

A close-up photograph of a woman with blonde hair and blue eyes, looking out of the window of a dark blue car. She is wearing a dark blue zip-up jacket. The car's window frame and door trim are visible.

Jakeluverkon kehittämissuunnitelma

Caruna Oy | 2022

The Caruna logo, consisting of the word "caruna" in a bold, white, lowercase sans-serif font, positioned in the bottom left corner of the page.

caruna

Sisällysluettelo

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Esipuhe | 4 |
| 2 | Sähkönjakeluverkon strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista | 5 |
| 2.1 | Ennuste numeeristen tekijöiden kehittämisestä seuraavan kymmenen vuoden aikana | 5 |
| 2.2 | Sääilmiöiden todennäköisyys | 6 |
| 2.3 | Muut verkon kehittämiseen vaikuttavat muutokset toimintaympäristössä | 7 |
| 3 | Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat | 9 |
| 3.1 | Ikääntyvä verkko | 9 |
| 3.2 | Tulevaisuuden tarpeet | 9 |
| 3.3 | Laatuvaatimukset | 9 |
| 3.4 | Sähkönjakeluverkon kehittämisvyöhykkeiden määrittely | 10 |
| 3.5 | Sähkönjakeluverkon kehittämisstrategia | 15 |
| 3.6 | Kunnossapitosuunnitelma | 17 |
| 3.7 | Eriyispiirteiden huomiointi suunnittelussa | 17 |
| 3.8 | Verkon elinkaarikustannukset eri vyöhykkeillä | 18 |
| 4 | Sähkönjakeluverkon kehittämisvyöhykkeillä käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu | 19 |
| 4.1 | Taajama-alueet (6 h) | 19 |
| 4.2 | Haja-alue (36 h) | 20 |
| 4.3 | Eriyisalueet (120 h) | 21 |
| 5 | Pitkän tähtäimen suunnitelma | 23 |
| 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 käyttöpaikojen 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 liittamisestä verkkoalueella | 26 |
| 6 | Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana | 28 |
| 6.1 | Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi | 28 |
| 6.2 | Laatuvaatimuksen piirissä olevien käyttöpaikojen määrät investointien jälkeen | 28 |
| 6.3 | Kehittämisvyöhykkeet, joilla tehdään toimenpiteitä | 29 |
| 6.4 | Laatuvaatimukset täyttävän sähkönjakeluverkon määrä ja maakaapelointiaste toimenpiteiden jälkeen | 32 |
| 6.5 | Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista | 32 |
| 6.6 | Investointien suunnitelmien julkaisu yhteisrakentamisen edistämiseksi | 32 |
| 6.7 | Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähkönjakeluverkkoon | 32 |
| 6.8 | Joustopalveluiden hyödyntäminen | 32 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 7 | Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana..... | 33 |
| 7.1 | Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi..... | 33 |
| 7.2 | Laatuvaatimuksen piirissä olevien käyttöpaikojen määrät investointien jälkeen | 34 |
| 7.3 | Kehittämisyöhykkeet, joilla tehtiin toimenpiteitä..... | 34 |
| 7.4 | Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista | 34 |
| 7.5 | Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähkönjakeluverkkoon..... | 34 |
| 7.6 | Joustopalveluiden hyödyntäminen..... | 35 |
| 7.7 | Kahden edellisen vuoden toteuman eroavaisuudet verrattuna vuoden 2020 kehittämissuunnitelmassa esitettyyn arvioon..... | 35 |
| 7.8 | Määrämuotoinen kartta laatuvaatimukset täyttävistä alueista..... | 37 |
| 8 | Caruna kuulee laajasti eri sidosryhmiä verkon kehittämisestä..... | 42 |
| 8.1 | Säännönmukaiset tapaamiset eri sidosryhmien kesken..... | 42 |
| 8.2 | Kehittämissuunnitelmasta kuuleminen | 42 |
| 8.3 | Lausunnon antaneiden määrä ja jakautuminen | 43 |
| 8.4 | Kuulemisen tulosten käsittely | 43 |
| 8.5 | Keskeiset tulokset..... | 43 |
| 8.6 | Muutostarpeet..... | 48 |

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 Carunan sähköverkossa että koko Suomen tasolla pysynyt lähes vakiona. Näkemyksemme mukaan energiatehokkuustoimet eivät jatkossa enää pysty kumoamaan sähköistymisen vaikutuksia, vaan meidänkin on varauduttava sähkön kokonaiskulutuksen kasvuun.

Sota Ukrainassa on nostanut huoltovarmuuden entistäkin merkittävämmällä tavalla osaksi sähköverkon kehittämistä. 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 Carunan sähköverkon kehittämisen pääperiaatteet. Kehittämissuunnitelman rakenne pohjautuu Energiaviraston kehittämissuunnitelmista antamaan määräykseen¹. 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.

¹ 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 OY ENNUSTE SIIRRETYN ENERGIAN, KÄYTTÖPAIKKOJEN MÄÄRÄN, HAJAUTETUN TUOTANNON JA JULKISTEN SÄHKÖISEN LIIKENTEEN LATAUSPISTEIDEN MÄÄRÄN KEHITYKSESTÄ 2021 → 2031

| | Nykytila (n) | Ennuste (n+10 vuotta) |
|--|-----------------|--------------------------|
| a. Verkkopalvelualueella siirretty energia, MWh | | |
| i. Verkkopalveluasiakkaille siirretty energia | 7 734 448 | 8 540 000 |
| ii. Verkkopalveluasiakkailta vastaanotettu energia | 4 259 770 | 6 680 000 |
| b. Käyttöpaikkojen määrä, kpl | 484 114 | 549 000 |
| c. Hajautettu tuotanto | | |
| i. Yhteenlaskettu nimellisteho, kW | | |
| a) Suurjännite verkkoon liitetty | 944 650 | 1 865 000 |
| b) Keskijänniteverkkoon liitetty | 201 180 | 354 000 |
| c) Pienjänniteverkkoon liitetty | 83 249 | 345 000 |
| ii. Kappalemäärä, kpl | | |
| a) Suurjänniteverkkoon liitetty | 28 | 40 |
| b) Keskijänniteverkkoon liitetty | 109 | 260 |
| c) Pienjänniteverkkoon liitetty | 10 302 | 42 800 |
| d. Sähköisen liikenteen julkiseen lataukseen käytettävien liittymien määrä, kpl | 472 | 1 970 |

Siirtoverkon käyttöpaikkojen määrä on historiallisesti kasvanut tasaisella tahdilla (n. 1 % vuotuisesti) ja on todennäköistä, että kasvu jatkuu samankaltaisena. Olettamana, että käyttöpaikkojen kasvu pysyy n.1 % vuotuisella tasolla, niin saamme ennusteeksi 549 000 käyttöpaikkaa.

Verkkopalveluasiakkaille siirretty energiamäärä on vaihdellut edeltävinä vuosina pääosin lämmitystarpeen (lämpötilan) mukaan. Lämpötilakorjattu energiamäärä on ollut noin 7570 GWh/a (toteutuman vaihtelu tähän verrattuna -400 - +150 GWh/a). Lämpötilakorjatussa energiamäärässä ei ole ollut viime vuosina suuria muutoksia, mutta edeltävän vuoden osalta oli +0,9 %:n kasvu. Sähkönkäytön ennustetaan kasvavan käyttöpaikkamäärän kasvun, liikenteen, lämmityksen sekä teollisuuden sähköistymisen johdosta. 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 väliltä +0,5-1,5 % ja ennusteen laskennassa on käytetty +1,2%:n kasvua (8 540 GWh)

Verkkopalveluasiakkailta vastaanotetussa energiassa on vuosittaista vaihtelua, koska se koostuu pääosin vesi- ja tuulivoimatutannosta. Lisääntyneen tuotantokapasiteetin takia trendi on kuitenkin positiivinen ja seuraavina vuosina on liittymässä lisää tuotantoa, lähinnä tuulivoimaa, mutta kymmenen vuoden aikajänteellä myös aurinkovoimaa. Kehitystä liittymien osalta seuraavien viiden vuoden osalta on arvioitu tarkemmin kappaleessa 5.5.1. Tätä seuraaviin vuosiin liittyy enemmän epävarmuutta, mutta arvioitu tuuli- ja aurinkovoiman lisäys suur- ja keskijänniteverkkoon, noin 1100 MW 2200 tunnin huipunkäyttöajalla kasvattaisi verkkopalveluasiakkailta vastaanotetun energian määrää 2420 GWh (ennuste: 6680 GWh). Vastaanotto pienjänniteverkkoon liittyneiltäkin kasvaisi erityisesti kesäaikana, mutta pääosin tämä kulutetaan käyttöpaikoilla.

Hajautetun tuotannon suhteen on nähtävillä kasvua kaikilla jännitetasoilla, niin kappalemäärällisesti kuin myös tehollisesti, nykytila vs. ennuste. 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 verkkopalvelualueella sähköisen liikenteen julkiseen lataukseen käytettävistä liittymistä on toteutettu laskemalla verkkopalvelualueen 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

Ilmatieteenlaitoksen² 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 tulvariskiä 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. Koillismaalla talvi olisi keskimääräistä lumisempaa noin joka neljäntenä vuonna ja lounaassa selvästi tätäkin harvemmin. Vuosisadan lopulla tällaisia talvia sattuisi Koillismaalla ja sitä pohjoisempana edelleen useimpina vuosikymmeninä, mutta Lounais-Suomessa keskimäärin vain ehkä kerran 30 vuodessa. Ilmaston lämmetessä talven suurimmat puiden lumikuormat

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 pohjoisessa satavan tulevaisuudessa nykyistä useammin. Lumipeitteen hupenemisesta huolimatta myös routakerros ohenee hieman ilmaston lämmetessä.

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 Pohjois-Suomessa 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 ääriämpötilat. Lumikuormiin ja huurteen kertymiseen liittyvät viat sähköverkossa voivat lisääntyä varsinkin Pohjois-Suomessa. 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 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 Carunan perustoimintaa koko kuluvan vuosisadan. Ilmastonmuutoksen hitaiden vaikutusten perusteella näemme edelleen tärkeäksi käyttää varautumistason määrittelyssä suurimpia toteutuneita suurmyrskyjä.

² 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 kaupunkialueiden sähkönkulutusta, joihin voi ilmaantua paikallisia tehopullonkauloja muutaman vuosikymmenen kuluessa. 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. Julkisen ja raskaan liikenteen sähköistyminen aiheuttaa lisää paikallisia kulutuskeskittymiä. Jos näiden aiheuttamat kulutushuiput ovat hetkellisiä, esimerkiksi bussien päätepitelatauspaikat, 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 suurten kaupunkien läheisyydessä. Sähköauton lataus yhdistettynä sähköiseen lämmitykseen ja sähkösaunaan ilman kuorman tasausta voi aiheuttaa paikallisia ylikuormitustilanteita.

Energiamurroksen ensimmäiset vaikutukset näkyvät kaupunkien suurjänniteverkossa, koska kaikki edellä mainitut vaikutukset kasautuvat siirryttäessä korkeammille jännitetasoille. Ensimmäisenä ylikuormittuvat päämuuntajat, minkä jälkeen vuorossa ovat suurjännitejohdot. Keski-jännitetasolla kuormittuneimmat osat ovat sähköasemien johtolähdön alkupää ja jakelumuuntajat. Tosin keski-jänniteverkon ongelmat ovat kertaluokkaa pienemmät kuin suurjänniteverkon haasteet kaupungeissa. Pienjänniteverkkoon saattaa ilmestyä pieniä paikallisia tehopullonkauloja, mikäli yhden muuntopiirin asiakkaat äkillisesti muuttavat lämmitys- ja liikkumismuotonsa sähköisiksi ilman kuormantasausta.

Kaikki kaupunkien haasteet pienenevät, kun siirrytään pienemmille jännitetasoille päähaasteen sijaitessa suurjänniteverkossa. Pyrimme tuntemaan teollisuusasiakkaidemme prosessit ja investoinnit, joiden perusteella päivitämme pitkänajan ennusteitamme suurjänniteverkossa. Niiden perusteella valitaan tehokkain vahvistustoimenpide, esimerkiksi joustavat voimajohtojen kuormitusrajat, joustoratkaisu, paikallinen joustomarkkina tai verkkoinvestointi kattamaan asiakkaan sähkönkäyttötarpeet.

Muuttoliike voimistaa sähkönkulutusta taajamissa, jotka ovat suurten kaupunkien läheisyydessä. Pienissä taajamissa on riskinä muuttotappio. Liittymän irtisanominen ei

aina tapahdu välittömästi asunnon kulutuksen lakattua vaan vasta vuosien päästä. Taajamien vahva painotus sähkölämmityksessä saattaa aiheuttaa paikallisia yllätyksiä, mutta kokonaiskuva ei muutu suuresti vuosikymmenen aikana. Merkittävin lisäys ovat sähköautot, mutta liittymät ovat mitoitettu sähkölämmitykselle ja sähkölämmitysasiakkaat ovat yleensä valvutuneita sähkönkäyttäjiä. Toinen merkittävä muutos taajamapienasiakkaiden sähkönkäytössä on aurinkopaneelien määrän voimakas kasvu, koska omakotitalossa asiakkaan kyky minimoida jakeluverkkomaksut ja verkot ovat suurimmat. Myös taloyhtiöiden sisäiset energiayhteisöt kannustavat vastaavaan toimintaan, koska sen avulla saa vastaavat taloudelliset hyödyt.

Suurjänniteverkon kuormitus voi poiketa nykyisestä, mutta sen siirtokapasiteetin jatkuva tarkkailu ja sähkönkäyttöennusteiden päivittäminen auttavat valmistautumaan mahdolliseen kiihtyvään muutostahtiin. Keski-jänniteverkon kuormituksessa ei pitäisi syntyä suuria yllätyksiä kuluvaan vuosikymmenen aikana. Pienjänniteverkkoon saattaa ilmestyä pieniä paikallisia tehopullonkauloja, 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 sähkönkäytön mittauksen hyödyntämisen kehittäminen. Varsinkin seuraavan sukupolven älymittarit ovat todennäköisesti avainasemassa reaaliaikaisen tiedon ja kuormanohjauksen osalta.

2.3.2 HAJA-ASUTUSALUEET

Muuttotappio on merkittävä tekijä haja-asutusalueen verkon kehittämisessä. Liittymää ei välttämättä irtisanota välittömästi kiinteistön kulutuksen lakattua vaan vasta vuosien päästä, mikä pakottaa ylläpitämään laajaa jakeluverkkoa aiempaa pienemmälle asiakasmäärälle ja energiankulutukselle. Merkittävin kasvava teollisuusasiakkaiden ryhmä ovat tuulivoimalapuistot, jotka voivat mullistaa alueen sähkönkäytön. Suurteollisuuden sähköistyminen on tapauskohtaista, mutta lähes kaikki pyrkivät suurempaan energiatahokkuuteen. Sähköautot yleistyvät viimeisenä haja-asutusalueella pitkien välimatkojen ja hitaan auton uusiutumisen vuoksi. Poikkeuksen muodostavat vapaa-ajan asunnot, joihin matkustetaan kaupungeista. Lisäksi vapaa-ajan asunnot saattavat irtautua sähköverkosta, kun aurinkopaneeli- ja akkukokonaisuudet yleistyvät varsinkin saaristossa. Toisaalta samaan aikaan kesämökkien varustelutaso ja sen myötä sähkönkulutus kasvaa, mikä haastaa aurinko-akku-järjestelmien suorituskykyä ja korostaa sähköverkon tarvetta.

Alueilla, jossa sähkönkäytön laskee pitkällä aikavälillä, pyritään välttämään investointeja sellaiseen sähköverkkoon, joka ehkä pitää purkaa muutaman vuosikymmenen päästä. Toisaalta liittymän sähkönkäytön loppumisen ja irtisanomisen välillä voi olla jopa kymmenen vuotta. Ylimenoiheessa tehostettu kunnonvalvonta ja siirrettävät joustoratkaisut ovat vaihtoehtoja tehokkaassa pitkänai-

kavälin toiminnassa. Suurjänniteverkossa nopea ja suuri tuulivoimalainvestointi on merkittävä kehittämishaaste. Keski-jänniteverkon kehittäminen ei poikkea merkittävästi nykyisestä tekemisestä. Pienjänniteverkon jännitehaasteet vaihtelevat, koska yhdessä osassa verkkoa kulutus voi kasvaa ja toisessa laskea. Asiakasmääriltään pienten, mutta verkkopituudeltaan laajojen muuntopiirien vuoksi pienjänniteverkon tilanne vaihtelee huomattavasti.

Carunan kehittämistoimien keskiössä on uusien suurasiakkaiden investointitarpeiden tunteminen ja pienasiakkaskäyttäytymisen ennustaminen. Avainasemassa ovat ennustettavuus, kunnonhallinta, seuraavan sukupolven älymittarit ja joustoratkaisut. Ne mahdollistavat tehokkaimman pitkän aikavälin sähköverkon investointi- ja kulurakenteen

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 sähkönkäyttöään tai -tuotantoaan.

Suurten fyysisten energiayhteisöjen yleistymisen voi mahdollistaa sähköverkkojen tulevaisuuden sääntelykokoalaisuus. 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 kulutusjouoston tarve 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.

Jakeluverkkooalan merkittävä tehokkuutta ajava tekijä on sääntelyn ennakoitavuus ja pitkäjänteisyys. Investointien pitoajat ovat lähes puoli vuosisataa ja nopea sekä ennakoimaton sääntely lisää toiminnan riskejä. Jakeluverkkoyhtiöt ovat luonnollisia teknologiariskin ja sähkönkäytön 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 huipputehojen muutos on jakeluverkkooalalla merkittävä tekijä, koska sähköverkon toimintakyky mitoitetaan tehon kautta.

Kotimaisen sähköjoustopotentialin täysimääräinen hyödyntäminen lisää huoltovarmuutta. Sääriippuvan tuotannon energia on kotimaista, jonka täysimääräinen hyödyntäminen vaatii tehokkaan kulutusjouoston. Toinen toimialan nouseva huoltovarmuustekijä on tietoverkkojen ja -järjestelmien turvallisuus. Sähkönkäytön 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 kunnossapitotarkestuksista kerättäviä havaintoja. Carunan 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 kunnossapitotarkestushavaintojen 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 hyödyntäminen kasvaa. Sähköverkon näkökulmasta sähkön tuotanto asiakaskeskittymien yhteydessä vähenee ja tuotanto kasvaa harvemmin asutuilla alueilla. Samaan aikaan sähkön kokonaiskapasiteettitarve kasvaa energiamurroksen ja kaupungistumisen myötä. Carunan tekemien analyysien perusteella sähköverkkomme kestää muutoksen hyvin verrattuna esimerkiksi Keski-Eurooppaan. Tämä selittyy suomalaisten jo entuudestaan suurista sähkökäyttötehoista mm. lämmityksen ja sähkösaunojen vaikutuksesta.

Energiamurroksen myötä yksittäisiä pullonkauloja voi syntyä. Carunalla kapasiteetiltaan kriittisimmiksi on tunnistettu kaupunkeja tai uusiutuvaa energiantuotantoa palvelevat suurjänniteverkot sekä yksittäiset jakeluverkonosat, joissa asiakkaiden sähkökäyttö 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 uudelleenaikataulutetaan, jos tulevaisuuden tarpeet muuttuvatkin ennakoitua nopeammin.

Tärkeimmät muutostekijät kapasiteettitarpeiden taustalla ja niiden vaikutukset:

- Taajamien sähköistyminen lämmityksessä, liikenteessä ja teollisuudessa → kasvava huipputehotarve suurjänniteverkossa
- Tuuli- ja aurinkovoima → suurjännitekapasiteettitarve haja-alueilla
- Yksityisasiakkaiden huipputehomuutokset lämmityksessä ja liikenteessä → paikalliset haasteet pienjänniterunkojen sekä jakelumuuntajien mitoituksessa

3.3 Laatuvaatimukset

Sähkömarkkinalain laatuvaatimukset myrskyn tai lumikuormien aiheuttamille vikatilanteille ovat Caruna Oy:lle seuraavat:

- Asemakaava-alueilla 6 h
- Asemakaava-alueiden ulkopuolella 36 h
- Erityisalueet saaristossa (SML 51 § 2. momentti) 120 h

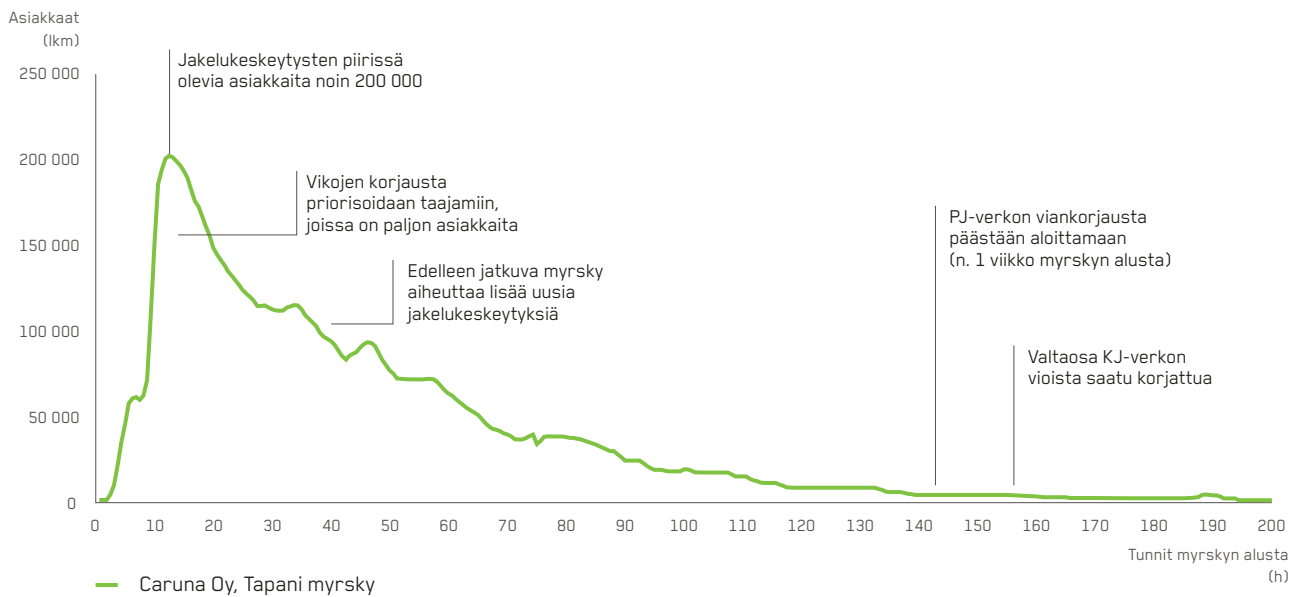
Päivitetyn siirtymäsäännöksen mukaan Caruna Oy:n tulee täyttää laatuvaatimukset kokonaan viimeistään 31.12.2036 mennessä. Lisäksi 75 % käyttäjistä (pois lukien vapaa-ajan asunnot) on oltava laatuvaatimusten piirissä 31.12.2028.

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. Yhtäaikaaisesti sähköttömiä asiakkaita oli vuoden 2011 Tapani-myrskyssä n. 200 000 (Kuva 1) ja vikojen korjaus sekä sähköjen palauttaminen kesti kokonaisuudessaan noin kaksi viikkoa. Vastaavasti

vuoden 2013 Seija-myrskyssä sähköttömiä asiakkaita oli samanaikaisesti n. 135 000 ja sähköjen palauttaminen kesti noin viikon. Laajoissa myrskyissä sähkönjakelu on toiminut häiriöttä suurten kaupunkien kokonaan maakaapeloiduissa

keskijänniteverkoissa, mutta katkennut laajalti ja pitkäkestoisesti sekä taajamien sekaverkoissa (ilmajohtoja ja maakaapelia) että haja-alueiden ilmajohtovaltaisissa verkoissa.

KUVA 1. SÄHKÖKATKON KOKENEET ASIAKKAAT JA VIANKORJAUKSEN VAIKUTUKSET 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.

Carunan verkko on jaettu maantieteellisesti 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 (Itämeren saaristoalueet).

Taajama-alueille tyypillistä on suuri asiakastiheys ja sitä kautta merkittävä sähkökäyttö. Suurin osa kulutus-kasvusta sijoittuu myös taajama-alueille. Taajama-alueiden jännitetasokohtaiset verkkopituudet ovat syöhykkeistä kaikkein lyhimät asiakasta kohden. Silti taajamissakin etenkin keski- ja suurjännitejohtolähdöt ovat pitkiä ja palvelevat suurta asiakasjoukkoa, joten verkon kehittämisen menetelmiä ei voida valita asiakaskohtaisesti vaan verkkoa on kehitettävä osana laajempaa kokonaisuutta.

Haja-alueille tyypillistä on pitkät verkkopituudet asiakasta kohden, ja vikapaikoille siirtymiseen tarvittava aika, kun sähköverkossa on vika. Verkon kehittämistoimet palvelevat asiakkaita hyvinkin laajalla maantieteellisellä alueella. Verkon viat sekä vikoihin varautuminen verkkoa kehittämällä vaikuttavat asiakkaisiin kymmenien kilometrien etäisyyksillä.

Erityisalue koostuu saaristosta Lounais-Suomessa (suurimpana Turunmaan saaristo), Länsi-Uudellamaalla (suurimpana Raasepori-Inkoo) ja Länsi-Suomessa (yksittäisiä saaria). Saaristossa maaperä on kalliainen,

mutta puustoinen, mikä ei mahdollista ilmajohtojen vikojen täysimittaista ennalta ehkäisyä kaapeloinnilla. Lisäksi saaristoon ei aina päästä sääoloista ja vuodenajasta 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 alueilla pääosin säteittäisiä, joten topologian osalta seuraavassa keskitytään kuvaamaan keski- ja suurjänniteverkon topologiaa.

Taajama-alueiden jakeluverkolle tyypillistä on kaapelipainotteinen sekaverkko, joka on topologialtaan suurelta osin varmistettu rengasyhteyksillä. Haarajohdot on pyritty pitämään lyhyinä, kun odotetaan esimerkiksi alueen laajentumista kaavoitusrakentamisen myötä. Suurjänniteverkko on pääosin varayhteyksin varmistettua ilmajohtoa. Suurjänniteverkon varayhteys voi olla toteutettu myös keskijänniteyhteyksillä ja näin usein onkin etenkin pienemmissä taajamissa. 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.

Haja-alueiden jakeluverkko on tyypillisesti sekaverkkoa, jossa on pitkiäkin haarajohtoja. Suurjänniteverkko on tyypillisimmin säteittäistä tai yksittäisiä kantaverkkoon liittyneitä johdonvariasemia, jotka on varmistettu keskijänniteyhteyksillä toiselta sähköasemalta. Suuren asiakasmäärän runkojohdot on pyritty varmistamaan varayhteyksillä toiselta johtolähdöltä tai reuna-alueilla toisesta jakeluhytiöstä. Automaatiota on jälkikäteen lisätty verkon solmukohtiin jakorajoille ja uusimmissa verkonosissa myös runkojohdoille ja haarojen risteämiin, jotta vianrajaus sujuu nopeasti.

Saariston erityisalueilla on tyypillisesti vain jakeluverkkoa ja sen rakenne on pääosin säteittäinen sekaverkko (suurimpien Turunmaan saariston ja Suomenlahden saaristoalueiden keskijännitteisiä rengasyhteyksiä lukuun ottamatta). Saarten väliset yhteydet ovat merikaapelia, jonka korjaus on osin riippuvainen jäätilanteesta. Saarissa vanha verkko on ilmajohtoa ja uudemmat verkot sekaverkkoa. Tyypillisesti maaperä vaihtelee hyvinkin paljon kalliosta kaivuukelpoiseen maaperään, mikä vaikuttaa myös käytettyihin teknisiin ratkaisuihin.

3.4.2.2 Sähkökäytön erityistarpeet

Taajama-alueilla sijaitsee merkittävä osa yhteiskunnan kriittisistä toiminnoista ja palveluista, joiden sähköjakelun 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 ympäristötekijät 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 tyypillisesti metsää, peltoa tai tienvierustaa. Paikoitellen maasto on kalliosta tai kivikkoista. Saariston erityisalueella maastolle ominaista on meri, kalliot ja etenkin suurimmilla saarilla hyvinkin vaihteleva maasto kallioisesta ja kitukasvuisesta metsästä maa- ja metsätalouskäytössä olevaan maastoon.

Eri kehittämissvyöhykkeillä esiintyvät CLC-luokat³ on esitetty seuraavalla sivulla 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.

³ CLC eli CORINE Land Cover kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä. Aineisto kuuluu Suomen ympäristökeskuksen avoimiin aineistoihin.

TAULUKKO 2. KEHITTÄMISVYÖHYKKEILLÄ ESIINTYVÄT CLC-LUOKAT.

| CLC-luokka | Taajama-alue | Haja-alue | Erityisalue (saaristo) |
|---|--------------|-----------|------------------------|
| 1111 Kerrostaloalue | x | x | x |
| 1121 Pientaloalue | x | x | x |
| 1211 Palvelualue | x | x | x |
| 1212 Teollisuusalue | x | x | x |
| 1221 Liikennealue | x | x | x |
| 1231 Satama-alue | x | x | x |
| 1241 Lentokenttä | x | x | |
| 1311 Maa-ainesten otto | x | x | x |
| 1312 Kaivokset | x | x | x |
| 1321 Kaatopaikka | x | x | |
| 1331 Rakennustyö | x | x | |
| 1411 Puisto | x | x | x |
| 1421 Vapaa-ajan asunnot | x | x | x |
| 1422 Urheilu- ja vapaa-aika | x | x | x |
| 1423 Golf-kenttä | x | x | x |
| 1424 Ravirata | x | x | |
| 2111 Pelto | x | x | x |
| 2221 Viljelmä | x | x | x |
| 2311 Laidun | x | x | x |
| 2312 Luonnon laidun | x | x | x |
| 2431 Maatalousmaa | x | x | x |
| 2441 Puustoinen pelto/laidun | x | x | x |
| 3111 Lehtimetsä, kivennäismaa | x | x | x |
| 3112 Lehtimetsä, turvema | x | 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 | 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 |
| 4122 Turvetuotanto | x | x | |
| 4211 Merenrantakosteikot maalla | x | x | x |
| 4212 Merenrantakosteikot vedessä | x | x | x |
| 5111 Joet | x | x | x |
| 5121 Järvet | x | x | x |
| 5231 Meri | x | x | x |

3.4.2.4 Toimintaympäristön muutokset vyöhykkeillä

Kehittämissuunnitelman alkuosassa kuvattujen 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, ilmastomuutoksen, energajärjestelmän 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 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 (lataus kentät 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 sähkötehotarpeiden 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 ja harvaan asutuilla alueilla pysyvän asutuksen vähentyminen. Harvaan asutuilla alueilla merkittävä epävarmuustekijä on asiakasmäärän vähenemisen arviointi eli, minkä verran asiakasmäärä vähenee kokonaan ja minkä verran tarvetta jää kakkosasunto- tai vapaa-ajanasuntokäyttöön ja millä aikavälillä sekä millaiset ovat paikalliset vaihtelut.

- Liikenteen sähköistyminen → sähkönkäytön maltillinen 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 sähkötehotarpeiden pistemäinen hyvinkin merkittävä kasvu, jota on hankala ennustaa tarkasti, koska osa uusista hankkeista toteutuu, mutta kaikki eivät todennäköisesti toteudu.
- Uusiutuva tuotanto → Tuulivoiman ja suurten aurinkovoimaloiden kasvu. Pienimuotoisen aurinkovoiman käytön yleistymisen yksityisasiakkailla ja yrityksissä

Saariston erityisalueen merkittävimpiä vaikutuksia:

- Kaupungistuminen → Vakituisten asumisen vähentyminen ja samaan aikaan aktiivisten vapaa-ajanasuntoalueiden maltillisesti kasvava sähköntarve
- Liikenteen sähköistyminen → Lauttaliikenteen sähköistyminen. Vesiliikenteen ja satamien sähköistymisen mahdollinen kasvu tulevaisuudessa.
- Lämmityksen sähköistyminen → Mahdollisesti paikallisia vaikutuksia sähkönkäytön lisääntymiseen etenkin vapaa-ajanasuntojen varustelutason muutosten myötä.
- Uusiutuva tuotanto → Pienimuotoisen aurinkovoiman käytön yleistymisen yksityisasiakkailla. Mahdollinen merituulivoima, joka kuitenkin toteutuessaan liitettäisiin todennäköisemmin mantereella olevaan sähköverkkoon.

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 elinkaarensa puolivälissä hajonnan ollessa kuitenkin suurta. Taajamissa verkko on keskimäärin hieman uudempaa kuin muilla alueilla.

TAULUKKO 3. SÄHKÖVERKON IKÄTIEDOT

| Vyöhyke | Keski-ikä | Keskimääräinen pitoaika |
|--------------|-----------|-------------------------|
| Taajama-alue | 22 | 46 |
| Haja-alue | 26 | 46 |
| Erytisalue | 29 | 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 enemmän keskijänniteverkkoa siirtämään sähköä alueelta toiselle.

TAULUKKO 4. VERKKOPITUUDET ERI VYÖHYKKEILLÄ VUODEN 2021 LOPUSSA

| Vyöhyke | KJ (km) | PJ (km) |
|--------------|---------|---------|
| Taajama-alue | 3 456 | 11 975 |
| Haja-alue | 24 525 | 33 091 |
| Erytisalue | 1 696 | 3 349 |

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 pylväitä) 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 | 3 370 | 11 680 |
| Haja-alue | 20 720 | 23 010 |
| Erytisalue | 1 230 | 1 540 |

Taulukossa 5 ei oteta huomioon säävarmuutta kasvattavasta näkökulmasta verkkoja, jotka voidaan vikatilanteessa korjata laatuvaatimusten 6/36/120 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 128 724, haja-alueella 174 877 ja erityisalueella 15 084 kappaletta vuoden 2021 lopussa.

3.4.3.5 Käyttöpaikkojen kokonaismäärät vyöhykkeillä

Käyttöpaikkoja on taajama-alueella 287 899, haja-alueella 180 513 ja erityisalueella 15 702 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 korjausajoja 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 271 741, haja-alueella 160 497 ja erityisalueella 11 989 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. KAAPELIVERKKOMÄÄRÄT ERI VYÖHYKKEILLÄ VUODEN 2021 LOPUSSA

| Vyöhyke | KJ (km) | PJ (km) |
|--------------|---------|---------|
| Taajama-alue | 3 260 | 10 900 |
| Haja-alue | 16 760 | 14 570 |
| Erytisalue | 1 100 | 1 180 |

TAULUKKO 7. METSÄSSÄ SIJAITSEVAT ILMAJOHTOMÄÄRÄT ERI VYÖHYKKEILLÄ VUODEN 2021 LOPUSSA

| Vyöhyke | KJ (km) | PJ (km) |
|--------------|---------|---------|
| Taajama-alue | 90 | 290 |
| Haja-alue | 3 810 | 10 080 |
| Erytisalue | 470 | 1 810 |

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

| Vyöhyke | KJ (km) | PJ (km) |
|--------------|---------|---------|
| Taajama-alue | 30 | 140 |
| Haja-alue | 1 080 | 4 190 |
| Erityisalue | 60 | 300 |

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

| Vyöhyke | KJ (km) | PJ (km) |
|--------------|---------|---------|
| Taajama-alue | 110 | 780 |
| Haja-alue | 3 950 | 8 440 |
| Erityisalue | 120 | 360 |

3.5 Sähkönjakeluverkon kehittämissstrategia

Sähkönjakeluverkon kehittämissstrategian 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 viankorjausresurssilla 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 ilmajohtoverkon säävarmuutta kasvatetaan riittävän korkealle tasolle eli käytännössä puille alttiin 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 ilmajohtoon 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 asiakaskohtaisten toimitusvarmuusratkaisujen ja joustomahdollisuuksien kartoitus
- Suurhäiriön aikaisen viankorjauksen tehokkuuden ja nopeuden kehittäminen (esimerkiksi hyödyntämällä etäluettavia energiamittareita ja data-analytiikkaa PJ-verkon tilannekuvan/keskeytystilanteen muodostamiseen sekä viankorjaustehtävien priorisointi asentajaresurssien hyödyntämiseksi mahdollisimman tehokkaasti)
- Paikallisia pitkäaikaista viankorjausta vaativia tilanteita varten liikuteltavien varavoimakoneiden ylläpitäminen ja uusien teknologioiden, kuten akkujen hyödyntämistä liikuteltavana varavoimalähteenä, selvittäminen

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 saneerauksessa. 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 kalliisuudesta johtuen. Käytännössä ilmajohtorakenteita hyödynnetään avomaastossa harvaan asuttujen alueiden latvaverkossa, kalliiosissa maastossa sekä alueilla, joissa sähkönkäyttötarpeen arvioidaan vähenevän olennaisesti tulevina vuosikymmeninä. Näissä tilanteissa nykyisten linjojen elinkaarta pyritään jatkamaan mahdollisuuksien mukaan muutamilla kymmenillä vuosilla uusimalla vanhimpien ja heikkokuntoisimpien linjojen pylviä. Kun rakennetaan uutta verkkoa, on (esimerkiksi uusia asiakasliittymiä toteutettaessa) verkon rakentamistapa ensisijaisesti elinkaarikustannuksiltaan tehokkain maakaapelointi.

Muuntamorakenteet toteutetaan puistomuuntamoina ottamalla huomioon käyttövarmuus ja ympäristövaikutukset (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 elinkaarikustannukseltaan 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. Metsävaltaisimmilla alueilla käytetään pääsääntöisesti maakaapelointia, jos kaivuolosuhteet sen sallivat. Ilmajohtorakenteita hyödynnetään tilanteissa, joissa nykyisen ilmajohtoverkon käyttövarmuus sekä siirtokyky ovat riittävällä tasolla tulevaisuuden tarpeita ajatellen tai

maakaapeliverkon käyttö ei ole elinkaarikustannuksiltaan tehokas ratkaisu esimerkiksi maaperän kallioisuudesta johtuen. Käytännössä ilmajohtorakenteita hyödynnetään avomaastossa harvaan asuttujen alueiden latvaverkoissa, kalliovaltaisilla saarilla sekä alueilla, joissa sähkönkäyttötarpeen arvioidaan vähenevän olennaisesti tulevana vuosikymmeninä. Näissä tilanteissa nykyisten linjojen elinkaarta pyritään jatkamaan mahdollisuuksien mukaan muutamilla kymmenillä vuosilla uusimalla vanhimpien ja heikkokuntoisimpien linjojen pylviä. Kun uutta verkkoa rakennetaan (esimerkiksi uusia asiakasliittymiä toteutettaessa), on verkon rakentamistapa ensisijaisesti elinkaarikustannuksiltaan tehokkain maakaapelointi, mikäli olosuhteet mahdollistavat kaivuun. Kallioisilla tai muuten kaivuuesteisillä osuuksilla käytetään ilmajohtorakenteita.

Muuntamorakenteet toteutetaan puistomuuntamoina ottamalla huomioon käyttövarmuus ja ympäristövaikutukset (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 vaihtoehtoja, hyödyntämällä maakaapeli- ja ilmajohtorakenteita. 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. Topologiaaltaan 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 projektiansa osalta mahdollisimman suurta yhteisrakentamispotentiaalia muiden yhdyskuntateknisiä verkkoja rakentavien ja ylläpitävien tahojen kanssa, ja tätä varten julkaisemme suunnitelmamme mm. verkkotietopisteessä. 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 velvoitettu yhteensovittamaan potentiaaliset yhteisrakentamismahdollisuudet.

Caruna Oy:llä on yli 60 varayhteyttä 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 energiayhteisöpalvelun luomiseksi. Olemme hakeneet lupaa käynnistääksemme pilotin dynaamisesta verkkoliitynnästä kapasiteettijoustopuolittamiseksi suuren kulutuksen taajamaympäristössä. Osallistumme aktiivisesti toimialan yhteiseen tutkimukseen mm. ST-poolin⁴ 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 prioriteettiluokat 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 elinkaari-kustannukset 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 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 tarkoitus 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. Kokonaisuutena näillä ei ole merkitystä 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.

⁴ [Sähkö tutkimuspooli](#)

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 vältytään 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 terveydenhuoltoon, energiahuoltoon, yhdyskuntahuoltoon, tiedonvälitykseen ja viestintään, julkishallintoon ja -palveluihin sekä teollisuuteen. Keskimääräinen enimmäisteho saneeraamattoman keskijänniteverkon osalta asemakaava-alueilla on 1500 kW. Kustannustehokkain verkon kehittämiskäyttöratkaisu, kun otetaan huomioon taajama-alueiden kaavoitus- ja tilarajoitteet, lainsäädännön vaatimus 6 h maksimikeskeytysajasta sekä

yhteisrakentamisen mahdollistaminen, on maakaapelointi niin keski- kuin pienjänniteverkon osalta.

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 96 % (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 4 %.

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 2 % 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 15 km pienjänniteverkkoa. Uuden maakaapeliverkon pituus on keskimäärin noin 1,29 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 | 1 278 100 |
| Muut kustannukset | 97 609 |
| Elinkaarikustannus | 1 375 709 |

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 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 600 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 93 % 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 6 %.

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 4 %. 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 63 %. Muut kertaluontoiset kustannukset ratkaisulle koostuvat ilmajohtoverkon uudelleen pylvästämisestä, joka toteutetaan 35 vuotta tehdyn investoinnin jälkeen. Näiden kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on 17 %.

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 8 %. Keskeytyksestä aiheutuvan haitan kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on noin 12 % 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, kunnan 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 18 km keskijänniteverkkoa ja 38 km pienjänniteverkkoa. Uuden verkon pituus on keskimäärin noin 1,26 kertainen verrattuna purettavaan ilmajohtoverkkoon. 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 |
| Investointikustannus | 1 758 045 | 1 545 416 | 1 197 774 | 1 661 058 | 1 818 498 | 1 838 531 |
| Muut kustannukset | 238 904 | 1 027 273 | 882 891 | 975 881 | 906 815 | 251 630 |
| Elinkaarikustannus | 1 996 949 | 2 572 688 | 2 080 665 | 2 636 939 | 2 725 313 | 2 090 161 |

4.3 Erityisalueet (120 h)

Erityisalueilla käytettävien rakentamiskäytävien keinovalikoimassa on huomioitu seuraavat vaihtoehdot:

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

Levennetty johtokatu: Erityisalueiden verkon kehittämisen suunnitelma 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 kehittämisstrategia ja -tarve, se on lisäkustannus saneerauksesta aiheutuvalle investointikustannukselle ja kasvattaisi entisestään epäsuhtaa uuden ilmajohtoon ja maakaapelin välillä maakaapelin eduksi.

4.3.1 TEKNINEN RATKAISU

Erityisaluevyöhykkeeseen sisältyy alueita, joiden olosuhteet liittyen asiakasmääriin, sähkönkulutukseen ja niiden kehittämiseen sekä verkon kriittisyyteen ja sähkönjakelun luotettavuuteen vaihtelevat suuresti. Asutus- ja vapaa-ajan asutokeskittymät 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 400 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 72 % 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 5 %.

Muut kertaluonteiset kustannukset sekaverkkoratkaisulle koostuvat ilmajohtoverkon uudelleen pylvästämisestä, joka toteutetaan 35 vuotta tehdyn investoinnin jälkeen. Näiden kustannusten osuus elinkaarikustannuksista on 11 %.

Sekaverkkoratkaisun operatiiviset kustannukset koostuvat verkon kunnossapidon kustannuksista, jotka sisältävät vaaditut kunnossapitotarkastukset, -mittaukset ja -korjaukset sekä viankorjauksen kustannukset. Sekaverkon osalta näiden kustannusten osuus elinkaarikus-

tannuksista on noin 4 %. Keskeytyksestä aiheutuvan haitan kustannusten osuus elinkaarikustannuksista erityisalueilla on noin 8 % 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 |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| Ratkaisu 1 | Maakaapeli | Maakaapeli |
| Ratkaisu 2 | Avojohto | Ilmakaapeli (AMKA) |
| Ratkaisu 3 | Pylväänvaihto | Pylväänvaihto |
| Ratkaisu 4 | PAS -johto | Ilmakaapeli |
| Ratkaisu 5 | Ilmakaapeli (AMKA) | Ilmakaapeli (AMKA) |
| Ratkaisu 6 | 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 16 km keskijänniteverkkoa ja 23 km pienjänniteverkkoa. Uuden verkon pituus on keskimäärin noin 1,12 kertainen verrattuna uusittavaan ilmajohtoverkkoon.

TAULUKKO 14. ERITYISALUEIDEN SÄHKÖNJAKELURATKAISUJEN KUSTANNUSVERTAILU TYYPILLISELLE HANKEKOKONAISUUDELLE

| KJ ratkaisu | Kaapeli | Avojohto | Pylväänvaihto | PAS | Ilmakaapeli | 1 kV | Sekaverkko |
|-----------------------------|-----------|-----------|---------------|-----------|-------------|-----------|------------|
| PJ ratkaisu | Kaapeli | AMKA | Pylväänvaihto | AMKA | AMKA | Kaapeli | Sekaverkko |
| Investointikustannus | 1 531 462 | 1 212 691 | 897 418 | 1 273 988 | 1 413 935 | 1 603 142 | 1 065 880 |
| Muut kustannukset | 178 866 | 724 704 | 608 385 | 709 451 | 640 838 | 187 084 | 411 463 |
| Elinkaarikustannus | 1 710 328 | 1 937 395 | 1 505 803 | 1 983 439 | 2 054 773 | 1 790 226 | 1 477 343 |

5 Pitkän tähtäimen suunnitelma

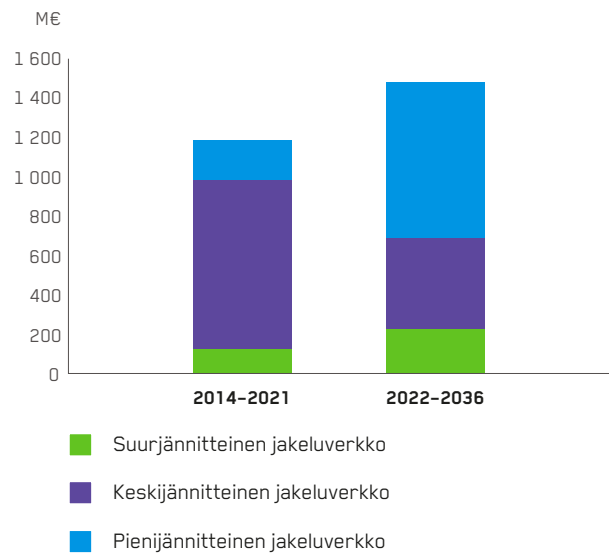
5.1 Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi

Caruna Oy on investoinut vuosien 2014–2021 aikana merkittävästi jakeluverkon kapasiteetin ylläpitoon ja laatuvaatimusten täyttämiseen. Investoinnit ovat kohdistuneet pääasiassa keskijänniteverkkoon ja tämä näkyy verkon sää- ja toimitusvarmuuden parantumisena.

Tulevina vuosina (2022–2036) investoinnit tähtäävät siihen, että kaikki Caruna Oy:n asiakkaat tulevat olemaan sähkömarkkinalain laatuvaatimusten piirissä vuoden 2036 loppuun mennessä ja näiltä osin investoinnit kohdistuvat pääosin pienjänniteverkkoon. Tulevat suurjännitteisen verkon investoinnit kohdistuvat tasaisesti eri puolille Caruna Oy:n verkkoaluetta ja ne sisältävät muun muassa sähköasemien ja voimajohtojen saneerauksia. Esitetyt luvut eivät pidä sisällään kasvuinvestointeja.

Kuvassa 2 on esitetty ylätasolla vuosien 2014–2021, 2022–2036 investointitasot jaettuna suur-, keski- ja pienjänniteverkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi tehtäviin investointeihin. Vuosien 2022–2036 investointimäärät ovat suuntaa antavia ja tarkentuvat tulevina vuosina. 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

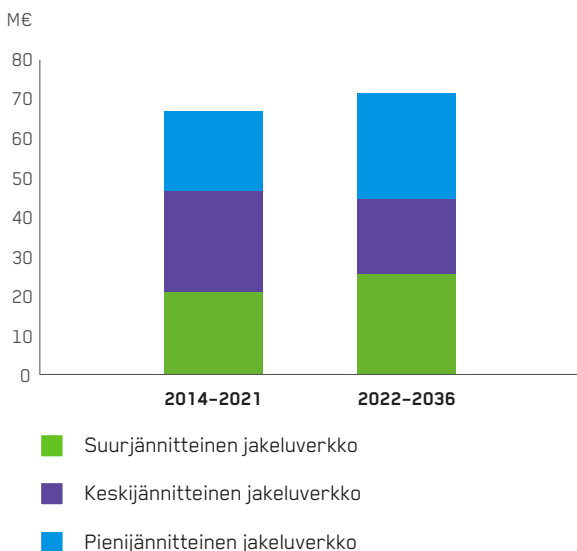


5.2 Verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi tehtävä kunnossapito

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

Kuvassa 3 on esitetty ylätasolla vuosien 2014–2021 ja 2022–2036 kunnossapitotasot jaettuna suur-, keski- ja pienjänniteverkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi tehtävään kunnossapitoon. Suurjänniteverkon kunnossapitoon sisältyvät niin voimajohtojen kuin sähköasemien kunnossapito ja johtokatuja 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 sähköjakelun laatuvaatimukset määrien kehityksestä vuoden 2036 lopussa. Käyttöpaikkojen määrä on arvioitu perustuen luvussa 2 esitettyyn ennusteeseemme käyttöpaikkojen määrän kehityksestä. Kaikki Caruna Oy:n käyttöpaikat tulevat olemaan laatuvaatimusten piirissä vuoden 2036 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 KÄYTTÖPAIKKA MÄÄRISTÄ JA LAATUVAATIMUSTEN PIIRISSÄ OLEVISTA KÄYTTÖPAIKOISTA 31.12.2036

| | 31.12.2021 | 31.12.2036 |
|---|------------|------------|
| Asemakaava-alueella käyttöpaikkoja | 287 899 | 354 674 |
| Asemakaava-alueella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä | 271 741 | 354 674 |
| Asemakaava-alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja | 180 513 | 208 969 |
| Asemakaava-alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä | 160 497 | 208 969 |
| Erytisalueilla käyttöpaikkoja | 15 989 | 17 526 |
| Erytisalueilla käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä | 11 989 | 17 526 |

5.4 Rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttävän sähköjakeluverkon määrän kehitys

Taulukossa 16 on esitetty arvio verkon määrän ja rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttävän verkon määrän kehityksestä vuoden 2036 loppuun mennessä. Rakenteellisesti laatuvaatimukset täyttäväksi verkoksi tulkitaan säänkestävä

TAULUKKO 16. ARVIO VERKON MÄÄRISTÄ JA LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄN VERKON MÄÄRÄSTÄ VUONNA 2036

| | 31.12.2021 | 31.12.2036 |
|---|------------|------------|
| Keskijänniteverkko, km | 26 677 | 32 289 |
| Keskijänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset, km | 25 320 | 30 133 |
| Pienjänniteverkko, km | 48 414 | 57 063 |
| Pienjänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset, km | 36 230 | 49 262 |

5.5 Kuvaus kulutus- ja tuotantoliittymistä, jotka edellyttävät merkittäviä jakeluverkkoinvestointeja

Tässä kappaleessa esitämme arviomme verkkoomme seuraavan kymmenen vuoden aikana mahdollisesti liitetävistä 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

Caruna Oy:n verkkoalueilla tunnistettuja erityyppisiä tuotantokyselyjä ja tuotannon asiakaspotentiaalia arvioidaan olevan liittymisteholtaan noin 800–900 MVA seuraavien 0–5 vuoden aikana. On syytä ottaa huomioon, että kaikki kyselyt eivät lopulta toteudu konkreettisina hankkeina. Tämänhetkisen arvion perusteella tuotantokyselyistä ja asiakaspotentiaalista noin puolet tulisivat toteutumaan ja liittymään Caruna Oy:n sähköjakeluverkkoon seuraavan viiden vuoden kuluessa.

Perustuen konkreettisiin kyselyihin ja tunnistettuun asiakaspotentiaaliin, suuren kokoluokan tuotantoliittymistä ja tuotannon kasvusta merkittävin osuus tulee tuulivoimatuotannosta, jonka koko potentiaali seuraavan viiden vuoden aikana on noin 500–600 MVA. Arvion mukaan

näistä konkreettisina hankkeina toteutuisi noin puolet, mikä tarkoittaa 250–350 MVA uutta tuotantotehoa. Tätä arviota tukee myös tuulivoimatuotannon toteutunut liittynyt tuotantokapasiteetti aikaisemmilta vuosilta, keskimäärin hieman alle 90 MVA/vuosi vuosina 2015–2021. Tunnistettu tuulivoimapotentiaali Caruna Oy:n verkkoalueilla lähivuosina on maatuulivoimaa.

Viime vuosien aikana keskisuuren ja suuren kokoluokan aurinkovoimaloiden tuotantoliittymäkyselyjen määrä on kasvanut. Tällä hetkellä tunnistettuja hankkeita tai asiakaspotentiaalia Caruna Oy:n jakeluverkkoalueilla on noin 200–300 MVA. Hankkeiden lopullinen tuotantokapasiteetti sekä kokoluokka vaihtelevat kuitenkin merkittävästi ja hankkeiden toteutuminen on vielä epävarmaa. Tällä hetkellä Caruna Oy:n jakeluverkkoon liittyneenä ei ole yhtään suuren kokoluokan (yli 1000 kVA) aurinkosähköpuistoa.

Vesivoiman tuotantokapasiteetin ja tuotantoliittymien määrän kasvu Caruna Oy:n verkkoalueilla on hyvin maltillista. Tällä hetkellä tunnistettua kasvupotentiaalia on noin 40 MVA, yhden hankekehitysvaiheessa olevan uuden vesivoimalaitoksen myötä. Suuria polttamiseen perustuvien tuotantolaitoksien (esim. CHP-yhteistuotantolaitos, lauhdelaitokset) liittymisiä jakeluverkkoon ei ole tiedossa.

5.5.1.2 Kulutusliittymät ja kulutusasiakkaat

Merkittävien uusien kuormien ja kulutusliittymien kyselyt ja asiakaspotentiaali painottuvat seuraavan 0–5 vuoden aikana Caruna Oy:ssä tiiviimmin asutetuille ja rakennetuille verkkoalueille (esim. Länsi-Uusimaa ja Keski-Uusimaa). Kokonaisuudessaan tunnistettuja erityyppisiä suuremman kokoluokan kulutusliittymäkyselyjä ja asiakaspotentiaalia on noin 350–400 MVA.

Suurta sähkökulutuksen kasvua voivat synnyttää etenkin konesalihankkeet, joiden arvioitua potentiaalia on noin 50–250 MVA. Kyseisiin hankkeisiin liittyy merkittävää epävarmuutta hankkeen todellisen kokoluokan ja sähkötehon tarpeen sekä itse hankkeiden toteutumisen suhteen. Muu kulutuksen ja uusien kulutusliittymien kasvu koostuu pääasiassa hieman pienemmistä kokonaisuuksista, kuten teollisuuden ja raideliikenteen sähköistymishankkeista, ollen arviolta luokkaa 50–100 MVA seuraavien 5 vuoden kuluessa.

Liikenteen ja henkilöautoliikenteen sähköistymisen uskotaan kiihtyvän merkittävästi lähivuosina. Tällä hetkellä Caruna Oy:n alueella autoliikenteen sähköistyminen näkyy lähinnä pien- ja keskijänniteverkon kulutusliittymäkyselyissä ja -projekteissa. Verrattuna suuren kokoluokan kulutusliittymiin (esim. konesalit, teollisuuden sähköliittymät), sähköisen liikenteen latausratkaisujen ja liittymien tehotarpeet ovat vielä merkittävästi pienempiä. Uusia merkittäviä kuluttajia tulee, kun julkinen liikenne ja logistiikkakuljetukset (paketti- ja kuorma-autot) sähköistyvät ja suurten henkilöautojen pikalatauspisteet yleistyvät.

Seuraavien 0–5 vuoden aikana ei tämän hetken tietojen mukaan ole tunnistettuna merkittävää määrää uusia kulutusliittymiä tai asiakaspotentiaalia, jotka liittyisivät lämmityksen sähköisiin ratkaisuihin (esim. kaukoläm-

pöverkkoon liitetyt lämpöpumput tai suuren kokoluokan kiinteistökohtaiset ratkaisut), mutta kyseisen toimialan kehitystä seurataan aktiivisesti Caruna Oy:n toimialueilla.

5.5.2 SEURAAVAN 6–10 VUODEN AIKANA

5.5.2.1 Tuotantoliittymät ja tuotantoasiakkaat

Pidemmällä aikavälillä (seuraavat 6–10 vuotta) tuulivoiman potentiaalisen tuotantotehon ja tuotantoliittymien määrän arvioidaan edelleen jatkavan selkeällä kasvu-uralla, joka noudattelee koko Suomen tuulivoimatuotannon merkittävä kasvutrendiä. Tuulipuistojen keskikoon kasvu voi jatkossa ohjata tuulipuistoja liittymään suhteessa enemmän kantaverkkoon jakeluverkkojen sijaan myös Caruna Oy:n alueella. Merkittävä tuulivoimatuotannon lisääminen jakeluverkkoon edellyttää verkon kehittämistoimenpiteitä (mm. jakeluverkkojen pullonkaulojen poisto), jotta tuotantoa pystytään liittämään jakeluverkkoon. Lisäksi etenkin Koillismaan verkkoalueen pitkät etäisyydet rajoittavat merkittävän tuulivoimatuotannon lisäämistä Caruna Oy:n jakeluverkkoon, jollei verkkoa vahvistettaisi merkittävästi tätä varten.

Jakeluverkkoon tuotantonsa osittain tai kokonaan syöttävien aurinkosähköpuistojen ja -voimaloiden asiakaspotentiaalin ja tuotantoliittymien määrän voidaan arvioida lisääntyvän, mikäli aurinkosähkön kilpailukyky etenkin ison kokoluokan voimaloissa parantuu edelleen, kun teknologia kehittyy, kustannukset laskevat ja sähköntuotanto painottuu vihreään tuotantoon. Kyseiset aurinkovoimalaitokset painottunevat Caruna Oy:n alueen eteläisimpiin alueisiin, jossa auringon säteilyolosuhteet ovat paremmat aurinkosähkön tuotannolle.

5.5.2.2 Kulutusliittymät ja kulutusasiakkaat

Suuren kokoluokan teollisuuden sähköistymistarpeen arvioidaan näkyvän kohtuullisena kuormien ja kulutusliittymien määrän kasvuna Caruna Oy:n jakeluverkkoalueilla 6–10 vuoden aikajänteellä. Merkittävin potentiaali liittyy etenkin raskaan teollisuuden sähköistymistarpeisiin (esim. metalliteollisuus, kemianteollisuus), jossa teollisuusprosesseja voidaan sähköistää suoraan. Lisäksi teollisuuslaitosten ja -prosessien tehokkuutta voidaan parantaa esim. energiankierrätyksellä lämpöpumppujen avulla, mikä näkyy myös sähkötehon tarpeen kasvuna.

Uusiutuvaan vetyyn liittyvän vetytalouden ja esimerkiksi synteettisten polttoaineiden markkinan kehittymisen uskotaan synnyttävän tarvetta uusille suurille sähkön kulutusliittymille tulevaisuudessa, mutta aikajakso merkittävien hankkeiden toteutumiseen voi olla yli 10 vuotta.

Lämmöntuotannon ja etenkin kaukolämmön tuotannon sähköistymisen uskotaan näkyvän kulutusliittymien ja kulutusasiakkaiden määrän kasvuna pidemmällä aikavälillä niillä alueilla, joilla on toiminnassa suuremman kokoluokan kaukolämpöjärjestelmiä.

Kokonaisvaltainen liikenteen sähköistyminen näkyy hyvin suurella todennäköisyydellä kulutusliittymämäärien ja tehojen kasvuna pidemmällä aikavälillä. Kulutusliittymiä tarvitaan mm. raideliikenteen sähköistämiseen ja tieliikenteen latausratkaisujen toteuttamiseen (henkilöautoliikenne, linja-autoliikenne, muu kuljetus- ja logistiikkaliikenne).

5.6 Investoinnit uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi sähkönjakeluverkkoon

5.6.1 SEURAAVAN 0–5 VUODEN AIKANA

Caruna Oy:n alueella merkittäviin asiakaslähtöisiin liittymiin kohdentuvien investointien arvioidaan olevan noin 10–15 M€ seuraavien 0–5 vuoden aikana eli vuositasolla investoinnit ovat 2–3 M€. Muutokset yksittäisten isojen asiakashankkeiden toteutumisessa (esim. tuulivoimapuistot) voivat vaikuttaa yksittäisen vuoden investointeihin merkittävästi. Suurin osuus edellä arvioiduista investointikustannuksista kohdistuu suurjänniteverkon asiakaslähtöisiin investointeihin ja pienempi osuus keskijänniteverkon liittymäinvestointeihin. Yllä olevaan arvioon ei sisällytetty normaalia organista verkon liittymämäärien kasvua ja investointeja uusien pienjännitelittymien kautta.

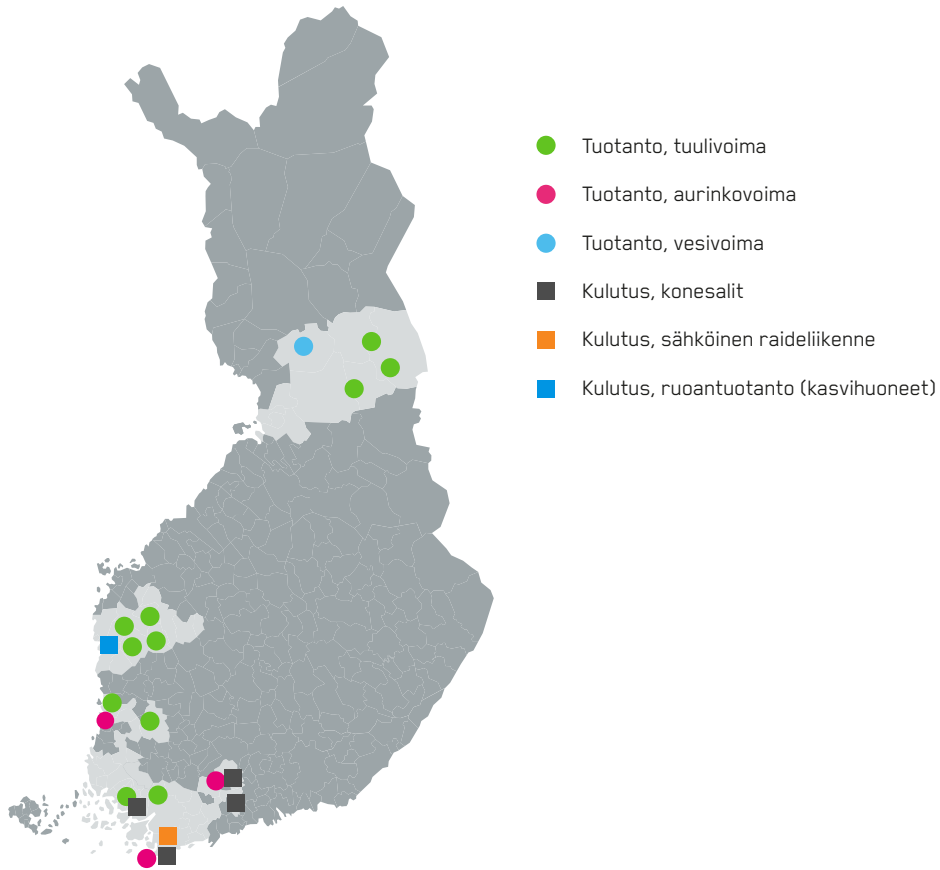
5.6.2 SEURAAVAN 6–10 VUODEN AIKANA

Pidemmällä 6–10 vuoden aikavälillä investointimäärät uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi arvioidaan pysyvän samassa suuruusluokassa kuin edellä arvioidun seuraavan 0–5 vuoden aikana. Tätä arvioita tukee etenkin uusiutuvan sähköntuotannon voimakkaana jatkuva kasvu (etenkin tuulivoima, mahdollisesti myös aurinkovoima) sekä laajamittainen sähköistyminen useilla eri osa-alueilla.

5.7 Havainnollistus uuden tuotannon ja uusien kuormien liittamisestä verkkoalueella.

Erityyppisten tuotannon ja kuormien (kulutusasiakkaiden) maantieteellistä sijoittumista on visualisoitu alla olevalla karttapohjalle ylätason potentiaalina. Esimerkiksi tuulivoimatuotannon asiakaspotentiaali painottuu harvaan asutuille, hyvien tuuliolosuhteiden alueille Koillismaalle, Etelä-Pohjanmaalle, Satakuntaan ja Lounais-Suomeen. Vastaavasti kulutustyyppiset tuotantoliittymäkyselyt kuten palvelinkeskukset painottuvat tiheästi asutuille taajama- ja kaupunkialueille eteläiseen Suomeen.

KUVA 4. HAVAINNOLLISTUS UUDEN TUOTANNON JA UUSIEN KUORMIEN ASIAKASPOTENTIAALISTA VERKKOALUEELLA.



6 Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

6.1 Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi

Vuosien 2022 ja 2023 aikana tavoitteena 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 158 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 alustaravauksiin sekä vierimetsä- ja reunapuuvyöhykekäsittelyyn. Muutoin kunnossapitotoimenpiteet kohdistuvat nykyisten sähköverkkokomponenttien tarkastuksiin sekä pienempiin korjauksiin 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 korjauksilla kunnossapitotoimenpiteillä ei ole toteutettu eikä suunniteltu pelkästään sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tähtäviä 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 | 6 | 1,8 |
| Sähköasemat | 7 | 2,3 |
| Keskijännitteinen jakeluverkko | 43 | 2 |
| Muuntamot | 29 | 1 |
| Pienjännitteinen jakeluverkko | 73 | 3,2 |

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 laatuvaatimuksien mukaisesti asemakaava-alueella, asemakaava-alueen ulkopuolella ja erityisalueella (= alue, johon sovelletaan paikallisiin olosuhteisiin perustuvaa laatuvaatimustasoa) sijaitseviin käyttöpaikkoihin.

TAULUKKO 18. VUOSIEN 2022–2023 TOIMENPITEIDEN VAIKUTUS LAATUVAATIMUSTEN PIIRISSÄ OLEVIEN KÄYTTÖPAIKKOJEN MÄÄRÄÄN

| | 31.12.2023 |
|--------------------------------|------------|
| Asemakaava-alueella | 280 341 |
| Asemakaava-alueen ulkopuolella | 164 797 |
| Erityisalueilla | 12 204 |

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>

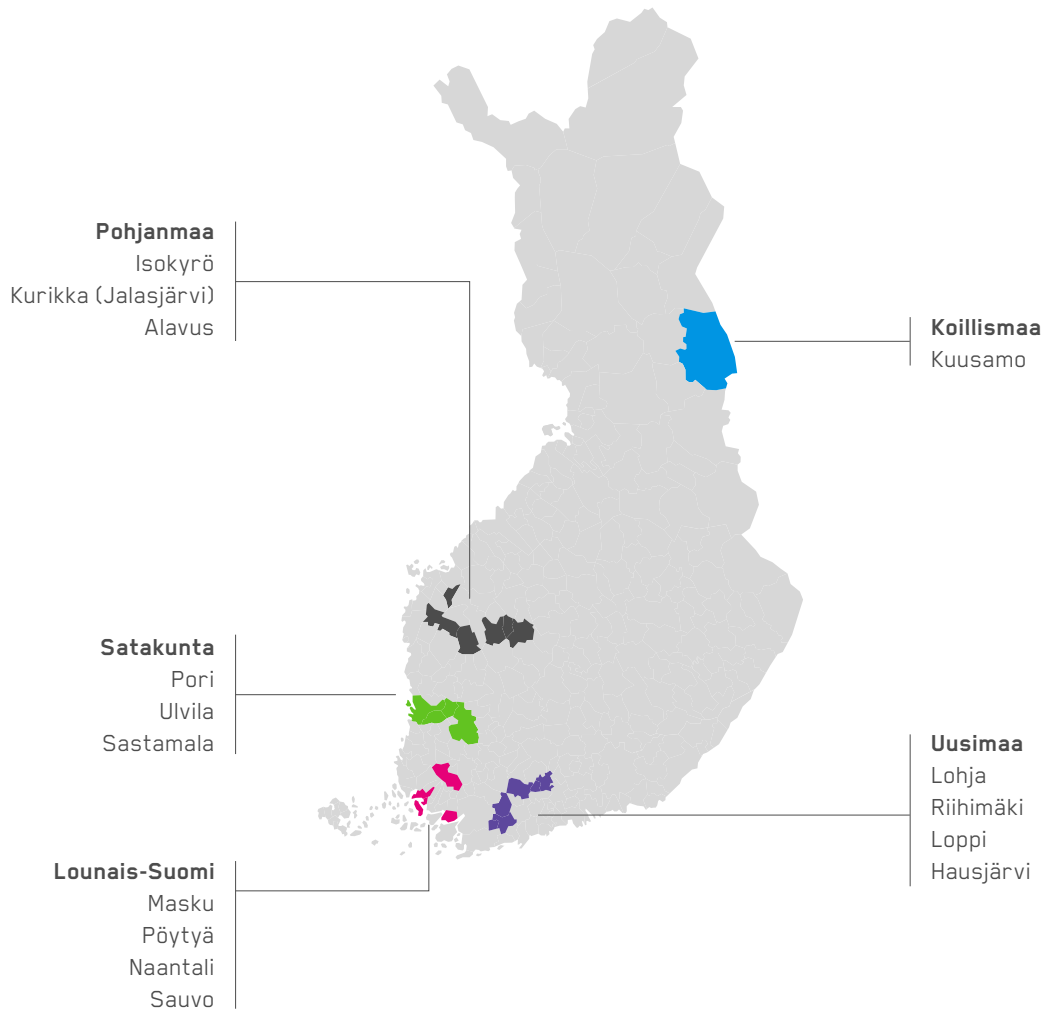
6.3.1 TAAJAMA-ALUEELLA

Sähköasemien ja voimajohtojen investoinnit on esitetty edellä kokonaisuudessaan vuosien 2022 ja 2023 osalta.

Pienten sähköasemainvestointien osalta investointien erittely kehittämissuunnitelman jaottelulla ei ole tarkoituksenmukaista, koska useimmissa tapauksissa toimenpiteiden kohteena olevia asemia hyödynnetään kaikkien vyöhykkeiden syöttämiseen.

Vuosien 2022 ja 2023 aikana taajama-alueen jäljellä olevien ilmajohtojen saneeraukset toteutetaan kaapeloimalla keski- ja pienjänniteilmajohtoja sekä pylväsmuuntamoiden saneerauksia puistomuuntamoiksi. Saneerausten yhteydessä lisätään myös verkostoautomaation määrää. Vuosien 2022–2023 aikana taajama-alueiden toimenpiteitä on suunniteltu toteutettavan esimerkiksi seuraavien paikkakuntien alueella:

KUVA 5. ESIMERKKEJÄ KUNNISTA CARUNAN OMAISUUSALUEILLA, JOISSA TEHDÄÄN JAKELUVERKON TOIMITUSVARMUUSINVESTOINTEJA* TAAJAMA KEHITTÄMISVYÖHYKKEELLÄ 2022–2023



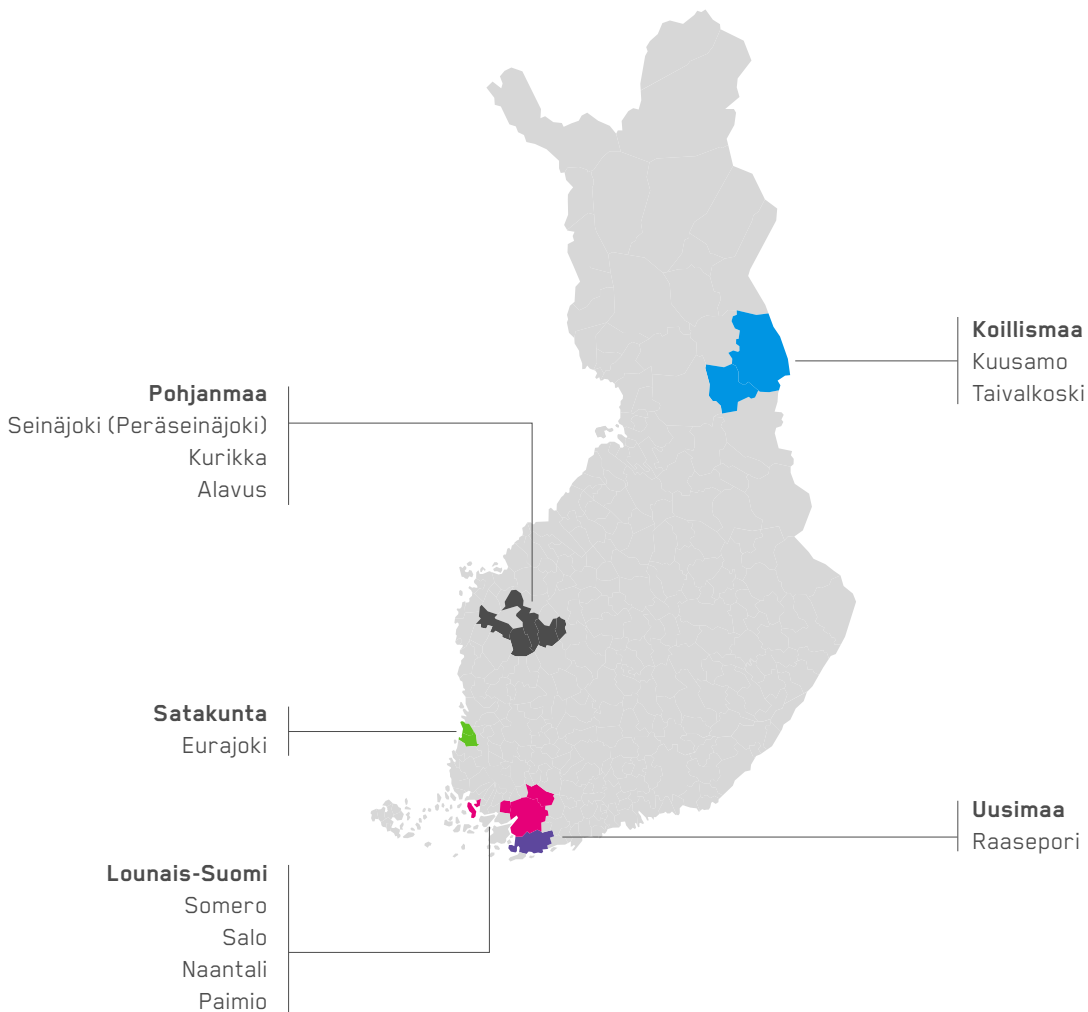
* Lisäksi asiakas- ja kuntalähtöisiä investointeja

6.3.2 HAJA-ALUEELLA

Sähköasemien ja voimajohtojen investoinnit on esitetty edellä kokonaisuudessaan vuosien 2022 ja 2023 osalta. Pienten sähköasemainvestointien osalta investointien erittely kehittämissyöhykkeiden jaottelulla ei ole tarkoituksenmukaista, koska useimmissa tapauksissa toimenpiteiden kohteena olevia asemia hyödynnetään kaikkien vyöhykkeiden syöttämiseen.

Haja-alueella jatketaan keski- ja pienjänniteilmajohtojen sekä pylväsmuuntamoiden saneerausinvestointeja vuosina 2022-2023. Näillä suunnitelluilla toimenpiteillä muutetaan jakeluverkkoa sähkönjakelun laatuvaatimukset täyttäväksi sekä lisätään verkostoautomaatiota. Laajimpia toimenpiteitä tehdään esimerkiksi seuraavilla alueilla:

KUVA 6. ESIMERKKEJÄ KUNNISTA CARUNAN OMAISUUSALUEILLA, JOISSA TEHDÄÄN JAKELUVERKON TOIMITUSVARMUUSINVESTOINTEJA* HAJA-ALUE KEHITTÄMISSYÖHYKKEELLÄ 2022-2023



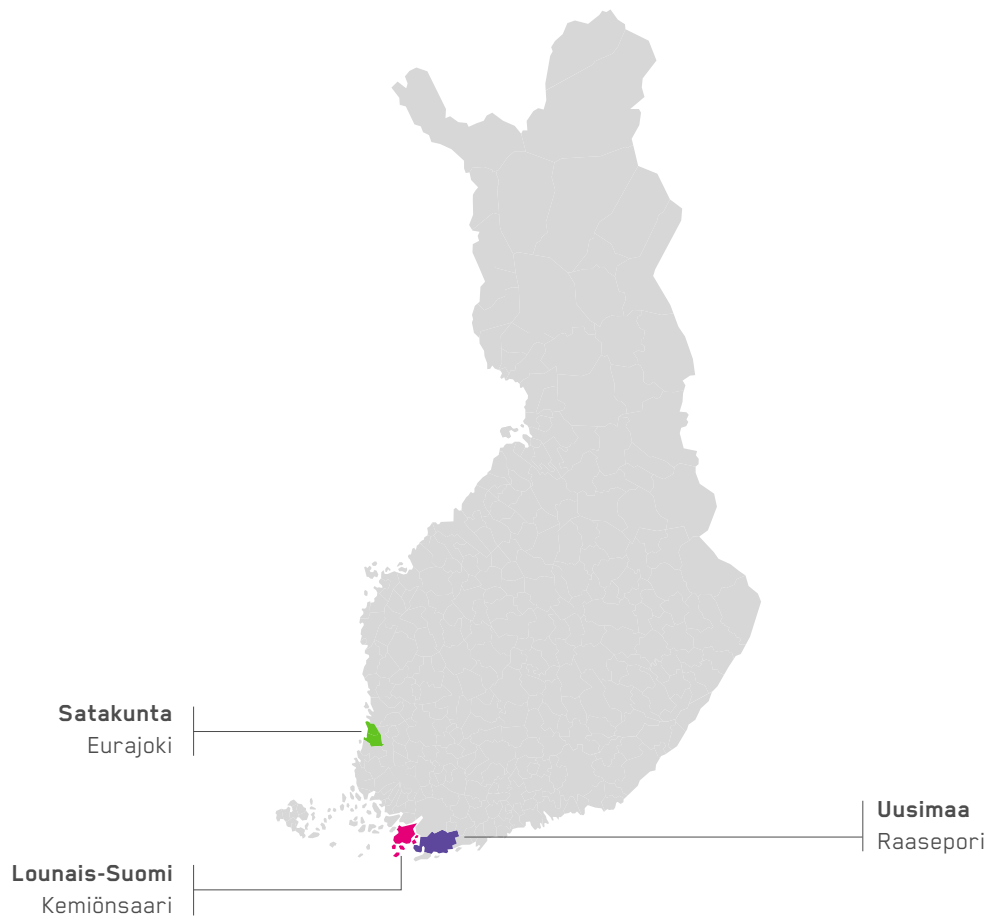
* Lisäksi asiakas- ja kuntalähtöisiä investointeja

6.3.3 ERITYISALUEELLA

Sähköasemien ja voimajohtojen investoinnit on esitetty edellä kokonaisuudessaan vuosien 2022 ja 2023 osalta. Pienten sähköasemainvestointien osalta investointien erittely kehittämissuunnitelman jaottelulla ei ole tarkoituksenmukaista, koska useimmissa tapauksissa toimenpiteiden kohteena olevia asemia hyödynnetään kaikkien vyöhykkeiden syöttämiseen.

Erityisalueella jatketaan keski- ja pienjänniteilmajohtojen sekä pylväsmuuntamoiden saneerausinvestointeja vuosina 2022-2023. Näillä suunnitelluilla toimenpiteillä muutetaan jakeluverkkoa sähköjakelun laatuvaatimukset täyttäväksi sekä lisätään verkostoautomaatiota. Laajimpia toimenpiteitä tehdään seuraavilla alueilla:

KUVA 7. ESIMERKKEJÄ KUNNISTA CARUNAN OMAISUUSALUEILLA, JOISSA TEHDÄÄN JAKELUVERKON TOIMITUSVARMUUSINVESTOINTEJA ERITYISALUEELLA 2022-2023



* Lisäksi asiakas- ja kuntalähtöisiä investointeja

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.

TAULUKKO 19. ARVIO RAKENTEELISESTI LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄSTÄ VERKON MÄÄRÄSTÄ (KM) JA MAAKAPELOINTIASTEESTA VUOSIEN 2022 JA 2023 TOIMENPITEIDEN JÄLKEEN

| | 31.12.2023 |
|--|------------|
| Keskijänniteverkko (%) | 30 329 |
| Keskijänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset (km) | 26 193 |
| Keskijänniteverkon maakaapelointiaste (%) | 75 % |
| Pienjänniteverkko (%) | 49 989 |
| Pienjänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset (km) | 37 052 |
| Pienjänniteverkon maakaapelointiaste (%) | 59 % |

6.5 Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista

6.5.1 KILOMETREINÄ

Arvio on, että vuosien 2022–2023 aikana toteutettavissa investoinneissa yhteisrakentamista hyödynnetään 125–170 kilometriä. Yhteisrakentamisen laajuus tarkentuu investointien edetessä.

6.5.2 PROSENTTEINA INVESTOITAVISTA KILOMETREISTÄ

Arvio on, että vuosien 2022–2023 aikana toteutettavissa investoinneissa yhteisrakentamista hyödynnetään 3–4 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 sähkönjakeluverkkoon

Kuluvan ja ensi vuoden investointien määrän asiakaslähtöisiin jakeluverkkoinvestointeihin arvioidaan olevan vuositasolla noin 2,5–3,0 M€/vuosi. Suurin osuus investointikustannuksista kohdistuu suurjänniteverkon asiakaslähtöisiin investointeihin ja pienempi osuus keskijänniteverkon liittymäinvestointeihin. Investointikustannuksiin sisältyvät myös jakeluverkkoyhtiön kantaverkkoyhtiölle maksamat liittymismaksut.

Investoinnit uusien tuotanto- ja kulutusliittymien mahdollistamiseksi suurjänniteverkossa koostuvat liittymispisteissä, kuten sähkö- tai kytkinasemilla tehtäviin investointeihin. Investointeihin 110 kV jakeluverkossa sisältyy sekä muutoksia nykyisiin sähköasemiin (laajennukset) että kokonaan uusien kytkinasemien rakentamista esim. tuulivoimaliittymiä varten. Merkittävämät investoinnit keskijänniteverkon asiakasinvestointeihin painottuvat 20 kV kulutusliittymiin, jotka koostuvat tyyppillisistä verkonrakennusmateriaaleista ja -töistä (esim. kytkemöt, maakaapelit, haaroituskaapit, kaivuu- ja asennustyö). Näiden liittymäinvestointien avulla asiakkaat saadaan liitettyä jakeluverkkoon.

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, sähkönlaadun parantaminen sekä loistehon kompensointi.

7 Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana

7.1 Investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi

Caruna Oy:n osalta toimitusvarmuusvaatimuksen täyttämiseksi suunnitellut investoinnit ovat edenneet nopeasti, etenkin haja-asutusalueen keskijänniteverkon osalta, mikä näkyy jo nyt positiivisesti arvioidussa suurhäiriön aikaisessa toimitusvarmuustasossa. Vuosien 2020 ja 2021 aikana toteutettujen verkon kehittämistoimenpiteiden pääpaino (kilometreillä mitattuina) oli haja-asutusalueella ja toimenpiteitä suoritettiin kaikilla Caruna Oy:n verkkoalueilla. Näiden haja-asutusalueen kehittämistoimenpiteiden yhteydessä saneerattiin osittain myös taajama-alueille sijoittunutta keskijänniteilmajohtoverkkoa. Taajama-alueilla jäljellä olevan pienjänniteilmajohtoverkon laajamittaisempia saneerauksia on tehty Lounais-Suomen verkkoalueella.

Vuoden 2020 kehittämissuunnitelmaan verrattuna suurimmat suunnitelman ja toteutettujen toimenpiteiden väliset erot aiheutuvat muutoksista haja-alueen keski- ja pienjänniteverkon saneerauksista. Vuoden 2020 suunnitelmaan verrattuna haja-asutusalueen ilmajohtoverkon saneerausprojekteissa on osassa projekteista maastosuunnittelun yhteydessä laajuus muuttunut, koska maastosuunnittelun yhteydessä tarkastetaan olemassa olevan sähköverkon sähköiset arvot sekä mekaaninen kunto tarkemmin. Hyvin pieni osa projekteista on myös siirtynyt luvituksen vuoksi.

Yhteensä vuosien 2020–2021 aikana sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten vuoksi on sähkönjakeluverkkoon investoitu noin 201 M€. Tarkempi erittely investoinneista on esitetty taulukossa 20. Vuosien 2020 ja 2021 aikana rakennettiin sähkönjakelun laatuvaatimusten mukaista uutta keskijänniteverkkoa noin 2 700 km ja pienjänniteverkkoa noin 2 720 km.

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 korjauksiin 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 pienemmillä korjauksilla kunnossapitotoimenpiteillä ei ole toteutettu eikä suunniteltu pelkästään sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tähtääviä toimenpiteitä.

Verkon kunnossapitoon käytettiin kokonaisuudessaan vuosina 2020–2021 noin 11,5 M€. Kustannukset koostuivat suurjännitejohtojen, sähköasemien, keski- ja pienjänniteverkon tarkastuksista, raivauksista, korjauksista sekä huolloista. Kunnossapitotoimenpiteistä noin 2,2 M€ muodostivat ilmajohtoverkon johtokaturien raivaukset, joilla on eniten vaikutusta toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseen myrsky- ja lumikuormatilanteissa.

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

| M€ | Investoinnit | Kunnossapito |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Suurjännitteinen jakeluverkko | 11 | 1,3 |
| Sähköasemat | 20 | 2,3 |
| Keskijännitteinen jakeluverkko | 99 | 2,1 |
| Muuntamot | 27 | 0,9 |
| Pienjännitteinen jakeluverkko | 44 | 4,9 |

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 | 287 899 |
| Asemakaava- alueella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä | 271 741 |
| Asemakaava- alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja | 180 513 |
| Asemakaava- alueen ulkopuolella käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä | 160 497 |
| Erityisalueilla käyttöpaikkoja | 15 702 |
| Erityisalueilla käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä | 11 989 |

7.3 Kehittämisyöhykkeet, joilla tehtiin toimenpiteitä

Vuosien 2020 ja 2021 aikana rakennettiin sähkönjakelun laatuvaatimusten mukaista uutta keskijänniteverkkoa noin 2 700 km ja pienjänniteverkkoa noin 2 720 km.

Caruna Oy:n osalta toimitusvarmuusvaatimuksen täyttämiseksi suunnitellut investoinnit ovat edenneet nopeasti, etenkin haja-asutusalueen keskijänniteverkon osalta, mikä näkyy jo nyt positiivisesti arvioidussa suurhäiriön aikaisessa toimitusvarmuustasossa. Vuosien 2020 ja 2021 aikana toteutettujen verkon kehittämistoimenpiteiden pääpaino (kilometreillä mitattuina) oli haja-asutusalueella ja toimenpiteitä suoritettiin kaikilla Caruna Oy verkkoalueilla. Näiden haja-asutusalueen kehittämistoimenpiteiden yhteydessä saneerattiin osittain myös taajama-alueille sijoittunutta keskijänniteilmajohtoverkkoa. Taajama-alueilla jäljellä olevan pienjänniteilmajohtoverkon laajamittaisempia saneerauksia on tehty Lounais-Suomen verkkoalueella.

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

| | 31.12.2021 |
|---|------------|
| Keskijänniteverkko, km | 29 677 |
| Keskijänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset | 25 320 |
| Pienjänniteverkko km | 48 415 |
| Pienjänniteverkko, joka täyttää laatuvaatimukset | 36 230 |

7.4 Yhteisrakentamisen osuus suunnitelluista investoinneista

7.4.1 KILOMETREINÄ

Sähköverkkoa on rakennettu vuosien 2020–2021 aikana yhteensä noin 5 420 kilometriä, josta yhteisrakentamista on noin 155 kilometriä.

7.4.2 PROSENTTEINA INVESTOITAVISTA KILOMETREISTÄ

Yhteisrakentamisen osuus oli 2,9 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 Oy:ssä ovat olleet yhteensä noin 4,5 M€, sisältäen sekä suurjänniteverkon että keskijänniteverkon merkittävät asiakasliittymäinvestoinnit.

Suurjänniteverkon toteutetut asiakaslähtöiset investoinnit sisältävät pääosin liittymäpisteissä (sähköasemat, kytkinasemat) tehtyjä laajennus- ja muutosinvestointeja, joilla tuotanto- ja kulutusasiakkaat on saatu liitettyä suurjännitteeseen jakeluverkkoon. Tyypillinen esimerkki-investointi on olemassa olevan sähköaseman laajennus lisäämällä uusi kytkinkenttä ja muut tarvittavat tekniset muutokset asiakasliittymää varten.

Keskijänniteverkon asiakasinvestoinneissa tehtiin investointeja 20 kV:n 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

7.6.1 INKOOON AKKU

Inkooseen on yhteistyössä markkinaehtoisen kumppanin kanssa hankittu 1 MW akku, joka lisää toimitusvarmuutta Carunan asiakkaille. Keski-jänniteverkkoon asennettu akku kykenee syöttämään vikatilanteessa virtaa kyseiseen verkonosaan kytkeytyneille asiakkaille myös saarekekäytössä. Kun akun toimittamalle toimitusvarmuusjoustolle ei ole jakeluverkonhaltijan verkossa tarvetta, markkinaehtoinen kumppani operoi akkuresurssia reservi- ja säätösähkömarkkinoilla.

7.6.2 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 aamukäyttöille sekä aurinkosähkötuottajille. Kuormanohjauksella voidaan myös vähentää sähköverkon kulutuspiikkejä, kun laitteet eivät kytkeydy yhtäaikaisesti päälle ja niiden aiheuttama kuorma ei rasita sähköverkkoa.

7.6.3 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 investoinnit. Energiayhteisötoimijat voidaan nähdä myös potentiaalisina joustoresurssien lähteinä tulevaisuuden energijärjestelmässä. Keskustelu konseptoidun palvelun reunaehdoista ja pilottikohteesta on meneillään viranomaisten ja muutaman aktiivisen kunnan kanssa.

7.6.4 SELVITYS KORPPON ÄLYKÄS SAARI-KONSEPTIN TOTEUTTAMISESTA

Carunan teettämän selvitystyön tavoite on ollut hyödyntää joustoja ja vaihtoehtoisia teknologioita Korppoon sähköistämässä, perinteisen kaapeli-investoinnin sijaan. Selvityksessä analysoitiin ja mallinnettiin, miten erilaisia kulutusjoustoratkaisuja sekä energianvarastointi- ja energiantuotantovaihtoehtoja voidaan hyödyntää olemassa olevien pullonkaulatilanteiden ehkäisemisessä.

7.6.5 ST-POOLIN SELVITYS PAIKALLISTASON JOUSTOSTA

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

7.6.6 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 sähkönjakelun laatuvaatimusten ja kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi uutta keskijänniteverkkoa noin 3 000 km ja pienjänniteverkkoa noin 2 900 km. Vuosien 2020–2021 suunnitellut investoinnit toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi olivat yhteensä noin 250 M€.

Vuosien 2020–2021 sähköasemien ja suurjänniteverkon toimenpiteitä oli suunniteltu toteutettavan seuraavan mukaisesti:

- Arvioitua sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tehtävät suurjänniteverkon investoinnit vuosille 2020–2021 olivat noin 8 M€. Investoinnit käsittivät noin 50 km suurjänniteilmajohtoverkon uusimista.
- Arvioitua sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tehtävät sähköasemainvestoinnit vuosina 2020–2021 olivat noin 7 M€. Investoinnit käsittivät relesaneerauksia, maasulkuvirran sammutuslaitteistoinvestointeja sekä loistehonkompensointia noin 20 eri sähköasemalla.

Vuosien 2020–2021 sähköasemien ja suurjänniteverkon toimenpiteiden poikkeamat suunnitelman ja toteuman välillä ovat:

- Toteuma: sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tehdyt suurjänniteverkon investoinnit vuosille 2020–2021 olivat noin 11 M€. Investoinnit käsittivät noin 60 km suurjännitteisen ilmajohtoverkon

uusimista. Muutos vuoden 2020 kehittämissuunnitelmaan johtuu vuosien välillä tapahtuvista muutoksista.

- Toteuma: sähköjakeluverkon toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseksi tehtävät sähköasemainvestoinnit vuosille 2020–2021 olivat noin 7 M€. Investoinnit käsittävät relesaneerauksia, maasulkuvirran sammuuslaitteistoinvestointeja sekä loistehonkompensointia noin 20 eri sähköasemalla.

Vuosien 2020–2021 asemakaava-alueiden keski- ja pienjänniteverkon toimenpiteitä oli suunniteltu toteutettavan seuraavien paikkakuntien alueella painottuen Lounais-Suomeen verkkoalueelle:

- Lounais-Suomi: Aura, Kaarina, Kemiönsaari, Koski TI, Kustavi, Lieto, Marttila, Masku, Mynämäki, Naantali, Paimio, Parainen, Pöytyä, Raisio, Salo, Sauvo
- Satakunta: Eurajoki, Sastamala
- Uusimaa: Hanko, Hyvinkää, Raasepori
- Pohjanmaa: Ilmajoki, Isokyrö, Kristiinankaupunki

Vuosien 2020–2021 asemakaava-alueiden keski- ja pienjänniteverkon toimenpiteiden poikkeamat suunnitelman ja toteuman välillä ovat:

- Lounais-Suomi: Muutos edelliseen kehittämissuunnitelmaan oli Sauvon ja Kaarinan kunnan alueella. Sauvon taajamassa jäi rakentamatta 50 %, koska projektit aikataulutettiin uudelleen yhteisrakentamisen mahdollistamiseksi. Kaarinan taajamassa jäi rakentamatta noin 70 %, koska projektit aikataulutettiin uudelleen kunnan rakentamistavan muuttumisen vuoksi.
- Satakunta: Muutos edelliseen kehittämissuunnitelmaan oli Eurajoen ja Sastamalan kunnan alueella. Molempien kuntien alueella aikataulumuutokset johtuivat isomman hankkeen sisällä tehdyistä muutoksista yksittäisten projektien toteutusaikatauluun.
- Pohjanmaa: Ei muutosta suunniteltuun rakentamiseen.
- Koillismaa: Ei muutosta suunniteltuun rakentamiseen.

Vuosien 2020–2021 asemakaava-alueen ulkopuolella keski- ja pienjänniteverkon toimenpiteitä oli suunniteltu toteutettavan seuraavien paikkakuntien alueella, painottuen Lounais-Suomeen verkkoalueelle:

- Lounais-Suomi: Aura, Eura, Kaarina, Kemiönsaari, Koski TI, Kustavi, Laitila, Lieto, Loimaa, Masku, Mynämäki, Nousiainen, Paimio, Parainen, Pöytyä, Raisio, Salo, Sauvo, Somero, Uusikaupunki
- Uusimaa: Hanko, Inkoo, Lohja, Raasepori, Siuntio, Vihti, Hausjärvi, Hyvinkää
- Satakunta: Eurajoki, Sastamala
- Pohjanmaa: Ilmajoki, Isokyrö, Kauhajoki, Kristiinankaupunki, Kurikka
- Koillismaa: Posio, Pudasjärvi

Vuosien 2020–2021 asemakaava-alueen ulkopuolella keski- ja pienjänniteverkon toimenpiteiden poikkeamat suunnitelman ja toteuman välillä ovat:

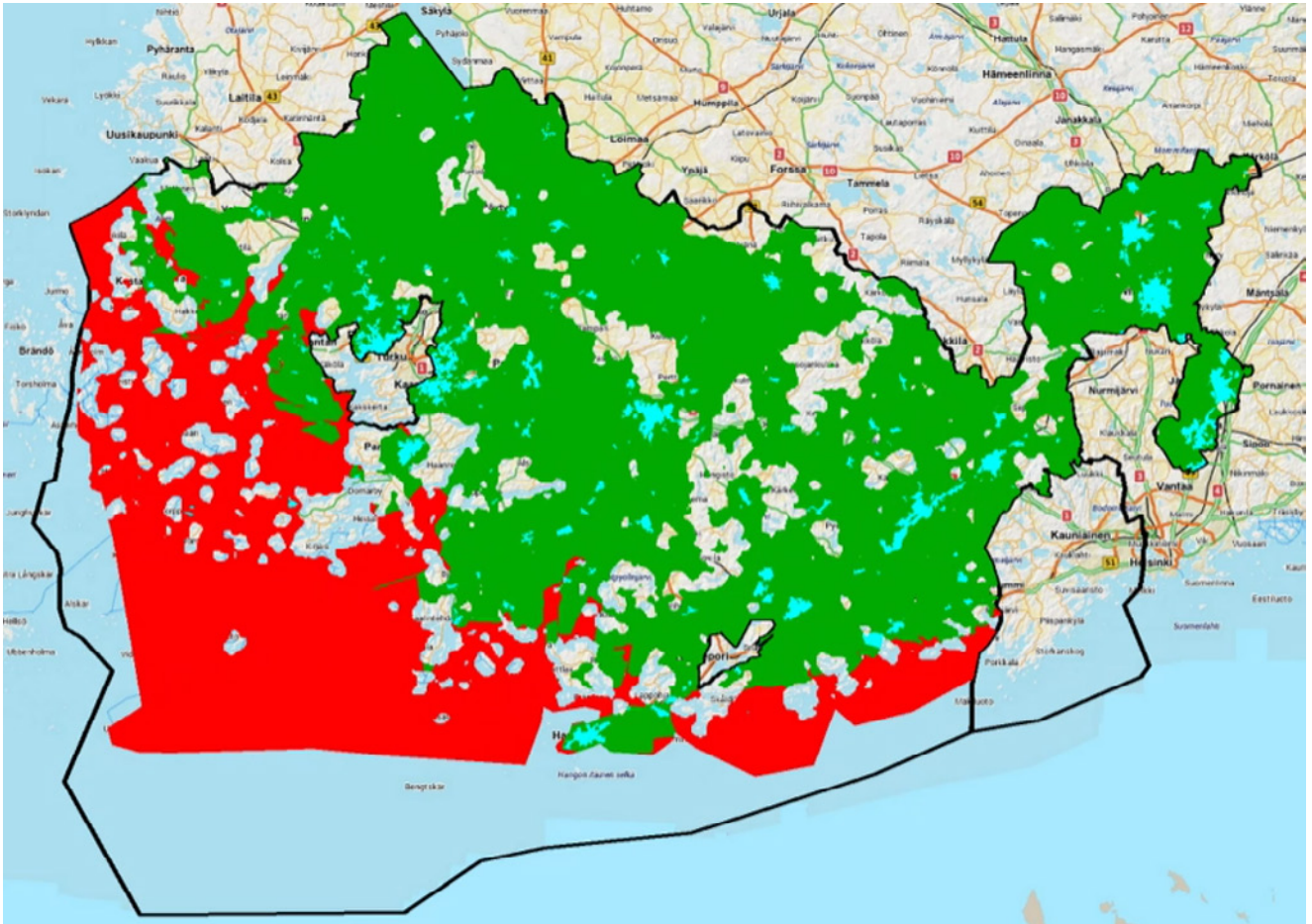
- Lounais-Suomi: Muutos edelliseen kehittämissuunnitelmaan oli Taivassalon ja Mynämäen kunnan alueella. Molempien kuntien alueella aikataulumuutokset johtuivat isomman hankkeen sisällä tehdyistä muutoksista yksittäisten projektien toteutusaikatauluun. Salon alueella toteutettiin lisäksi vielä uusia projekteja vuosina 2020–2021.
- Satakunta: Muutokset edelliseen kehittämissuunnitelmaan olivat Vammalan ja Sastamalan kuntien alueilla. Molempien kuntien alueella aikataulumuutokset johtuivat isomman hankkeen sisällä tehdyistä muutoksista yksittäisten projektien toteutusaikatauluun.
- Uusimaa: Muutos edelliseen kehittämissuunnitelmaan oli Raaseporin kunnan alueella ja johtui isomman hankkeen sisällä tehdyistä muutoksista yksittäisten projektien toteutusaikatauluun.
- Pohjanmaa: Vuodelle 2021 perustettiin Isojoen ja Kristiinankaupungin alueelle projekti, jossa verkon mekaaninen kunto edellytti verkon uusimista.
- Koillismaa: Vuodelle 2021 perustettiin Pudasjärvelle projekti, jossa kuormia jaettiin sähköasemien kesken ja jakeluverkkoa saneerattiin mekaanisen kunnan vuoksi.

7.8 Määrämuotoinen kartta laatuvaatimukset täyttävistä alueista

Caruna on kehittänyt mallinnustyökalun, jolla simuloimme pahimpia toteutuneita suurhäiriöitä, niiden aikana esiintyneitä vikamääriä ja viankorjauksen keskimääräisiä toteutuneita korjausaikoja. Työkalun avulla voidaan kuvata suurhäiriön vaikutuksia muuttuneessa sähköverkossa. Simuloinnin perusteella saamme määriteltä arvion asiakasmäärästä, joka on laatuvaatimusten vaikutusalueella. Simuloinnin perusteella asiakkaita (käyttöpaikkoja) kyseiselle vyöhykkeelle asetettujen laatuvaatimusten vaikutusalueella on taajama-alueella 271 741, haja-alueella 160 497 ja erityisalueella 11 989 asiakasta. On hyvä todeta, että yksittäistä asiakasta tarkasteltaessa mikään puille altis ilmajohtoverkkorakenne ei takaa 100 % varmuutta viankorjauksen onnistumisesta annetuissa määräajoissa. Jos esimerkiksi paikallinen syöksyvirtaus tuhoaa täysin puuston ja ilmajohtorakenteet sekä katkaisee kulkuyhteydet, voi viankorjaus kestää yksittäisen asiakkaan kohdalla suurellakin korjaajamäärällä pidempään kuin kehittämisvyöhykkeen laatuvaatimuksen mukaan pitäisi. Mallinnuksen pohjalta tehty aineisto viedään Energiaviraston ohjeistuksen mukaisesti Verkkotietopisteeseen.

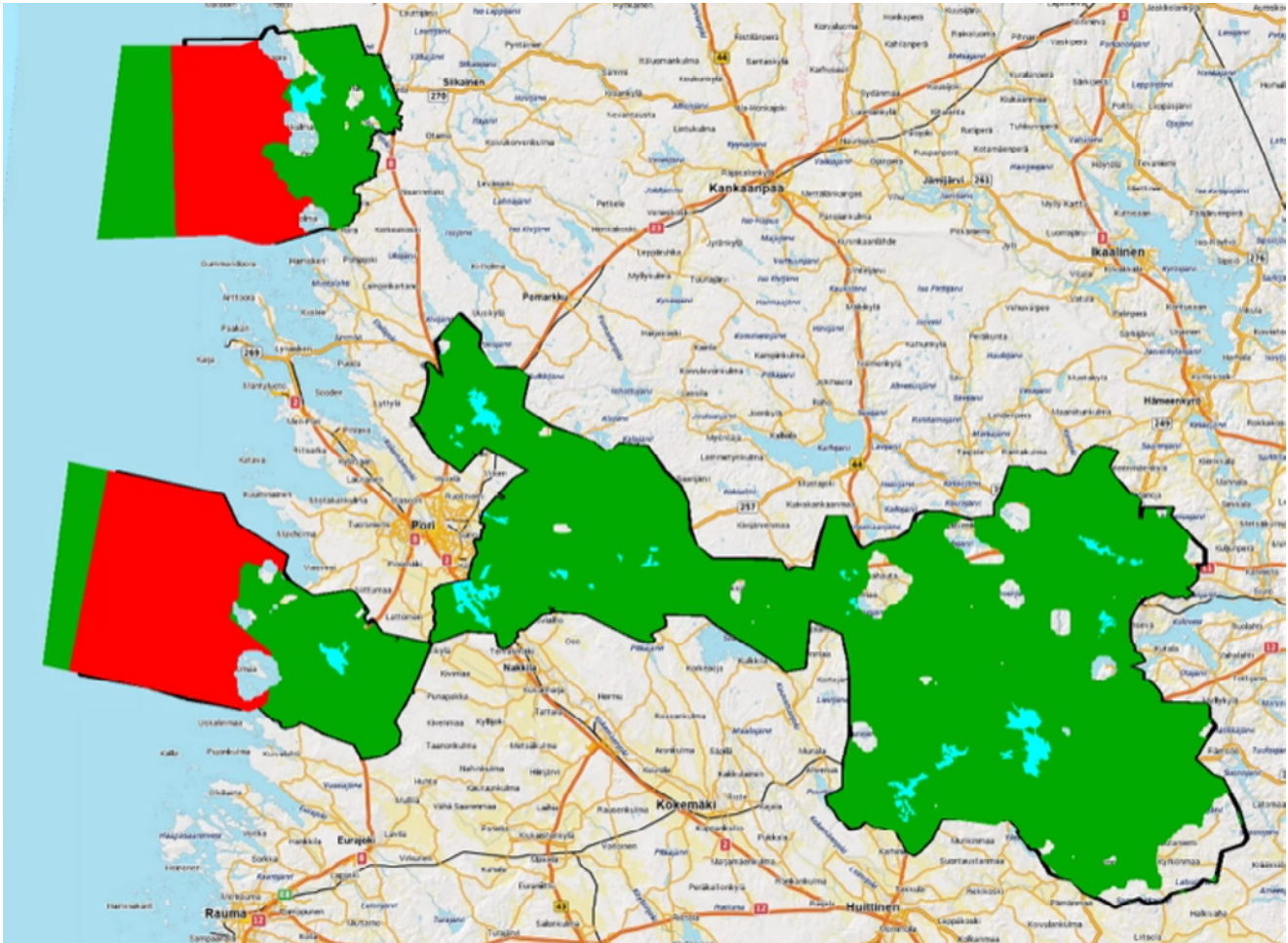
Kuvissa 8-11 on esitetty alueittain laatuvaatimukset täyttävät kohteet kartalla. Mallinnus on tehty vain Carunan vastuualueille. Kuvissa käytetyt värit:

- 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.



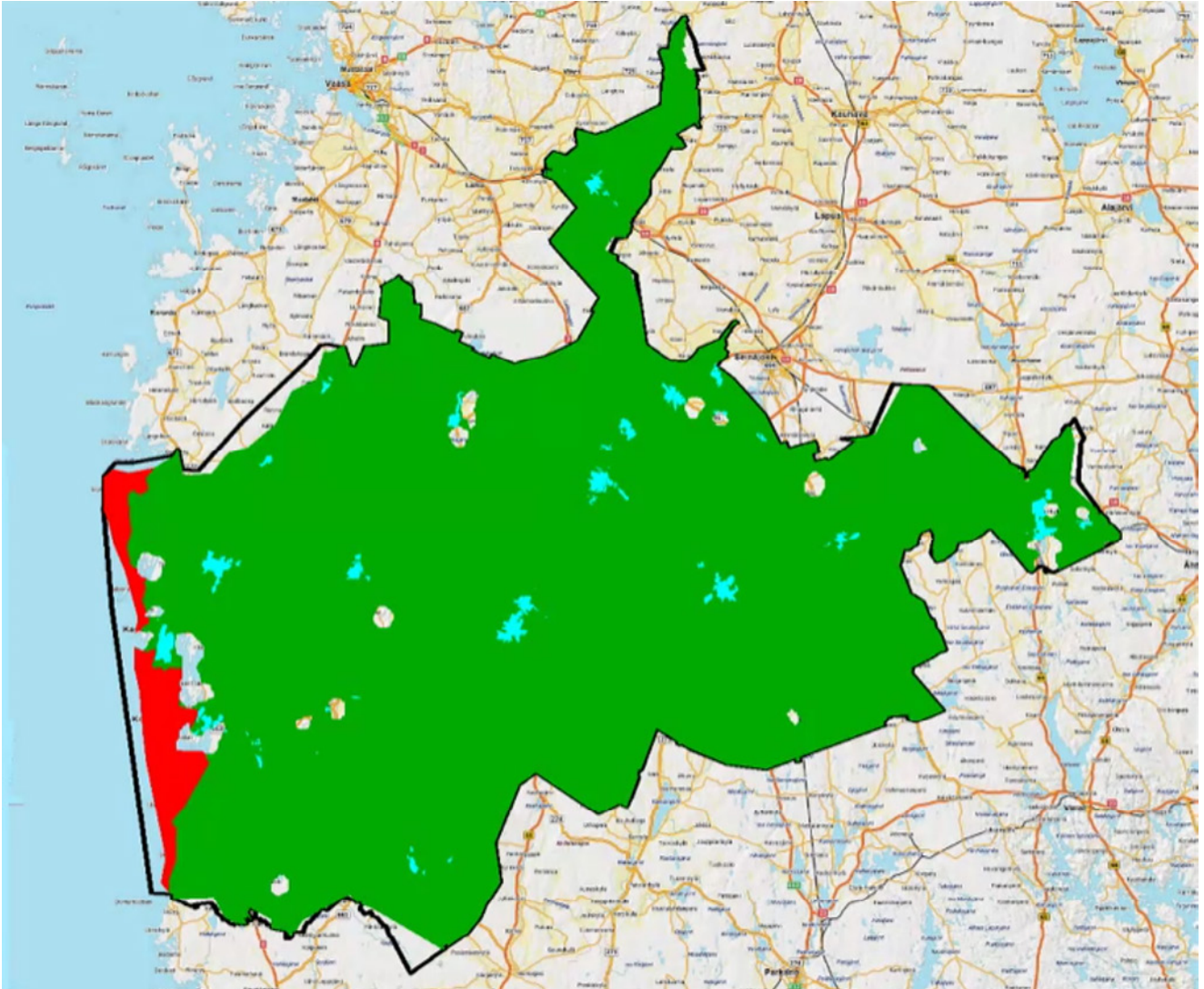
KUVA 8. ETELÄ- JA LOUNAIS-SUOMEN JAKELUVERKON LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄT KOHTEET KARTALLA

- 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.



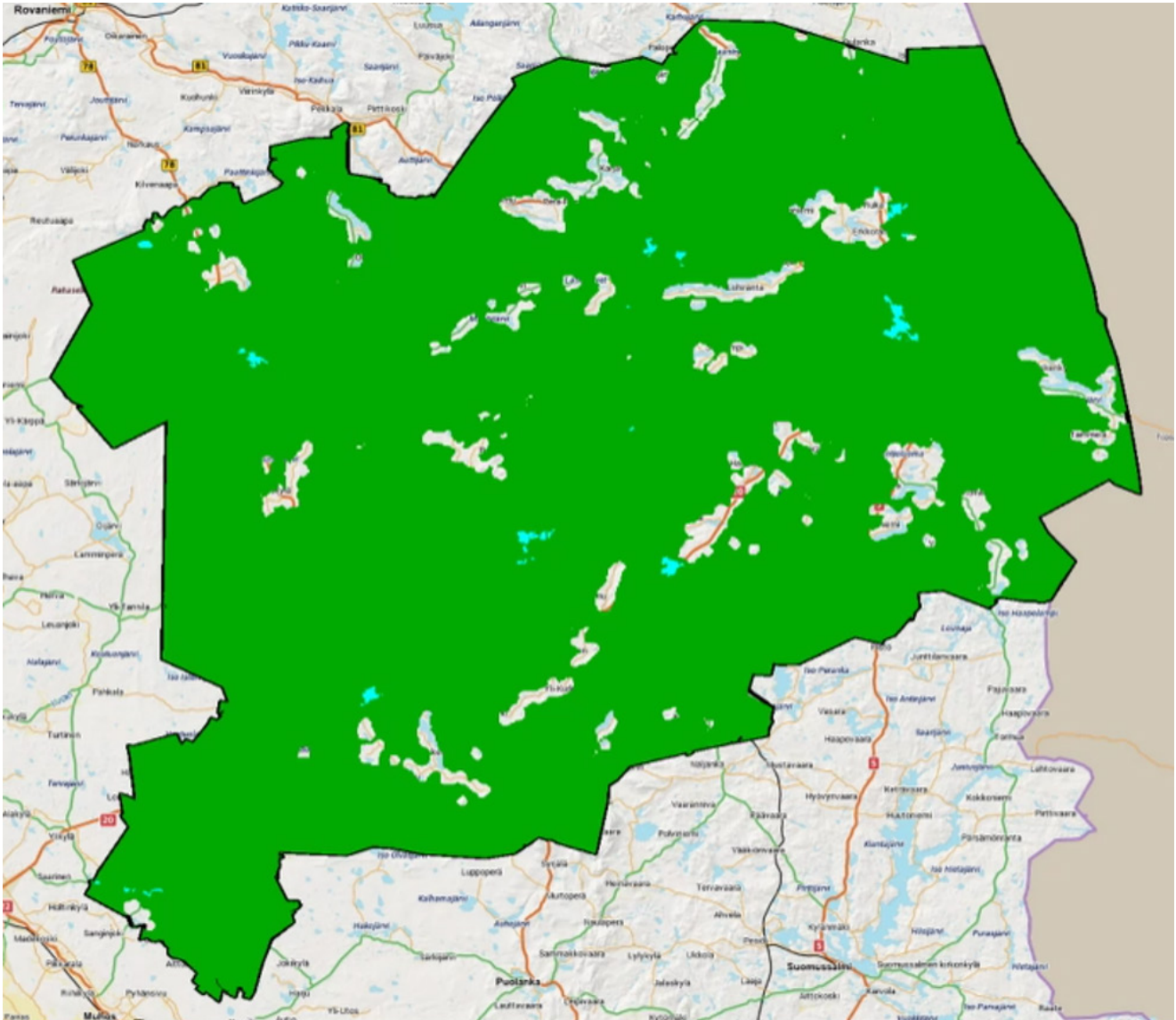
KUVA 9. SATAKUNNAN JAKELUVERKON LAATUVAATIMUKSET TÄYTTÄVÄT KOHTEET KARTALLA

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



KUVA 10. POHJANMAAN JA ETELÄ-POHJANMAAN 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 11. POHJOIS-POHJANMAAN JA LAPIN 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.

8 Caruna kuulee laajasti eri sidosryhmiä verkon kehittämistä

8.1 Säännönmukaiset tapaamiset eri sidosryhmien kesken

Caruna Oy 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 Carunan paikallisille asukkaille järjestämät asukastilaisuudet, webinaarit sekä avainasiakkaiden hoitomalli.

Asukastilaisuuksiin kutsutaan tekstiviesti- ja tapaushoitoisesti myös lehti-ilmoituksin paikallisia asukkaita, joiden asuinalueelle suunnitellamme 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 rakentamissuunnitelmista. Webinaarien esitysmateriaalit ja nauhoite tilaisuudesta ovat nähtävillä Carunan verkkosivulla. Paikallisille asukkaille voidaan kertoa sähköverkon kehittämisestä myös YouTube-videoilla, jos paikallista tilaisuutta tai webinaaria ei voida järjestää. Linkki videoon lähetetään asukkaille, jotka tavallisesti kutsuttaisiin läsnä- tai verkkotilaisuuteen.

Caruna Oy:n verkkoalueen kuntien sekä suurimpien sähkönkäyttäjien ja -tuottajien asiakassuhdetta hoidetaan Carunan avainasiakasmallin mukaisesti. Caruna Oy järjestää avainasiakkaidensa kanssa tapaamisia sekä säännöllisesti että tarveperustaisesti, joissa käydään läpi paitsi parhaillaan käynnissä olevat verkon rakennusprojektit myös lähivuosien suunnitelmat sekä kunnan tai asiakkaan pitkän tähtäimen tarpeet sähköverkkojen suhteen. Vuoden 2021 aikana Caruna Oy järjesti yli 600 tapaamista kuntien ja suurten asiakkaiden kanssa.

Kantaverkkoyhtiö Fingridin ja muiden Caruna Oy:n verkkoon kytkeytyneiden sähköverkkoyhtiöiden kanssa järjestetään säännöllisesti tapaamisia, joissa keskustellaan verkon kehittämisen tarpeista.

8.2 Kehittämissuunnitelmasta kuuleminen

Carunan 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 tietoja uusien teknologioiden (sähköautot, aurinkopaneelit, kulutusjousto) lisääntymisestä, asiakkaiden kokemuksia nykyisen verkon toimitusvarmuudesta sekä verkon kehittämisen tarpeista ja tavoitteista.

Luonnokset Caruna Oy:n verkon kehittämissuunnitelmista julkaistiin 29.4.2022 Carunan verkkosivuilla osoitteessa www.caruna.fi/carunan-sahkoverkon-kehittamissuunnitelmat. Verkkosivulla oli linkki Carunan henkilö- ja pienyritysassiakkaiden 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 Carunan asiakas. Tunnistautumisen avulla vastaukset on voitu kohdistaa Carunan eri kehittämissuunnitelmiin. Verkkosivuilla on ollut myös erillinen lomake, jonka kautta on ollut mahdollista antaa palautetta kehityssuunnitelmiin ilman vahvaa tunnistautumista.

Edellisen lisäksi Caruna Oy:n toimialueen kunnille ja suurimmille yritysasiakkaille on lähetetty sähköpostitse erillinen kysely, jonka kautta kunnat ja yritykset ovat voineet antaa lausuntonsa verkon kehittämisestä omasta näkökulmastaan. Kuntien ja yritysten vastausaika on ollut sama kuin henkilöasiakkaille.

Kantaverkkoyhtiölle sekä Caruna Oy:n verkkoon liittyneille muille jakeluverkkoyhtiöille on lähetetty kirjalliset lausuntopyynnöt Caruna Oy:n kehittämissuunnitelmista. Verkkoyhtiöiden lausuntoaika on myös sama yksi kuukausi kuin muilla sidosryhmillä. Lausunnot pyydettiin toimittamaan kehittämissuunnitelmien kuulemistä varten avattuun sähköpostiosoitteeseen.

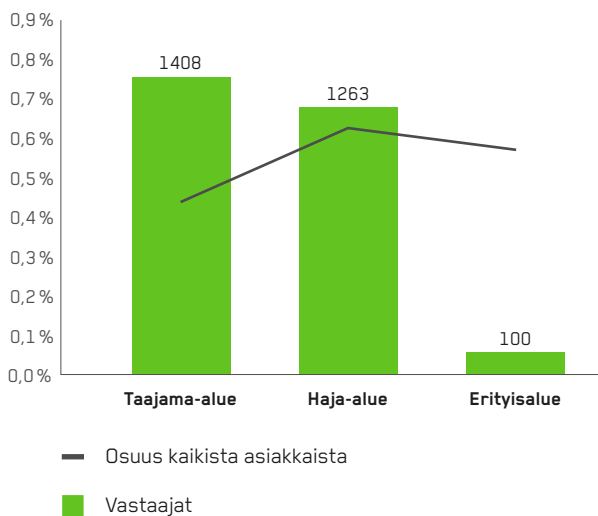
Verkkosivuillaan olleiden uutisten lisäksi Caruna tiedotti asiakkaitaan heidän mahdollisuudestaan tutustua ja lausua sähköjakeluverkon kehittämissuunnitelmista myös sosiaalisen median kanavissaan (Twitter ja LinkedIn) sekä lähettämällä sähköpostiviestin niille henkilö- ja pienyritysassiakkailleen, jotka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

8.3 Lausunnon antaneiden määrä ja jakautuminen

Kuulemisiin saatiin Caruna Oy:n alueelta 2 771 vastausta, joista kantaverkkoyhtiö Fingridin lausunto suullisena ja muut kirjallisena. Näistä henkilöasiakkaita oli 2 746 ja kuntia sekä yrityksiä 25.

Vastaajat jakautuivat varsin tasapuolisesti eri kehittämissvöhykkeille lähes samassa suhteessa kuin vyöhykkeillä on asiakkaita.

KUVA 12. CARUNA OY:LLE LAUSUNNON ANTANEIDEN MÄÄRÄ JA JAKAUTUMINEN KEHITTÄMISSVÖHYKKEILLE SUHTEESSA KEHITTÄMISSVÖHYKKEIDEN



8.4 Kuulemisen tulosten käsittely

Kuulemisen tuloksia on käsitelty noudattaen tiukasti henkilötietojen suojaa 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
- Jännitteen laatua tai toimitusvarmuutta koskevat reklamaatiot: www.caruna.fi/sahkokatkot

8.5 Keskeiset tulokset

Kantaverkkoyhtiön ja muiden verkkoyhtiöiden lausunnoista kehityssuunnitelmaan ei noussut mitään erityistä huomioitavaa. Näissä lausunnoissa kiiteltiin kattavaa toimintaympäristön kehitystä, johon lausunnonantajat pystyivät myös itse yhtymään.

Esimerkkejä lausunnoista:

“Lausumme suurjännitteisen jakeluverkon haltijan ominaisuudessa Caruna Oy:n kehittämissuunnitelmasta, että se on yksityiskohtainen ja selkeä kokonaisuus”

– Suurjännitteinen jakeluverkkoyhtiö, jonka asiakas on Carunan jakeluverkko

“Mielestäni erittäin hyvä suunnitelma. Hyvä katsaus toimintaympäristön kehitykseen ja vastaa hyvin meidänkin ennusteitamme tulevasta. Samankaltaisten ongelmien kanssa varmasti lähes kaikki verkonhalijat toimivat. Yllättävän suuri on ennustettu siirtomäärän kasvu, vaikka suuri osa toimialueestanne onkin maaseutua.”

– Jakeluverkkoyhtiö, joka on Carunan suurjännitteisen jakeluverkon asiakas

8.5.1 UUSIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTTÖÖNOTTO

Vastaajista lähes 10 % kertoi, että heillä on jo nyt aurinkopaneelit ja noin 35 % prosenttia on kiinnostunut aurinkopaneelien hankkimisesta tulevaisuudessa. Vastausten perusteella arvioimme, että aurinkopaneeleista kiinnostuneita on huomattavasti enemmän kuin alun perin oletimme.

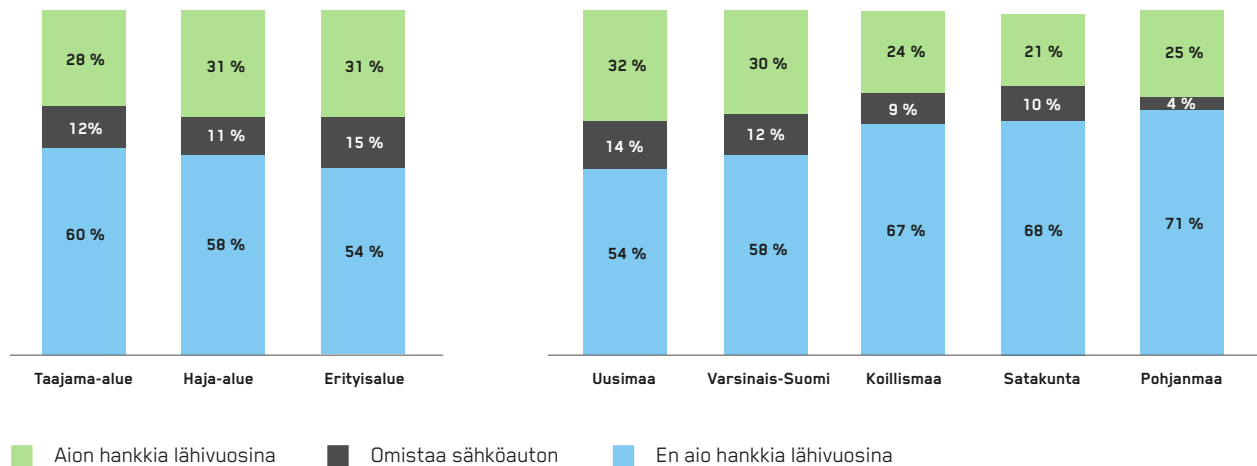
Halukkuus hankkia sähköautoja on yhtäläinen eri kehittämisvyöhykkeiden välillä. Sen sijaan eroja on asiakkaiden laajemman maantieteellisen sijoittamisen mukaisesti. Caruna Oy:n verkkoalueista Uudellamaalla ja Varsinais-Suomessa on selkeästi eniten sähköautoja ja

niiden hankintaa harkitsee useampi asiakas kuin muilla verkkoalueilla (Kuva 13).

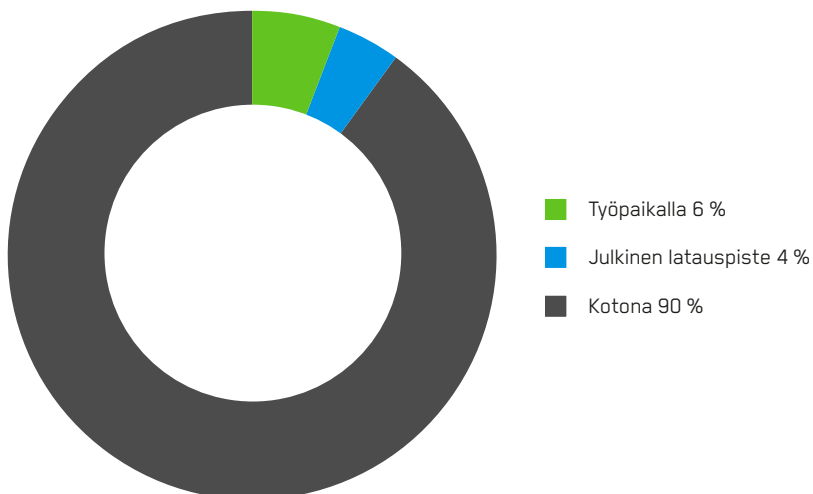
Ylivoimainen enemmistö niistä, jotka jo omistavat sähköauton, lataa sähköauton pääasiallisesti kotona (Kuva 14).

Caruna Oy:n alueen asiakkaat ovat varsin laajasti halukkaita osallistumaan kulutusjoustoon: jopa 85 % henkilöasiakkaista suhtautuu joustoon positiivisesti. Heistä 48 % on valmiita tarvittaessa näkemään vaivaa jouston eteen ja 37 % voi osallistua joustoon, jos joustaminen ei vaadi isoja ponnisteluja

KUVA 13. ASIAKKAIDEN KIINNOSTUS SÄHKÖAUTON HANKINTAAN KEHITTÄMISVYÖHYKKEITTÄIN JA CARUNA OY:N VERKKOALUEITTAIN.



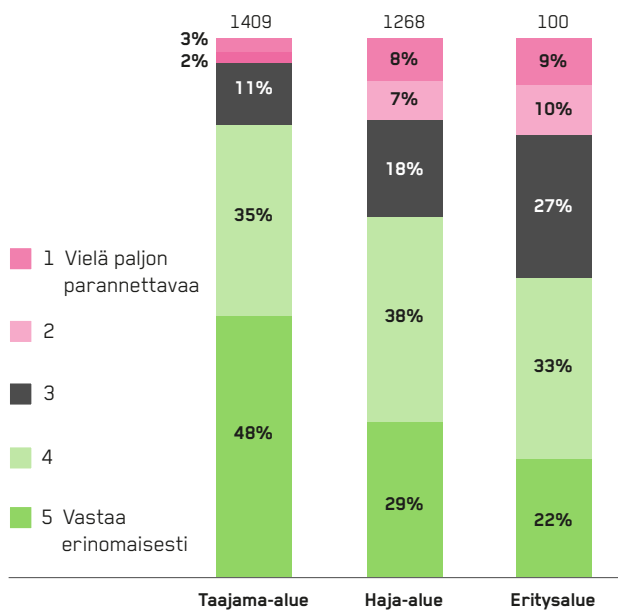
KUVA 14. ASIAKKAIDEN PÄÄASIALLINEN SÄHKÖAUTONLATAUS PAIKKA



8.5.2 VERKON TOIMITUSVARMUUS JA KEHITTÄMISEN TARPEET

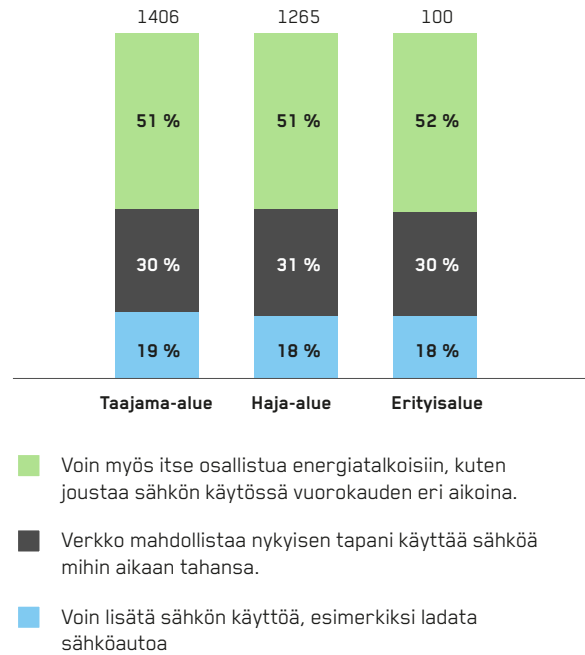
Asiakkaiden kokemusta sähköverkon nykytilasta selvitettiin kysymällä vastaako sähköjakelun toimitusvarmuus ja laatu heidän nykyisiä tarpeitaan, jotta arki olisi sujuvaa. Kokeemukset verkon toimitusvarmuudesta ja laadusta vaihtelevat vähäisessä määrin eri kehittämisvyöhykkeiden välillä. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että taajama-alueilla suurin osa asiakkaista näkee verkon vastaavan hyvin nykyisiin tarpeisiin, kun taas haja- ja erityisalueilla nähdään edelleen tarvetta nykyisenkin palvelutason kehittämiseen (Kuva 15).

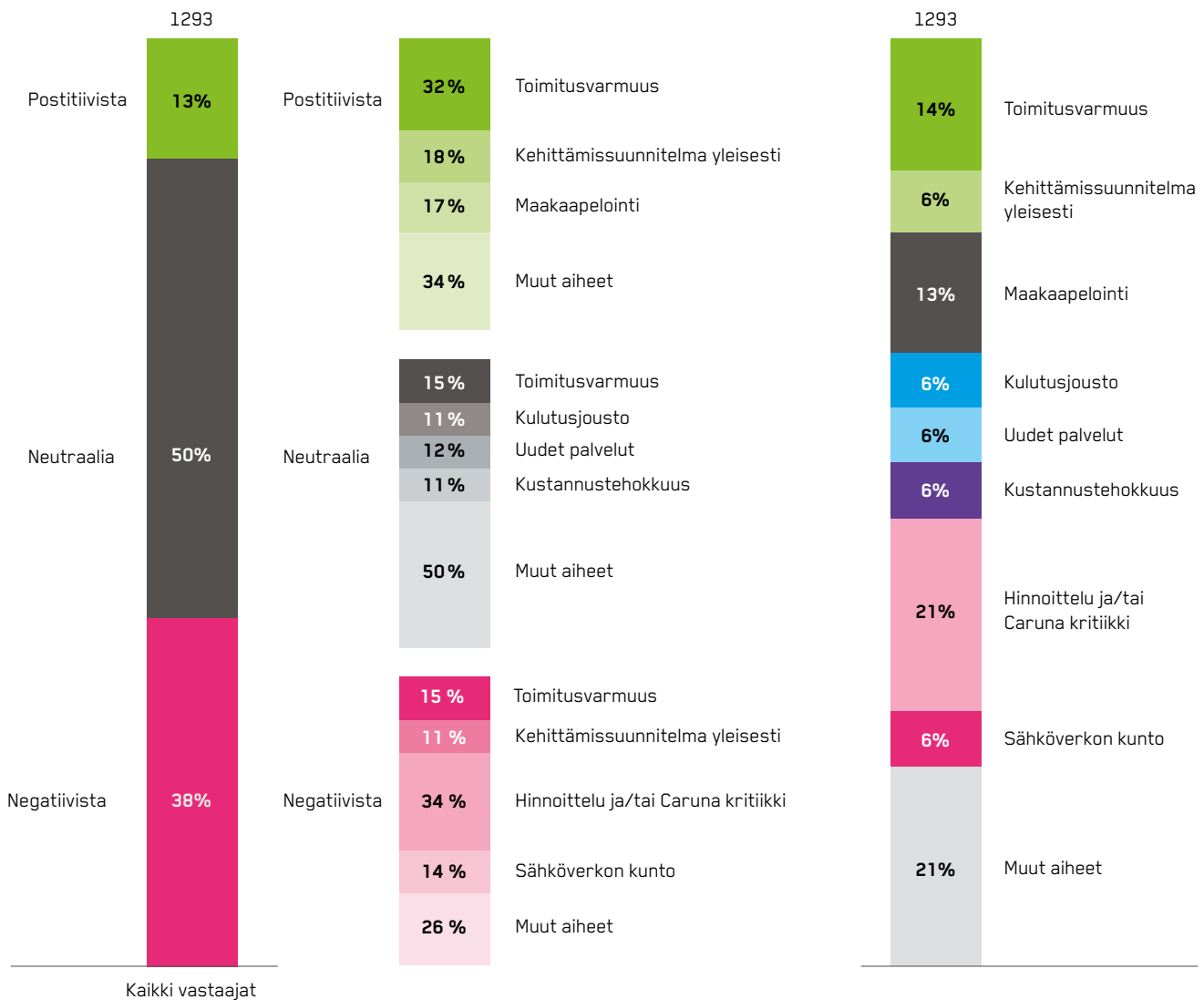
KUVA 15. ASIAKKAIDEN KOKEMUS SÄHKÖVERKON NYKYTILASTA.



Kun puhutaan verkon edelleen kehittämisestä kuulemisten perusteella asiakkaat toivovat ennen kaikkea verkon kehittämistä joustavaksi alustaksi, joka mahdollistaa asiakkaan osallistumisen joustoon ja energiamurroksen vaatimien ratkaisujen (sähköautot, aurinkopaneelit jne.) nopean edistämisen. Asiakkaiden toiveet olivat samanlaiset kaikilla kehittämisvyöhykkeillä (Kuva 16).

KUVA 16. ASIAKKAIDEN NÄKEMYS VERKON KEHITTÄMISEN SUUNNASTA.





KUVA 18. ASIAKKAIDEN KIRJALLISTEN LAUSUNTOJEN SÄVY JA TEEMAT

8.6 Muutostarpeet

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 Oy:n 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 yleistymisen 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, 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 vuosille 2024-2036 pienjänniteverkkoon (+191 M€), keskijännitteeseen (+65 M€) ja suurjännitteeseen jakeluverkkoon (+59 M€) kuulemisella olleisiin suunnitelmiin verrattuna.

8.6.2 PALAUTTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN JATKOSSA

Verkon kehittäminen on jatkuvaa työtä ja siihen saimme hyvää lisänäkemyksiä asiakaskuulemisen kautta. Tulomme 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.