



Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelma 2024

Energiaviraston määräyksen
3167/000002/2023 mukaisesti

29.4.2024

Sisältö

1. Sähkönjakeluverkon strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista.....	5
1.1. Johdanto	5
1.2. Kaupungin kasvu ja väestönkehitys verkkoalueella.....	6
1.3. Sähkön kulutusmuutokset asumisessa, palveluissa ja lämmitystavoissa	8
1.3.1. Teollisuuden sähköistyminen ja datakeskukset	8
1.4. Sähkön käyttöä lisäävät kulutuskohteet.....	9
1.4.1. Sähköinen liikenne	9
1.4.2. Lämmityksen sähköistyminen.....	10
1.5. Sähköntuotannossa tapahtuvat muutokset.....	11
1.5.1. Pientuotannon kehitys	11
1.5.2. Suurten yhteistuotantovoimalaitosten kehitys	11
1.5.3. Pitkän ajan sähköenergian käytön näkymä.....	12
1.6. Kysytyt numeeriset tiedot	12
1.6.1. Numeeriset arvot pyydettyihin tietoihin	12
1.6.2. Sanallinen selitys, miten ed. olevat numeroarvot on muodostettu	13
1.7. Sääilmiöiden huomioiminen.....	13
1.8. Muut tekijät	14
1.8.1. Valvontamallin vaikutus investointikyvykkyyteen	14
1.8.2. Palvelut/osaamistarve.....	14
1.8.3. Teknologia ja tietotekniikka/ -turva	14
1.8.4. Joustot	15
1.8.5. Loisteho.....	16
1.8.6. Käyttöaste	17
2. Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat.....	18
2.1. Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat.....	18
2.1.1. Kehittämissuunnitelman lähtökohdat	18
2.1.2. Kehittämissuunnitelman lähtökohdat jaottelun perusteet.....	18
2.1.3. Kuvaus kehittämissuunnitelman lähtökohdista.....	20
2.1.4. Kehittämissuunnitelman lähtökohdat ja verkkoa kuvaavat luvut	24
2.2. Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat.....	26
2.2.1. Toiminnan laatuvaatimukset täyttävät suunnittelukriteerit.....	26
2.2.2. Erityispiirteiden huomiointi verkon suunnittelussa	26
2.3. Verkon elinkaarikustannusten laskenta kehittämissuunnitelman lähtökohdilla.....	27

3. Sähkönjakeluverkon kehittämisvyöhykkeillä käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu	28
3.1. Ratkaisut kehittämisvyöhykkeellä	28
3.2. Kehittämisvyöhykkeille esitettyjen sähkönjakeluratkaisujen kuvaus.....	28
3.3. Kehittämisvyöhykkeen elinkaarikustannusten vertailu	29
4. Pitkän tähtäimen suunnitelma	30
4.1. Rahan käyttö eri ajanjaksoina.....	31
4.2. Laatuvaatimukset täyttävät käyttöpaikat sähkömarkkinalain 119 §:n mukaisina ajankohtina	31
4.3. Laatuvaatimukset täyttävä sähkönjakeluverkko sähkömarkkinalain 119 §:n mukaisina ajankohtina	32
4.4. Sähkönjakeluverkon maakaapelointiaste eri jännitetasoilla toimenpiteiden jälkeen sähkömarkkinalain 119 §:n mukaisina ajankohtina	32
4.5. Uusi tuotanto ja uudet kuormat, jotka on arvioitu liittyvän ja vaativat merkittäviä jakeluverkkoinvestointeja seuraavan kymmenen vuoden aikana	32
4.6. Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehtävät merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit seuraavan kymmenen vuoden aikana	33
4.7. Havainnollistus uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämisestä verkkoalueella	33
4.8. Sähköverkkotoiminnan valvontamenetelmämuutosten vaikutukset Helen Sähköverkon investointiohjelmaan 2024–2036	37
5. Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana.....	40
5.1. Investoinnit ja kunnossapito verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi kuluvana ja seuraavana vuotena	40
5.2. Käyttöpaikat laatuvaatimusten piirissä kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden toteuduttua	40
5.3. Toimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana.....	40
5.3.1. Laatuvaatimukset täyttävä sähkönjakeluverkko kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen	41
5.3.2. Sähkönjakeluverkon maakaapelointiaste eri jännitetasoilla kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen.....	41
5.3.3. Suunnitellun yhteisrakentamisen osuus.....	41
5.3.4. Yhteisrakentamista edistävät toimenpiteet	41
5.3.5. Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehtävät merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit kuluvan ja seuraavan vuoden aikana	41
5.3.6. Joustopalveluiden hyödyntäminen kuluvan ja seuraavan vuoden aikana	42

6. Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana	43
6.1. Investoinnit ja kunnossapito verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi kahtena edellisenä vuotena.....	43
6.2. Käyttöpaikat laatuvaatimusten piirissä kahden edellisen vuoden toimenpiteiden jälkeen	43
6.3. Toimenpiteet edellisen kahden vuoden aikana	43
6.3.1. Laatuvaatimukset täyttävä sähkönjakeluverkko kahden edellisen vuoden toimenpiteiden jälkeen.....	44
6.3.2. Yhteisrakentamisen hyödyntäminen	44
6.3.3. Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehdyt merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit edellisen kahden vuoden aikana	44
6.4. Joustopalveluiden hyödyntäminen kahden edellisen vuoden aikana.....	44
6.5. Toteuma edelliseen kehittämissuunnitelmaan verrattuna	45

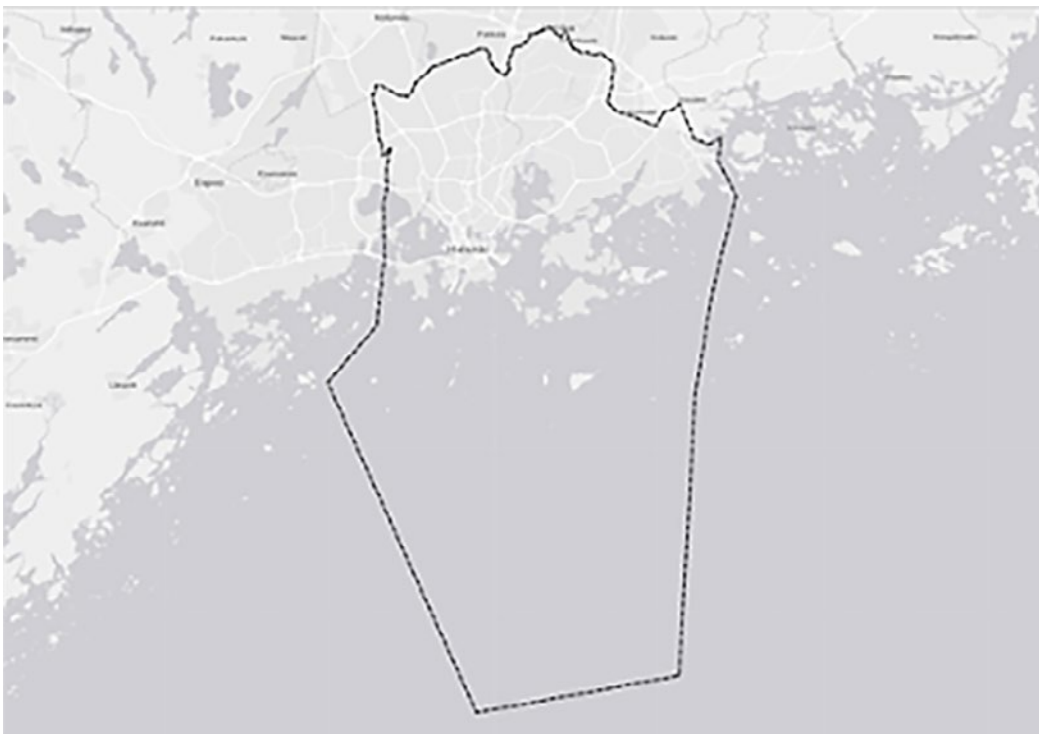
1. Sähkönjakeluverkon strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista

1.1. Johdanto

Sähköverkkoyhtiöllä on vastuu siirtää sähköä ja liittää asiakkaita jakeluverkkoon vastuualueillaan. Helen Sähköverkko Oy:n vastuualue rajautuu maantieteellisesti Helsinkiin (Kuva 1). Aluerajat ovat pysyvämpiä, mutta yhteiskunnan ja teknologioiden kehittyessä toimintaympäristö muuttuu merkittävästi. Näiden muutostekijöiden tunnistaminen on tärkeää, jotta yhtiö voi kehittää jakeluverkkoaan järkevästi. Tässä luvussa käydään läpi toimintaympäristöön vaikuttavia merkittävimpiä muutoksia ennusteineen.

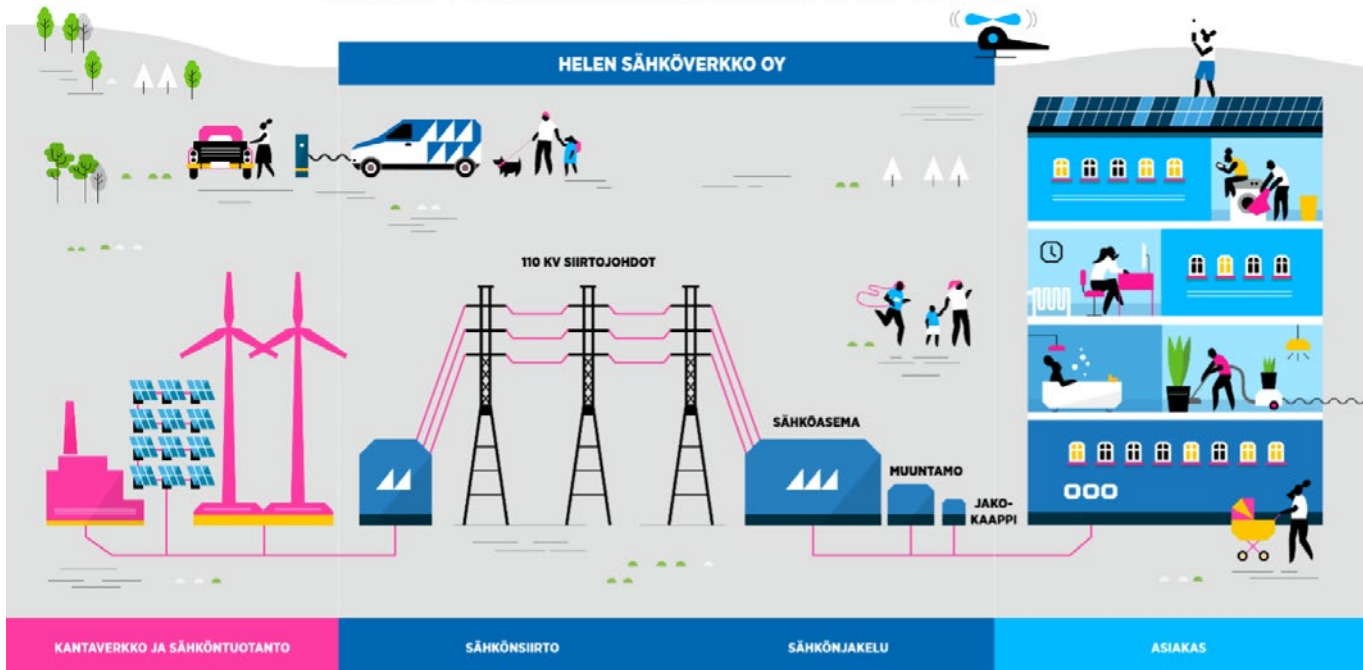
Helsingissä väkiluvun kasvu, vilkas rakentaminen sekä energiatehokkuuden parantuminen

ovat vaikuttaneet merkittävästi sähkön käytön kehitykseen. Vihreä siirtymä tuo toimintaympäristöön joukon uusia sähkönkäyttöön liittyviä tekijöitä. Sähköjärjestelmä (Kuva 2) on vihreän siirtymän tärkeimpiä mahdollistajia. Yhteiskunnan sähköistäminen niin tuotannossa kuin kulutuksessa, kuten lämmityksessä ja liikenteessä, on keskeisiä keinoja saavuttaa hiilineutraaliustavoite. Suomen tavoite on olla hiilineutraali vuonna 2035. Se tarkoittaa, että Suomen hiilinielut ovat vuonna 2035 suuremmat kuin kasvihuonekaasupäästöt. Tämä vaatii, että päästöjä vähennetään nykyisestä tasosta.



Kuva 1. Helen Sähköverkko Oy:n vastuualue.

SÄHKÖVOIMAJÄRJESTELMÄN OSAPUOLET



Kuva 2. Sähkövoimajärjestelmän osapuolet ja rajapinnat.

Kunnat ja yritykset toteuttavat osaltaan Suomen ilmastotavoitetta. [Helsingin tavoite](#) on olla hiilineutraali vuonna 2030. Helsingissä suurimmat hiilidioksidipäästölähteet ovat rakennusten lämmittäminen (yli 50 %) ja liikenteen päästöt (noin 25 %). Teollisuuden ja työkoneiden päästöt ovat alle 1 %. Tavoitteeseen pääsemiseksi Helsingin kaupungin omistama Helen on muun muassa päättänyt lopettaa kivihiilen polttamisen Helsingissä vuonna 2025. Tällä on vaikutusta niin sähkön kuin lämmön tuotantoon. Lämmön tuotannossa on etsittävä vaihtoehtoisia ratkaisuja paikallisesti, sillä lämpöä ei voida siirtää kaukaa yhtä taloudellisesti kuin sähköä. Jatkossa sähköjärjestelmällä on huomattavasti suurempi rooli lämmön tuotannossa. Sähköjärjestelmän etu on, että sähköenergia voidaan tuottaa kauempana ja muuttaa lämpöenergiaksi lähempänä tarvetta. Sähköenergia voidaan siten tuottaa siellä, missä se voidaan tehdä mahdollisimman puhtaasti ja edullisesti.

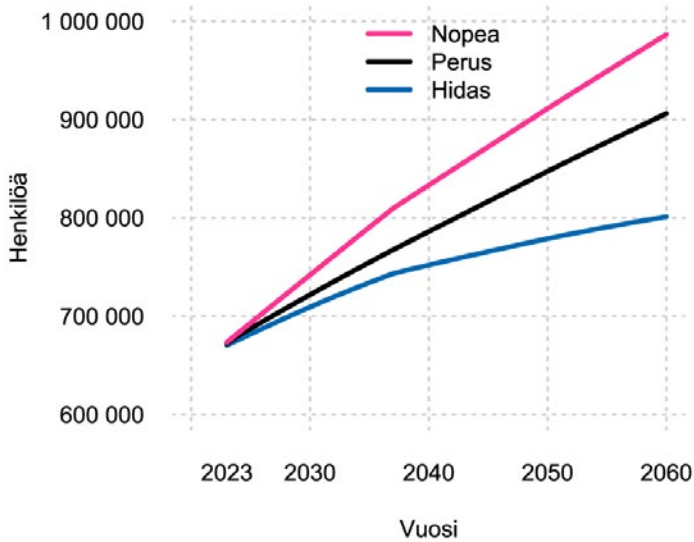
Helen Sähköverkolla on noin 430 000 käyttöpaikkaa ja 36 000 liittymää. Sähköasemia on 25 kpl, omia jakelumuuntamoita 1 900 kpl ja asiakasmuuntamoita 750 kpl. Sähköverkkoa on yhteensä noin 6 500 km. Helsingissä sijaitsee suuri määrä

merkittäviä ja korkean kriittisyysluokan kohteita, joissa sähkön toimitusvarmuus on elintärkeää. Näitä ovat muun muassa valtion keskushallinto, Suomen suurimman sairaanhoitopiirin keskussairaala ja yhteensä viisi sairaalaa, lukuisia Suomen talouselämän keskeisiä toimipaikkoja, energian tuotannon keskittymät, suurimmat pääkaupunkiseudun juna- ja metrolinjojen solmukohtat, sotilasalue, noin 60 suurlähetystä, datakeskukset, yksi Euroopan vilkkaimmista ulkomaanliikenteen matkustajasatamista ja merkittävä tavaraliikenteen satama.

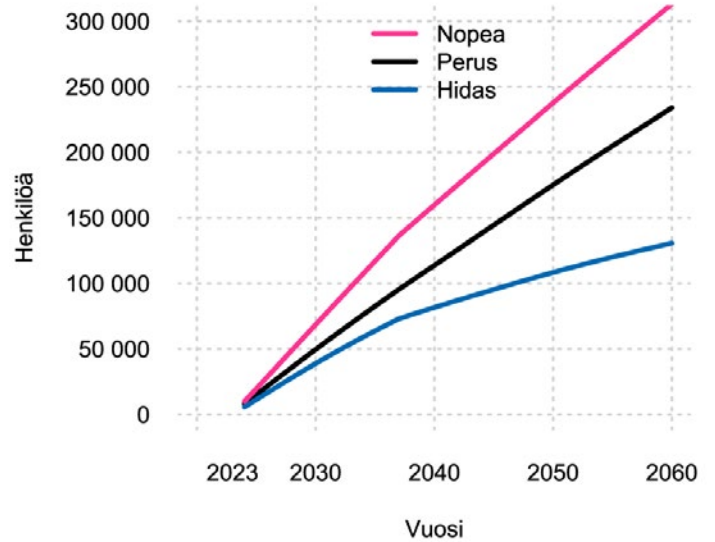
1.2. Kaupungin kasvu ja väestönkehitys verkkoalueella

Helsingin väestömäärä on kasvanut pitkään ja kasvun odotetaan jatkuvan edelleen. Nykyisin Helsingin väkiluku on noin 670 000 henkilöä. Viimeisimmässä Helsingin kaupungin [väestöennusteessa](#) on kolme skenaariota: hidas, perus ja nopea. Jokaisessa skenaariossa väestön määrä kasvaa. Kymmenen vuoden kuluttua (2034) väkiluvun odotetaan olevan noin 750 000 henkilöä.

Helsingin väkiluvun ennuste



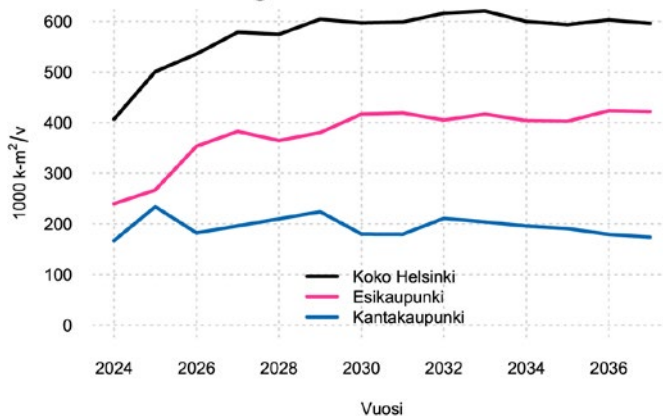
Helsingin väkiluvun kasvu vuoteen 2023 verrattuna



Kuva 3. Helsingin väkiluvun ennuste. Data: Helsingin kaupunki, kaupunginkanslia, kaupunkitieto

Väkiluvun kasvu tarkoittaa runsasta lisärakentamista. Helsingin kaupunki on luonut ennusteen asumisen kerrosalalle. Vuonna 2020 asumiseen liittyvää kerrosalaa oli yhteensä 31 milj. m². Vuonna 2028 asumisen kerrosalaa odotetaan olevan 35 milj. m² (+13 %) ja vuonna 2036 vastaavasti 39 milj. m² (+26 %).

Helsingin asuntorakentamisen ennuste



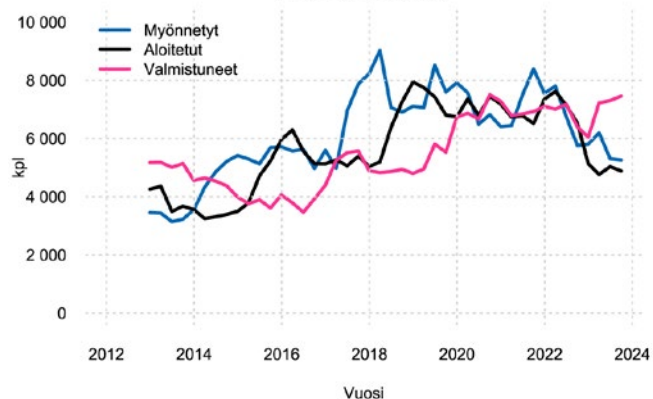
Kuva 4. Asuntorakentamisen ennuste vuosittain koko Helsingissä, esikaupungissa ja kantakaupungissa. Data: Helsingin kaupunki, kaupunginkanslia, kaupunkitieto

Helsingissä rakentamisen määrä vaihtelee alueittain. Osalle kaupunginosista ei ole kaavailtu uudistuotantoa ja väkiluku voi joillakin alueilla jopa hieman laskea. Etenkin kantakaupungissa mahdol-

lisuudet väkilukua kasvattavaan uudistuotantoon ovat rajalliset. Esikaupungissa väkilukua kasvattavan asuntorakentamisen odotetaan kasvavan nykyisestä rakentamistahdista.

Vuoden 2022 loppupuolella asuntorakentaminen koki notkahduksen. Osasyinä ovat taloudellinen epävarmuus ja korkojen nousu. Syiden vaikutus näkyy myös toimitilamarkkinoilla. Vuosittain valmistuvissa asuntomäärissä notkahdus näkyy viiveellä. Pitkällä tähtäimellä Helsingissä rakennetaan runsaasti ja väestön määrä jatkaa kasvamista.

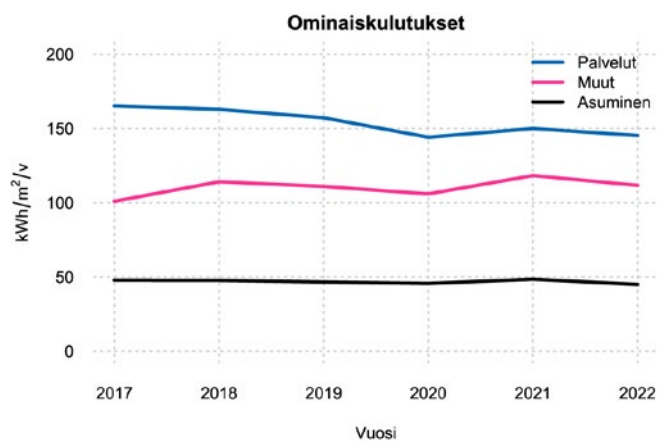
Asuinrakennukset



Kuva 5. Liukuva vuosisumma myönnettyistä, aloitetuista ja valmistuneista asuinrakennuksista Helsingissä. Data: Helsingin kaupunki, kaupunginkanslia, kaupunkitieto

1.3. Sähkön kulutusmuutokset asumisessa, palveluissa ja lämmitystavoissa

Sähköenergian vuotuisesta kulutuksesta Helsingin alueella asuminen edustaa noin kolmannesta ja palvelusektori puolta. Väestön määrän osalta ennustetaan kasvua ja sähköenergian käytön lisääntymistä. Lämmityksen ja liikenteen sähköistyminen merkitsevät sähkön käytön kasvua. Sähköautoja ladataan pääosin kotona, joten asumisen ominaiskulutus kasvaa tältä osin merkittävimmin. Palvelusektorin sähkönkulutuksessa ominaiskulutukset ovat pienentyneet todennäköisesti energiatehokkuuden vaikutuksesta, sillä kiinteistöjen käyttöasteet ovat kasvaneet ennen pandemiaa. Etätyön määrä on lisääntynyt ja jäänyt korkeammalle tasolle kuin ennen pandemiaa. Etätyön vaikutus on näkynyt ominaiskulutuksen pienentymisenä esimerkiksi toimistorakennuksissa. Rakennuskannassa yleistyvän aurinkotuotannon odotetaan vähentävän verkossa siirrettävää energiaa kevät-, kesä- ja syksyaikaan. Talvella aurinkotuotannolla ei ole vielä merkittävää vaikutusta. Koko Helsingin tasolla sähkönkäyttö on korkeimmillaan talvella. Aurinkotuotanto ei ole toistaiseksi keventänyt verkon mitoituksen kriteerejä, vaikka hajautettu pientuotanto tarkoittaa vuoden kokonaisenergiassa yleensä pienempää sähköenergian siirtoa jakeluverkosta asiakkaalle.



Kuva 6. Asumisen, palveluiden ja muun sähkönkäytön ominaiskulutuksen kehittyminen. Data: Helsingin aluesarjat sekä Energiateollisuus

Asuinrakennuksissa on maalämpö lämmitysmuotona yleistynyt myös kerros- ja rivitaloissa. Omakotitaloissa maalämpö on ollut suosittu lämmitysmuoto pidempään. Lämpöpumppujen odotetaan kasvattavan asiakkaan sähkönkäyttöä, kun sillä korva-

taan kauko- tai öljylämmitystä. Toisaalta ilmalämpöpumppuja käytetään myös jäädytykseen. Tämä voi olla yksi syy siihen, että asumisen sähköenergian ominaiskulutus ei ole juuri laskenut viimeisten vuosien aikana. Suurin osa kerros- ja rivitaloista on kytketty kaukolämpöverkkoon ja öljylämmön osuus on vielä muutamia prosentteja. Omakotitaloissa on kerros- ja rivitaloja enemmän öljylämmittäjiä.

1.3.1. Teollisuuden sähköistyminen ja data keskukset

Helsingissä teollisuusalueiksi voidaan luokitella alueita Vuosaaresta, Pitäjänmäestä ja Herttoniemestä. Teollisuuden osuus Helsingin sähkönkäytössä on pienehkö: noin 5 % vuonna 2023. Teollisuus aiheuttaa kaupungin hiilidioksidipäästöistä alle 1 %. Koska teollisuuden hiilidioksidipäästöt ovat hyvin pieniä, Helsingissä ei ole odotettavissa merkittävää sähkönkäytön lisääntymistä jo olemassa olevan teollisuuden vihreän siirtymän myötä. Sen sijaan Helsingissä voi olla mahdollisuuksia ryhtyä tuottamaan teollisesti vetyä.

Helsingissä saattaa olla tulevaisuudessa merkittävästi vedyn tuotantoon liittyvää sähkön kulutusta. Helen kehittää Euroopan Unionin rahoittaman [vetylaaksoprojektin](#) puitteissa Vuosaaren [pilottilaitosta](#), joka yhdistää vedyntuotantoon sähkön, lämmityksen, liikenteen ja energian varastoinnin. Projekti tuo Itämeren alueelle tarvittavaa infrastruktuuria, joka mahdollistaa hiilestä irtaantumisen useille teollisuudenaloille ja lisää energian huoltovarmuutta niin Suomessa kuin muualla Euroopassa. Suomi ja Viro ovat projektin keskeisimmät maat.

Lisäksi Helen Oy, Neste Oyj, Gasgrid Finland Oy ja Vantaan Energia Oy ovat käynnistäneet yhdessä alustavat tutkimukset teollisen [vetylaakson](#) kehittämiseksi Uudellemaalle. Yhteishanke edistää pyrkimystä tehdä Suomesta johtava eurooppalainen vetytalous, joka luo teollisuudelle investointimahdollisuuksia ja tukee Suomen ja Euroopan hiilineutraalisuustavoitteita. Helen haluaa tulla keskeiseksi toimijaksi vetytaloudessa ja [suunnittelee pilottilaitoksen lisäksi laajamittaista vedyntuotantoa Vuosaaren voimalaitosalueella](#) Helsingissä.

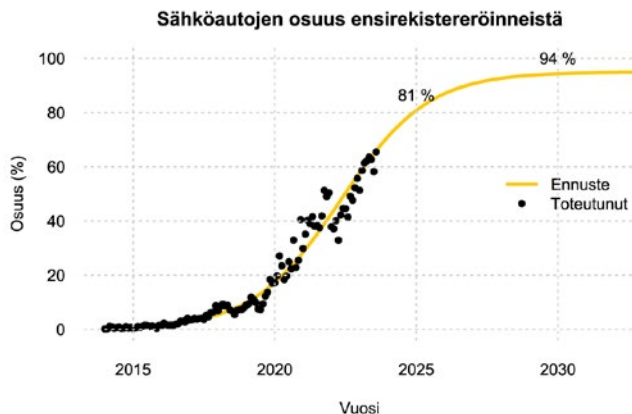
Helsingissä on useita datakeskuksia. Datakeskusten sähkönkäyttöä lisäävä vaikutus on toistaiseksi ollut maltillinen. Datakeskusten määrän odotetaan kuitenkin kasvavan. Uusia kyselyitä on tällä hetkellä noin 150–400 MW:n edestä vuoteen 2035 mennessä ja niiden määrän odote-

taan kasvavan. Euroopan Unionin päätöksen myötä vuoden 2025 lokakuusta alkaen uusien datakeskusten tulee käyttää hukkaenergia hyödyksi, jos se on teknistaloudellisesti mahdollista.

1.4. Sähkön käyttöä lisäävät kulutuskohteet

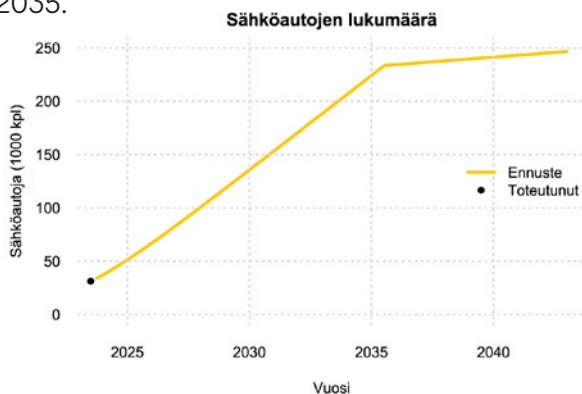
1.4.1. Sähköinen liikenne

Henkilöautoliikenteen sähköistyminen lisää merkittävästi sähkönkäyttöä Helsingissä. Traficomin [mukaan](#) Helsingissä oli 219 446 liikennekäytössä olevaa henkilöautoa vuoden 2023 lopussa. Näistä 36 591 oli sähköautoja. Sähköautoiksi luetaan sekä täyssähköautot että ladattavat hybridit. Sähköautojen osuus ensirekisteröidyistä henkilöautoista on tällä hetkellä noin 75 % Helsingissä.



Kuva 7. Sähköautojen ensirekisteröintiosuuden kehitys Helsingissä. Data: Traficom.

Ennustetulla rekisteröintinopeudella yli puolet Helsingin liikennekäytössä olevista henkilöautoista on sähköautoja vuonna 2028 ja noin 95 % vuonna 2035.



Kuva 8. Sähköautojen lukumäärän ennuste Helsingissä. Data: Traficom.

Julkisten latauspisteiden määrän odotetaan kasvavan. [Kaupungin tavoite](#) on, että noin 10 prosenttia latauspisteistä olisi julkisia. Kaupungin katujen pysäköintipaikoilla oli vuoden 2023 lopussa noin 150 julkista vlatauspistettä. Latausverkostoa laajennetaan Helsingin latausasemien yleissuunnitelman mukaisesti. Latauspaikkoja löytyy kaupungin katujen lisäksi myös kauppakesuksista, liikuntapaikoista ja parkkihalleista.

Liikenteen sähköistyminen näkyy myös julkisessa liikenteessä. Helsingin seudulla toimiva HSL on [julkaissut](#) tietoja sähköbussien nykyisistä määristä ja ennusteista. Vuonna 2023 HSL:llä oli käytössä 436 sähköbussia, mikä vastaa noin 34 %:n osuutta kaikista busseista. Tavoitteena on, että vuonna 2025 busseja olisi noin 650 kpl. Sähköbussit lisäävät sähkönkäyttöä Helsingissä etenkin paikallisesti, sillä busseja ladataan yleensä keskitetysti varikoilla ja näitä varikoita on myös Helsingissä.

Helsinkiin on [suunnitteilla](#) lukuisia uusia raitioiteitä seuraavalle 15 vuodelle. Raide-Jokeri aloitti liikennöinnin vuoden 2023 lopussa. Kruunusillat-hanke sisältää uuden pikaraitiolinjan Rautatieasemalta tai Hakaniemestä Korkeasaaren kautta Kruunuvuorenrantaan sekä raitiolinjan Pasilasta Yliskylään. Liikennöinti alkanee vuonna 2027. Uusi Vantaan pikaraitiotie olisi käytössä vuonna 2028 Mellunmäestä Tikkurilan kautta Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Länsi-Helsinkiin on tulossa uusi pikaraitiolinja Lasipalatsilta Munkkiniemen kautta Kannelmäkeen sekä uusi raitiolinja Eirasta Meilahteen. Länsi-Helsingin uudet reitit olisivat arvion mukaan käytössä vuonna 2030. Vuoden 2035 tienoille on suunniteltu kahta erillistä pikaraitiolinjaa: Rautatieasemalta Tuusulanbulevardin kautta Pakilaan ja Rautatieasemalta Viikinmäen kautta Malmin lentoasemalle. Lähijunaliikenteen osalta on [suunniteltu](#) uutta maanalaisista pisararataa, joka alkaisi Pasilasta, mutta sen toteuttamisesta ei ole tehty päätöstä. Rakentaminen sisältäisi uudet maanalaiset juna-asemat Hakaniemeen, keskustaan ja Töölöön.

Helsingin satamien sähkönkäytön odotetaan kasvavan laivojen maasähköistysten myötä. Tällä hetkellä maasähkö on toteutettu Katajanokalla ja Eteläsatamassa. Kuluvalle vuosikymmenellä uusia maasähköistyksiä on odotettavissa ainakin Länsisatamaan, Hernesaareen ja Vuosaareen. Eteläsataman Olympiaterminaalin on ajateltu poistuvan satamien uudelleenjärjestelyiden myötä. Tallinnan liikenne keskittyisi Länsisatamaan ja Tukholman liikenne Katajanokalle. Hernesaarta on suunniteltu varsinkin

suurien ulkomaisten risteilylaivojen satamaksi, missä maasähkön tehot voivat olla suuria. Todennäköisesti satamien tehontarve kasvaa niin suureksi, että tarvitaan suurjänniteliittymä tai jopa useita suurjänniteliittymiä. Euroopan asetus määrää yli 5 000 bruttotonnin alukset käyttämään maasähköä tai muuta nollapäästeteknologiaa vuodesta 2030 alkaen. Tästä voi tietyin ehdoin poiketa enintään 10 %:n osalta tämän kokoisten laivojen satamakäynteistä vuoden 2035 osalta. Satamien yhteydessä tutkitaan myös mahdollisuutta sähköautojen lataamiseen sekä akkujen käyttämistä laivojen käyttövoimana.

1.4.2. Lämmityksen sähköistyminen

Lämmöntuotannon muutos Helsingissä on merkittävin kokonaisuus, joka kasvattaa sähkön kulutusta ja siirtoa suurjännitteisessä jakeluverkossa. Tässä korostuvat erityisesti muutokset Helenin kaukolämmön tuotannossa. Helen on [sulkenut Hanaaaren kivihiiivoimalaitoksen 1.4.2023. Salmisaaren kivihiiivoimalaitos tullaan sulkemaan 1.4.2025 mennessä](#). Näiden yhteistuotantovoimalaitosten sulkemisen vuoksi sähköntuotannon ja lämmöntuotannon kapasiteetit Helsingissä pienentyvät. Korvaava sähkön tuotantokapasiteetti sijaitsee Helsingin ulkopuolella, mikä tarkoittaa sitä, että sähkön otto kantaverkosta Helsinkiin lisääntyy. Kaukolämpö sen sijaan pitää tuottaa suhteellisen lähellä kulutusta.

Helen on jo tehnyt ja tekee edelleen useita eri toimenpiteitä kaukolämmöntuotannon turvaamiseksi. Vuosaaren uudessa [biolämpölaitoksessa](#) käynnistyi tuotanto [joulukuussa 2022](#). Helen laajensi vuosina 2021 ja 2023 [Katri Valan puiston alla sijaitsevaa lämpöpumppu- ja jäähdytyslaitosta](#). Kyseessä on maailman suurin kaukolämpöä ja -jäähdytystä puhdistetusta jätevedestä tuottava lämpöpumppulaitos. Se on kirjoitushetkellä Helsingin suurin sähkön kuluttaja.

Helenin tavoitteena on [hiilineutraali energiantuotanto vuonna 2030](#). Lyhyellä aikavälillä luovutaan kivihiiilen käytöstä ja panostetaan uusiutuvan sähkön tuotantoon. Keskipitkällä aikavälillä Helen sähköistää lämmöntuotantoa ja käyttää biomassaa. Pitkällä aikavälillä lisätään lämmöntuotannon sähköistymistä ja luovutaan polttamisesta vuoteen 2040 mennessä. Tavoite edellyttää [pienydinvoimaa lähellä helsinkiläisiä](#). Kaukolämpöä tuotava ydinvoimala voisi olla mahdollisesti käytössä

vuonna 2036. Helen ja Steady Energy ovat solmineet [pienydinvoimaa koskevan aiesopimuksen](#), jonka tavoitteena on mahdollistaa investointi pieneen lämpöä tuottavaan ydinvoimalaitokseen.

Sähköverkon kuormittumisen kannalta erityisen merkittävässä asemassa ovat lämpöpumppuihin ja sähkökattiloihin perustuvat lämmöntuotantoratkaisut. Lämpöpumpputekniikkaan perustuva lämmöntuotanto kasvattaa sähkön kulutusta. Tyypillisesti lämpöä saadaan tuotettua noin 2–3 kertaa kulutetun sähkön määrä. Kantakaupungin alueella jo sijaitsevan Katri Valan lämpöpumppulaitoksen lisäksi arviolta vuoden 2025 aikana käyttöön otetaan uusi [Eiranrannan lämpöpumppulaitos](#), jonne on tulossa myös [30 megawatin suuruinen sähkökatila](#). Lisäksi pienempien lämpöpumppulaitosten sähkönkäyttöä lisäävä yhteisvaikutus voisi olla koko Helsingin tasolla yhteensä useita kymmeniä megawatteja. Helen on rakentamassa [ilma-vesilämpöpumppulaitosta](#) Salmisaareen.

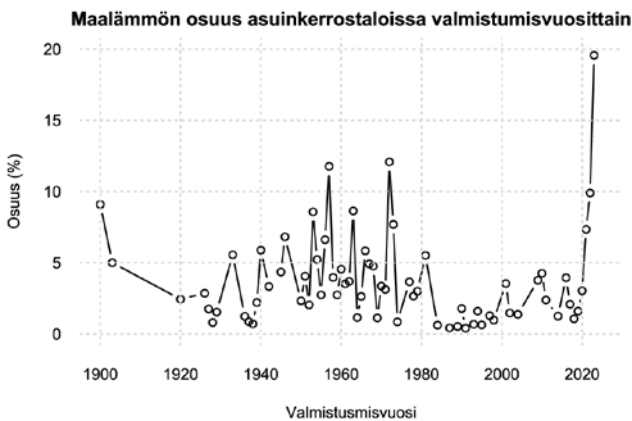
Tulevina vuosina lämpöä tuottavat sähkökattilat kasvattavat erittäin merkittävästi sähkön kulutusta Helsingissä. Sähkökatila kuluttaa sähköä saman verran kuin se tuottaa lämpöä. Helen on päättänyt vuoden 2025 loppuun mennessä toteutettavista sähkökattilainvestoinneista, joiden huipputeho on 280 MW. Sähkökatiloita on tulossa ainakin [Hanaaaren ja Salmisaaren](#) alueille sekä uudelle [Eiranrannan lämpöpumppulaitokselle](#).

Toteutuvien lämpöpumppu- ja sähkökattilalaitosten koko ja sijainti vaikuttavat siihen, millainen on vaikutus sähköverkolle. Erityisesti kantakaupungin alueelle sijoittuvat laitokset kasvattavat siirtoa suurjännitteisessä jakeluverkossa. Olemassa olevista ja päätetyistä, suurikokoisista lämpöpumppu- ja sähkökattilalaitoksista suuri osa sijaitsee kantakaupungin alueella, jossa on myös suurin lämmön tarve. Kaiken kaikkiaan vuosina 2021–2025 valmistuvat kaukolämmön tuotantoon käytettävät laitokset kasvattavat sähkön kulutusta Helsingissä enimmillään yli 350 MW. Tällä yhdessä sähköntuotannon poistumisen kanssa on erittäin merkittävä vaikutus siirtoihin suurjännitteisessä jakeluverkossa ja myös kantaverkossa. Tämän vuoksi vaaditaan sähköverkon vahvistuksia sekä suurjännitteisessä jakeluverkossa että kantaverkossa.

Jo päätettyjen lämmöntuotannon investointien lisäksi on suunniteltu lähivuosille läisäinvestointeja kaukolämmön tuotantoon. Toteutuessaan näiden läisäinvestointien sähkön kulutusta lisäävä vaikutus voi nousta koko Helsingin tasolla satoihin mega-

watteihin, joka tulisi siis jo päätettyjen investointien vaikutuksen päälle. Tämä lisäisi edelleen tarvetta sähköverkon vahvistuksille myös kantaverkkotasolla.

Tässä kappaleessa käsiteltävien, kaukolämmön tuotantoon käytettävien lämpöpumppu- ja sähkökattilalaitosten lisäksi Helsingin sähkön kulutusta kasvattavat kiinteistökohtaiset lämmitysratkaisut. Lämpöpumppuratkaisujen osuuden on nähty kasvavan sekä vanhassa että uudessa rakennuskannassa.



Kuva 9. Maalämpöpumppujen (tms.) osuudet asuinkerrostalokiinteistöissä. Data: Helsingin rakennukset. Helsingin kaupunkiympäristön toimiala. Kaupunkimittauspalvelut.

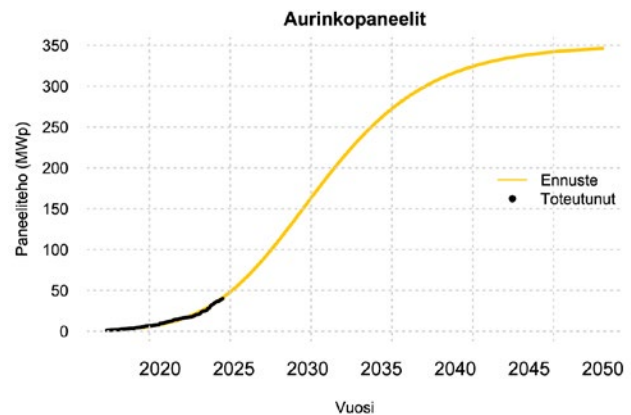
Vanhan rakennuskannan osalta maalämpöpumput asennetaan öljy- tai kaukolämpökiinteistöihin, jolloin ne lyhyellä tähtäimellä kasvattavat sähkönkäyttöä. Uudessa rakennuskannassa ne korvaavat todennäköisesti kaukolämpöliittymän. Pidemmällä tähtäimellä maalämpö voi pienentää kaukolämpöverkon sähkökattiloiden käyttöä ja siten pienentää kokonaissähkönkäyttöä.

1.5. Sähköntuotannossa tapahtuvat muutokset

1.5.1. Pientuotannon kehitys

Helsingissä pientuotanto on käytännössä aurinkotuotantoa. Pientuotannon osalta tiedetään asennettujen paneelien nimellistehot. Helen Sähköverkon alueelle on asennettu noin 39 MW:n verran aurinkopaneeleja. Viimeisen vuoden aikana on asennettu noin 13 MW pientuotantoa. Tällä tahdilla kymmenessä vuodessa asennettaisiin noin 130 MW lisää pientuotantokohteita, mutta vuotuisen asennusmäärän odotetaan kasvavan investointikus-

tannusten laskiessa. Helsingissä on havaittu, että enimmillään noin neljäsosa asennetusta tuotannosta näkyy jakeluverkkoon asti syötettynä tehona. Osuus asennetusta tehosta, joka näkyy verkkoon asti, on kasvanut, mutta suurin osa tuotannosta kuluu edelleen omaan käyttöön.



Kuva 10. Asennettujen aurinkopaneelien kumulatiivinen nimellisteho ja ennuste.

1.5.2. Suurten yhteistuotantovoimalaitosten kehitys

Helsingissä on tällä hetkellä kolme sähköä ja lämpöä tuottavaa yhteistuotantolaitosta, joiden tuotantokapasiteetit on lueteltu taulukossa 1. Helen on sulkenut Hanasaaren kivihiiivoimalaitoksen 1.4.2023. Salmisaaren kivihiiivoimalaitos tullaan sulkemaan 1.4.2025 mennessä.

Voimalaitos	Sähkön tuotanto (MW)	Lämmön tuotanto (MW)
Salmisaari B	160	300
Vuosaari A	165	162
Vuosaari B	510	420

Taulukko 1. Helenin yhteistuotantolaitokset Helsingissä.

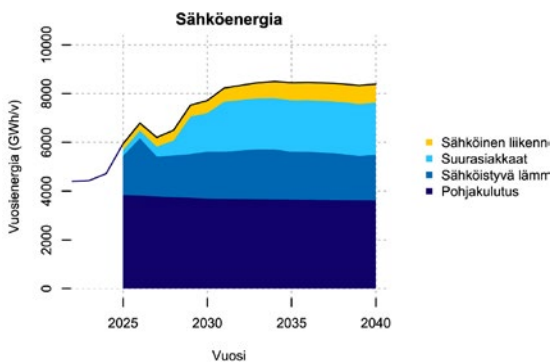
Voimalaitosten sulkemisella on merkittävä vaikutus sähkön siirtoon suurjännitteisessä jakeluverkossa. Aiemmin talvisin on ollut Helsingissä usein sellainen tilanne, että sähkön tuotanto ylittää sähkön kulutuksen, jolloin sähköä on siirretty Helsingistä kantaverkkoon. Suurin kantaverkko-siirto on saavutettu kesällä, kun yhteistuotantolaitoksia ei ole käytössä. Tulevaisuudessa sähkön otto kantaverkosta Helsinkiin tulee lisääntymään. Suurjännitteisessä jakeluverkossa tullaan tulevaisuudessa siirtämään entistä enemmän sähköä kantakaupunkiin, jossa sijaitsevat Salmisaaren ja

Hanasaaren voimalaitoksien sähköntuotanto on lopetettu. Lisäksi yhteistuotantolaitosten lämmön tuotanto tullaan suurelta osin korvaamaan [ratkaisuilla](#), jotka sähkön tuotannon sijaan kuluttavat sähköä. Erityisesti lämpöpumppuja ja sähkökattiloita hyödyntävä lämmöntuotanto kuluttaa merkittävästi sähköä. Tämäkin tulee lisäämään sähkön siirtoa kantakaupunkiin.

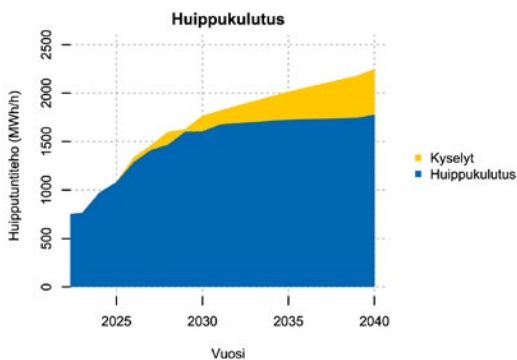
1.5.3. Pitkän ajan sähköenergian käytön näkymä

Pitkällä aikavälillä sähkönkäyttö kasvaa johtuen asukasmäärän kasvusta, lämmitystapamuutoksesta, sähköisestä liikenteestä sekä suurasiakkaiden uusista ratkaisuista. Toisaalta sähkönkäytön ominaiskulutuksen pienentyminen vähentää sähkönkäyttöä palveluissa ja teollisuudessa, mikä näkyy pohjakulutuksen pienentymisenä.

Viimeisen kahden vuoden aikana sähköenergian hinta on kasvanut ja se on vähentänyt nähtävimmän sähkönkäyttöä asumisessa. Sähkön hinnan vaikutusta sähkönkäyttöön tutkitaan, jotta sen vaikutusta voidaan arvioida tarkemmin. Korkojen nousu ja talouden heikot näkymät ovat vaikuttaneet rakentamiseen. Rakentamisen vähenemisen vaikutukset sähkönkäyttöön näkyvät pidemmän ajan jälkeen.



Kuva 11. Helsingin sähköenergian käytön pitkän ajan näkymä.



Kuva 12. Helsingin huippukulutuksen pitkän ajan näkymä

Edelliseen kehittämissuunnitelmaan verrattuna ennustettu sähköenergian käyttö on kasvanut noin 20 % vuoden 2030 osalta ja 35 % vuoden 2035 osalta. Tämä suuri muutos ennusteessa johtuu pääosin siitä, että viimeisen kahden vuoden aikana varmistuneet suuren luokan lämmitysratkaisut perustuvat ainakin lyhyellä tähtämellä sähköön.

Kauempana tulevaisuudessa on merkittäviä tekijöitä, jotka saattavat nostaa tai vähentää sähkönkäyttöä, riippuen siitä, miten ja missä niitä käytetään. Näitä ovat etenkin vedyn tuotanto ja jalostaminen, modulaariset ydinreaktorit sekä osaltaan datakeskusten hukkalämmön hyödyntäminen kaukolämpöverkossa.

1.6. Kysytyt numeeriset tiedot

1.6.1. Numeeriset arvot pyydettyihin tietoihin

Sanalliset selitykset taulukon 2 numeerisiin arvoihin on annettu alempana.

	Nykytila (2023)	Ennuste (2033)
A. Verkkoalueella siirretty energia, MWh		
i. Verkko palveluasiakkaille siirretty energia	4 436 000	8 294 538
ii. Verkko palveluasiakkailta vastaanotettu energia	1 070 917	152 154
B. Käyttöpaikkojen määrä, kpl	429 930	481 736
C. Käyttöpaikkojen määrä, kpl		
i. Yhteenlaskettu nimellisteho, kWp		
a) SJ-verkkoon liitetty	945 000	665 000
b) KJ-verkkoon liitetty	11 293	67 188
c) PJ-verkkoon liitetty	25 684	152 812
ii. Kappalemäärä, kpl		
d) SJ-verkkoon liitetty	3	1
e) KJ-verkkoon liitetty	115	650
f) PJ-verkkoon liitetty	2 230	12 600
D. Sähköisen liikenteen julkiseen lataukseen käytettävien liittymien määrä, kpl	130	455

Taulukko 2. Helen Sähköverkon nykytila- ja ennustearvot.

1.6.2. Sanallinen selitys, miten ed. olevat numeroarvot on muodostettu

Nykytila

- Siirretty ja vastaanotettu energia on mitattu käyttöpaikoittain.
- Käyttöpaikkamäärä on asennettujen energiamittareiden määrä.
- Hajautetun tuotannon tiedot ovat verkkotietojärjestelmästä. Lukumäärät ja nimellistehot vastaavat asiakkaiden ilmoittamia tietoja. Tuotantolaitos on merkattu KJ-verkkoon liitetyksi, jos asiakkaan liittymä, jossa tuotantolaitos on, on KJ-liittymä. On todennäköistä, että asiakkaan sisäverkossa tuotantolaitos on kytketty PJ-verkkoon.
- Julkisten latureiden liittymien määrä on summa verkkotietojärjestelmän niistä liittymistä, joissa mainitaan sähköautojen lataus (ei ole eritelty, mikä on julkinen ja mikä yksityinen, koska verkkotietojärjestelmä ei sisällä tietoa, mitkä liittymän sisäverkon laitteet ovat yksityisessä käytössä ja mitkä julkisessa). Verkkotietojärjestelmän mukaan sähköautojen lataukseen viittaavia käyttöpaikkoja on 416 kpl ja liittymiä 130 kpl.

Ennuste

- Verkkopalveluasiakkaille siirretty energia on arvio tulevien sähkökäyttöpaikkojen vuosienenergioista. Tähän sisältyy Helsingin rakentamisen ennusteet, ominaiskulutusten kehittyminen, lämmityksen sähköistyminen, suurasiakkaiden uudet ratkaisut, sähköinen liikenne ja aurinkotuotannon siirtoa vähentävä vaikutus.
- Verkkopalveluasiakkailta vastaanotettu energia arvioi tulevien tuotantolaitosten vuosituotantoa jakeluverkkoon. Se sisältää suurtuotannon ja hajautetun pientuotannon.
- Käyttöpaikkamäärä arvioi käytössä olevien käyttöpaikkamittareiden määrästä mittarointiyksikön ennusteisiin nojaten. Perusteena on historia ja rakennustuotannon yleinen kehittyminen kaupungissa.
- Yhteenlaskettu paneeliteho on ennuste tuotannon havaitusta lisääntymisnopeudesta ja sen kehittymisestä sekä koko Helsingin [aurinko-sähköpotentiaalista](#), josta arvioidaan noin 40 % toteutuvaksi. Jako-osuudet PJ- ja KJ-verkon kesken oletetaan noudattavan nykyisiä osuuksia.
- Lataukseen viittaavien liittymien määrä, kun kasvu jatkuu samalla tahdilla.

1.7. Sääilmiöiden huomioiminen

Helsingissä pien- ja keskijänniteverkot ovat käytännössä myrskyjen kestäviä suuren kaapelointias-teen takia. Harvinaisissa tapauksissa tulvat voivat vaikuttaa pien- ja keskijänniteverkon muuntamoihin ja jakokaappeihin. Suurjänniteverkko on suurelta osin vielä avojohtoverkko, mikä on alttiimpi sääilmiöille.

Voimakkaisiin ilmastollisiin ilmiöihin voi liittyä tulvintaa. Tulvtilanne voi aiheutua meriveden tai Vantaanjoen tulviessa tai rankkasateen aiheutamana. Suuren runkovesiputken tai kaukolämpöputken vaurio voi aiheuttaa paikallisesti tulvaa vastaavan tilanteen. Tulvakorkeudet huomioidaan kaupungin infrastruktuurin kokonaissuunnittelussa. Kiinteistöjen sähkönjakelun kannalta ei riitä, että syöttävän sähkönjakeluverkon komponentit suojataan tulvalta, koska sähkönsyöttö on katkaistava myös tilanteessa, jossa asiakaskiinteistöjen sähköasennukset ovat alttiita tulvavedelle. Tämän vuoksi tulvimiseen varaudutaan [tulvastrategian](#) mukaisesti kokonaisvaltaisilla alueellisilla tilapäisillä tai kiinteillä ratkaisuilla (tyypillisesti tulvapenkereet, pumppaamot ja viemäroinnin parantaminen). Koska tulvariskien hallinta tapahtuu merkittävältä osiltaan muilla kuin sähköverkon kehittämiseen kuuluvilla toimenpiteillä ja muiden tahojen toimesta, ei riskialueilla sijaitsevia käyttöpaikkoja ole luettu laatuvaatimusten täyttymättömyyden piiriin. Meriveden nousun aiheuttamien riskien hallinta on kuitenkin huomioitu tässä kehittämissuunnitelmassa.

Verkkotietojärjestelmän tulvakartan perusteella nähdään, mitä kohteita mahdollinen vedenpinnan nousu koskee. Näin voidaan tulvatilanteessa priorisoida kohteet, joita pyritään pitämään jännitteisenä esim. pumppaamalla vettä pois ja mitkä kohteet otetaan tarvittaessa jännitteettömäksi. Kiinteistöjen osalta vastuu toimenpiteistä on kiinteistönomistajilla. Tätä silmällä pitäen Helsingin kaupunki on laatinut [tulvaohjeen](#), joka neuvoo, miten asukkaat voivat varautua oma-aloitteisesti merivesi- ja vesistötulvia vastaan. Ohje on jaettu kaikkiin niihin kiinteistöihin, jotka sijaitsevat tulvavaara-alueella.

Tammikuussa 2005 Suomen etelärannikolla koetun poikkeuksellisen merenpinnan nousun (toistuvuus noin kerran 110 vuodessa) jälkeen asetettiin Helsingin kaupungin toimesta työryhmä, jonka tehtävänä oli laatia Helsingin kaupunkia koskeva suunnitelma tulviin varautumista ja tulvantorjuntaa varten. Suunnitelman laadinnan yhteydessä selvi-

tettiin myös sähkönjakeluverkon riskikohteet tulva-alttiilla alueella. Työryhmän työn tuloksena syntyi Helsingin kaupungin tulvastrategia, jossa on priorisoitu torjuntatoimenpiteet eri alueilla sekä tarkistettu ohjeita alimmista sallituista rakentamiskorkeuksista. Lisäksi Uudenmaan ELY-keskus on laatinut Helsingin ja Espoon rannikkoalueen tulvariskien [hallintasuunnitelman](#) vuosille 2022–2027. Edellä mainituissa dokumenteissa on kuvattu toimijoiden vastuut ja toimenpiteet tulvatilanteiden varalta.

Ilmaston lämpenemisen myötä ääriämpötilojen muuttuminen, sademäärän kasvu ja tulvarajojen muutokset huomioidaan mitoittamisessa. Tuulten osalta ollaan rannikko-olosuhteissa ja tämä otetaan huomioon 110 kV avojohtoverkon mitoituksessa.

1.8. Muut tekijät

1.8.1. Valvontamallin vaikutus investointikyvykkyyteen

Uusi valvontamalli heikentää Helen Sähköverkon investointikykyä. Helen Sähköverkko on antanut tarkemmat julkiset lausunnot valvontamallin vaikutuksiin [kuulemisessa](#) ”Kuuleminen vahvistuspäätösluonnoksesta sähkön jakeluverkkoyhtiöiden valvontamenetelmiksi valvontajaksoilla 2024–2027 ja 2028–2031” sekä viimeisimmässä [kuulemisessa](#) ”Kuuleminen muutokset sähkön jakelu- ja suurjännitteisen verkkotoiminnan hinnoittelun valvontamenetelmät”. Valvontamenetelmien historiallisen suurten heikennysten seurauksena sähköverkon investointien kannattavuus heikkenee merkittävästi, jonka takia Helen Sähköverkko on pakotettu sopeuttamaan investointiohjelmaansa turvataksaan taloudellisen tilanteensa tulevaisuudessa. Valvontamenetelmistä johtuvaa investointiohjelman sopeutusta on käsitelty tarkemmin [kappaleessa 4.8.](#)

1.8.2. Palvelut/osaamistarve

Jakeluverkkoyhtiöt ostavat Suomessa pitkälti mm. verkon rakentamisen, kunnossapidon ja mittaus-toiminnan palveluina ulkoisilta palveluntarjoajilta. Hyvät ja toimivat hankintamallit ja kumppanuus-suhteet ovat elintärkeitä laadukkaan toiminnan ja sen jatkuvuuden osalta. Palvelumarkkinan tulee olla myös terve ja toimiva, jotta toiminta voi jatkua laadukkaana tulevaisuudessakin. Osaamisen

suhteen täytyy pitää huolta siitä, että itsellä sekä kaikilla palveluntarjoajilla on tarvittavaa osaamista ja sillä on jatkuvuutta. Nuorten ja opiskelijoiden houkuttelemisen rekrytoinneissa ja lopputöiden tekemisen mahdollistajana on tärkeää. Valvontamenetelmien muutosten seurauksena investointitasoja sopeutetaan merkittävästi, mikä vaikuttaisi laskevasti sähköverkon urakoitsijoiden resursseihin. Sähköverkon viankorjaus ja varautuminen poikkeustilanteisiin pohjautuvat myös urakoitsijoiden resursseihin.

1.8.3. Teknologia jatietotekniikka/ -turva

Erilaisia teknisiä kehitysaskelia, jotka vaikuttavat kehityssuunnitelmiin, on alalla menossa. Tässä niistä muutamia.

Hiilijalanjäljen laskeminen ja minimointi on tulossa mukaan hiilineutraalisuustavoitteiden myötä myös sähkönjakeluyhtiöiden toimintasuunnitelmiin. Ensin pitää laskea itse yhtiön hiilijalanjälki, jotta voi alkaa sitä pienentää. Häviöiden aiheuttamat päästöt ja hankintojen päästöt ovat yleensä merkittävimmässä osassa. Tähän aihealueeseen liittyy myös F-kaasuasetus, jonka päivitysversio tuli voimaan 11.3.2024. Sähkönjakeluyhtiöitä siinä koskee kielto uusien SF₆-eristeisten kojeistojen asennukselle, keskijännitteellä kielto tulee voimaan 1.1.2026 ja 110 kV tasolla 1.1.2028. Varsinkin kaupunkiyhtiöissä sekä kantaverkkotasolla on käytetty ja käytetään paljon SF₆-eristeisiä kojeistoja. Kyseisten päivämäärien jälkeen voidaan asentaa vain vaihtoehtokaasuja käyttäviä kojeistoja, paineilmaa käyttäviä tai sitten pienen määrän F-kaasuja sisältäviä kojeistoja, jos ne ovat hiilijalanjäljeltään kilpailukykyisiä. Tähän aiheeseen pitää vielä saada lisätietoa EU-komisiolta, jotta puolueettomia vertailuja voidaan tehdä. Helen Sähköverkossa on valmistumassa juuri selvitys SF₆-vaihtoehtokaasujen käyttöstrategioista. Hiilijalanjälkeen liittyvänä teknologia-asiana voidaan pitää myös vaihtoehtoisia muuntajien eristeaineita. Mineraaliöljyn sijaan voidaan käyttää luonnonestereitä tai synteettisiä estereitä, jälkimmäiset ovat Suomen ympäristöön soveliaampia. Esterit ovat luontoystävällisiä ja niillä on pienempi riski syttymiselle ja voivat tuoda mahdollisuuksia palosuojausten vähentämiselle. Toisaalta hinta on vielä kalliimmalla tasolla perinteisiin eristeaineisiin verrattuna.

Varsinkin kun 110 kV siirtoverkon kuormitustasot nousevat voimakkaasti Helsingissä, tulee tarpee-

seen tutkia kaapeleiden ja avojohdojen kuormitettavuutta. Helen Sähköverkossa on selvitetty konsulttienkin avulla 110 kV kaapeleiden jatkuvia ja hätäkuormitettavuuksia ja saatu niihin tarkennuksia ja myös löydetty mahdollisuuksia lyhytaikaisille nimelistä kuormitettavuutta suuremmille kuormitettavuuksille poikkeustilanteissa. Avojohdoilla kuormitettavuus riippuu pitkälti ulkolämpötilasta. Sekä kaapeleille että avojohdoille on saatavissa lämpötilan monitorointilaitteistoja, jollaiset onkin yhdellä yhtiön 110 kV kaksoiskaapeliyhteydellä jo käytössä.

Automaatioiden kehittyminen ja lisääntyminen on jatkuvaa kehitystyötä. Sähköasemilla puhutaan sähköasema-automaatioista tai digitaalisesta sähköasemasta. Digitaalisessa sähköasemassa kaikki tietoliikenne on digitalisoitu ja mittamuuntajateknologiaa on myös muutettu sensoripohjaiseksi. Automaatio tuo mukanaan lisätietoa prosessista ja sen kunnosta sekä vikatapahtumista ja auttaa vähentämään aikaperusteista kunnossapitoa ja parantaa vikaselvitysten laatua ja nopeutta. Digitaaliseen sähköasemaan liittyen on Helen Sähköverkossa tehty selvityksiä ja kartoituksia aivan uusimpaan teknologiaan siirtymisestä, markkina ei ole ihan vielä valmis tässä suhteessa. Jakeluverkkoon ulottuva automaatio voidaan nimetä verkosto- tai muuntamoautomaatioksi. Automaation kattavuus laajenee jakeluverkossa ja alkaa ulottua myös pienjänniteverkon puolelle. Syvemmällä verkossa olevan automaation on oltava kustannustehokasta, koska kohteiden lukumäärät ovat suuria ja kohteiden kokoluokka ja kriittisyys vastaavasti pienempi. Pienjänniteverkon hallinnan kehittämiseen ja paremman näkyvyyden saamiseen sinne panostetaan yhtiössä yhä enemmän. Etäluettavien mittarien uusimman sukupolven (asennusprojekti on käynnissä) parantuvien sähkönlaatumittausominaisuuksien sekä uuden ensi vuonna käyttöön tulevan entistä kehittyneemmän käytönvalvontajärjestelmän myötä tilannetta voidaan parantaa.

Verkon kunnossapito ja kunnonvalvonta ovat elintärkeä verkkotoiminnan osa-alue. Yhtiössä teetettiin aiheesta diplomityö viime vuonna. Työn tuloksena oli se, että olemassa olevaa kunnonvalvontadataa ja mittauksia tulee hyödyntää nykyistä tehokkaammin. Toisaalta uusille kunnonvalvontajärjestelmille on vaikea saada kustannustehokkuutta, koska vikojen määrä ja kunnossapidon määrä ja kustannukset ovat Helen Sähköverkossa jo valmiiksi alhaiset. Jokaisen uuden järjestelmän pitää toimia taloudellisesti kannattavalla pohjalla.

Tietoliikenne ja tietoturva ovat nousseet yhä suurempaan rooliin myös sähkönjakelussa. Automaatiojärjestelmät tarvitsevat viestiliikennettä kaukokäyttöön sekä sähköasemien välillä että sähköasemien sisällä. Tietoliikennetoimenpiteet ovat siirtyneet yhä enemmän ohjelmistoihin liittyviksi töiksi ja päivityksiksi. Näin ollen myös operatiivisten tietojärjestelmien tietoturva ja siihen liittyvät toimet ovat entistä tarpeellisempia ja ovat lisääntymässä. Tässä työssä tarvitaan entistä kasvavampaa yhteistyötä IT-sektorin ja OT-sektorin (operatiiviset tietojärjestelmät) välillä sekä myös asian huomiointista sähköverkon olosuhteissa ja verkkokomponenteissa.

1.8.4. Joustot

Jakeluverkkoyhtiöitä kannustetaan tunnistamaan ja hyödyntämään joustoja osana verkon tehokkaampaa käyttöä sekä asiakasta että verkkoyhtiötä hyödyttämään. Joustojen tarve suurjännitteisen jakeluverkon tasolla on realisoitunut nopealla aikataululla alueen sähkön- ja lämmöntuotannon muutosten takia. Sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosten sähkön tuotanto poistuu ja tilalle tulee kaukolämmön sähköistymiseen liittyvää merkittävän isoa sähkön kulutusta. Lisäksi muita sähkön kulutusta kasvattavia muutoksia (liikenteen ja lämmityksen sähköistyminen, datakeskukset) on toteutumassa kuluvalle vuosikymmenellä isolla volyymilla. Sähkön siirto kantaverkosta kasvaa. Samankaltainen kehitys on käynnissä myös muiden verkkoyhtiöiden alueella ja tämä muutos haastaa myös kantaverkon siirtokyvyn. Kantaverkko aiheuttaa lähivuosina rajoituksia Helsingin alueen kulutuksen kasvulle. Lisäksi Helen Sähköverkon 110 kV:n verkkoon voi muodostua pullonkauloja tietyissä, erityisissä verkon käyttötilanteissa. Puhtaassa siirtymässä ja sen toteutuksessa aikataulutavoitteet ovat tiukat ja haluamme mahdollistaa asiakkaidemme mahdollisimman nopean verkkoon liittämisen aikataulun. Haemme yhteisesti ratkaisuja mahdollisiin, ajallisesti rajallisen kestosiin verkon erikoistilanteisiin, joissa asiakkaalla on valmius joustavasti alentaa kulutustehoaan. Hyödyntämällä joustoja voidaan nopeuttaa asiakkaiden verkkoon liittämisiä. Joustavien liittymien ja joustomarkkinan kehitystyössä koordinointi kanta- ja jakeluverkkoyhtiön sekä asiakkaiden välillä on erityisen tärkeää. Kehitteillä olevan markkinapaikan kautta sekä kanta- että jakeluverkkoyhtiöt ostaisivat tehorajoitusta tarvitessaan asiakkaiden joustokapasiteettia.

Asiakassuuntaan tätä samaa kehitystä ohjataan mm. asiakasviestinnän, tariffien kehittämisen ja liittymäkokojen hallinnan kautta. Tutkimus- ja kehitystoiminnan kautta on alalla pyrkimys koordinoituun ja markkinapohjaiseen joustotoimintaan. Tämän toiminnan vakiintuessa voidaan aidosti pohtia joustoista vaihtoehtoa suurjännitteisen jakeluverkon vahvistamiselle.

Sekä suur- että pienasiakkaiden oma sähkön käytön joustavuus on tullut näkyväksi sähköenergian hintojen voimakkaassa vaihtelussa, joka realisoitui vuoden 2022 syksyllä ja on jatkunut. Osa asiakkaista reagoi hintamuutoksiin muuttamalla sähkön käyttöönsä spot-energiainhintojen mukaan lisäämällä sähkön käyttöä halvoilla tunneilla ja vähentämällä sähkön käyttöä kalliilla spot-energiainhintojen tunneilla. Asiakkailta on joustokykyä sähköenergian hintaan reagoiden. Sähköjakeluverkossa reagointi spot-energiainhintoihin tarkoittaa sähkönkäytön samanaikaisuuden voimistumista ja perinteistä sähkön käytön luonnollisen eriaikaisuuden (kuormien risteily) heikentymistä. Verkossa tämä voi näkyä halpojen spot-energiainhintojen ajankohtina verkon kuormitusten kasvuna ja edelleen joissakin tapauksissa asiakasliittymän tai verkon ylikuormittumisena. Tämän joustokyvyn hyödyntäminen jakeluverkkotoiminnassa on tulevaisuuden kehitystyötä mm. asiakasliittymien rajapinnan palveluissa ja yhtiön sisäisissä jakeluverkon tilatietojen ja ohjattavuuden kehityshankkeissa.

Asiakasrajapintaan kehitetään työkaluja edistämään sähkön käytön joustavuutta. Yhtiö on kehittänyt asiakkaiden itsekäyttöön liittymän [tehokapasiteettityökalun](#), jolla asiakas voi arvioida liittymän vapaan, vielä hyödyntämättömän kapasiteetin. Toistaiseksi työkalulla voidaan arvioida olemassa olevan liittymän vapaata kapasiteettia asiakkaan suunnitellussa ko. liittymään uutena tulevaa sähköautojen latausinfraa. Tällä palvelulla edistetään asiakkaan latausinfraa ja lataustapahtumien joustavuutta. Sekä asiakas että verkkoyhtiö hyötyvät, kun vapaa kapasiteetti hyödynnetään ensin ja liittymän tai edelleen pienjänniteverkon vahvistamista ei välttämättä tarvita. Työkalua tullaan edelleen kehittämään esim. lämmitystapamuutosten sähkön käytön arviointiin.

1.8.5. Loisteho

Verkossa siirtyä pätötehon lisäksi loistehoa. Loisteho johtuu siitä, että vaihtojännitteen ja vaihtovirran vaihekulmat poikkeavat toisistaan. Loisteho

aiheuttaa ylimääräistä kuormitusta ja häviöitä voimajohdoille ja muille verkkokomponenteille. Loisteho vaikuttaa myös verkon jännitteeseen siten, että loistehon tuotanto kasvattaa jännitettä ja loistehon kulutus pienentää jännitettä. Viimeisten noin kymmenen vuoden aikana jakeluverkoista kantaverkkoon syötetyn loistehon määrä on lisääntynyt pienen kuorman aikana, mikä on kasvattanut kantaverkon jännitteitä joillakin alueilla. Kantaverkkoyhtiö Fingrid on määrittänyt jakeluverkkoyhtiöille ja muille asiakkaille loistehoikkunan, joka määrittää sallitun loistehon siirron kantaverkon ja asiakkaan välillä. Jos loistehoikkuna ylitetään, asiakas joutuu maksamaan maksuja Fingridille. Tämän vuoksi verkkoyhtiöt ovat laajasti investoineet reaktoreihin, joilla ehkäistään loistehon syöttöä kantaverkkoon erityisesti pienen kulutuksen aikana. Näin on tehnyt myös Helen Sähköverkko.

Helsingissä keskijänniteverkko ja pienjänniteverkko ovat lähes täysin kaapeloituja. Myös suurjännitteisestä jakeluverkosta suuri osa on kaapeloitu. Keskijännitteellä ja suurjännitteellä kaapelit tuottavat merkittävästi loistehoa. Asiakkaiden laitteistojen tuottama ja kuluttama loisteho on muuttunut viimeisen kymmenen vuoden aikana merkittävästi. Erityisesti pienjännitteellä ja keskijännitteellä loistehoa kuluttavat eli induktiiviset laitteet ovat vähentyneet ja loistehoa tuottavat eli kapasitiiviset laitteet ovat lisääntyneet. Verkon ja asiakkaiden sähkölaitteiden tuottama loisteho syötetään kantaverkkoon, ellei sitä kompensoida. Helen Sähköverkolla on loistehon kompensointia varten kaksi 110 kV reaktoria, joiden kapasiteetti tyypillisellä 117 kV verkkojännitteellä on yhteensä noin 86 Mvar.

Pienjännitteelle ja keskijännitteelle liittyneiden asiakkaiden loistehon muutostrendi on jatkunut myös viime vuosina. Muutos, joka kuvaa induktiivisen loistehon vähentymisen ja kapasitiivisen loistehon lisääntymisen yhteisvaikutusta, on ollut koko Helsingin tasolla noin 6 Mvar vuodessa. Ei ole havaittu, että muutosnopeus olisi hidastunut. Lisäksi 110 kV kaapeloinnit tulevat kasvattamaan loistehon tuotantoa. Näiden tekijöiden vuoksi reaktorikapasiteettia pitää edelleen lisätä. Tällä hetkellä arvio on, että ennen vuotta 2030 olisi tarve lisätä reaktorikapasiteettia noin 50 Mvar. Arvio tarvittavasta lisäreaktorikapasiteetista on hieman pienentynyt edelliseen kehittämissuunnitelmaan verrattuna, mikä johtuu 110 kV asiakkaiden loistehon muutoksista.

Uutena ilmiönä vuoden 2023 lopulla havaittiin Etelä-Suomen kantaverkon jännitteiden laskeminen

huolestuttavan alhaisiksi suuren kulutuksen ja pienen tuotannon tilanteissa. Kyseessä on siis päinvastainen ilmiö kuin aiemmin havaittu jännitteen nousu pienen kulutuksen tilanteissa. Kantaverkon jännitteiden laskeminen saattaa rajoittaa lähitu-levaisuudessa pääkaupunkiseudun sähkön kulu-tusta enemmän kuin muut tekniset siirtorajoitteet. Fingrid tulee merkittävästi investoimaan loistehon kompensointiin, jotta jännitteitä suuren kulutuksen aikana saadaan nostettua. Kantaverkkoon tullaan lisäämään lähivuosina runsaasti kondensaatto-reita loistehon kompensointiin. Lisäksi Fingridin [suunnitelmissa](#) on lisätä vuonna 2028 Anttilan sähköasemalle staattinen synkronikompensoattori (STATCOM). Tästä huolimatta myös reaktoreille on edelleen tarvetta pienen kuorman aikana. Helen Sähköverkolla ei ole suunnitelmissa lisätä konden-saattoreita verkkoon, koska Helsingissä jännitteet pysyvät tavoitellulla alueella, mikäli kantaverkon jännite on normaalilla tasolla. Mahdollisesti voima-laitokset ja asiakkaat voisivat tukea kantaverkon jännitettä tuottamalla loistehoa suuren kulutuksen tilanteissa, mikäli tälle löytyy kannuste.

1.8.6. Käyttöaste

Helsingissä on suhteellisen suuri osuus isoja pien-jännite- ja keskijänniteliittymiä, näiden liittymien mitoittamisella on myös merkitystä jakeluverkon kapasiteetin varaamisen kannalta. Perinteisissä liittymämitoitusten menetelmissä on otettu huomioon sähkönkulutuksen kasvu liittymässä itsessään, mutta viimeisen 10–15 vuoden aikana energiatehokkuus on alkanut selvästi parantua erityisesti palvelusektorin asiakassegmentissä ja ominaiskulutukset ovat pienentyneet. On havaittu, että suurissa asiak-kaiden liittymissä on vapaata kapasiteettia Helsingin alueella keskimäärin jopa 4–5 kertaisesti mitattuihin tuntimaksimitehoihin verrattuna. Asiakasliittymien mitoitustyyppien tulee kehittää ja toisaalta asiak-kaille voidaan tarjota palveluina mitoitustyökaluja, jotka pohjautuvat mitattuun tietoon ja niistä johdet-tuihin todennäköisyyspohjaisiin kuormitusmalleihin. Helen Sähköverkolla on konkreettisia työkaluja ja suunnitelmia auttaa asiakkaita mitoittamaan liittymistarpeensa täsmällisemmin.

2. Sähkönjakeluverkon kehittämissuunnitelman lähtökohdat

2.1. Sähkönjakeluverkon kehittämisvyöhykkeiden määrittely

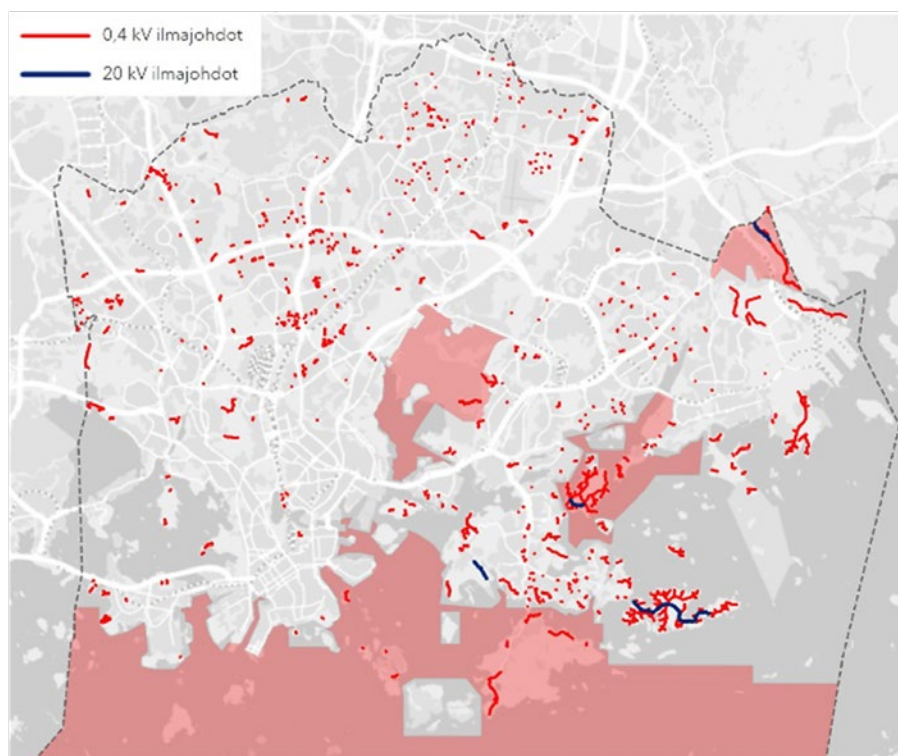
2.1.1. Kehittämisvyöhykkeet

Helen Sähköverkko Oy:n jakelualue jaetaan kahteen kehittämisvyöhykkeeseen:

asemakaava-alueeseen (1) ja asemakaavan ulkopuoliseen alueeseen (2). Jakelualue Helsingin kaupungin alueella on asemakaava-alueita lähes kauttaaltaan, ainoastaan muutamia erityisalueita (mm. Santahamina ja Suomenlinna) ja tietyt saaret ovat asemakaavan ulkopuolista aluetta kuvan 13 mukaisesti. Kartassa on punaisella kuvattu asemakaavan ulkopuoliset alueet.

2.1.2. Kehittämisvyöhykkeiden jaottelun perusteet

Kehittämisvyöhykkeiden jako perustuu sähkömarkkinalain mukaisiin laatuvaatimustasoihin eli asemakaava-alueisiin ja asemakaavan ulkopuolisiin alueisiin, joilla molemmilla noudatetaan soveltuvin osin yhtenäisiä periaatteita. Helen Sähköverkon jakeluverkko sijaitsee lähes kokonaan asemakaava-alueella ja sitä kehitetään koko alueella samoin käyttövarmuus-, verkon suunnittelu- ja rakentamisperiaattein. Tekniset ratkaisut ovat siis samantyyppiset koko asemakaava-alueella pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Joillakin asemakaava-alueen ulkopuolisilla alueilla (mm. saaret Santahamina ja Suomenlinna) sähköverkkoa on jo rakennettu ja kehitetty kuten asemakaava-alueella. Asemakaava



Kuva 13. Helen Sähköverkko Oy:n kehittämisvyöhykkeet ja ilmajohtoverkkokartta

on myöhemmin laajentumassa näille ja mahdollisesti muillekin saarille. Asemakaava on viime kehittämissuunnitelmien jättämisen jälkeen laajentunut Vallisaareen ja Kuninkaansaareen.

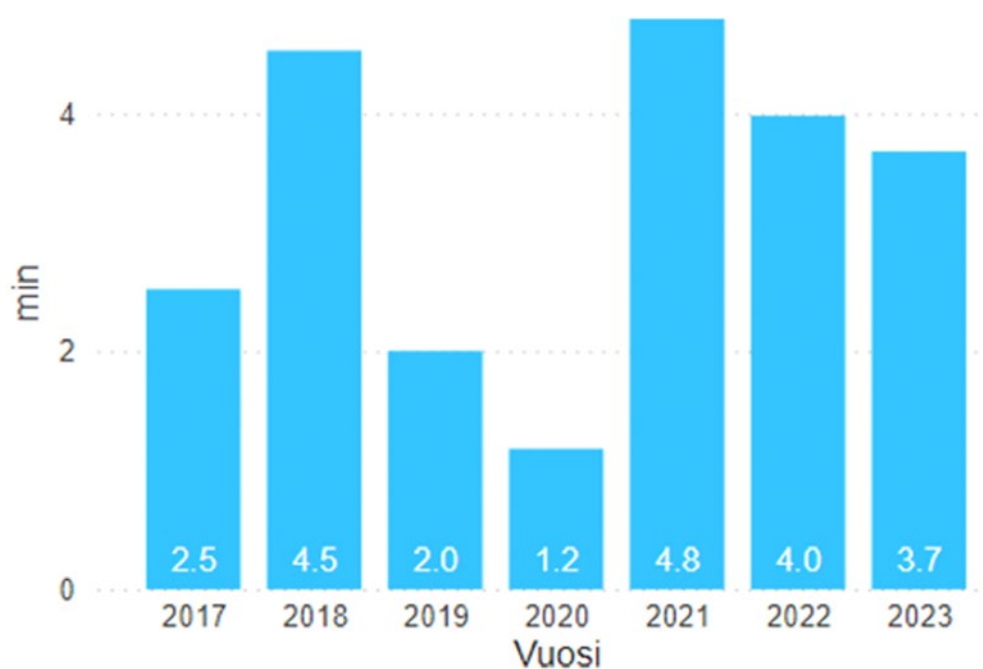
Edellä mainittu Helen Sähköverkon asemakaava-alue on kokonaisuudessaan suurkaupunkialuetta. Alueella on suuri asiakas- ja asukastiheys. Asiakaskunta on täällä palveluvaltaista ja keskeytyksistä aiheutuva haitta on erittäin suuri asiakkaille, kaupungille ja yhteiskunnalle. Pitkiä ja laajoja sähkökatkoja tulee välttää. Näin ollen Helsingissä on noudatettu huomattavasti nykyistä sähkömarkkinalakia tiukempia toimitusvarmuuskriteerejä.

Sähkönjakeluverkon toimitusvarmuustasoa mitataan vuotuisella keskimääräisellä keskeytysajalla asiakasta kohti ja käytetään termiä System Average Interruption Duration Index, SAIDI. Vuosituhannen vaihteessa SAIDI oli Helsingissä yli 20 min luokkaa, 2000 luvun alussa 12-15 min tasolla. Silloin tällöin tapahtuneet laajemmat jakelukeskeytykset johtivat siihen, että oli järkevää ja kustannustehokasta tavoitella keskeytystason puolittamista 6 min tasolle vuoteen 2015 mennessä. Tähän käytettiin useita järjestelmätekniisiäkin keinoja, joita selostetaan seuraavassa kappaleessa 2.1.3 tarkemmin. SAIDI-

taso saatiinkin pudotettua viime vuosikymmenen loppupuolella jopa noin 3 min tasolle 5 vuoden keskiarvona, vaikka mukaan laskettiin vuoden 2016 jälkeen myös pienjännitekeskeytykset. Ennätyksenä on ollut vuoden 2020 1,23 min tunnusluku. Nämä tulokset ovat jo Euroopan kärkiluokkaa. Edellä mainittuihin lukuihin pitää vielä lisätä suunnitellut pj-keskeytykset, joiden vaikutus on noin 1 min tasolla. Voidaan sanoa, että Helsingissä asiakas kokee keskimäärin puolen tunnin sähkökatkon vain kerran kymmenessä vuodessa.

Yhtenä omana tavoitetasona on myös pidetty Energiategollisuuden vuonna 2010 julkaisemia toimitusvarmuuden tavoitearvoja. Siellä city-ympäristön suunnittelun tavoitetasoksi vuoteen 2030 mennessä on asetettu 1 h kumulatiivinen keskeytysaika asiakasta kohti vuodessa, kolmen vuoden aikana sallitaan yksi ylitys. Tähän tavoitteeseen on pyritty pääsemään 110 kV ja keskijänniteverkon keskeytysten osalta, pienjännitteessä toki vikojen korjausajat tämän ajan aina ylittävät. Suurelta osin tähän tavoitteeseen jo päästäänkin, vain muutamien tuhansien asiakkaiden osalta tunnin vuotuinen keskeytysaika ylitetään.

SAIDlep

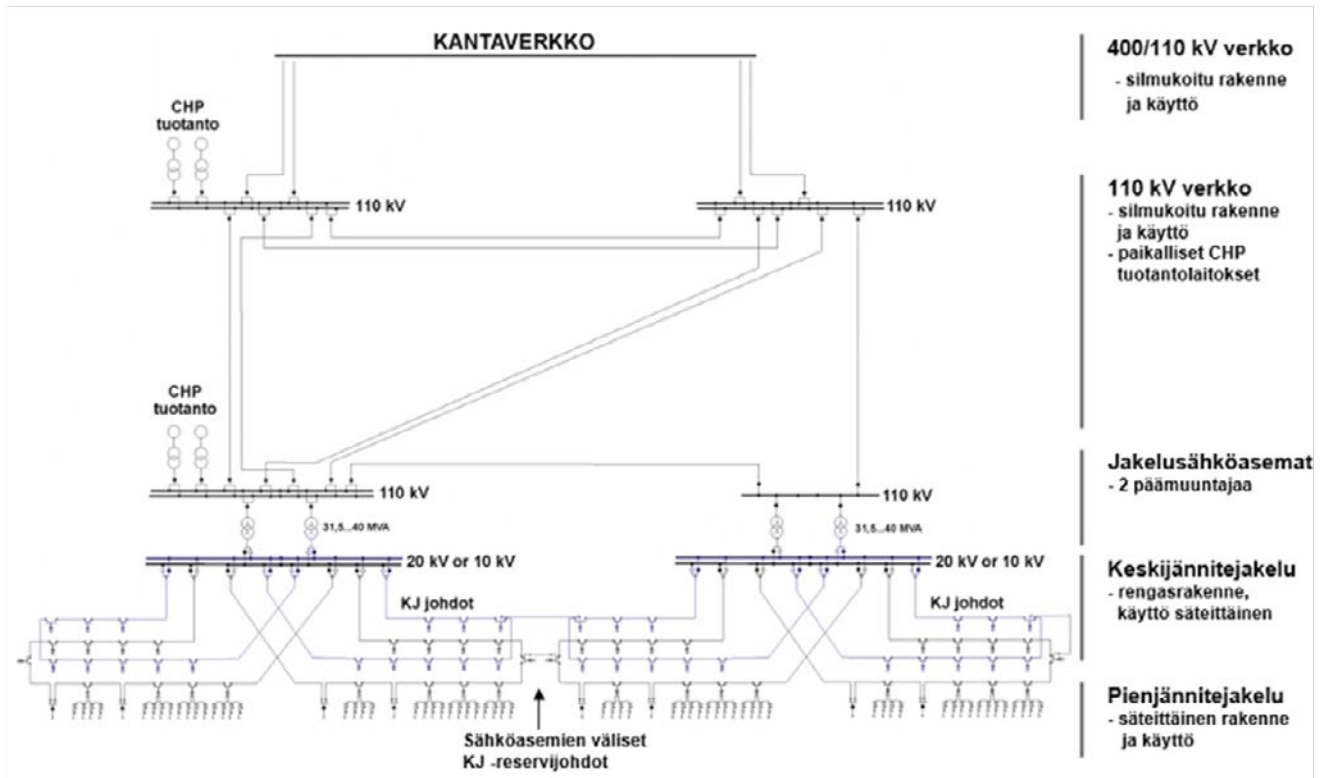


Kuva 14. Asiakkaan vuotuinen häiriökeskeytysaika energiapainotettuna (SAIDlep) 2017-2023

2.1.3. Kuvaus kehittämisvyöhykkeillä vallitsevista tekijöistä

Kuvaukset koskevat molempia kehittämisvyöhykkeitä.

a. Kehittämisvyöhykkeen tekniset ominaispiirteet ja verkon rakenneratkaisut



Kuva 15. Helsingin sähkönjakeluverkon perusrakenne

Kuvassa 15 on esitetty Helsingin sähkönjakeluverkon perusrakenne. Helsingin sähköverkko on rakennettu ja sitä rakennetaan suurkaupungin vaatimien käyttövarmuusperiaatteiden mukaisesti. Näistä periaatteista on johdettu alueen sähköverkon suunnitteluperiaatteet ja edelleen laitteiden ja järjestelmien tarkemmat spesifikaatiot. Sähköverkon kehittäminen on tehty asiakaslähtöisesti, koska laajat ja pitkät keskeytykset ovat pääkaupungissa hyvin haitallisia. Suuri asiakastiheys tekee helposti sähkönjakelun keskeytyksistä hyvin merkityksellisiä. Yllättävien ja suunniteltujen keskeytystilanteiden hallinta suunnitellaan niiden aiheuttamien asiakasvaikutusten periaatteella. 110 kV verkon keskeytyksillä ei saisi pääsääntöisesti olla vaikutusta asiakkaille ollenkaan, keskijänniteverkossa sallitaan normaalisti korkeintaan vian erotus- ja kytkentäaika ja vasta pienjänniteverkon tilanteissa pisimmillään korjausajan tai suunnitellun keskeytysajan pituinen asiakaskeskeytys.

Kaapeliverkossa korjausajat ovat yleensä pitkiä. Tämän takia 110 kV ja keskijänniteverkoissa tarvitaan verkkopohjaista redundanssia, jonka avulla keskeytysten kestoajat putoavat luontaisesti kertaluokkaa säteisverkkoa alhaisemmiksi. 110 kV verkolla on lisäksi erityisasema, jota kuvaa viranomaisen lausunto koskien sähköverkon luotettavuutta: ”Pääkaupunkiseudun tiivis kulutuskeskittymä merkittävine alueellisine tuotantolaitoksineen ja yhteiskunnan toimivuuden kannalta tärkeine toimintoineen asettaa silmukoidun 110 kV verkon luotettavuudelle erityisvaatimuksia. Nämä vaatimukset edellyttävät noudatettavaksi Helsingin silmukoidussa 110 kV verkossa mitoitusperiaatteita, jotka ovat yhteneviä kantaverkossa käytettyjen mitoitusperiaatteiden kanssa” (Energiaviraston päätös Drno 185/429/2003).

Käyttövarmuusperiaatteet ja suunnitteluperiaatteet toteutetaan mm. seuraavilla verkkoperiaatteilla:

- 110 kV ja keskijänniteverkon silmukointi ja vikatilanteissa korvattavuus
- Kytkinlaitosten redundanssi ja osastointi, kaasueristeiset 110 kV kojeistot
- Keski- ja pienjänniteverkon kaapelointi, keskijänniteverkon korvausyhteydet
- Automaation hyväksikäyttö kaikilla sähköasemilla ja kasvavasti muuntamoilla
- Hälyttävän maasulkusuojauksen hyödyntäminen keskijännitteellä
- Pienjänniteverkon tyypillinen rakenne (liittymisjohto- ja runkokaapeliverkko)

Helsingissä on vahva 110 kV paikallinen suurjänniteverkko, jolla siirretään tehoa asiakkaille ja toisaalta paikallisten suurten vastapainevoimalaitosten tehoa kantaverkkoon. Tähän asti tuotantotehoa on ollut jakelualueella talvikaudella enemmän kuin kulutusta. 110 kV verkko on vahvasti silmukoitu. Kantakaupungin alueella suuri osa 110 kV verkosta on kaapeloitu. Esikaupunkialueella 110 kV verkko on pääosin ilmajohtoverkkoa. Maakaapeliverkko laajenee, mutta uusia avojohtoja ei enää rakenneta. Verkossa on isompia 110 kV solmupisteasemia ja pienempiä johdonvariasemia. Solmupisteasemilla on sähkönjakelun lisäksi läpi menevän sähkön siirtotehtävä ja niiden kojeistoissa on käyttövarmuus-syistä aina kaksi kiskoa ja vähintään kaksi ryhmää, usein enemmänkin. 110 kV kytkinlaitoksilla on jo 1970-luvun lopusta alkaen käytetty kaasueristeisiä kojeistoja, jotka ovat ilmaeristeisiä kojeistoja pienikokoisempia, toimintavarmempia ja vähemmän huoltoa tarvitsevia. 110 kV verkossa varaudutaan N-1 -vikatilanteisiin kaikissa keskeytystilanteissa. Mahdollisuuksienmukaan myös yhteisvikavarautumista tehdään.

Keskijänniteverkon suunnitteluperiaatteen tavoitteena on toteuttaa yleinen keskijännitteinen jakeluverkko säteittäisesti käytettävänä rengasverkkona silmukoituna vasta-asemille. Jakelurenkaat ja -silmukat toteutetaan niin, että korvattavan jakeluaseman kuorma on kytkettävissä jakeluverkon kautta vasta-aseman jakeluun.

Sähköasemat ovat päämuuntajakapasiteetiltaan, keskijännitekiskostoltaan ja ryhmitykseltäänkin kahdennettu. Keskijänniteverkko on rakenteeltaan myös silmukoitu, ja sen käyttötapa on avoimet

renkaat. Muuntamoille on rakennettu aina vähintään kaksi kaapeliyhteyttä. Keskijänniteverkko on mitoitettu siten, että kokonainen sähköasema voidaan kokonaan korvata naapurisähköasemilta käsin. Keskijänniteverkko on käytännössä kokonaan kaapeloitu ja sen kapasiteetti on sama joka puolella verkkoa. Kantakaupungissa on historiallisista syistä 10 kV jakelujännite, muualla 20 kV jakelujännite. Muuntamot ovat joko kiinteistössä sijaitsevia muuntamoita tai erillismuuntamoita. Jo pitkään on käytetty kaasueristeisiä Ring Main Unit -tyyppisiä kojeistoja. Keskijänniteverkkoon on liittynyt paljon keskijänniteasiakkaita.

Kaupunkisähköasemat ovat erityisen suuria ja sisältävät paljon toimintoja. Siksi sähköasemien automaatioon on panostettu huomattavasti. Lähes jokaisella sähköasemalla on nykyään joko IEC61850-tietoliikenteeseen tai sarjaliikenteeseen perustuva asematason tietoliikenne. Kenttälaitteet ovat numeerisia sisältäen paljon suojaus- ja ohjaustoimintoja. Kaukokäytön ja sähköasemien väliseen tietoliikenteeseen on myös panostettu: käytetään rakenteellisesti vikasietoisia valokuituyhteyksiä ja yhtiön sisäistä prosessitietoliikenneverkkoa. Muuntamoiden automatisointiin on investoitu lähes 15 vuoden ajan. Tällä hetkellä yli 30 % muuntamoista on automatisoitu kaukokäyttöyhteyksin, keskijännitevi-anpaikannuksin, hälytyksin ja pienjännitemittauksin. Muuntamoautomaatio hyödyttää sekä normaalikäytössä että vikatilanteissa. Jatkossa uusien muuntamoiden varustaminen muuntamoautomaatiolla harkitaan tapauskohtaisesti.

Kaapeloidussa ja kaupunkimaisessa laajan maadoitusverkon keskijänniteverkossa on mahdollista käyttää hälyttävää maasulkusuojausta eli jatkaa verkon käyttöä maasulkutilanteessa. Maasulunaikaiset kosketusjännitteet eivät ole ongelma, koska maadoitusolosuhteet ovat hyvät ja vikavirrat menevät pääasiassa maadoituksiin. Vikapaikka erotetaan ilman asiakaskeytyksiä tai korkeintaan lyhyiden kytkentäkatkojen kautta tämän toteutuessa noin puolelle keskijänniteverkon vikatilanteista. Hälyttävä maasulkusuojaus on ollut käytössä 10 kV verkossa vuosikymmeniä. Tämä toteutettiin myös 20 kV verkkoon maasulkuvirran kompensointiprojektin myötä projektin valmistuttua vuonna 2018.

Pienjänniteverkko on rakenteeltaan säteittäinen. Kuitenkin varayhteyksiä on muodostunut luontaisesti verkon rakentumisen yhteydessä naapurimuuntopiireihin. Osa asiakkaista liittyy suoraan muuntamon pienjännitekeskukseen ja osa taas

pienjänniteverkon runkojohtojen varsilla oleviin jakokaappeihin. Muuntopiirien välillä on myös varayhteyksiä, näiden avulla voidaan usein korvata muuntopiirin kuormitus vika- tai huoltotilanteessa. Yhteyksien kautta saadaan myös laajan maadoitusverkon vaatimia maadoitusyhteyksiä.

Asemakaava-alueen ulkopuolella ei ole sähköasemia, vaan ainoastaan rengasmaista/ säteittäistä keskijänniteverkkoa ja pienjänniteverkkoa. 110 kV verkkoa on molemmilla kehittämisvyöhykkeillä. Asemakaavoituksen laajentuessa myös sähköverkko laajenee infrarakentamisen osana.

b. Kehittämisvyöhykkeen sähkökäyttöpaikat ja sähkökäytön erityistarpeet

Helen Sähköverkko Oy:n asemakaava-alue on kokonaisuudessaan suurkaupunkialuetta. Alueella on suuri asiakas- ja asukastiheys. Asiakaskunta on täällä palveluvaltaista, ja keskeytyksistä aiheutuva haitta on erittäin suuri asiakkaille, kaupungille ja yhteiskunnalle. Pitkiä ja laajoja sähkökatkoja tulee välttää. Näin ollen Helsingissä on noudatettu huomattavasti nykyistä Sähkömarkkinalakia tiukempia toimitusvarmuuskriteerejä.

Suuria 110 kV verkkoon liittyneitä pistemäisiä kuormia on tällä hetkellä muutamia, mutta niiden määrä tulee lähivuosina lisääntymään ja tehotaso nousemaan yksittäisten pistekuormien osalta jopa yli 100 MW teholuokkaan.

Asemakaava-alueella on merkittävänä sähkön käytön asiakaskuntana yksityinen ja julkinen palvelusektori käyttäen noin 55 % alueen sähköenergiasta. Osa tästä asiakaskunnasta on hyvinkin kriittistä kulutusta ja lyhyidenkin sähkökatkojen sietokyky on heikko. Tärkeää kulutusta on jokaisella sähköasemalla ja suurella osalla keskijännitelähdöistä. Keskimäärin jokaisella keskijännitelähdöllä on vähintään yksi keskijänniteliittyjä.

Asemakaavan ulkopuolella on enimmäkseen loma-asuntoja ja saarissa olevaa asutusta.

c. Kehittämisvyöhykkeen ympäristöolosuhteet ja maaperä

Kehittämisvyöhykkeellä 1, joka kattaa asemakaavoitetun alueen (Kuvan 13 väritön alue), sähköverkon sijoitusympäristö koostuu pääosin rakennetuista alueista, jotka kattavat noin 70 % kehittämisvyöhykkeen pinta-alasta, kun vesistöalueet jätetään huomioimatta. Alueen muut osat koostuvat lähinnä

avoimista kankaista, kalliomaasta, metsistä ja maatalousalueista, mutta näillä alueilla ei ole merkittävää sähkön kulutusta eikä sen seurauksena juurikaan sähköverkkoa. Kehittämisvyöhykkeellä 1 korostuvat sekä sähkökäytön korkea tehotiheys että muun infrastruktuurin tiheys, jotka aiheuttavat merkittäviä kustannuksia sähköverkon rakentamiselle, erityisesti päällystys- ja maankäyttökustannusten osalta. Alueella sijaitsee myös useita merkittäviä ja kriittisiä sähkökäyttäjiä. Kehittämisvyöhykkeen 1 rakennettujen alueiden 5 suurinta CLC (Corine

Land Cover maankäyttöaineisto) -aineistoluokkaa ovat:

1. Tiiviisti rakennetut asuinalueet (CLC-luokka 111) - 21 %
2. Väljästi rakennetut asuinalueet (CLC-luokka 112) - 27 %
3. Teollisuuden tai palveluiden alueet (CLC-luokka 121) - 23 %
4. Liikennealueet (CLC-luokka 122) - 15 %
5. Taajamien viheralueet ja puistot (CLC-luokka 141) - 4 %

Tiiviisti rakennetut asuinalueet, Teollisuuden tai palveluiden alueet ja Liikennealueet muodostavat Kehittämisvyöhykkeen 1 rakennetuista alueista noin 2/3. Näillä alueilla kaivutyöt ovat usein rajoitettuja ja sähköverkko on monesti pakko sijoittaa kevyen liikenteen väylille tai autoteille kaupungin määräysten tai muun infrastruktuurin vuoksi. Nämä alueet ovat pääosin asfaltoituja ja tiheästi liikennöityjä aiheuttaen sähköverkon suunnittelulle ja rakentamiselle merkittäviä kustannuksia esimerkiksi asfaltointi- ja liikenteenohjaukuskustannuksien muodossa. Kehittämisvyöhykkeen 1 kaapelireitit ovat usein lisäksi alttiita kaivuvaurioille tiheän infrastruktuurin ja runsaan muun rakentamisen vuoksi, mikä lisää kunnossapidon tarvetta ja nostaa kustannuksia.

Sähköverkkoyhtiöiden valvontamenetelmissä kaivukustannuksia käsitellään kaivuun sijainnin perusteella ja Energiavirasto on tarkentanut kaivualueita tuleville vuosille. Vaikka kaivualueiden määrittelyt ovat tarkentuneet, ne eivät silti kuvaa riittävällä tasolla sähköverkon rakentamiskustannuksia Helsingin kaupunkialueilla. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi Helsingin kerrostaloalueilla sähköverkkoa ei voida rakentaa valvontamenetelmien mukaisella kustannustasolla. Helen Sähköverkon

näkemyksen mukaan tiiviisti rakennettujen asuinalueiden (CLC-luokka 111) huomioiminen kaivukustannuksissa parantaisi valvontamenetelmien kustannusvastaavuutta, mahdollistaen sähköverkon kestävä ja kannattavan kehittämisen Helsingissä myös tulevaisuudessa.

Kehittämisyöhyke 2, joka käsittää pääosin ei-asemakaavoitetun alueen (Kuvan 13 punainen alue), on luonteeltaan merivaltaista ja saarivoittoista. Noin 96 % alueesta on vesistöä. Kun vesistöjä ei oteta huomioon viisi suurinta CLC-luokkaa ovat seuraavat:

1. Havumetsät (CLC-luokka 312) - 29 %
2. Sekametsät (CLC-luokka 313) - 13 %
3. Kalliomaat (CLC-luokka 332) - 9 %
4. Teollisuuden tai palveluiden alueet (CLC-luokka 121) - 8 %
5. Pellot (CLC-luokka 211) - 13 %

Kehittämisyöhykkeellä 2 etäisyydet ovat pitkiä, asiakastiheys pientä ja sähköverkon rakentaminen saarten väleille vaatii erityisratkaisuja, kuten esimerkiksi vesistökaapeleita, mikä tekee rakentamisesta kallista. Lisäksi sähköverkon ylläpidon haasteet kasvavat etäisyyksien ja saavutettavuuden vuoksi. Alueella ei kuitenkaan sijaitse yhtä paljon kriittisiä asiakkaita kuin kehittämisyöhykkeellä 1.

Helen Sähköverkon 110 kV suurjännitteinen jakeluverkko sijoittuu pääosin kehittämisyöhykkeelle 1, jossa sähkönkäytön tehoitiheys on suurta ja sähkönkulutus kriittistä johtuen esimerkiksi lukuisista tärkeistä ja kriittisistä sähkönkäyttäjistä. Sähkönkulutuksen kriittisyys ja huoltovarmuus on edellyttänyt, että suurjännitteinen jakeluverkko on toteutettu rakenteeltaan mahdollisimman toimitusvarmaksi. Helsingin suurjännitteisen jakeluverkon kriittisyys tulee korostumaan entisestään tulevaisuudessa kaukolämmön sähköistyessä, jolloin kaukolämmön tuotanto tulee yhä enemmän olemaan riippuvainen sähköenergiasta. Tämä kehitys lisää sähkönkulutusta ja tekee suurjännitteisen jakeluverkon luotettavasta toiminnasta kaikissa tilanteissa entistä tärkeämpää.

Helsingin 110 kV ilmajohtoverkon rakenteessa on huomioitu meren läheisyys ja ilmaston ääriolosuhteiden voimistuminen esimerkiksi standardien mukaisessa maksimituulikuormassa. Lukuisten tärkeiden liikenneväylien risteämien takia 110 kV ilmajohtoverkossa on poikkeuksellisen paljon kiris-

täjäpylväitä, jotta mahdollisissa onnettomuustilanteissa pylväsvahingot pystytään rajaamaan mahdollisimman pienelle alueelle. Pylväinä on käytettävä vapaasti seisovia poikkeuksellisen korkeita teräspylväitä lyhyillä jänneväleillä johtokatuksen kaventamiseksi ja kaupunkilaisten turvallisen toiminnan takaamiseksi. Kasvavan kaupungin takia johdoille joudutaan tekemään usein lyhyitä johtosiirtoja, jotka koskevat muutamaa pylväsväliä.

110 kV kaapeliverkolla käytetään pääsääntöisesti raskasta suojausta (betonikanaali ja putkitus) lukuisten risteämien ja lähellä tapahtuvan rakentamisen takia. Osalle kaapeliyhteyksistä ei löydy enää tilaa maanpäältä, minkä takia kaapelit ovat sijoitettu kalliotunneleihin. Merkittävimmille siirtokaapeliyhteyksien reiteille on haettu lunastamalla käyttöoikeudet ja rajoitukset.

d. Osiossa 1 kuvatun toimintaympäristön muutosten ennusteen vaikutus kehittämisyöhykkeellä

Kuten osiossa 1 on kuvattu, sähkönkäytön kasvua Helsingissä on tiedossa liittyen alue- ja täydennysrakentamiseen, liikenteen sähköistymiseen ja energiamurrokseen. Kasvua tapahtuu kaikkialla asema-kaava-alueella, toisilla alueilla enemmän ja toisilla vähemmän.

Jo vuoden 2024 aikana on Helsingin suurjännitteiseen jakeluverkkoon tulossa suuria pistekuormia uusien 110 kV liittymien muodossa. Muutaman vuoden aikajännteellä puhutaan useista sadoista megawateista sähkökattila- ja lämpöpumppukuormaa. Näillä turvataan kaupungin lämmitys- tehoa kaukolämpöverkkoon, kun fossiilisia polttoaineita käyttävät vastapainevoimalaitokset suljetaan. Hanasaaren voimalaitos suljettiin keväällä 2023 ja Salmisaaren B-voimalaitos suljetaan keväällä 2025. Näin verkosta tulee poistumaan huomattava määrä, lähes 400 MW sähköntuotantoa korvautuen satojen megawattien sähkönkulutuksella. Tämä jopa yli kaksinkertaistaa 110 kV verkon sähkönsiirtotehon ja kantaverkkotasollekin haastaa kantaverkonkin nykyistä siirtokykyä.

2.1.4. Kehittämisyöhykkeiden numeeriset perustiedot ja verkkoa kuvaavat luvut

a) Kehittämisyöhykkeellä olevan verkoston

i) Keski-ikä

Kehittämisyöhyke 1:

PJ-verkko

- PJ-ilmajohtojen keski-ikä on noin 35 vuotta.
- PJ-maakaapelien keski-ikä on noin 24 vuotta.

KJ-verkko

- KJ-ilmajohtojen keski-ikä on noin 32 vuotta.
- KJ-maakaapelien keski-ikä on noin 23 vuotta.

Kehittämisyöhyke 2:

PJ-verkko

- PJ-ilmajohtojen keski-ikä on noin 37 vuotta.
- PJ-maakaapelien keski-ikä on noin 32 vuotta.

KJ-verkko

- KJ-ilmajohtojen keski-ikä on noin 40 vuotta.
- KJ-maakaapelien keski-ikä on noin 25 vuotta.

ii) Keskimääräinen tekninen pitoaika

Keskimääräinen tekninen pitoaika Kehittämisyöhyke 1:llä on noin 55 vuotta.

Keskimääräinen tekninen pitoaika Kehittämisyöhyke 2:lla on noin 45 vuotta.

b) Sähkönjakeluverkon määrät

i) KJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on KJ-ilmajohtoverkkoa noin 3 km ja KJ-maakaapeliverkkoa noin 1 637 km eli yhteensä KJ-verkkoa on noin 1640 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on KJ-ilmajohtoverkkoa noin 1 km ja KJ-maakaapeliverkkoa noin 55 km eli yhteensä PJ-verkkoa on noin 56 km.

ii) PJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on PJ-ilmajohtoverkkoa noin 61 km ja PJ-maakaapeliverkkoa noin 4 544 km eli yhteensä PJ-verkkoa on noin 4604 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on PJ-ilmajohtoverkkoa noin 17 km ja PJ-maakaapeliverkkoa noin 49 km eli yhteensä PJ-verkkoa on noin 66 km.

c) Toiminnan laatuvaatimukset täyttävän verkon määrät

i) KJ

Kehittämisyöhyke 1 KJ-verkosta sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset täyttävät noin 1 640 km.

Kehittämisyöhyke 2 KJ-verkosta sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset täyttävät noin 55 km.

ii) PJ

Kehittämisyöhyke 1 PJ-verkosta sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset täyttävät noin 4 585 km.

Kehittämisyöhyke 2 PJ-verkosta sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset täyttävät noin 66 km.

d) Liittymien määrät

i) Asemakaava-alueella

Asemakaava-alueella on 36 601 liittymää.

ii) Asemakaava-alueen ulkopuolella

Asemakaava-alueen ulkopuolella on 303 liittymää.

e) Sähkönkäyttöpaikkojen määrät

i) Asemakaava-alueella

Asemakaava-alueella on 429 030 käyttöpaikkaa.

ii) Asemakaava-alueen ulkopuolella

Asemakaava-alueen ulkopuolella on 981 käyttöpaikkaa.

f) Toiminnan laatuvaatimukset täyttävien sähkönkäyttöpaikkojen määrät

i) Asemakaava-alueella

Asemakaava-alueella on 428 873 käyttöpaikkaa, jotka täyttävät sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset.

ii) Asemakaava-alueen ulkopuolella

Asemakaava-alueen ulkopuolella on 959 käyttöpaikkaa, jotka täyttävät sähkönjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset.

g) Maakaapelien määrät

i) KJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on KJ-maakaapeli-verkkoa noin 1 637 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on KJ-maakaapeli-verkkoa noin 55 km.

ii) PJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on PJ-maakaapeli-verkkoa noin 4 544 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on PJ-maakaapeli-verkkoa noin 49 km.

h) Metsässä sijaitsevien ilmajohtojen määrät

i) KJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on KJ-ilmajohtoverkkoa metsässä noin 2,9 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on KJ-ilmajohtoverkkoa metsässä noin 0,4 km.

ii) PJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on PJ-ilmajohtoverkkoa metsässä noin 19 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on PJ-ilmajohtoverkkoa metsässä noin 14 km.

i) Ilmajohtojen määrät teiden varsilla

i) KJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on KJ-ilmajohtoverkkoa teiden varsilla 0 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on KJ-ilmajohtoverkkoa teiden varsilla noin 0,6 km.

ii) PJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on PJ-ilmajohtoverkkoa teiden varsilla 0 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on PJ-ilmajohtoverkkoa teiden varsilla noin 3 km.

j) Laatuvaatimukset täyttävien ilmajohtojen määrät

i) KJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on laatuvaatimukset täyttävää KJ-ilmajohtoverkkoa noin 2,8 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on laatuvaatimukset täyttävää KJ-ilmajohtoverkkoa noin 0,4 km.

ii) PJ

Kehittämisyöhykkeen 1 alueella on laatuvaatimukset täyttävää PJ-ilmajohtoverkkoa noin 41 km.

Kehittämisyöhykkeen 2 alueella on laatuvaatimukset täyttävää PJ-ilmajohtoverkkoa noin 17 km.

k) Helen Sähköverkon SJ- ja KJ-verkon avainluvut:

	Määrä	Keski-ikä
110 kV ilmajohtot	130 km	32 vuotta
110 kV maakaapelit	81 km	19 vuotta
110/20 kV päämuuntajat	50 kpl	20 vuotta
110 kV kaasueristeiset kojeistot	19 kpl	29 vuotta
110 kV ilmaeristeiset kojeistot	2 kpl	44 vuotta
20 kV ja 10 kV kojeistot	27 kpl	27 vuotta
Muuntamot	1900 kpl	19 vuotta

Taulukko 3. Helen Sähköverkon SJ- ja KJ-verkon avainluvut

2.2. Sähkönjakeluverkon kehittämisvyöhykkeellä sijaitsevan verkon kehittämis-strategia

Kehittämisstrategia koskee molempia kehittämisvyöhykkeitä.

2.2.1. Toiminnan laatuvaatimukset täyttävät suunnittelukriteerit

a. 6 h laatuvaatimus

Jakeluverkkoa kehitetään kappaleessa 2.1.3 a. kerrottujen suunnittelukriteerien mukaisesti. Suurin kehittämistarve kohdistuu 110 kV verkkoon, koska siihen liittyy satoja megawatteja uutta lämmityskuormaa. Koska kuormitusta on tulossa paljon mm. kantakaupungin eteläosaan, tämä aiheuttaa tarpeita uusille sähköasemille ja 110 kV siirtoyhteyksille ja niiden vahvistamiselle. Lisäksi tarvitaan kantaverkkoyhteyksien kehittämistä.

Keskijänniteverkkoa kehitetään liittymätarpeiden ja aluerakentamisen mukaan. Lisäksi tehdään verkon topologiakehittämistä. Ensisijaisia silmu-koinnin kehittämisaalueita ovat lähitulevaisuudessa Meilahden, Laajasalon ja Vuosaaren jakelualueet.

b. 36 h laatuvaatimus

Jakeluverkkoa kehitetään kappaleessa 2.1.3 a. kerrottujen suunnittelukriteerien mukaisesti. 36 h laatuvaatimusalue pienenee sitä mukaa, kun asema-kaavoitus laajenee. 36 h alueellakin pyritään pitkälti noudattamaan suurkaupunkialueen 6 h laatuvaatimuksia.

2.2.2. Erityispiirteiden huomiointi verkon suunnittelussa.

a. Yhteisrakentaminen ja yhteydet muiden verkonhaltijoiden verkkoihin

Helen Sähköverkko on mukana Helsingin kaupungin Yhteinen kunnallistekninen työmaa -konseptissa, jonka sopimuksen mukaisesti yhdyskuntateknisiä verkkoja rakentavat tahot toimivat yhteistyössä. Osapuolet ylläpitävät yhteisessä Louhi -palvelussa tulevia rakennushankkeitaan maantieteellisesti ja ajallisesti rajattuna, jolloin muiden osapuolten on

mahdollista sovittaa omia hankkeitaan yhteiseksi työmaaksi. Louhi -palvelussa olevat verkonrakennushankkeet näkyvät samalla myös verkkotie-topiste.fi -palvelussa. Lisäksi kaupungin aluerakentamishankkeissa kartoitetaan infratoimijoiden rakentamistarpeet (KYS, kunnallistekninen yleissuunnitelma).

b. Joustopalvelut

Joustopalveluiden kehittymistä seurataan Helen Sähköverkossa aktiivisesti, mutta vielä tällä hetkellä joustopalvelut ovat kehityksen alkuvaiheessa verkon suunnittelun näkökulmasta. Joustopalveluista ja tehdyistä sekä meneillään olevista kokeiluista ja selvityksistä on kerrottu tarkemmin kehittämissuunnitelman kohdissa 5 ja 6.

c. Yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittiset kohteet

Helen Sähköverkko harjoittaa säännöllistä yhteistoimintaa jakelualueellaan toimivien, yhteiskunnan kannalta elintärkeiden toimijoiden kanssa. Toimijat on jaettu pääryhmiin, joita ovat

- maanalaiset verkot
- teleoperaattorit
- sosiaali- ja terveystoimi
- mediatatolot
- viranomaiset
- liikenne
- energiayhtiöt
- sähköverkkoyhtiöt.

Kriittisten kohteiden sijainti- ja lajitietoja hyödynnetään mm. irtikytkentäryhmien määrittelyssä, varautumissuunnitelmien tekemisessä ja verkkotöiden keskeytysten suunnittelussa.

d. Energiätehokkuustoimenpiteet

Häviöiden hallinta ja pienentäminen on ollut jo pitkään tavoitteena sekä rahallisia että ympäristövaikutuksia minimoitaessa. Jakeluverkon redundanssin mahdollistama ja vaatimakin kohtalaisen alhainen kuormitusaste sekä pienihäviöiset komponentit, kuten muuntajat, ovat taanneet alhaiset häviötasot. Kokonaisuudessaan Helen Sähköverkon jakeluverkon häviöt ovat vain hieman yli 2 % luokkaa.

Helen Sähköverkko raportoi osana Helen Oy:n [Energiatehokkuussopimusta](#) vuosittaiset toimenpiteet energiatehokkuuden parantamiseksi. Asiakkaiden liittymiskapasiteetin tarkastelua ja optimointia varten on tämän vuoden alussa käyttöön otettu työkalu, jonka avulla asiakas näkee tarkasti oman liittymänsä vapaan kapasiteetin, jolloin vältytään mm. turhilta liittymien laajennuksilta ja saadaan asiakkaan tarpeet täytettyä optimoidusti. Jatkossa on tarkoitus kehittää myös työkalu uusien liittymien liittymäkoon arviointiin olemassa olevien tyyppi-kuormituskäyrien avulla.

2.3. Verkon elinkaarikustannusten laskenta kehittämisvyöhykkeellä

Kehittämisvyöhykkeen elinkaarikustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, joita syntyy mm. investoinnista sekä erilaisista käytönaikaisista kustannuksista tarkasteluajalla.

a. Elinkaarikustannusten tekijöiden määrittely

Kustannustehokkuuden vertailu on tehty Energiaviraston kehittämissuunnitelmaa koskevan määräyksen mukaisesti, jossa on elinkaarikustannuksiin huomioitu:

- investointi (suunnittelu ja rakentaminen)
- operatiiviset kulut (kuntotarkastukset, huollot ja viankorjaukset)
- keskeytysten aiheuttama haitta (KAH) Energiaviraston KAH-arvoilla (toimittamatta jääneen energian hinta)

b. Yhteisrakentaminen elinkaarikustannusten laskennassa

Investoinneissa pyritään yhteisrakentamiseen Helsingin kaupungin Yhteinen kunnallistekninen työmaa -konseptin mukaisesti. Yhteisrakentamisen hyöty näkyy osana investointikustannusta.

c. Muut verkostoratkaisut elinkaarikustannusten laskennassa

Kuten osiossa 3 on kerrottu, Helen Sähköverkon maantieteellisesti tiiviillä jakelualueella ei esim. 1 kV sähköjakelusta tai sähkövarastoista ole todelliseksi vaihtoehtoiksi normaalisti käytettäville verkko- ja rakennusratkaisuille ja soveltuvia joustopalveluja ei ole myöskään markkinoilla tarjolla.

d. Elinkaarikustannusten seuranta

Elinkaarikustannusten toteumaa ja kustannustehokkuutta seurataan osana yhtiön talous- ja muiden tunnuslukujen raportointia. Kustannustehokkuuden parantaminen on myös mukana pitkäaikaisissa verkko- ja rakennuksen ja kunnossapidon kumppanuussopimuksissa.

3. Sähkönjakeluverkon kehittämisyöhykkeillä käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu

3.1. Ratkaisut kehittämisyöhykkeellä

a. Käytetyt ratkaisut

Molemmilla kehittämisyöhykkeillä käytetään ratkaisuna maakaapelia, avojohtoa ja ilmakaapecta. Levennettyä johtokatu hyödynnetään 110 kV verkoissa. Ylivoimaisesti merkittävin ratkaisu on maakaapelin käyttö.

b. Vertailusta poisjätetyt ratkaisut

Maakaapelointi on käytännössä ainoa verkonrakennusvaihtoehto useimmilla asemakaava-alueilla, koska katusuunnitelmat määrittävät maanlaisten yhdyskuntateknisten verkkojen mahdolliset sijoituspaikat ja ilmajohtoratkaisuja ei ole mahdollista käyttää. Myös sähkömarkkinalain 6 tunnin laatuvaatimus asemakaava-alueilla tarkoittaa käytännössä maakaapeloinnin käyttöä.

Päällystettyä avojohtoa ei käytetä, koska ilma-kaapeli vaatii vähemmän kunnossapitoa ja on kestävämpi tuulisessa saaristossa.

1 kV sähkönjakelulle tai 1,5 kV tasasähköjärjestelmille ei ole Helen Sähköverkon jakelualueella nähty tarvetta, koska pienjänniteverkon jännitteenalenema pysyy hyväksyttävänä tiiviillä kaupunkialueella, jolla myös muuntamotiheys on suuri.

Helen Sähköverkon kattavan kaapeloinnin sekä rengasverkkojen varasyöttöyhteyksien vuoksi jäävät sähkövarastojen tarjoamat laatuvaatimuksia parantavat hyödyt vähäisiksi sekä kustannustehottomiksi. Esimerkkiratkaisun KAH (keskeytyksestä aiheutuva haitta) -kustannusten säästöpotentiaali on vähäinen verrattuna vaadittavien akustojen kustannuksiin.

Verkkoinvestointien vaihtoehdoksi soveltuvia joustopalveluita ei ole tällä hetkellä markkinoilla tarjolla. Helen Sähköverkko seuraa aktiivisesti palveluiden kehittymistä ja on mukana kehittämässä toimintaa pilottihankkeiden kautta.

3.2. Kehittämisyöhykkeille esitettujen sähkönjakeluratkaisujen kuvaus

a. Elinkaarikustannuksiltaan edullisin ratkaisu

Helen Sähköverkon verkkoalue koostuu pääosin asemakaavoitetulla alueella olevasta kaupunkiverkosta ja sähköverkon rakentamiseen käytetään pääsääntöisesti samoja ratkaisuja koko verkkoalueella ja siten myös molemmilla kehittämisyöhykkeillä. Helen Sähköverkon verkkoalueella suuri pienjänniteliittymien määrä ohjaa hyödyntämään useita muuntamoita sekä jakokaappeja. Pien- ja keskijänniteverkko rakennetaan maakaapeleilla, erityiskohteita lukuun ottamatta, tiheästi rakennetun kaupunkiympäristön takia. Kaupunkiympäristöön sopivaa optimaalista verkkorakennetta on Helen Sähköverkoilla tutkittu aiempina vuosina useissa opinnäytteissä ja viime vuosina muun muassa seuraavissa julkaisuissa. [Distribution Automation and Self-Healing Urban Medium Voltage Networks](#), [Kaupunkikeskijänniteverkon optimointi](#).

Verkon vikatilanteiden kapasiteetin varmistamiseksi rakennetaan jakeluverkot rengasverkko-maisiksi. Vikatilanteissa syöttö asiakkaille voidaan pääsääntöisesti ohjata toisista muuntopiireistä jakorajojen muutoksien kautta. Tarvittaessa investointihankkeiden toteutuksen aikana pyritään hyödyntämään varavoimakoneita, jos pienjänniteverkkoa ei saada korvattua vierekkäisten muuntopiirien kautta.

Ratkaisun investointikustannuksista suurin osa muodostuu jakeluverkon suunnittelusta ja rakentamisesta. Helen Sähköverkon investointihankkeissa hyödynnetään sekä kiinteistö- että erillismuuntamoita, joiden osalta ratkaisun kustannuksia muodostuu myös kiinteistömuuntamoiden tilakorvauksista ja erillismuuntamoiden lupa- ja sijoituskorvauksista. Osassa investointihankkeissa kustannukset kohdistuvat vain olemassa olevan jakelu-

verkon kaapeleiden saneeraukseen. Ratkaisun operatiiviset kustannukset ovat hyvin pienet investointikustannuksiin verrattuna koostuen ennakoinnista (kuntotarkastukset, huollot) ja korjaavasta kunnossapidosta sekä KAH (keskeytyksistä aiheutuva haitta) -korvauksista.

b. Edullisimman ratkaisun vaihtoehdot

Helen Sähköverkon verkkoalueella toteutettavat vaihtoehdot investoinneille ovat maakaapeliverkot jakokaappeja hyödyntäen (ratkaisu 1, edullisin) tai rakentaa jakeluverkko ilman jakokaappeja (ratkaisu 2) kaapeloiden uudet liittymät suoraan muuntamoiden pienjännitekeskuksilta. Ilman jakokaappeja toteutettavassa vaihtoehdossa tarvitsee joka tapauksessa rakentaa pienjänniteyhteydet muuntamoiden välille laajan maadoitusverkon sekä vikatilanteiden korvattavuuden takia.

Ratkaisuvaihtoehdossa 2 keskijännitekaapelointi toteutettiin samalla tapaa kuin valitussa edullisimmassa ratkaisussa 1. Erona toteutettuun ratkaisuun on pienjänniteverkon rakentaminen ilman jakokaappeja. Tämä toteutustapa nosti investointihankkeen kaapelointi- ja maanrakennuskustannuksia, johtuen suuremmasta kaapelimäärästä muuntamoilta pienjänniteliittymille

Kaapelointireitteihin Helsingissä vaikuttavat useat eri asiat, kuten muun yhdyskuntatekniikan sijoitus katualueelle, asemakaavat ja niiden muutokset sekä kaupungin omat ohjeistukset ja säädökset yhdyskuntatekniikan sijoituksesta. Pääsääntöisesti sähköverkon kaapelit sijoitetaan kevyenliikenteenväylän alle, jotta vikatilanteiden takia korjaukset voidaan suorittaa ilman ajoneuvoliikenteen katkaisemista. Joissain tilanteissa suorinta reittiä ei ole myöskään mahdollista rakentaa, koska

se kulkisi esimerkiksi kaupungin omistaman puistoalueen läpi, jonne ei voida sijoittaa kaapeleita. Samoin kaapeleita ei voida sijoittaa puiden lähetyville, koska kaapeleiden kaivamisen yhteydessä juuristot vahingoittuvat ja mahdollisissa vikatapauksissa koneellinen kaivaminen juurien alueella ei ole suotavaa.

3.3. Kehittämisyöhykkeen elinkaari-kustannusten vertailu

a. Kuvaus kehittämisyöhykkeelle tyypillisestä kustannusvertailussa käytettävästä hankekokonaisuudesta

Valitussa ratkaisussa 1 jakeluverkon uudistaminen toteutettiin maakaapeloidun keski- ja pienjänniteverkon avulla hyödyntäen sopiviin paikkoihin asennettuja pienjännitejakokaappeja. Ratkaisun reittiä toteutettiin olemassa olevan jakeluverkon reittejä hyödyntäen. Jakokaappeja käyttämällä liittymiskaapeleiden pituudet lyhenevät merkittävästi ja muuntamoita tarvitaan vähemmän, koska useita liittymiä voidaan syöttää samasta jakokaapista ja muuntamoiden pienjännitekeskuksia voidaan hyödyntää paremmin.

b. Kehittämisyöhykkeen tyypillisen hankekokonaisuuden vertailu

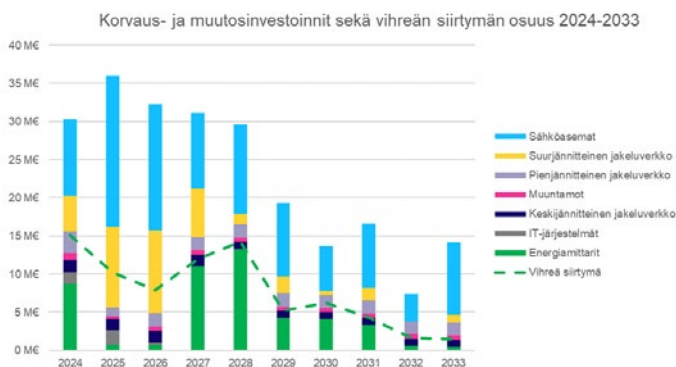
Kokonaiskustannuksiksi eri ratkaisuilla tulee:

- Ratkaisu 1 (optimaalinen verkkorakenne): 480 000 €
- Ratkaisu 2 (ilman jakokaappeja): 617 000 €

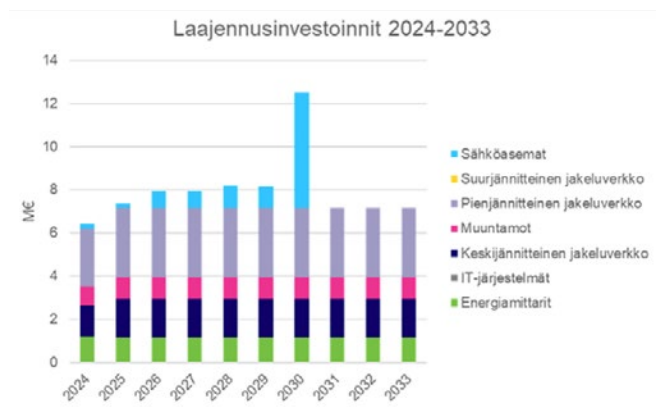
4. Pitkän tähtäimen suunnitelma

Helen Sähköverkon pitkän tähtäimen suunnitelman mukaiset bruttoinvestoinnit verkko-omaisuuteen 2024–2033 ovat noin 310 miljoonaa euroa. Korvaus- ja muutosinvestoinnit (noin 230 M€, kuva 16) sisältävät kaupungin kehittymisen ja vihreän siirtymän (noin 80 M€) mahdollistavia merkittäviä verkon muutosinvestointeja sekä ikääntyneen sähköverkon uudistamista. Suuri osa näistä investoinneista kohdistuu 110 kV suurjännitteiseen jakeluverkkoon, sähköasemiin ja sähkömittareihin. Verkko-omaisuuden laajennusinvestoinneilla

(kuva 17) mahdollistetaan kaupungin uusien asuinalueiden rakentuminen, Näihin kaupungin kasvun mahdollistaviin investointeihin on arvioitu käytettävän samalla jaksolla noin 80 miljoonaa euroa kohdistuen pääosin uuden keski- ja pienjänniteverkon sekä muuntamoiden rakentamiseen. Uutta keskijänniteverkkoa rakennetaan noin 200 km, pienjänniteverkkoa 400 km ja muuntamoita 200 kpl. Seuraavan kymmenen vuoden aikana verkko-omaisuuden huoltoihin ja tarkastuksiin tullaan käyttämään noin 15 miljoonaa euroa.



Kuva 16 - Helen Sähköverkon korvaus- ja muutosinvestoinnit verkko-omaisuuteen sekä vihreän siirtymän osuus 2024–2033



Kuva 17 - Helen Sähköverkon laajennusinvestoinnit 2024–2033

4.1. Rahan käyttö eri ajanjaksoina

a. Suurjännitteinen jakeluverkko

i. Investoinnit

- a) 2014–2021 24,8 M€
- b) 2022–2028 36,1 M€
- c) 2029–2036 5,6 M€

ii. Kunnossapito

- a) 2014–2021 0,59 M€
- b) 2022–2028 0,63 M€
- c) 2029–2036 0,90 M€

b. Sähköasemat

i. Investoinnit

- a) 2014–2021 49,8 M€
- b) 2022–2028 74,9 M€
- c) 2029–2036 40,4 M€

ii. Kunnossapito

- a) 2014–2021 3,6 M€
- b) 2022–2028 8,9 M€
- c) 2029–2036 9,3 M€

c. Keski-jännitteinen jakeluverkko

i. Investoinnit

- a) 2014–2021 30,5 M€
- b) 2022–2028 14,8 M€
- c) 2029–2036 7,5 M€

ii. Kunnossapito

- a) 2014–2021 0,05 M€
- b) 2022–2028 0,09 M€
- c) 2029–2036 0,12 M€

d. Muuntamot

i. Investoinnit

- a) 2014–2021 22,8 M€
- b) 2022–2028 6,2 M€
- c) 2029–2036 4,4 M€

ii. Kunnossapito

- a) 2014–2021 0,29 M€
- b) 2022–2028 0,32 M€
- c) 2029–2036 0,80 M€

e. Pienjännitteinen jakeluverkko

i. Investoinnit

- a) 2014–2021 38,0 M€
- b) 2022–2028 22,8 M€
- c) 2029–2036 13,7 M€

ii. Kunnossapito

- a) 2014–2021 0,25 M€
- b) 2022–2028 0,29 M€
- c) 2029–2036 0,35 M€

4.2. Laatuvaatimukset täyttävät käyttöpaikat sähkömarkkinalain 119 §:n mukaisina ajankohtina

a) Asemakaava-alueella

i) 31.12.2023

Asemakaava-alueella on käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä 31.12.2023 tilanteessa 428 873.

ii) 31.12.2028

Asemakaava-alueella on käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä 31.12.2028 tilanteessa noin 463 900.

b) Asemakaava-alueen ulkopuolella

i) 31.12.2023

Asemakaava-alueen ulkopuolella on käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä 31.12.2023 tilanteessa 959.

ii) 31.12.2028

Asemakaava-alueen ulkopuolella on käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä 31.12.2028 tilanteessa noin 1 000.

c) Alueilla, joihin sovelletaan paikallisiin olosuhteisiin perustuvaa laatuvaatimustasoa

i) 31.12.2023

0 kpl

ii) 31.12.2028

0 kpl

4.3. Laatuvaatimukset täyttävä sähköjakeluverkko sähkömarkkinalain 119 §:n mukaisina ajankohtina

a) KJ, km

i) 31.12.2023

KJ-verkosta noin 1 695 km täyttää toiminnan laatuvaatimukset 31.12.2023 tilanteessa.

ii) 31.12.2028

KJ-verkosta noin 1 730 km täyttää toiminnan laatuvaatimukset 31.12.2028 tilanteessa.

b) PJ, km

i) 31.12.2023

PJ-verkosta noin 4 651 km täyttää toiminnan laatuvaatimukset 31.12.2023 tilanteessa.

ii) 31.12.2028

PJ-verkosta noin 4 790 km täyttää toiminnan laatuvaatimukset 31.12.2028 tilanteessa.

4.4. Sähköjakeluverkon maakaapelointiaste eri jännitetasoilla toimenpiteiden jälkeen sähkömarkkinalain 119 §:n mukaisina ajankohtina

a) KJ, %

i) 31.12.2023

KJ-verkon maakaapelointiaste on noin 99,8 % 31.12.2023 tilanteessa.

ii) 31.12.2028

KJ-verkon maakaapelointiaste on noin 99,8 % 31.12.2028 tilanteessa.

b) PJ, %

i) 31.12.2023

PJ-verkon maakaapelointiaste on noin 98,3 % 31.12.2023 tilanteessa.

ii) 31.12.2028

PJ-verkon maakaapelointiaste on noin 98,7 % 31.12.2028 tilanteessa.

4.5. Uusi tuotanto ja uudet kuormat, jotka on arvioitu liittyvän ja vaativat merkittäviä jakeluverkkoinvestointeja seuraavan kymmenen vuoden aikana

Kuten osioissa 1 ja 2 on tuotu esiin, tulevaisuudessa energiantuotanto siirtyy merkittävästi nykyisistä fossiilista lähteistä runsaasti sähköä käyttävään energiantuotantoon (lämpöpumput, sähkökattilat, vedyn tuotanto), mitkä edellyttävät merkittäviä investointeja erityisesti 110 kV verkkoon. Suurjännitteiseen jakeluverkkoon liittyy kymmenvuotiskaudella useiden lämpöä tuottavien tuotantolaitosten lisäksi todennäköisesti myös datakeskuksia. Risteilylaivaliikenteen EU-direktiivin mukainen maasähköistys vaatinee myös 110 kV liittymän. Edellä mainitut liittymät vaativat suurjännitteisen verkon vahvistamista pohjois-eteläsuuntaisesti eli kantaverkon liittymispisteistä kantakaupunkiin sekä kantakaupungin kaapeliverkon vahvistamista.

Liikenteen sähköistymistä tapahtuu raskaiden ajoneuvojen, henkilöauto- ja raideliikenteen lisäksi laivojen maasähköistyksen sekä sähkökäyttöisen laiva- ja lauttaliikenteen kautta. Näistä aiheutuu arviolta muutaman kymmenen megawatin sähkötehon kasvu vuoteen 2033 mennessä.

Kehittämissuunnitelman laajennusinvestointiohjelman pohjana olevan Helsingin kaupungin uusimman asuntotuotantoennusteen mukaan seuraavan kymmenen vuoden aikana valmistuu Helen Sähköverkon toimialueella 5,4 miljoonaa k-m² uutta asuntorakennusten kerrosalaa. Määrä on noin 15 % vähemmän kuin aikaisemmassa kahden vuoden takaisessa ennusteessa.

Seuraavien vuosien hieman matalampi asuntotuotanto johtuu eniten markkinatilanteesta, vaikka suhdanteita ei kaupungin ennusteessa suoranaisesti huomioidakaan. Lähivuosien hankkeet ovat arvioitavissa rakennuslupien, tontin varauksien ja aluerakentamisprojektien kautta. Todennäköinen toteuma näyttää nyt niiden perusteella alhaisemmalta ja on välittynyt uusimpaan ennusteeseen. Muita tulevien vuosien asuntorakentamisen haasteita ovat mm. Hitaksesta luopuminen ja valtion toimet asumisoikeustuotannon lakkauttamiseksi. Näihin molempiin hallintamuotoihin kaupungilla olisi suunniteltua rakentamista.

Ote Helsingin kaupungin asuntotuotantoennusteesta 2020-2035:

”Helsingissä koko kaupungin tuleva asuntorakentaminen koostetaan vuosittain asuntotuotantoennusteeksi. Ennuste laaditaan vähintään seuraavalle viidelletoista vuodelle ja sitä hyödynnetään muun muassa Asumisen ja siihen liittyvän maankäytön toteutusohjelman (AM) laadinnassa ja seurannassa sekä Helsingin väestöennusteen alueellistamisessa.

Asuntotuotantoennuste perustuu asuntotuotannon hankerekisterin (ATO) hanketasoisiin tietoihin. Rekisteriin kootaan tieto kaavoitettavasta asuinkerrosalasta. Asuinkerrosalan perusteella lasketaan arviot valmistuvien asuntojen määrästä.

Asuntorakentaminen ajoitetaan ensisijaisesti kaupungin aluerakentamisprojektien tiedoilla. Ajoituksessa huomioidaan useita rakentamiseen liittyviä tietoja, kuten investointien luomat mahdollisuudet, rakentamisalueiden kunnallistekninen valmius ja esirakentamistarpeet. Ajoitusta täsmennetään myös suoraan rakennuttajilta ja rakennusliikkeiltä saatavien tietojen perusteella.

Rekisterin tietoja päivitetään jatkuvasti. Ennuste voi pitkällä tarkasteluajalla vaihdella pohjatietojen muuttuessa ja tarkentuessa. Lisäksi siihen vaikuttavat muun muassa mahdolliset kaavavalitukset sekä maanomistukseen liittyvät tekijät. Ennuste huomioi kaavoituksen sallimat rakentamismahdollisuudet, mutta ei arvioi esimerkiksi suhdannevaihteluiden vaikutusta rakentamisen määrään.”

Kaupunki ei ole tuottanut ennustetta tällä tasolla toimitila-, palvelu -ja liikerakentamisesta. Näiden rakentamisen on oletettu kehittyvän yhdessä asuntorakentamisen kehittymisen kanssa.

4.6. Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehtävät merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit seuraavan kymmenen vuoden aikana

a. Seuraavan 0–5 vuoden aikana

Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi arvioidaan tarkastelujaksolla investoitavan yhteensä 110 kV ja jakeluverkkoon noin 30-40 M€, josta muuntamoihin ja keskijänniteverkkoon kohdistuva osuus on noin 20 M€.

b. Seuraavan 6–10 vuoden aikana

Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi arvioidaan tarkastelujaksolla investoitavan

yhteensä 110 kV ja jakeluverkkoon noin 20-30 M€, josta muuntamoihin ja keskijänniteverkkoon kohdistuva osuus on noin 20 M€.

4.7. Havainnollistus uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämistä verkkoalueella

a. Investointien maantieteellinen sijoittuminen

Kaukolämpöverkkoon tuotettu lämpö teollisen kokoluokan lämpöpumpuilla ja sähkökattiloilla tulee olemaan hajautettua koko kaupungin alueella. Suurempia keskitettyjä ratkaisuja rakennetaan lähelle lämmön kulutusta nykyisille energiantuotantoalueille (Salmisaari ja Hanasaari) sekä huippulämpölaitosten läheisyyteen. Jäähdytykseen tarkoitettujen suuret kompressorit sijoittuvat yleensä meren rannalle kaukokylmäverkon lähelle.

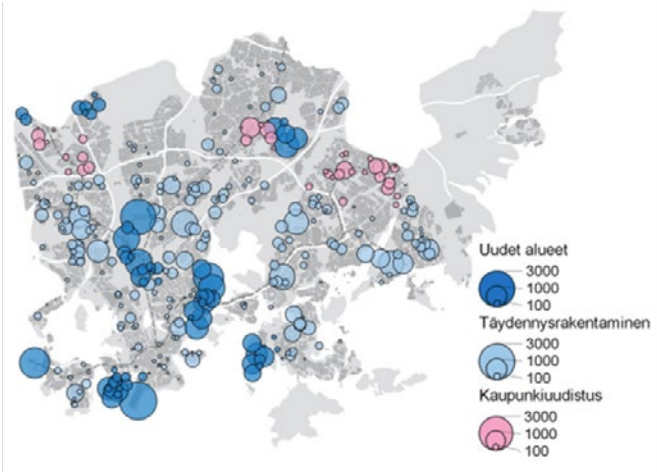
Helsingin kaupungin asuntotuotantoennusteen 2020-2035 (kuva 18) mukaan seuraavan kymmenen vuoden aikana uusille alueille ja bulevardeille (Tuusulanväylä ja Vihdintie) valmistuu puolet uudesta asuntorakentamisesta. Tosin bulevardien rakentaminen tulee näkymään vasta kymmenvuotiskauden jälkimmäisellä puoliskolla ja siitä eteenpäin. Uusia alueita Helsingissä ovat Kalasatama, Koivusaari, Kruunuvuorenranta, Kuninkaantammi-Honkasuo, Länsisatama, Malmin lentokenttä ja Pasila. Seuraavan kymmenen vuoden aikana sähköasematasolla nettosiirtokapasiteettitarve tulee kasvamaan 30 - 40 MW.

Kaupunki uudistus on Helsingin kaupungin uusi tapa kehittää asuinalueita. Kaupunki uudistusta tehdään asukkaiden asumistyytyväisyyden lisäämiseksi ja uusien asukkaiden houkuttelemiseksi alueelle. Kaupunki uudistusalueiksi on valittu Malminkartano, Kannelmäki, Malmi ja Mellunkylä. Näille alueille on kaupungin tavoitteena rakentaa kolmannes lisää asuntoja 2035 mennessä.

Asuntojen täydennysrakentamista on mahdollistettu Helsingissä kaikkialle Helen Sähköverkon toiminta-alueella hyvien julkisten kulkuyhteyksien varteen. Raide-Jokerin varteen on nousemassa asuntorakentamista tämän vuosikymmenen aikana sama määrä kuin aluerakentamiskohteisiin Länsisatamaan tai koko Pasilan alueelle.

Laivaliikennettä palvelevat sähköliittymät tulevat pääosin sijoittumaan Helsingin kantakaupungin satamiin.

b. Verkon vapaa kapasiteetti uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi



Kuva 18. Helsingin kaupunki, Asuntotuotantoennuste 2020-2035 (1.7.2020), Valmistuvat asunnot kaavoittain 2020-2035 [Asuntotuotantoennuste 2020-2035](#)

110 kV verkossa on tällä hetkellä periaatteessa runsaasti vapaata kapasiteettia, jos tarkastellaan verkon normaalia tilannetta, jossa verkossa ei ole vikoja tai suunniteltuja keskeytyksiä. Vapaan kapasiteetin määrä on kuitenkin 110 kV verkon eri osissa erisuuruinen. Tämän havainnollistamiseksi on määritelty erilaisia siirtorajapintoja, jotka on esitetty kuvassa 19. Siirtokapasiteettiä tilanteessa, jossa verkossa ei ole vikoja tai keskeytyksiä, kutsutaan N-O-kapasiteetiksi.

Helen Sähköverkko varautuu 110 kV suurjännitteisessä jakeluverkossa vikoihin siten, että normaalisti pahin yksittäinen vika ei aiheuta asiakkaille siirtokeskeytystä. Pahimmassa vika- tai keskeytystilanteessa verkon siirtokapasiteetti on olennaisesti pienempi kuin normaalitilanteessa. Pahimman vika- tai keskeytystilanteen siirtokapasiteettia kutsutaan N-1-kapasiteetiksi. Myös N-1-kapasiteetti esitetään siirtorajapinnoittain. Aiemmin verkko on mitoitettu siten, että pahimmassa vika- tai keskeytystilanteessa mikään komponentti ei ylikuormitu, eikä kulutusta jouduta rajoittamaan. Tämä on tarkoittanut käytännössä sitä, että N-1-kapasiteetin pitää vastata verkon suurinta kulutusta. Tästä periaatteesta voidaan kuitenkin poiketa kulutusjoustojen avulla. N-1-raja kuvaa sitä, kuinka paljon verkkoon mahtuu joustamatonta kuormaa. Jos asiakas kykenee rajoittamaan tehoa nopeasti vikatilanteissa, voidaan teoriassa suurimmillaan saavuttaa N-O-rajain mukainen siirtokapasiteetti. Taulukoista

nähdään, että vuosina 2025 ja 2026 vapaa kapasiteetti N-1-tilanteessa on negatiivinen. Tämä ratkaistaan tilapäisillä joustosopimuksilla, joilla uusien kulutuskohteiden tehoa voidaan rajoittaa vika- ja keskeytystilanteissa.

110 kV verkon lisäksi sähkönkulutuksen kasvua rajoittaa kantaverkon siirtokyky. Helsinkiä ja Vantaata syöttävien 400/110 kV muuntajien kapasiteetti on tällä hetkellä riittämätön. Fingrid tavoittelee merkittävää kapasiteetin lisäystä vuoden 2026 loppuun mennessä. Tämänkin jälkeen kantaverkko rajoittaa silti siirtoa kokonaisuutena enemmän kuin 110 kV verkko. Fingridin lähtökohta on ollut aiemmin se, että kantaverkkosiirto pitää rajoittaa aina etukäteen N-1-siirtokapasiteetin sisälle, kun taas Helen Sähköverkon 110 kV verkon rajoittavissa tilanteissa nähdään mahdolliseksi toimia reaktiivisesti vian sattuessa, mikäli tämä on toteutettavissa luotettavalla ja riittävän nopealla tavalla. Viimeisimpien keskustelujen perusteella myös Fingrid näkee mahdollisena sen, että normaalissa käyttötilanteessa N-1-kapasiteetti voitaisiin hieman ylittää, jos vikatilanteessa kyetään riittävän nopeisiin ja luotettaviin toimenpiteisiin.

Suuren kulutuksen aikana kantaverkon jännite voi laskea liian alhaiseksi. Nämä jänniteongelmat saattavat rajoittaa siirtoa vielä enemmän kuin 400/110 kV muuntajien kapasiteetti. Helen Sähköverkon näkemys on se, että tällä vuosikymmenellä kantaverkko rajoittaa todennäköisesti sähkön kulutusta Helsingissä merkittävästi enemmän kuin Helen Sähköverkon oma verkko. Vertailutaulukossa kantaverkon rajoitukset on esitetty kaikkein optimistisimman skenaarion mukaan, jossa kaksi uutta kantaverkon 400/110 kV muuntajaa saadaan käyttöön vuoden 2026 loppuun mennessä, ja lisäksi jänniteongelmat saadaan ratkaistua nopeasti siten, että uusien muuntajien kapasiteetti saadaan heti täysimääräisesti käyttöön. Myös huomattavasti pessimistisemmät skenaariot kantaverkon siirtokapasiteetin suhteen ovat kirjoitushetken tietojen mukaan mahdollisia.

Taulukoissa 4-6 esitetty vapaan kapasiteetin kehitys kuvastaa Helen Sähköverkon nykyistä investointisuunnitelmaa ja parasta käsitystä Fingridin tulevista investoinneista. Uusien 110 kV asiakasliityntöjen osalta taulukoissa on huomioitu vain ne, joista on olemassa päätös ja liittymissopimus. Lisäksi kyselyitä ja osittain suunnittelussa pitkäläkin olevia hankkeita on usean sadan megawatin edestä. Helen Sähköverkko päivittää tarvittaessa investointisuunnitelmiaan vastaamaan asiakastarvetta. On kuitenkin huomioitava, että verkko vahvistusten toteuttaminen vie tyypillisesti useita vuosia. Fingridin investointisuunnitelmaan Helen Sähköverkko voi vaikuttaa viestimällä selkeästi asiakastarpeista ja tuomalla esille kaikissa yhteyksissä tarvetta kantaverkon mahdollisimman nopeille vahvistuksille.



Kuva 19. Helsingin 110 kV verkon siirtorajapinnat

Vuosi	Koko Helsinki	Rajapinta 1	Rajapinta 2	Rajapinta 3
2024	561	558	553	216
2025	433	433	303	11
2026	352	352	231	40
2027	794	794	539	79
2028	778	778	534	317
2029	979	839	552	318
2030	967	829	554	320
2031	1141	1141	472	321

Taulukko 4 110kV verkon ennustettu vapaa kapasiteetti vuosina 2024–2031 eri siirtorajapinnoissa N-0-tilanteessa eli tilanteessa, jossa verkossa ei ole vikoja tai suunniteltuja keskeytyksiä. Kapasiteetti kuvaa aina merkityn vuoden alun tilannetta.

Vuosi	Koko Helsinki	Rajapinta 1	Rajapinta 2	Rajapinta 3
2024	88	88	88	88
2025	-172	-172	-172	-172
2026	-254	-254	-254	-254
2027	254	254	15	-74
2028	238	238	10	10
2029	361	265	42	42
2030	349	255	44	44
2031	482	482	37	37

Taulukko 5 110kV verkon ennustettu vapaa kapasiteetti (+) tai kapasiteetin vaje (-) vuosina 2024–2031 eri siirtorajapinnoissa N-1-tilanteessa eli tilanteessa, jossa verkossa on pahin yksittäinen vika tai keskeytys. Kapasiteetti kuvaa aina merkityn vuoden alun tilannetta.

Vuosi	Koko Helsinki, kantaverkon rajoite, optimistisin arvio	Koko Helsinki, 110 kV rajoite	Rajapinta 1	Rajapinta 2	Rajapinta 3
2024	-4	88	88	88	88
2025	-264	-172	-172	-172	-172
2026	-335	-254	-254	-254	-254
2027	216	254	254	15	-74
2028	199	238	238	10	10
2029	185	361	265	42	42
2030	174	349	255	44	44
2031	441	482	482	37	37

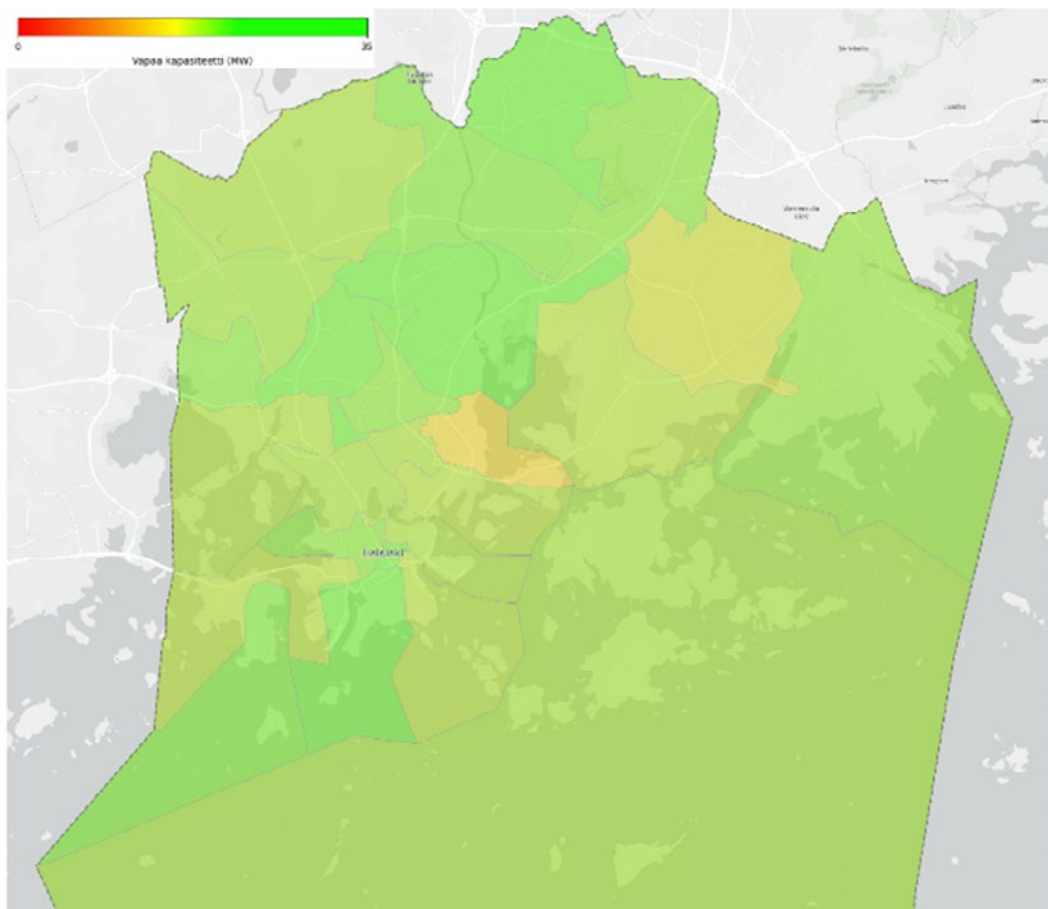
Taulukko 6 Kantaverkon ja 110 kV verkon ennustettu vapaa kapasiteetti (+) tai kapasiteetin vaje (-) vuosina 2024–2031 eri siirtorajapinnoissa N-1-tilanteessa eli tilanteessa, jossa verkossa on pahin yksittäinen vika tai keskeytys. Kapasiteetti kuvaa aina merkityn vuoden alun tilannetta.

Edellä esitetyt vapaan kapasiteetin taulukot kuvaavat vapaata kapasiteettia sähkön kulutukselle. Selvitykset ovat keskittyneet tähän, koska sähkön tuotantoa on poistunut ja poistumassa Helsingistä merkittävästi, eikä kyselyitä uusille suuren mittakaavan sähkön tuotantolaitoksille ole juurikaan ollut. Salmisaaren ja Hanasaaren voimalaitosten sulkemisen myötä eteläisessä Helsingissä, eli siirtorajapintojen 2 ja 3 sisällä on siirron kannalta useita satoja megawatteja vapaata kapasiteettia sähkön tuotannolle. Uusien, suurikokoisten sähkön tuotantolaitosten osalta pitää kuitenkin tarkastella myös vaikutukset oikosulkuvirtoihin. Vuosaaren alueelle on jäämässä edelleen suuri määrä sähkön tuotantoa, eikä sinne voi tällä hetkellä merkittävästi lisätä sähkön tuotantoa.

Kuvassa 20 on esitetty jakeluverkon (keski- ja pienjännite) vapaa kapasiteetti sähköasemien syöttöalueittain. Vapaa kapasiteetti kuvaa sähköaseman syöttöaluekohtaista vapaata kapasiteettia, jossa on

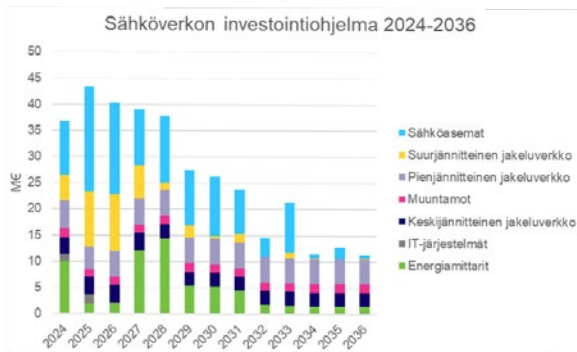
huomioitu jakelualueen toteutunut huippukuormitus viimeisen 12 kuukauden ajalta sekä arvioitu päämuuntajakapasiteeteista kokonaisuus, joka voidaan korvata vikatilanteissa käyttövarmuusperiaatteiden mukaisesti. Tämän kokonaisuuden on arvioitu olevan keskimäärin 60 % sähköasemien päämuuntajakapasiteeteista, jos asemalla on enemmän kuin yksi päämuuntaja. Jos kaikki sähköasemat olisivat 100 %:n kuormassa, naapuriasemat ja saman sähköaseman muut päämuuntajat eivät pystyisi syöttämään keskeytynyttä kuormaa riittävän kauan aiheuttaen mahdollisia sähkön laatuongelmia. Yleisesti voidaan todeta, että Helsingin jakeluverkossa on hyvin vapaata kapasiteettia sähköverkossa. Luonnollisesti edellä kuvattu suurjännitteisen jakeluverkon vapaa kapasiteetti aiheuttaa rajoitteita jakeluverkon lisäkuormille. Sähkön hajautettua pientuotantoa on jakeluverkkoon liitettävissä koko verkkoalueella..

Jakeluverkon kapasiteetikartta



Kuva 20 – Jakeluverkon vapaa kapasiteetti sähköasemien syöttöalueittain.

4.8. Sähköverkkotoiminnan valvontamenetelmämuutosten vaikutukset Helen Sähköverkon investointiohjelmaan 2024–2036



Kuva 21 - Helen Sähköverkon uusiin valvontamenetelmiin sopeutettu rahoitusrajoitteinen nykyinvestointiohjelma vuosille 2024–2036

Sähköverkkotoiminnan verkkopalveluhinnoittelu on tiukasti säänneltyä Energiaviraston toimesta ja sääntely perustuu mm. sähkömarkkinalainsäädäntöön. Energiavirasto määrittää sähköverkkotoiminnan valvontamenetelmät vahvistuspäätöksessä, jossa vahvistetaan menetelmät verkonhaltijan verkkotoiminnan tuoton ja siirtopalveluista perittävien maksujen määrittämiseksi (mm. sitoutuneen pääoman arvostusperusteet, sitoutuneelle pääomalle hyväksyttävän tuoton määrittämistapa sekä erilaiset verkkotoiminnan kannustimet.) Menetelmien perusteella lasketaan verkkoyhtiön sallittu vuotuinen liikevaihto, jota valvotaan neljän vuoden pituisissa valvontajaksoissa. Vahvistuspäätös on voimassa kahdeksan vuotta eli kaksi neljän vuoden pituista valvontajaksoa ja valvontajakson päätyttyä virasto antaa jokaiselle verkkoyhtiölle valvontapäätöksen, jossa määritetään, onko verkkoyhtiön hinnoittelu ollut jakson aikana säännösten ja määräysten mukaista. Mahdollisesti liikaa peritty maksu (eli ylijäämä) tulee palauttaa asiakkaille seuraavan jakson aikana alemmina hintoina ja vastaavasti mahdollinen alijäämä on mahdollista periä asiakailta takautuvasti seuraavien jaksojen aikana korkeampina hintoina.

Investointien rahoitus

Sähkön jakeluverkkotoiminnan valvontamenetelmät kuudennelle ja seitsemännelle valvontajaksonalle eli vuosille 2024–2031 vahvistettiin vuoden

2023 lopussa. [Vahvistetut valvontamenetelmät](#) sisältävät aikaisempiin sovellettuihin valvontamenetelmiin verrattuna merkittäviä muutoksia. Nämä menetelmämuutokset heikentävät erityisesti pitkällä aikavälillä Helen Sähköverkon investointien kannattavuutta ja alentavat sallittua liikevaihtoa voimakkaasti. Helen Sähköverkon on sopeutettava taloutensa valvontamallin määrittämiin rajoihin. Jotta toiminnan rahoittaminen olisi kestäväällä pohjalla, on investointien ja toiminnan kokonaisuudessaan oltava kannattavaa. Ilman merkittäviä muutoksia investointiohjelmaan Helen Sähköverkon talous ei ole kestävä.

Valvontamenetelmien historiallisen suuret heikennykset tapahtuvat tilanteessa, jossa puhtaan siirtymän ja lämmityksen sähköistyminen Helsingissä aiheuttavat merkittävät lisäinvestointitarpeet erityisesti suurjännitteiseen jakeluverkkoon tulevana vuosina. Nämä lisäinvestointitarpeet eivät näkyneet täysimääräisesti edellisissä vuonna 2022 toimitetuissa sähköverkon kehittämissuunnitelmissa, sillä vuoden 2022 kehittämissuunnitelmien toimittamisen jälkeen sähköverkon investointitarpeet puhtaan siirtymän mahdollistamiseksi ovat kasvaneet entisestään Helsingissä. Helen Sähköverkon näkemyksen mukaan valvontamenetelmien ennennäkemätön kiristäminen tilanteessa, jossa investointitarpeet ovat lisääntyneet merkittävästi, on merkittävä riski puhtaan siirtymän edistymiselle sekä Helsingin sähköverkon toimitus- ja huoltovarmuudelle epävakassa maailmantilanteessa. Valvontamallin tulisi edistää vihreää siirtymää ja samalla kannustaa sähköverkkojen rakentamisessa ja ylläpidossa vastuullisuuteen ja päästöjen vähentämiseen.

Sähköverkkojen valvontamenetelmämuutoksilla on merkittävät vaikutukset sähköverkkoinvestointien kannattavuuteen, jonka takia Helen Sähköverkko on taloudellisista syistä pakotettu sopeuttamaan investointiohjelmaansa. Investointiohjelman sopeuttaminen tarkoittaa käytännössä sitä, että sähköverkon investointiohjelman korvausinvestointeja on tulevana vuosina leikattu ja siirretty eteenpäin tulevaisuuteen, mikä tulee luonnollisesti kasvattamaan sähköverkon korjausvelkaa. Korjausvelan kasvaminen tulee vaikuttamaan negatiivisesti Helsingin sähköjakelun toimitus- ja huoltovarmuuden tulevaisuudessa, jossa sähköjakelun huoltovarmuuden merkitys tulee kasvamaan merkittävästi entisestään esimerkiksi lämmityksen sähköistyessä. Tämä kehitys ei luonnollisestikaan voi jatkua pitkään

ja valvontamallia olisi muutettava, jotta verkkoyhtiöllä olisi toimintaedellytykset toteuttaa niiden kaikkia lakisääteisiä velvollisuuksia niin uuden kuluksen verkkoon liittämisen kuin sähköverkon ylläpidon osalta.

Investointiohjelman muutokset 2024–2036

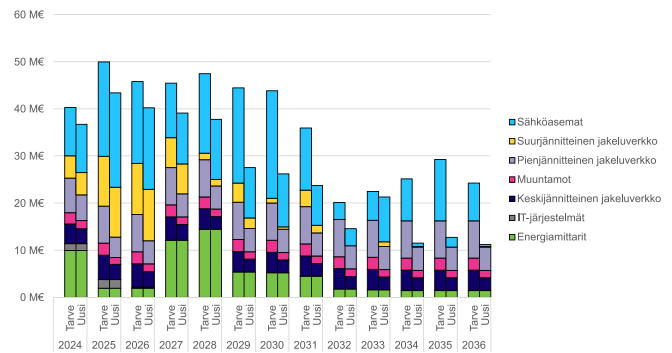
Helen Sähköverkko on mallintanut sähköverkkonsa tilan ja kunnon kehittymistä kahden investointiskenaarion avulla:

1. Tarve eli tarveperusteinen investointiohjelma
2. Uusi eli uusiin menetelmiin sopeutettu rahoitusrajoitteinen nykyinvestointiohjelma

Ensimmäisessä, tarveperusteisessa investointiohjelmaskenaariossa sähköverkon kehittymistä on mallinnettu investointiohjelmalla, joka sisältää sähköverkon teknistaloudellisen ylläpidon kannalta tarpeelliset investoinnit pitkällä aikavälillä. Tässä skenaariossa investointiohjelma on suunniteltu toteutettavan siten, että toteutamme vihreän siirtymän edellyttämät investoinnit ja samalla pidämme yllä korkeaa toimitus- ja huoltovarmuutta riittävällä ylläpitoinvestointien määrällä.

Toisessa, uusiin menetelmiin sopeutetussa investointiohjelmassa (eli ohjelmassa, johon nykyinen sähköverkon kehittämissuunnitelma pohjautuu) on mallinnettu investointiohjelma, joka sisältää uusien valvontamenetelmien taloudellisesti mahdollistamat investoinnit eli ne investoinnit, jotka Helen Sähköverkko pystyy toteuttamaan uusien vahvistettujen valvontamenetelmien puitteissa huomioiden sen, että sähköverkon investointiohjelman investointitarpeet ovat lämmityksen sähköistymisen myötä kasvaneet merkittävästi viimeisenä muutama vuotena. Käytännössä muutos investointiohjelmassa näkyy siten, että sähköverkon korvausinvestointien määrää on jouduttu rajusti supistamaan ja siirtämään tulevaisuuteen eli tällä jaksolla syntyy korjausvelkaa.

Tarveperusteinen vs. uusi rahoitusrajoitteinen investointiohjelma 2024–2036

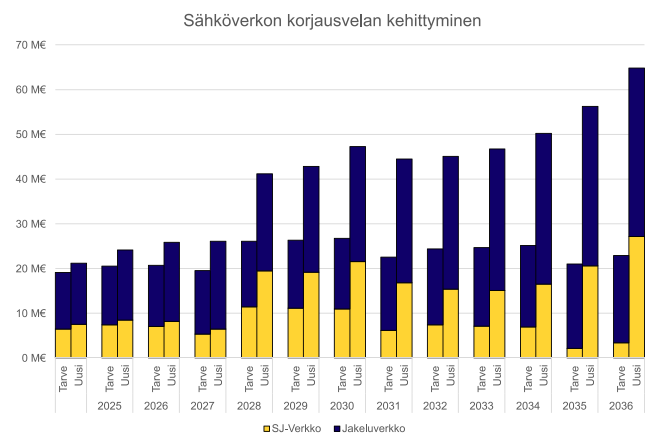


Kuva 22 - Tarveperusteinen investointiohjelma ja uusien valvontamenetelmien mahdollistama investointiohjelma

Kuvassa 22 on esitetty tarveperusteisen investointiohjelman (Tarve) sekä uusien valvontamenetelmien mahdollistaman investointiohjelman (Uusi) eli nykyisen investointiohjelman erot. Energiamittareiden uusintaan ja mm. verkonhallintaan liittyvät IT-järjestelmäinvestoinnit säilyvät ennallaan, mutta suurjännitteisen jakeluverkon ja jakeluverkon korvausinvestointien määrä on jouduttu leikkaamaan merkittävästi sekä toteutusaikatauluja siirtämään tulevaisuuteen.

Kokonaisinvestointitasoa on uudessa investointiohjelmassa sopeutettu noin 128 M€ aikavälillä 2024–2036. Tästä summasta noin 57 M€ koskee suurjännitteisen jakeluverkon investointeja ja noin 71 M€ jakeluverkon investointeja.

Korjausvelan kehittyminen 2024–2036

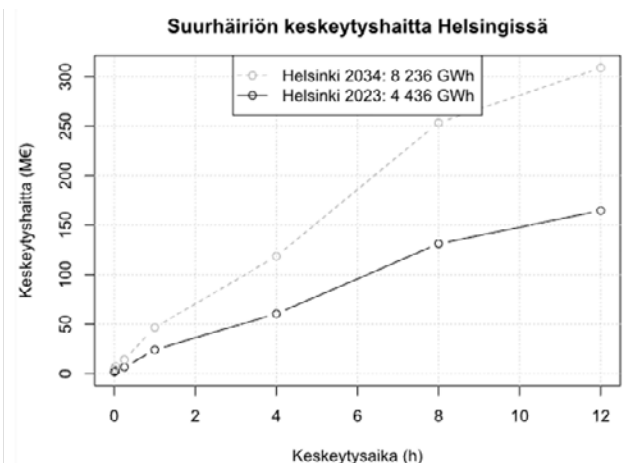


Kuva 23 - Helen Sähköverkon korjausvelan kehittyminen Tarveperusteisessa ja Valvontamenetelmien mahdollistamassa investointiohjelmassa.

Sähköverkon korjausvelan kasvulla on luonnollisesti vaikutuksia toimitus- ja huoltovarmuusriskeihin. Se kasvattaa korjaavan kunnossapidon määrää ja johtaa pitkällä aikavälillä toimitusvarmuuden asteittaiseen heikentymiseen. Kuitenkin lyhyellä tähtäimellä Helen Sähköverkon verkon kunto on hyvä ja riski pitkäkestoisiin suurhäiriöihin pieni, ja pystymme täyttämään jakeluverkkotoiminnalle asetetut laatuvaatimukset. Pitkällä aikavälillä - nykyisen valvontamenetelmän raameissa - tämä tulee koko ajan vaikeammaksi.

Valvontamenetelmän muutenkin ilmeistä korjaustarvetta korostaa se, että sähköverkon toimitus- ja huoltovarmuuden merkitys tulee kasvamaan tulevaisuudessa merkittävästi. Helsingin lämmityksen sähköistyessä ja muun sähköistymiskehityksen myötä lyhyelläkin sähköjakelun keskeytyksellä voi olla merkittävät yhteiskunnalliset vaikutukset. Helen Sähköverkko on analysoinut sähköjakelun keskeytyksien vaikutuksia Helsingissä jo pitkään ja todennut, että Helsingissä sähköjakelun keskeytyksistä aiheutuvat todelliset haitat ovat huomattavasti suurempia kuin valtakunnallisesti arvioituna. Tämä johtuu esimerkiksi siitä, että Helsingissä on huomattavan paljon [valtioneuvoston asetuksen](#) mukaisia kriittisiä sähkökäyttöpaikkoja. Tulevaisuudessa mahdollisista sähköjakelun suurhäiriöistä aiheutuva taloudellinen haitta Helsingissä olisi toteutuessaan suurempi, koska lyhytkin sähköjakelun keskeytys voi aiheuttaa laajalle alueelle katkoksen lämmönjakeluun. Kuvassa 24 on esitetty Helsingin sähköjakelun asiakkaiden kokeman keskeytyshaitan arvon muutos mahdollisessa suurhäiriössä eri kestoajoilla vuonna 2023 ja vuonna 2034.

Vihreän siirtymän perustavoitteen eli hiilineutraaliuden toteutuksen aikaikkuna niin Suomessa kuin Helsingissä on tiukka. Käynnissä olevaa siirtymää emme halua viivästyttää, joten Helen Sähköverkon tuleva investointiohjelma painottuu tämän siirtymän mahdollistamiseen. Erityisesti suurjännitteeseen jakeluverkkoon kohdistuvat investointitasot ovat tulevaisuudessa huomattavasti suurempia kuin yhtiön viime vuosina toteuttamat investoinnit. Investointitasojen merkittävä kasvu johtuu alle kahdessa vuodessa tapahtuneesta gigawattiluokan muutoksesta sähkön siirtotarpeissa. Sähköverkon investointitarpeet ovat siis lisääntyneet merkittävästi samaan aikaan, kun investointiympäristöä on merkittävästi kiristetty. Valvontamenetelmien heikennyksen vuoksi joudumme siirtämään sähköverkon ylläpitoinvestointeja. Lyhyellä aikavälillä tästä aiheutuva toimitusvarmuusriski on hallittavissa, mutta pitkällä aikavälillä valvontamalli ei mahdollista kestävää toimintaa. Helen Sähköverkko yhdessä muiden sähköverkkoyhtiöiden kanssa on hakenut muutosta valvontamenetelmiin, jotta ne mahdollistaisivat tulevaisuudessa sähköverkkojen kannattavan kehittämisen ja ylläpidon tarpeen mukaisessa laajuudessa.



Kuva 24 – Mahdollisen suurhäiriön keskeytyshaitta Helsingissä 2023 vs. 2034

5. Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

5.1. Investoinnit ja kunnossapito verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi kuluvana ja seuraavana vuotena

a. Suurjännitteinen jakeluverkko

- i. Investoinnit 15,3 M€
- ii. Kunnossapito 0,23 M€

b. Sähköasemat

- i. Investoinnit 29,9 M€
- ii. Kunnossapito 2,23 M€

c. Keskijännitteinen jakeluverkko

- i. Investoinnit 3,1 M€
- ii. Kunnossapito 0,03 M€

d. Muuntamot

- i. Investoinnit 1,3 M€
- ii. Kunnossapito 0,19 M€

e. Pienjännitteinen jakeluverkko

- i. Investoinnit 4,0 M€
- ii. Kunnossapito 0,09 M€

5.2. Käyttöpaikat laatuvaatimusten piirissä kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden toteuduttua

a. Asemakaava-alueella

31.12.2025 laatuvaatimusten piirissä on 442 900 käyttöpaikkaa.

b. Asemakaavan ulkopuolella

31.12.2025 laatuvaatimusten piirissä on 1 000 käyttöpaikkaa

5.3. Toimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

Kuluvan ja seuraavan vuoden aikana toimenpiteet kohdistuvat lähes täysin asemakaava-alueen kehittämisvyöhykkeelle.

110 kV verkkoon ja sähköasemiin liittyen tehdään 110 kV kaapelisiirtoja ja 110 kV avojohtojen kaapelointeja kaupungin kehittymiseen liittyen, uudistetaan 110 kV voimajohtoja ja sähköasemien turvajärjestelmiä ja uudistetaan sekä laajennetaan sähköasemia.

Uutta keskijännitekaapeliverkkoa rakennetaan noin 20 km ja vanhaa verkkoa uudistetaan noin 30 km. Uutta pienjännitekaapeliverkkoa rakennetaan noin 70 km ja vanhaa verkkoa uudistetaan noin 90 km. Uusia muuntamoita rakennetaan noin 25 kpl ja vanhoja uudistetaan noin 35 kpl.

Kunnossapidon suunnitelman mukaiset kustannukset muodostuvat lähes kokonaan sähköasemien kiinteistöjen sekä primääri- ja toisiolaitteiden kunnossapidosta. Toiseksi eniten kustannuksia

muodostuu suurjänniteverkkojen kunnossapidosta, kolmanneksi eniten muuntamoiden kunnossapidosta ja loput keski- ja pienjänniteverkkojen kunnossapidoista.

Asemakaava-alueen ulkopuolisella kehittämisvyöhykkeellä suoritetaan jakeluverkon ennakioivaa kunnossapitoa.

5.3.1. Laatuvaatimukset täyttävä sähköjakeluverkko kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen

a) KJ, km

Sähköjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset KJ-verkon osalta täyttää noin 1 710 km 31.12.2025 tilanteessa.

b) PJ, km

Sähköjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset PJ-verkon osalta täyttää noin 4 710 km 31.12.2025 tilanteessa.

5.3.2. Sähköjakeluverkon maakaapelointiaste eri jännitetasoilla kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen

a) KJ

KJ-verkon maakaapelointiaste on 31.12.2025 tilanteessa noin 99,8 %.

b) PJ

PJ-verkon maakaapelointiaste on 31.12.2025 tilanteessa noin 98,5 %.

5.3.3. Suunnitellun yhteisrakentamisen osuus

Suunnitellun yhteisrakentamisen osuus on noin 190 km, joka vastaa noin 90 % kokonaisinvestoinneista.

5.3.4. Yhteisrakentamista edistävät toimenpiteet

Helen Sähköverkko Oy on mukana Helsingin kaupungin Yhteinen kunnallistekninen työmaa-konseptissa, jonka sopimuksen mukaisesti yhdyskuntateknisiä verkkoja rakentavat tahot toimivat yhteistyössä. Osapuolet ylläpitävät yhteisessä Louhipalvelussa tulevia rakennushankkeitaan maantieteellisesti ja ajallisesti rajattuna, jolloin muiden osapuolten on mahdollista sovittaa omia hankkeitaan yhteiseksi työmaaksi. Louhi-palvelussa olevat verkonrakennushankkeet näkyvät samalla myös valtakunnallisessa verkkotietopiste.fi -palvelussa. Louhi-palvelussa julkaistavien investointisuunnitelmien toteutuksen aikajänne vaihtelee noin vuodesta useampaan vuoteen. Louhi-palvelun lisäksi Helen Sähköverkon verkonrakennuskumppani tiedottaa sähköpostitse tulevista investointihankkeista Helsingin kaupungin alueella toimiville infrarakentajille mahdollista yhteisrakentamista varten. Aikajänne näissä hankkeissa toteutukseen on muutamista viikoista muutamaa kuukauteen.

5.3.5. Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi tehtävät merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

Kuluvan ja seuraavan vuoden aikana verkkoon investoidaan 5,5 M€ uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi.

110 kV verkkoon liitetään uusia lämmöntuotantolaitoksia, jotka vaativat sähköasemalla tehtäviä laajennusinvestointeja. Jakeluverkkoon liittyvät uudet kuormat vaativat laajennusinvestointeja keskijännitekaapeliverkkoon ja muuntamoihin eri puolilla kaupunkia.

5.3.6. Joustopalveluiden hyödyntäminen kuluvaan ja seuraavan vuoden aikana

a. Joustopalveluiden hyödyntämisen selvitykset ja pilottihankkeet

Joustoon liittyvissä selvityksissä on haettu joustojen mallintamista sekä tietoa joustavuuden vaikutuksista liittymiin ja edelleen verkon kuormitusasteisiin ja mitoituksiin. Joustojen hyödyntämisen roolitusta eri toimijoiden kesken ja tulevaisuuden mahdollisia joustotuotteita on selvitetty. Kehitystyöllä tavoitellaan nykyisen siirtokapasiteetin tehokkaampaa hyödyntämistä.

Kehitys on kohti joustopalveluja ja joustomarkkinoita. Joustavuus realisoituu seuraavina vuosina erityisesti 110 kV:n suurjännitteisessä jakeluverkossa. Toiminta-alueella muun muassa kaukolämmön sähköistymisessä ja paikallisen ison kokoluokan sähköntuotannon loppuessa sähkön siirto kantaverkosta kasvaa ennennäkemättömällä volyyymilla. Puhtaan siirtymän toteutuksessa aikataulutavoitteet ovat tiukat ja haluamme mahdollistaa asiakkaidemme mahdollisimman nopean verkkoon liittämisen aikataulun. Haemme yhteisesti ratkaisuja mahdollisiin, ajallisesti rajallisen kestosiin verkon erikoistilanteisiin, joissa asiakkaat tehorajoitustilanteissa joustavat. Tällä toimintatavalla voidaan nopeuttaa asiakkaiden verkkoon liittämistä. Kehitystyössä koordinoitiin kantaverkkoyhtiön, jakeluverkko-yhtiön sekä asiakkaiden välillä on erityisen tärkeää. Tämän tyyppinen tehon rajoittamisen/joustavuuden tarve on realisoitunut erittäin nopeasti. Yhtiössämme kehitetään lyhyen aikajänteen sähkön käytön ennustamista yhdistettynä jatkuvaan tehojakolaskentaan, päivitetään verkonosien kuormitettavuusrajat, tunnistetaan verkon tehorajoitustilanteet ja joustotarpeet sekä kehitetään yhteistyötä verkko-yhtiön, kantaverkkoyhtiön ja asiakkaiden kesken tehon rajoitustilanteiden onnistuneeksi hoitamiseksi. Akuutit toimet on toteutettava heti. Pitämällä aikajänteellä ratkaisu voi olla kansallinen, kaupallinen joustomarkkinatoiminta. Tällaista markkinapaikkaa ei Suomessa vielä ole. Markkinapaikan kautta sekä kanta- että jakeluverkko-yhtiöt ostaisivat tehorajoitusta tarvitessaan asiakkaiden joustokapasiteettia. Hanke ”Markkina sähköverkkojen joustolle” ”Market for network congestion management” on valmistelussa. Siinä testattaisiin kaupallisen markkinapaikan toiminnallisuuksia kanta- ja jakeluverkkojen pullonkaulatilanteissa. Saatujen

kokemusten kautta hankkeessa tähdätään kansalliseen joustomarkkinatoimintaan.

Selvitämme sähkön käytön hintajoustoa. Sähköenergian hintojen voimakas vaihtelu realisoitui vuoden 2022 syksyllä ja on jatkunut. Osa asiakkaista reagoi hintamuutoksiin muuttamalla sähkön käyttöönsä spot-energiainfojen mukaan lisäämällä sähkön käyttöä halvemmilla tunneilla ja vähentämällä sähkön käyttöä kalliimmilla spot-energiainfojen tunneilla. Asiakkailta on joustokykyä sähköenergian hintaan reagoiden. Sähkönjakeluverkossa reagoitiin spot-energiainfoihin tarkoittaa sähkönkäytön samanaikaisuuden voimistumista ja perinteistä sähkön käytön luonnollisen eriaikaisuuden (kuormien risteily) heikentymistä. Verkossa tämä näkyy verkon kuormitusten kasvuna ja edelleen joissakin tapauksissa asiakasliittymän tai verkon ylikuormittumisena. Lähtökohtaisesti verkkoyhtiö hakee joustoilla työkalua kuormitusten hallintaan, mutta toisaalla syntyy sähkön käytön muutosta, joka aiheuttaa sähkön käytön samanaikaisuudella uusia kuormitushuippuja. Yleisesti joustavuuden määrästä tarvitaan lisätietoa joustopalveluiden kehitystarpeita varten. Joustavuuden tehomäärän arviointiin saadaan lisäselvitystä taustaselvityksissä. Helen Sähköverkko osallistuu aktiivisesti Sähkötutkimuspoolin kautta LUT-yliopiston syksyllä 2023 alkaneeseen hankkeeseen, jossa analysoidaan pienjänniteasiakkaisiin rajautuen sähkömarkkinan hintavolatiliteetin vaikutuksia sähkön kulutusjoustooson sekä edelleen sähkönjakelujärjestelmään. Tuloksia tästä hankkeesta saadaan loppuvuonna 2024. Samaa aihepiiriä tarkastellaan Helen Sähköverkossa omana selvityksenä suurjänniteasiakkaiden osalta vuoden 2024 aikana. Sähkötutkimuspoolin kautta yhtiö on mukana vuoden 2024 alkupuolella hankkeessa ”Kansallisen kuormitusohjausrajapinnan kaupallistaminen”. Tämä hanke tukee mahdollisten joustopalvelujen kokonaisuudessa kysymystä, millainen yhteisesti määritetty rajapinta asiakkaiden joustoresurssiin tulisi olla.

Tällä hetkellä Helen Sähköverkolla ei ole käytössä eikä markkinoilla ole saatavilla joustopalveluita, joista voitaisiin esittää kustannus- tai kannattavuuslaskelmia.

6. Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana

6.1. Investoinnit ja kunnossapito verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi kahtena edellisenä vuotena

a. Suurjännitteinen jakeluverkko

- i. Investoinnit 2,3 M€
- ii. Kunnossapito 0,07 M€

b. Sähköasemat

- i. Investoinnit 6,7 M€
- ii. Kunnossapito 2,9 M€

c. Keskijännitteinen jakeluverkko

- i. Investoinnit 7,6 M€
- ii. Kunnossapito 0,02 M€

d. Muuntamot

- i. Investoinnit 3,2 M€
- ii. Kunnossapito 0,32 M€

e. Pienjännitteinen jakeluverkko

- i. Investoinnit 13,7 M€
- ii. Kunnossapito 0,07 M€

6.2. Käyttöpaikat laatuvaatimusten piirissä kahden edellisen vuoden toimenpiteiden jälkeen

a. Asemakaava-alueella

Asemakaava-alueella on käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä 428 873 kpl 31.12.2023 tilanteessa.

b. Asemakaavan ulkopuolella

Asemakaavan ulkopuolella on käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä 959 kpl 31.12.2023 tilanteessa.

6.3. Toimenpiteet edellisen kahden vuoden aikana

Kahden edellisen vuoden aikana toimenpiteistä noin 99 % tehtiin asemakaava-alueen kehittämisvyöhykkeellä ja noin 1 % asemakaava-alueen ulkopuolisella kehittämisvyöhykkeellä.

Asemakaava-alueen kehittämisvyöhykkeellä 110 kV verkkoon ja sähköasemiin liittyen tehtiin sähköasemien suojausjärjestelmien uusintoja, 110 kV kaapelisiirtoja kaupungin kehittymisen takia, sähköasemien uudistamisia ja rakennettiin uutta sähköasemaa.

Asemakaava-alueen kehittämisvyöhykkeellä uutta keskijännitekaapeliverkkoa rakennettiin 19 km ja vanhaa verkkoa uudistettiin 47 km. Uutta pienjännitekaapeliverkkoa rakennettiin 70 km ja vanhaa verkkoa uudistettiin 150 km. Uusia muuntamoita rakennettiin 16 kpl ja vanhoja uudistettiin 55 kpl.

Asemakaava-alueen kehittämisvyöhykkeellä kunnossapidon suunnitelman mukaiset kustannukset muodostuivat lähes kokonaan sähköasemien kiinteistöjen sekä primääri- ja toisilaitteiden kunnossapidosta. Toiseksi eniten kustannuksia muodostui muuntamoiden kunnossapidosta ja loput suur-, keski- ja pienjänniteverkkojen kunnossapidosta.

Asemakaava-alueen ulkopuolisella kehittämisvyöhykkeellä vanhaa keskijännitekaapeliverkkoa uudistettiin 1 km ja vanhaa pienjännitekaapeliverkkoa uudistettiin 3 km. Vanhoja muuntamoita uusittiin 1 kpl. Kunnossapitotöinä suoritettiin ilmajohtoverkkojen huoltoa.

6.3.1. Laatuvaatimukset täyttävä sähköjakeluverkko kahden edellisen vuoden toimenpiteiden jälkeen

a. KJ, km

KJ-verkosta sähköjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset täyttävät noin 1 695 km.

b. PJ, km

PJ-verkosta sähköjakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset täyttävät noin 4 651 km.

6.3.2. Yhteisrakentamisen hyödyntäminen

Yhteisrakentamista hyödynnettiin investoinneissa noin 220 km matkalla, joka vastaa noin 70 % kokonaisinvestoinneista.

6.3.3. Uuden tuotannon ja uusien kuormien liittäminen tehty merkittävät jakeluverkkoinvestoinnit edellisen kahden vuoden aikana

Kahden edellisen vuoden aikana verkkoon investoitiin 3,5 M€ uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi.

Suurjänniteverkossa uusien kaukolämmöntuotantoratkaisujen ja meriliikenteen maasähköliityntöjen vuoksi on rakennettu uutta sähköasemaa sekä muutettu nykyisiä tuotannon käytössä olleita liittymiä kulutuksen käyttöön.

Jakeluverkkoon liitetyt uudet kuormat vaativat laajennusinvestointeja keskijännitekaapeliverkkoon ja muuntamoihin eri puolilla kaupunkia.

6.4. Joustopalveluiden hyödyntäminen kahden edellisen vuoden aikana

a. Joustopalveluiden hyödyntämisestä tehdyt selvitykset ja pilottihankkeet

Joustopalvelujen hyödyntämisen selvityksissä ja pilottihankkeissa on vuosina 2022 ja 2023 pääpaino ollut joustojen sähköteknisissä tarkasteluissa sekä asiakkaan että verkkoyhtiön kannalta. Seuraavassa maininnat Helen Sähköverkon tekemistä tai osallistumista joustohankkeista ja selvityksistä. Joustavuuden lisääminen

Sähkötutkimuspoolin kautta Helen Sähköverkko osallistui Enerimin toteuttamaan joustohankkeeseen (10/2021–4/2022), jossa määritettiin huipunleikkauksen markkinapohjainen joustotuote ja sen vaatimuksia tuotteen mittauksiin, todentamisiin, tiedonvaihtoihin ja tietoaalustoihin. Niin ikään Sähkötutkimuspoolin kautta yhtiö on mukana LUT-yliopiston syksyllä 2023 alkaneessa hankkeessa, jossa analysoidaan sähkömarkkinan hintavolatiliiteetin vaikutuksia sähkön kulutusjoustoön pienjänniteasiakkaiden osalta sekä vaikutuksia sähkönjakelujärjestelmään. Tuloksia tästä hankkeesta saadaan loppuvuonna 2024.

Helen Sähköverkolla on joustopilottina toimistokiinteistökohteen smart grid (akku, sähköautolataus, aurinkotuotanto), jossa on testattu kyseisen joustokokonaisuuden teknisiä monitoiminnallisuuksia (joustot, huipunleikkaus, loisteho, omakäyttö, taajuusmarkkinatoiminta). Tässä energiayhteisöä mallintavassa kokonaisuudessa jouston potentiaalista hyötyä jakavat eri toimijat (verkkoyhtiö, kiinteistönomistaja, kiinteistön vuokralainen, taajuusmarkkinatoimija). Verkkoyhtiön osalta kiinnostus on erityisesti liittymien ja edelleen jakeluverkon mitoittamisen hallinta.

Sähköautojen lataamiseen liittyen yhtiössä toteutettiin vuoden 2022 syksyllä kattava asiakaskysely sähköautojen lataamisen jouston selvittämiseksi ja asiakasymmärryksen syventämiseksi tavoitteena ohjata lataustapahtumaa (ajoitus ja lataamisen tehotarve) hyödyttäen sekä asiakasta että verkkoyhtiötä. Samaa aihekokonaisuutta käsiteltiin toiselta suunnalta pienasiakkaiden tariffikehittämisen analyysillä.

6.5. Toteuma edelliseen kehittämissuunnitelmaan verrattuna

Sähköasemien ja 110 kV verkon toteutuneet investointikustannukset ovat jääneet vuoden 2022 kehittämissuunnitelmassa esitettyjä kustannuksia pienemmiksi, koska hankkeiden aikataulut ovat viivästyneet ja tarkentuneet. Muilta osin vuoden 2022 kehittämissuunnitelmassa esitetyt investoinnit ovat toteutuneet suunnitellusti.

Kahden edellisen vuoden aikana sähköasemien kunnossapito on toteutunut vuoden 2022 kehittämissuunnitelmaa suurempana.

Laatuvaatimukset täyttävä KJ-verkko on vuoden 2022 kehittämissuunnitelmassa esitettyä suurempi, koska Helsingin edustan merikaapeliverkkoa siirtyi Helen Sähköverkon omistukseen vuonna 2023. Muilta osin laatuvaatimukset täyttävän verkon ja käyttöpaikkojen rakentuminen on määrällisesti toteutunut suunnitellusti.



www.helensahkoverkko.fi