksiä 10.

Vastaajat jakautuivat varsin tasaisesti eri kehittämisvyöhykkeille lähes samassa suhteessa kuin vyöhykkeillä on asiakkaita. Caruna Espoon osalta taajama-alueiden ulkopuolella asuvat asiakkaat ovat hieman yliedustettuja verrattuna muiden kehittämisvyöhykkeiden asiakkaisiin.

**KUVA 7. CARUNA ESPOOLLE LAUSUNNON ANTANEIDEN MÄÄRÄ JA JAKAUTUMINEN KEHITTÄMISVYÖHYKKEILLE SUHTEESSA KEHITTÄMISVYÖHYKKEIDEN ASIAKSMÄÄRIIN**



## 8.4 Kuulemisen tulosten käsittely

Kuulemisen tuloksia on käsitelty noudattaen tiukasti henkilötietojen suoja koskevaa lainsäädäntöä (GDPR) ja niitä on käytetty vain asiakkaille kerrottuun tarkoitukseen eli verkon kehittämiseen ja kehittämissuunnitelmien parantamiseen asiakkailta saadun palautteen perusteella. Henkilötietojen käsittely on rajattu Carunan sisäisen projektiryhmän piiriin eikä henkilötietoja ole luovutettu ulkopuolisille.

Jokainen lausunto on teemoitettu pääasiallisen sisältönsä perusteella ja luokiteltu sävynsä mukaisesti. Mikäli lausunto on ollut selkeästi tulkittavissa reklamaatioksi, niin se on ohjattu Carunan asiakaspalautekanaviin:

- Rakentamista koskevat reklamaatiot: [www.caruna.fi/tyomaat](http://www.caruna.fi/tyomaat)
- Jännitteen laatua tai toimitusvarmuutta koskevat reklamaatiot: [www.caruna.fi/sahkokatkot](http://www.caruna.fi/sahkokatkot)

## 8.5 Keskeiset tulokset

Kantaverkkoyhtiön lausunnosta kehityssuunnitelmaan ei noussut mitään erityistä huomioitavaa.

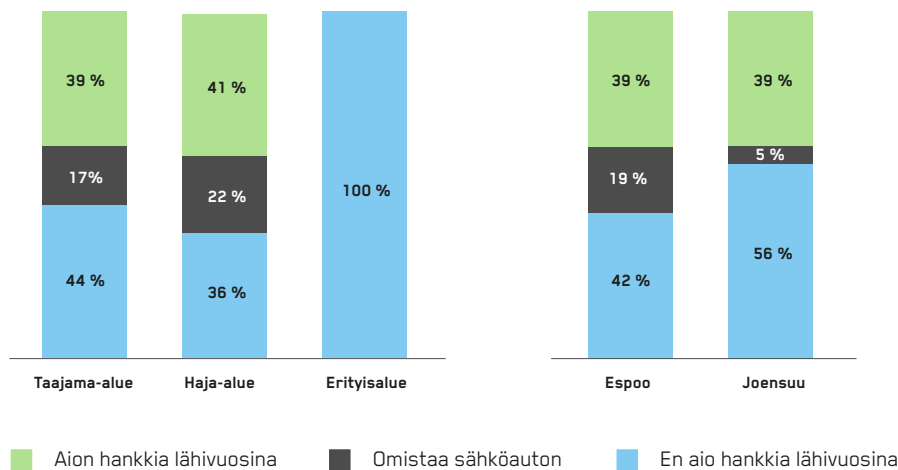
### 8.5.1 UUSIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTTÖÖNOTTO

Vastaajista lähes 10 % kertoi, että heillä on jo nyt aurinkopaneelit ja noin 40 % prosenttia on kiinnostunut aurinkopaneelien hankkimisesta tulevaisuudessa. Vastausten perusteella arvioimme, että aurinkopaneeleista kiinnostuneita on huomattavasti enemmän kuin alun perin oletimme.

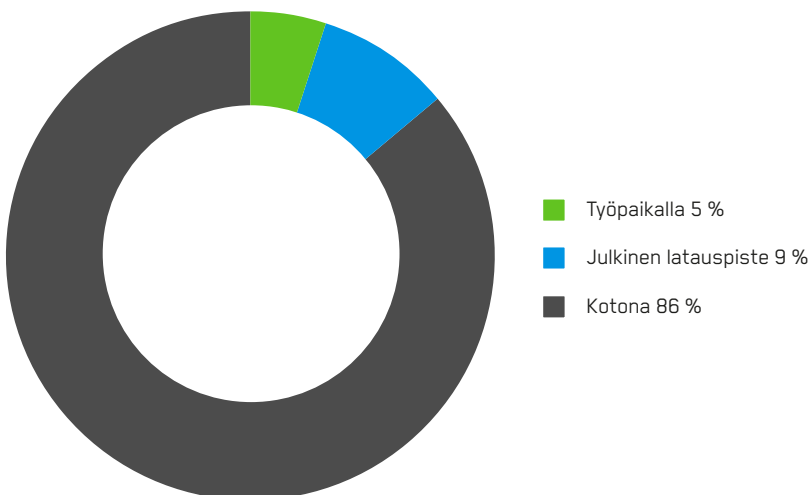
Halukkuus hankkia sähköautoja on yhtäläinen eri kehittämisvyöhykkeiden välillä (erityisalueella asuvien vastaajien määrä on pieni, joten tulosta ei tältä osin voi pitää vertailukelpoisena muihin alueisiin). Voimme havaita selkeän eron siinä, että hankituissa sähköautoissa Espoon alueen (Espoo, Kauniainen ja Kirkkonummi) asukkaat ovat edelläkävijöitä verrattuna Joensuussa asuviin (Kuva 8).

Ylivoimainen enemmistö niistä, jotka jo omistavat sähköauton, lataa sähköauton pääasiallisesti kotona (Kuva 9).

**KUVA 8. ASIAKKAIDEN KIINNOSTUS SÄHKÖAUTON HANKINTAAN KEHITTÄMISVYÖHYKKEITTÄIN JA CARUNA ESPOON VERKKOALUEITTAIN**



**KUVA 9. ASIAKKAIDEN PÄÄASIALLINEN SÄHKÖAUTONLATAUS**

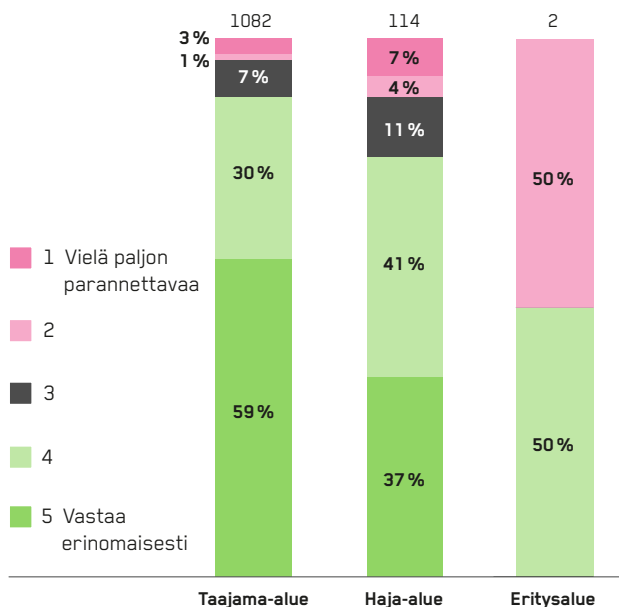


Voimme myös havaita, että sähköautot ja aurinkopaneelit kulkevat käsi kädessä. Ne asiakkaat, joilla on aurinkopaneelit, ovat muita kiinnostuneempia hankkimaan oman sähköauton tai omistavat jo sellaisen. Lisäksi Caruna Espoon alueen asiakkaat ovat varsin laajasti halukkaita osallistumaan kulutusjoustoön: jopa 86 % henkilöasiakkaista suhtautuu joustoön positiivisesti. Heistä 56 % on valmiita tarvittaessa näkemään vaivaa joustoön eteen ja 44 % voi osallistua joustoön, jos joustaminen ei vaadi isoja ponnisteluja. Tämä vastaa kehittämissuunnitelmassa esittämääme näkemystä, jossa joustomarkkinoineiden helppo saatavuus on välttämätöntä asiakkaan osallistumisen mahdollistamiseksi. Tästä johtuen kokeilujen mahdollistaminen joustoön kehittämiseksi asiakkaille helpoksi on tärkeää. Kehityssuunnitelmien verkon kehittämisen lähtökohtana meillä onkin ollut sellaisen verkkoalustan rakentaminen, joka mahdollistaa energiamurroksessa tarvittavan asiakkaan osallistumisen joustoön ja energiamarkkinaan.

### 8.5.2 VERKON TOIMITUSVARMUUS JA KEHITTÄMISEN TARPEET

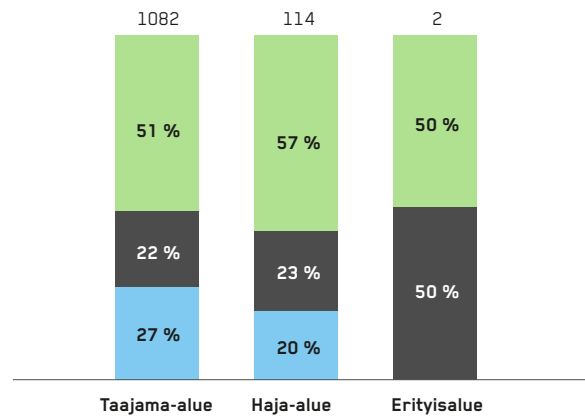
Asiakkaiden kokemusta sähköverkon nykytilasta selvitettiin kysymällä vastaako sähköjakelun toimitusvarmuus ja laatu heidän tarpeitaan, jotta arki olisi sujuvaa. Vastausten perusteella voidaan sanoa, että Caruna Espoon alueella nykyinen verkko vastaa lähtökohtaisesti hyvin tai erinomaisesti asiakkaiden tämän hetkisiin tarpeisiin (erityisalueen vähäisestä vastaajamäärästä johtuen tulosta ei voi pitää vertailukelpoisena muihin kehittämisvyöhykkeisiin) (Kuva 10).

**KUVA 10. ASIAKKAIDEN KOKEMUS SÄHKÖVERKON NYKYTILASTA**



Kun puhutaan verkon edelleen kehittämisestä kuulemisten perusteella asiakkaat toivovat ennen kaikkea verkon kehittämistä joustavaksi alustaksi, joka mahdollistaa asiakkaan osallistumisen joustoön ja energiamurroksen vaatimien ratkaisujen (sähköautot, aurinkopaneelit jne.) nopean edistämisen. Merkittäviä eroja ei ollut eri kehittämisvyöhykkeiden välillä (Kuva 11).

**KUVA 11. ASIAKKAIDEN NÄKEMYS VERKON KEHITTÄMISEN SUUNNASTA**



- Voin myös itse osallistua energiatalkoisiin, kuten joustaa sähkön käytössä vuorokauden eri aikoina.
- Verkko mahdollistaa nykyisen tapani käyttää sähköä mihin aikaan tahansa.
- Voin lisätä sähköön käyttöä, esimerkiksi ladata sähköautoa

### 8.5.3 KIRJALLISET LAUSUNNOT HENKILÖASIAKKAILTA JA YRITYKSILTÄ

Kirjallisen lausunnon antoi yhteensä 471 vastaajaa eli 39 % kaikista kyselyyn vastanneista Caruna Espoon asiakkaista.

Pääosin palaute oli neutraalia (61 % lausunnoista) ja tärkeimpinä teemoina mainittiin useimmin halukkuus osallistua kulutusjoustoön (12 %), toimitusvarmuus (11 %) sekä maakaapelointi ja hinnoittelu (10 % kumpikin) (Kuva 13).

Positiivisessa palautteessa kehuttiin erityisesti mahdollisuutta osallistua kehittämissuunnitelmien lausunnon kautta verkon kehittämiseen sekä parantunutta toimitusvarmuutta. Enemmistön näkökulmasta maakaapelointi on hyvä ratkaisu toimitusvarmuuden parantamiseksi ja myös negatiivissävytteinen palaute maakaapeleista koski

useimmiten sitä, että vastaajalle ei ole vielä rakennettu maakaapelia tai maakaapeli on kyseisen vastaajan osalta päätetty jättää rakentamatta.

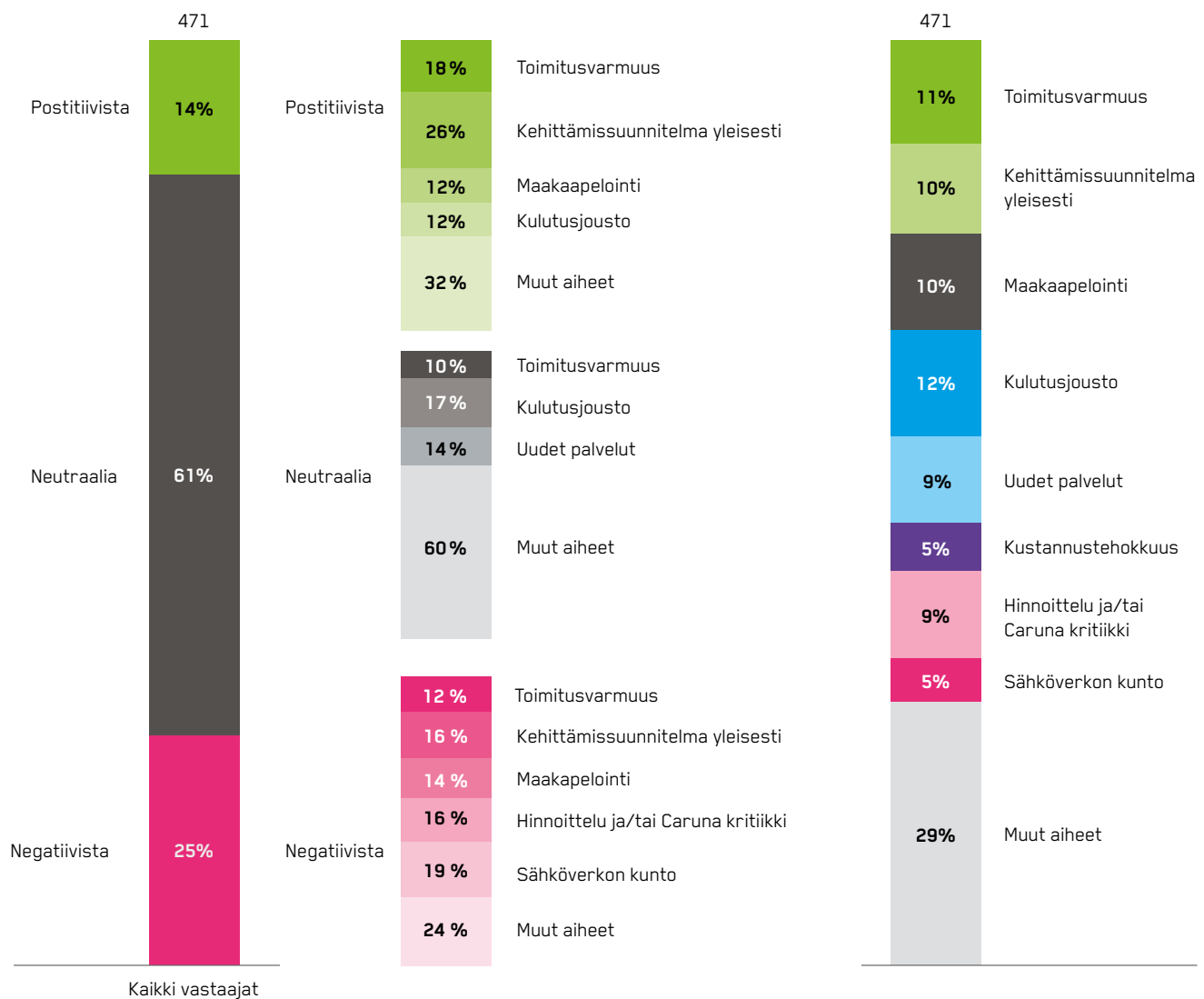
Negatiivissävyteisestä palautteesta pääosa koski puutteita sähköverkon kunnossa. Asiakkailta tuli myös kriittisiä lausuntoja koskien asiakaskuulemisten yhteydessä täytettävää kyselylomaketta; sen ei nähty esimerkiksi ottavan riittävästi huomioon kerrostaloasukkaiden rajallisia mahdollisuuksia rakentaa omaa tuotantoa. Sähköverkkopalvelun hinnoittelu oli kolmanneksi yleisin teema asiakkaiden negatiivissävyteisissä lausunnoissa.

Neutraaleiksi tulkituissa lausunnoissa toivottiin useimmiten ratkaisuja kulutusjoustoön ja uusien teknologioiden hyödyntämiseen.



KUVA 12. SANAPILVI ASIAKKAIDEN KIRJALLISISTA LAUSUNNOISTA.





KUVA 13. ASIAKKAIDEN KIRJALLISTEN LAUSUNTOJEN SÄVY JA TEEMAT

## 8.6 Johtopäätökset ja muutostarpeet kehittämissuunnitelmassa

Kuulemisen kautta saatu palaute oli pääosin yhteneväinen kehittämissuunnitelmassa esiteltyjen näkemyksiemme kanssa. Esimerkiksi annettujen lausuntojen perusteella asiakkaat toivovat sähköjakelulta toimitusvarmuutta ja kohtuullista hintaa. Siksi verkon kehittämissuunnitelmatkin rakennetaan elinkaarikustannuksiltaan kustannustehokkaimpien vaihtoehtojen varaan kussakin toimintaympäristössä. Elinkaarikustannuksia arvioidaan koko verkon ja kaikkien asiakkaiden näkökulmasta, ei yksittäisen asiakkaan lähtökohdista. Caruna Espoon verkon kehittäminen perustuu useisiin erilaisiin ratkaisuihin ja uusia vaihtoehtoja esimerkiksi joustoon kartoitetaan koko ajan.

Eräissä lausunnoissa nostettiin esille yhteisrakentaminen, jossa sähköverkkoa ja muita maan alle tulevia verkkoja rakennetaan yhdessä muiden tahojen kanssa. Mielestämme yhteisrakentaminen on positiivinen asia ja pyrimme siihen verkon rakennusprojekteissamme aina kun mahdollista.

### 8.6.1 SAADUN PALAUTTEEN POHJALTA KEHITTÄMISSUUNNITELMAAN TEHDYT MUUTOKSET

Kyselystä selviää, että asiakkaiden näkemyksen mukaan aurinkopaneelien yleistyminen on huomattavasti nopeampaa kuin olimme alustavissa kehittämissuunnitelmissa arvioineet. Edellisestä johtuen olemme päivittäneet pitkän tähtäimen suunnitelmaamme kasvattamalla oletusta Carunan verkkoon kytkettyjen aurinkopaneelien määrästä ja tehosta 2030-luvulla.

Asiakaslausunnoissa toivottiin vahvasti, että verkkoa kehitetään vastamaan energiamurroksen tarpeisiin ja erityisesti liikenteen ja lämmityksen sähköistymisen haasteisiin. Lisäksi toivottiin toimitusvarmuuden edelleen parantamista. Palautteen pohjalta olemme lisänneet verkon kapasiteettia vahvistavia ja toimitusvarmuutta parantavia investointeja vuosina 2024-2028 sekä pienjänniteverkkoon (+25 M€) että myös Espoon suurjännitteeseen jakeluverkkoon (+11 M€).

## 8.7 Palautteiden hyödyntäminen jatkossa

Verkon kehittäminen on jatkuvaa työtä ja siihen saimme hyvää lisänäkemyksiä asiakaskuulemisen kautta. Tulemme hyödyntämään asiakkailtamme saatua tietoa osana tulevaisuuden verkon suunnittelua, jotta sähköverkkomme vastaa asiakkaiden nykyisiin ja tulevaisuuden tarpeisiin entistä paremmin.

Hyödynnämme kuulemislomakkeesta ja kuulemisen toteutuksesta saatua palautetta parantaaksemme kuulemisprosessia tulevissa sähköverkon kehittämissuunnitelmien kuulemisissa.