

SOPIMUS VIHDIINTIEN JA HUOPALAHDENTIEN BULEVARDIKAUPUNGIN SÄHKÖSIIRTORATKAISUN SUUNNITTELUVAIHEEN YHTEISTYÖSTÄ JA KUSTANNUSTEN KORVAUSPERIAATTEISTA

1. Osapuolet

Helsingin kaupunki
(Y-tunnus 0201256-6)
Kaupunkiympäristön toimiala
Maaomaisuuden kehittäminen ja tontit -palvelu
PL 2214, 00099 Helsingin kaupunki

Helen Sähköverkko Oy (jäljempänä HSV)
(Y-tunnus 2035428-7)
00090 Helen

Fingrid Oyj (jäljempänä Fingrid)
(Y-tunnus 1072894-3)
PL 530, 00101 Helsinki

HSV ja Fingrid yhdessä Verkkoyhtiöt.

2. Sopimuksen tausta ja tavoitteet

Kaupunki suunnittelee Vihdintien ja Huopalahdentien ympärille urbaania kaupunkia (Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupunki, jäljempänä Bulevardikaupunki) osaksi Haagaa, Munkkiniemeä ja Pitäjänmäkeä. Lisäksi suunnitelmissa on kaupunkirakenteen kehittäminen Tuusulanbulevardin ympäristössä.

Bulevardikaupungin kaupunkirakentaminen edellyttää alueella sijaitsevien suurjännitteisten ilmajohtojen ja sähköasematoiminnon siirtämistä sekä uuden Bulevardikadun rakentamista Vihdintien ja Huopalahdentien katualueelle (jäljempänä Bulevardikatu). Ilmajohtojen siirtäminen maanalaisiksi kaapelijohdoiksi pienentää bulevardikaupungin alueella sijaitsevien sähkönsiirtoyhteyksien siirtokykyä. Samanaikaisesti hiilineutraaliustavoitteen toteuttamisen mahdollistamiseksi on Helsingin alueen sähkönsiirtojärjestelmän siirtokykyä kasvatettava. Kaupunkirakentamisen vuoksi menetettävä siirtokapasiteetti on korvattava muualla kaupungin alueelle rakennettavalla uudella sähkönsiirtokapasiteetilla.

Osapuolet ovat 3.9.2018 allekirjoittaneet Yhteistyösopimuksen, jonka puitteissa on selvitetty Bulevardikaupungin sähkönsiirtoverkon muutosten edellyttämä tekninen kokonaisratkaisu, sen reunaehdot ja toteuttamisedellytykset (Selvitysraportti on tämän sopimuksen liitteenä 1). Tällä sopimuksella (jäljempänä Sopimus) jatketaan selvitysraportissa kuvatun ratkaisun pohjalta tarvittavan infrastruktuuriratkaisun valmistelua, millä mahdollistetaan maa-alan vapauttaminen Bulevardikaupungin rakentamiseen, turvataan hiilineutraaliustavoitteiden mukaisen sähkönsiirtoverkon kehittämisedellytykset, ja jolla parannetaan kaupunkiympäristöä tuoden samalla taloudellista hyötyä kaikille Osapuolille.

Tällä sopimuksella varmistetaan, että hankkeet, joilla kaikkien Osapuolien tarpeet tulevat täytetyiksi, tulevat valmistelluiksi yhtenä kokonaisuutena. Tavoitteena on myös toteuttaa nämä hankkeet yhtenä investointiohjelmakokonaisuutena suunnitelmallisessa järjestyksessä ja aikataulussa. Sopimus käsittää kokonaisuuden, joka jakaantuu peräkkäisinä ja rinnakkaisina toteutettaviin osahankkeisiin.

Tällä Sopimuksella sovitaan hankkeiden päätöksentekovalmiuden luomisesta ja niiden toteutuksen ja kustannusten korvaamisen periaatteista. Päätökset hankkeista tekee kukin Osapuoli myöhemmin erikseen.

Seuraavassa vaiheessa osahankkeet toteutetaan valmisteltavissa toteuttamissopimuksissa sovittavalla tavalla.

3. Sopimusalue

Sopimusalue käsittää Bulevardikaupungin kaavarungon mukaisen alueen, tämän alueen ulkopuoliset sähköasematontit sekä näiden alueiden väliset sähkönsiirtoverkon muutoksia vaativat yhteysvälit. Lisäksi sopimusalueeseen sisältyy Viikinmäen sähköasematontti sekä 400 kV maakaapelin reittivaihtoehdot Viikinmäestä Länsisalmeen. Sopimusalue on esitetty liitteenä 2 olevassa kartassa.

Sopimusalueella kaupungin maankäytönmuutostarve kohdistuu seuraaviin osa-alueisiin

- Pitäjänmäen sähköasematoiminnon siirto
- Osittaiskaapelointi Pitäjänmäen sähköasema – Kannelmäki
- Osittaiskaapelointi Pitäjänmäen sähköasema – Meilahti
- Pitäjänmäki – Viikinmäki johdon liittäminen uuteen Pitäjänmäen sähköasemaan

Sopimuksen puitteissa kaupunki ja HSV käynnistävät lisäksi suunnittelun Tuusulan bulevardiin liittyvän ilmajohdon osittaiskaapeloinnista Viikinmäki-Pitäjänmäki välillä.

4. Sähkönsiirto- ja ratkaisujen tavoitteet

Osapuolten suunnittelu ja valmistelutoimet perustuvat seuraaville oletuksille:

- Kaupunki asemakaavoittaa Sopimusalueen tarvittavilta osin, laatii tarvittavat katusuunnitelmat ja myötävaikuttaa osaltaan tämän Sopimuksen tavoitteiden toteuttamisessa Sopimusalueella. Asemakaavoituksessa tavoitellaan liitteen 3 kaavoitusaikataulua.
- HSV toteuttaa tarvittavat sähkönsiirtoverkon (keski- ja pienjänniteverkko) siirrot Sopimusalueella tarvittavassa aikataulussa.
- Fingrid rakentaa 400 kV kaapeliyhteyden Länsisalmesta Viikinmäkeen sekä Viikinmäen muuntoaseman käyttövalmiiksi 2026 loppuun mennessä.
- HSV siirtää Pitäjänmäen sähköasematoiminnon kaavassa varattavalle uudelle sijoituspaikalle rakennettavalle uudelle sähköasemalle. Sähköasematoiminto on mahdollista siirtää, kun Pitäjänmäen asemalta lähtevien 110 kV johtojen kaapeloinnin edellytykset on varmistettu.
- HSV kaapeloi osittain tai kokonaan maakaapeli-asennuksena Pitäjänmäeltä pohjoiseen (Kannelmäkeen) ja etelään (Meilahteen) johtavat 110 kV avojohtoyhteydet, siirtää Pitäjänmäeltä itään (Viikinmäkeen) johtavan avojohdon uudelle sähköasemalle sekä toteuttaa näiden järjestelyjen edellyttämät muutokset muualla sähkönsiirtoverkossa. Järjestelyt rakentuvat lopullisesti valmiiksi Pitäjänmäen uuden sähköaseman valmistumisen jälkeen. Tavoitteena on, että HSV ja kaupunki toteuttavat kaapeloinnin yhteistyössä Bulevardikadun rakentamisen aikataulussa.
- Pitäjänmäen nykyinen sähköasema ja siihen liittyvät 110 kV avojohdot on oltava keskeytymättä käytössä aina siihen saakka kunnes uusi Pitäjänmäen sähköasema ja siihen liittyvät kaapelit ja muut johdot ovat kokonaisuudessaan käyttöön otettuina. HSV purkaa Vihdintien ja Huopalahdentien Bulevardikaupungin alueelta 110 kV avojohdot ja nykyisen Pitäjänmäen sähköaseman Pitäjänmäen uuden sähköaseman ja uusien johtoyhteyksien käyttöönoton jälkeen.
- Tavoitteena on aloittaa 110 kV avojohtojen kaapelointityö vuonna 2025 Bulevardikadun rakentamisen aikataulussa. Pitäjänmäen sähköaseman siirto aloitetaan, kun siirrolle on kaavalliset ja suunnitelmalliset valmiudet olemassa. Tavoitteena on saattaa avojohtojen kaapelointi ja sähköasematoimintojen siirto valmiiksi liitteen 3 aikataulukaaavion mukaisesti, valmistumisajankohta täsmentyy alueen kaavoituksen ja suunnittelun edetessä aikavälille 2027-2029. Lisäksi Pitäjänmäeltä etelään suuntautuvan avojohdon maakaapeloinnin toteuttamisedellytykset em. nopeammalla aikataululla selvitetään mahdollisimman pian suunnittelun alkuvaiheessa ja liitteen 3 kokonaisuikataulua päivitetään tarvittaessa Osapuolten yhteisellä päätöksellä.
- HSV ja kaupunki käynnistävät Viikinmäki-Pitäjänmäki avojohtojen osittaisen maakaapeloinnin suunnittelun kaavoituksen aikataulun tarpeiden mukaisesti. Suunnittelun yhteydessä pyritään ratkaisemaan Pitäjänmäki - Viikinmäki – johdon liittämistä Pitäjänmäen uuteen sähköasemaan, jotta uusi asema voidaan rakentaa heti lopullista liittämistäpä käyttäen.

5. Sopimusalueen suunnittelu

Osapuolet suunnittelevat ja päättävät lopullisista teknisistä ratkaisuista investointipäätösvalmiuden edellyttämään tarkkuuteen Sopimusaluetta koskien seuraavasti:

Verkkoyhtiöt

- sähkönsiirtoverkon kokonaiskehityskuva, johon sisältyy Sopimusalueella tehtävät muutokset ja laajennukset
- Viikinmäen sähköaseman yleissuunnitelma mukaan lukien 110 kV liittynät ja kaapelireitit

Fingrid

- 400 kV kaapelin Länsisalmi-Viikinmäki yleissuunnitelma
- 400 kV kaapelireitin käyttöoikeuden lunastussuunnitelma
- Länsisalmen sähköaseman laajennuksen yleissuunnitelma
- Muuntajakuljetuksen reittiselvitys

HSV, omien muutostarpeiden edellyttämä

- Kannelmäen uuden sähköaseman, sähköasematontin ja siihen liittyvien kaapeli- ja johtoreittien yleissuunnittelu
- Meilahden sähköaseman muutosten, sähköasematontin ja siihen liittyvien kaapeli- ja johtoreittien yleissuunnittelu
- 110 kV toteutussuunnitelmat kaapelireitillä, missä Kaupungilla ei ole hanketta

HSV, Kaupungin maankäytön muutostarpeiden edellyttämä

- Pitäjänmäen uuden sähköaseman, sähköasematontin ja siihen liittyvien kaapeli- ja johtoreittien yleissuunnittelu
- 110 kV kaapelin (2 virtapiiriä) Pitäjänmäki – Meilahti yleissuunnitelma (mukaan luettuna siirtymäportaalin suunnittelu tarvittaessa)
- 110 kV kaapelin (2 virtapiiriä) Pitäjänmäki – Kannelmäki yleissuunnitelma (mukaan luettuna siirtymäportaalin suunnittelu tarvittaessa)
- 110 kV kaapelireittien käyttöoikeuden lunastussuunnitelmat
- sähkönjakeluverkon (keski- ja pienjänniteverkot) siirtojen suunnitelmat
- suostumus poistuvien johtoreittien lunastustoimituksen purkuihin
- Viikinmäki-Pitäjänmäki avojohtojen osittaisen maakaapeloinnin tarvitsemat suunnitelmat

Kaupunki, kaikkien Osapuolien tarpeiden edellyttämät

- yleisille alueille tarvittavat yleissuunnitelmat sekä katu- ja puistosuunnitelmat kaupungin maankäytön muutostarpeiden mukaisesti
- 110 kV ja 400 kV kaapelireittien yhteensovittaminen muiden infrasuunnitelmien kanssa ja esittäminen em. suunnitelmissa
- kaupunkirakentamisen ja sähkönsiirtoverkon toteutuksen mahdollistavat hyväksytyt asemakaavaehdotukset
 - Huopalahdentien ja Vihdintien bulevardin asemakaavat
 - Pitäjänmäen uuden sähköasematontin asemakaava
 - Viikinmäen sähköasematontin asemankaavan muutos
- Kannelmäen uuden sähköasematontin asemakaava HSV:n hakemuksen mukaisesti
- hankepäättökseen ja myöhemmin rakentamiseen tarvittavat muut asemakaavat tai asemakaavaluonnokset Verkkoyhtiöiden hakemusten mukaisesti
- antaa suostumuksensa Verkkoyhtiöiden hakemusten mukaisesti 400 kV ja 110 kV johtoreittien käyttöoikeuden lunastuksiin

Lisäksi Osapuolet keskenään yhdessä ja tarvittaessa kolmansien tahojen kanssa käynnistävät seuraavien sopimusten valmistelun

- sopimukset johtojen, siirtymäportaalien ja muiden tarvittavien rakenteiden sijoittamisesta tarvittavine lausuntoineen
- tarvittavat sopimukset olemassa olevien vuokrausten ja lunastusten muutoksista sekä uusien alueiden vuokrauksista
- lopulliset toteutussopimukset

Valmistelu toteutetaan siinä laajuudessa, kuin se on kunkin sopimuksen osalta mahdollista ja tarkoituksenmukaista.

5.1. Suunnittelussa tavoiteltavat aikataulut

Liitteessä 3 on Sopimusalueen suunnittelun ja toteutuksen tavoiteltavat aikataulut, josta ilmenevät myös pääedellytykset osahankkeiden toteuttamiselle.

Osapuolet ovat velvollisia aloittamaan Sopimusalueen suunnittelun välittömästi tämän sopimuksen voimaantulon jälkeen ja toteuttamaan suunnittelun yhteisesti sovittujen aikataulutavoitteiden mukaisesti.

Varsinaisten toteutustöiden aloittamisesta sovitaan erikseen. Osapuolten tavoitteena on, että näistä voidaan sopia viimeistään vuoden 2022 loppuun mennessä.

6. Kustannusten korvausperiaatteet

Kukin Osapuoli vastaa tämän Sopimuksen mukaisista valmistelu- ja yleissuunnitteluvaiheen kustannuksistaan. Osapuolet sitoutuvat ottamaan toistensa edun huomioon kustannuksiin vaikuttavia ratkaisuja tehdessään. Mahdollisista yhteisistä konsulttitöistä sovitaan erikseen.

Jos Osapuolet päättävät edetä tässä Sopimuksessa suunniteltujen toimenpiteiden toteutukseen, Kaupunki korvaa Verkkoyhtiöille kaupungin maankäytön muutostarpeen vuoksi toteutettavien suurjännitteisten johtojen ja asemarakennusten suunnittelusta ja toteuttamisesta sekä maankäytön muutokseen liittyvästä kapasiteetinmenetyksestä ja investointien aikaistuksesta aiheutuneet liitteen 4 periaatteiden mukaiset toteutuneet kustannukset vuosittain toteutumisraportoinnin perusteella. Viivästyskorko on korkolain mukainen. Muussa tapauksessa valmistelu- ja yleissuunnitteluvaiheen kustannukset jäävät edellisessä kohdassa todetun mukaisesti kunkin Osapuolten vastuulle.

Sopimusalueen sähkönsiirtoverkon ja sähköasematoimintojen muutoksista aiheutuvien kustannusten korvausperiaatteet on määritelty liitteessä 4.

7. Yhteistyö ja yhteensovittaminen

Osapuolet perustavat yhteistyöryhmän valvomaan ja varmistamaan Sopimuksen tavoitteiden toteutumista.

Yhteistyöryhmä käsittelee tärkeimmät ja keskeisimmät sopimuksen toteuttamiseen liittyvät asiat. Yhteistyöryhmä perustaa tarvittaessa kutakin suunnittelu- ja rakentamisvaihetta varten muita ohjaus- ja työryhmiä, jotka ohjaavat ja valvovat hankkeen etenemistä sopimuksen mukaisten laatu-, laajuus-, aikataulu- ja kustannustavoitteiden puitteissa ja tekevät kuhunkin vaiheeseen tarvittavia yhteisiä päätöksiä. Ryhmissä sovitaan tarkemmin suunnitelmien ja aikataulujen yhteensovittamisesta sekä päätöksenteko- ja hyväksyttämismenettelyistä ym. toimenpiteistä, joilla varmistetaan hankkeen eteneminen. Ryhmät toimivat yhteistyöryhmän ohjauksessa.

Osapuolet nimeävät kaikkiin suunnittelun vaiheisiin sekä suunnitelmien hyväksymiseen edustajat, joilla on edustus- ja päätösvalta kulloinkin käsiteltävissä asioissa. Suunnitelmien hyväksymisprosessi järjestetään siten, että suunnittelu ja päätöksenteko voivat edetä yhteisesti hyväksytyjen aikataulujen mukaisesti.

Maakaapelointien toteutuksessa tavoitellaan toimintamallina yhteistä kunnallisteknistä työmaata siltä osin kuin se on tarkoituksenmukaista.

Osapuolet toimivat hyvässä yhteistyössä Sopimusalueella toteutettavien sähkösiirtoa ja jakelua koskevien järjestelyjen toteuttamisen edellyttämien suunnitelmien ja maankäyttöjärjestelyjen toteuttamiseksi tässä sopimuksessa kuvatulla tavalla.

8. Sopimuksen olennainen rikkominen

Osapuolilla on oikeus purkaa tämä sopimus, jos toinen Osapuoli olennaisesti rikkoo tätä sopimusta tai tämän sopimuksen nojalla tehtyjen muiden sopimusten ehtoja sopimuskokonaisuus huomioon ottaen ja kirjallisesta muistutuksesta huolimatta ei kohtuullisessa ajassa korjaa rikkomustaan.

9. Sopimuksen ja sen oikeuksien ja velvoitteiden siirtäminen

Osapuolilla ei ole oikeutta siirtää tätä sopimusta kolmannelle ilman muiden Osapuolien kirjallista suostumusta.

10. Erimielisyyksien ratkaiseminen

Tästä sopimuksesta ja/tai sen nojalla tehdyistä sopimuksista aiheutuvat mahdolliset erimielisyydet pyritään ratkaisemaan ensisijaisesti Osapuolten keskinäisillä neuvotteluilla. Mikäli keskinäisillä neuvotteluilla ei saavuteta ratkaisua, riidat ratkaistaan ensimmäisenä asteena Helsingin käräjäoikeudessa.

11. Sopimuksen allekirjoittaminen ja voimassaolo

Tämä sopimus tulee voimaan sen jälkeen, kun Osapuolet ovat sen allekirjoittaneet.

Tämä sopimus on voimassa enintään vuoden 2022 loppuun asti, jonka jälkeen sitä voidaan jatkaa osapuolten yhteisellä päätöksellä.

Tätä sopimusta on tehty kolme (3) samansanaista kappaletta, yksi kullekin Osapuolelle.

Helsingissä nnnkuun xx päivänä 2020

Helsingin kaupunki

Helen Sähköverkko Oy

Fingrid Oyj

LIITTEET

1 Selvitysraportti 25.4.2019

2 Sopimusalue

3 Aikataulu

4 Kustannusten jakoperiaatteet

SELVITYS HELSINGIN ALUEEN SÄHKÖNSIIRTORATKAISUSTA

25.4.2019



Helen Sähköverkko Oy

Fingrid Oyj

Helsingin kaupunki
Kaupunkiympäristön toimiala
Maankäyttö ja kaupunkirakenne

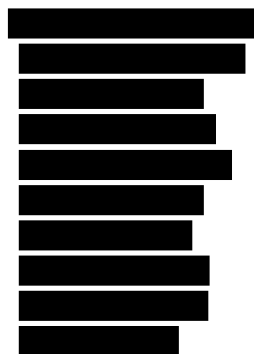
Helen Sähköverkko Oy



Fingrid Oyj



Helsingin kaupunki
Kaupunkiympäristön toimiala
Maankäyttö ja kaupunkirakenne



Helsingin kaupunki,
kaupunginkanslia,
talous- ja suunnitteluosasto



* ohjausryhmä

Etusivun kuvat: vasemmalla Vihdintie Riistavuoren kohdalla etelään päin kuvattuna, oikealla visualisointikilpailun tuottama havainnekuva kaupunkibulevardista (Boulevard of Light © Jukka Koskelainen).

Tiivistelmä

Selvityksen tavoite

Helsingin yleiskaavan mukainen kaupunkirakenteen kehittäminen edellyttää, että suunnittelualueilla sijaitsevien suurjännitteisten ilmajohtojen nykyisin vaatimaa maa-alaa vapautetaan kaupunkirakentamisen tarpeeseen. Tämän selvityksen tavoitteena oli määritellä sähkönsiirtoverkkoratkaisu, joka mahdollistaa erityisesti Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupungin rakentamisen aloittamisen ja toteuttamisen sekä samalla sähkönsiirtojärjestelmän kehittämisen kokonaistaloudellisesti edullisimmalla tavalla.

Lähitulevaisuudessa näköpiirissä oleva 400 kV verkon laajentuminen Helsinkiin vaikuttaa merkittävästi nykyisen 110 kV verkon tehonsiirtotarpeeseen. Tästä syystä tutkittiin olisiko perusteita toteuttaa 400 kV verkon laajentuminen suunniteltua nopeammassa aikataulussa, jotta mahdollistettaisiin 110 kV johtojen järjestelyt sekä koko sähkönsiirtojärjestelmän kehittäminen edullisimmilla ratkaisuilla.

Selvityksessä käytiin läpi suunniteltavien hankkeiden maankäytölliset toteuttamisedellytykset suurjännitteisiä ilmajohtoja koskevien järjestelyjen osalta sekä laadittiin alustavat karkeat kustannusarviot sähkönsiirtoverkon muutoksille. Konkreettisine sähköverkon tarkastelukohteina olivat Pitäjänmäen sähköasema ja siihen liittyvät kolme kaksoisavojohtoyhteyttä (pohjoiseen Kannelmäkeen, itään Viikinmäkeen ja etelään Meilahteen) sekä 400 kV kaapeliyhteys Länsisalmesta Viikinmäkeen ja kantaverkon sähköasematontti Viikinmäessä.

Tavoiteaikatauluna pidettiin vuotta 2025, johon mennessä sähköverkon järjestelyt tulisi olla tehtynä.

Päätulokset

Selvitystä varten päivitettiin sähkönkulutus- ja siirtoennuste. Sen mukaan sähkönsiirtoverkossa on vahvistamistarvetta noin vuonna 2025. Tällöin voidaan nykyiseen 110 kV verkkoon lisätä jonkin verran siirtokapasiteettia kantaverkosta Kannelmäen kautta Pitäjänmäelle johtavalle reitille, mutta nämä järjestelyt jäisivät riittämättömiksi noin vuonna 2035. Tällöin on tarve 400 kV verkon laajentumiselle.

Kun suunnitteilla on 110 kV avojohtoyhteyksien kaapelointi juuri Kannelmäen ja Pitäjänmäen välisellä osuudella, niin yhteyden tehonsiirtokapasiteetin säilyttäminen nykyisellään tai jopa kasvattaminen johtaisi erittäin raskaaseen ja kalliiseen kaapelointiin. Selvityksen perusteella edullisin ratkaisu on toteuttaa nopeutetussa aikataulussa 400 kV kaapeliyhteys Länsisalmesta Viikinmäkeen ja Viikinmäen muuntoaseman rakentaminen. Ratkaisun toteutuessa 110 kV johtojen kaapeloinnit Kannelmäen ja Pitäjänmäen välillä voidaan toteuttaa normaalilla maakaapeli-asennuksella. Ratkaisusta saavutettavat hyödyt saadaan yhdellä Länsisalmen ja Viikinmäen välisellä 400 kV kaapelilla ja yhdellä Viikinmäkeen sijoitettavalla 400/110 kV muuntajalla. 400 kV yhteyden rakentamisella saavutetaan myös parempi valmius vielä täsmennyttömisiin ilmastotavoitteiden toteuttamiseen liittyviin sähkön- ja lämmöntuotannon muutoksiin.

Pitäjänmäeltä itään (Viikinmäkeen) ja etelään (Meilahteen) johtavat 110 kV avojohtoyhteydet voidaan selvityksen mukaan kaapeloida normaalina maakaapeli-asennuksena. Meilahden suunnan osalta tosin joudutaan investoimaan Viikinmäen sähköasemalle sijoitettavaan

tehonjakoa ohjaavaan laitteistoon, jolla saadaan pidettyä Pitäjänmäen ja Meilahden välisen 110 kV kaapelin tehonsiirto hallituissa rajoissa.

Pitäjänmäen sähköasematoiminto on siirrettävä Valimon asemanseudun rakentamisen tieltä toiselle sijaintipaikalle. Kyseessä on eräs Pohjoismaiden suurimmista sähköasemista, joten kustannukset ovat myös korkeat. Sähköasema on mahdollista sijoittaa uudelle ehdotetulle paikalle, kun on varmistettu edellä kuvatulla tavalla eri suuntien 110 kV johtojen kaapelointi normaalein maakaapeliratkaisuin.

Jatkoeteneminen toteutukseen

Tavoiteaikataulu on erittäin haastava, mutta selvityksen mukaiset hankkeet on toteutettavissa vuoteen 2025 mennessä, mikäli päätöksenteko etenee ripeästi. Päätöksentekovalmiuden luominen edellyttää kaikilta osapuolilta jatkotoimien (johtoreittien, sähköasemien layoutien ja katujen suunnittelu huomioiden muu kunnallistekniikka, kaavoitus, tarvittavat viranomaispäätökset, rakennuslupitus) käynnistämistä pikaisesti.

Myös tarvittavia toteutukseen tähtäviä sopimuksia on ryhdyttävä valmistelemaan välittömästi. Sopimuksissa on pyrittävä selkeään kokonaisratkaisuun, jotta synergiahyödyt voidaan saavuttaa. Sopimusten rakenne, aikataulut ja koordinoituvastuu sovitaan erikseen.

SELVITYS HELSINGIN ALUEEN SÄHKÖNSIIRTORATKAISUSTA

1 Tausta ja selvityksen tavoite

Yleiskaavan mukainen kaupungin kehittäminen

Helsinki varautuu tulevaisuudessa nopeaan väestönkasvuun kaupungistumistrendin jatkuessa voimakkaana. Helsingissä ennakoitaan olevan vuonna 2050 noin 860 000 asukasta ja 560 000 työpaikkaa. Asukas- ja työpaikkamäärän kasvu vaatii riittävää ja toteuttamiskelpoista kaavavarantoa. Vuoden 2018 lopussa voimaan tullut Helsingin uusi yleiskaava [1] ohjaa uutta maankäyttöä pitkällä aikavälillä ja luo edellytykset tulevan kasvun mahdollistamiseksi. Yleiskaavan mukaan Helsinki on vuonna 2050 raideliikenteen verkostokaupunki, jolla on vahva, nykyistä laajempi pääkeskus. Täydennysrakentamisen lisäksi kantakaupungin laajentuminen mahdollistetaan muuntamalla moottoritiemäisiä väyliä kaupunkibulevardeiksi, joiden varrelle suunnitellaan tiiviitä kantakaupunkimaisia kortteleita.

Yleiskaavan toteuttamisohjelma (2017) [2] ajoittaa ja ohjelmoi yleiskaavan suurten aluekokonaisuuksien suunnittelujärjestystä ja toteutusta. Toteuttamisohjelman ensimmäisessä vaiheessa vuosina 2018-2030 suunnitellaan ja osin aloitetaan myös rakentamaan muun muassa Vihdintien bulevardi, Tuusulanbulevardi, Malmin lentokentän alue sekä Malmin lentokentän Helsingin keskustaan yhdistävä Viikin-Malmin raitiotie. Uusien bulevardikaupunginosien ja raideyhteyksien toteuttaminen vaatii muutoksia nykyiseen infrastruktuuriin. Suunnittelualueilla sijaitsevien nykyisten suurjännitteisten ilmajohtojen maakaapeloinnilla vapautetaan ilmajohtojen vaatimaa maa-alaa kehittyvän kaupunkirakenteen muuttuneeseen tarpeeseen, millä edesautetaan raideliikenteen verkostokaupungin kehittymistä sekä uusien tiiviiden alueiden rakentamista. Tiivisti rakennetun raideliikenteen verkostokaupungin avulla edistetään Helsingin kaupungin hiilineutraalisuustavoitteita mahdollistamalla kestäviin kulkumuotoihin perustuvien alueiden kehittyminen.

Yleiskaavan toteuttamisen suunnittelu on Helsingin kaupunkistrategian 2017-2021 [3] mukaisesti aloitettu Vihdintien bulevardista. Kaupunkiympäristölautakunta on hyväksynyt Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupungin suunnitteluperiaatteet 5.6.2018 [4]. Vihdintien bulevardin maankäytön suunnittelu Huopalahdentien varrella sekä Vihdintien varrella Kaupintielle asti on käynnissä. Vihdintien bulevardin pikaraitiotie suunnitellaan osana käynnissä olevaa Länsi-Helsingin raitioteiden yleissuunnitelmaa. Myös Tuusulanbulevardin suunnittelu on käynnissä. Kaupunkiympäristölautakunta on hyväksynyt Tuusulanbulevardin suunnitteluperiaatteet 18.12.2018 [5]. Viikin-Malmin raitiotien suunnittelu alkaa vuoden 2019 aikana.

Sähkönsiirtojärjestelmän kehittämistarpeet

Ilmastonmuutoksen torjumiseksi on energia- ja liikennejärjestelmissä käynnissä murros luovuttaessa fossiilisista polttoaineista. Helsingissä mittakaavaltaan merkittäviä muutoksia aiheuttavat liikenteen sähköistyminen (sähköisen joukkoliikenteen lisääntyminen ja henkilöautoliikenteen sähköistyminen) ja muutokset sähköä ja lämpöä tuottavissa voimalaitoksissa. Ensin mainittu tarkoittaa uutta sähkönkäytön sovellusta ja siten lisääntyvää sähkön käyttöä. Jälkimmäinen tarkoittaa merkittävää muutosta sähkön ja lämmön tuotantomuodoissa. Jatkossa lämmöntuotanto pohjautuu osaltaan enemmän sähköön (lämpöpumput, mahdollisesti sähkökattilat). Helenin kehitysohjelmassa [6] on kuvattu toimenpiteitä tuotannon muutosten toteuttamiseksi. Vireillä oleva kivihiilen polttokiello aiheuttaa – riippuen toteutuksen reunaehdoista ja aikataulusta – lisää vastaavia muutoksia. Sähkön tuotanto suuressa mittakaavassa tapahtuu jatkossa enenevästi alueilla, jossa uusiutuva ja/tai päästötön

primäärienergia (esim. tuuli ja aurinko) on parhaiten hyödynnettävissä. Sähkönsiirtojärjestelmällä – kantaverkko, suurjännitteiset jakeluverkot – mahdollistetaan tuotannon tehokas siirtäminen kulutuskohteisiin.

Edellä mainituilla muutoksilla on merkittävä vaikutus Helsingin alueen sähkönsiirtotarpeisiin ja tarvittavaan sähkönsiirtoinfrastruktuuriin. Siirtotarve nykyisistä kantaverkon liittymispisteistä Kehä III:lta kohti Helsinginniemeä kasvaa kaupungin kasvun, liikenteen sähköistymisen, sähköntuotannon poistumisen ja lämmöntuotannon muutosten myötä. Vaikutukset ovat jo tehtyjen päätösten valossa merkittävät, mutta riippuvat lisäksi tulevista poliittikap päätöksistä.

Yhteiskunta on ollut jo pitkään vahvasti riippuvainen sähköstä. Joukko- ja henkilöliikenteen ja lämmöntuotannon enenevän sähköistymisen ja samalla syventyvän digitalisaation myötä yhteiskunnan toiminta lamautuu entistä herkemmin, laajemmin ja nopeammin sähkön saannin loppuessa. Sähkön saatavuuteen liittyvä kriittinen siirto- ja jakeluinfrastruktuuri on olennainen osa toimivaa kaupunkia, voidaan oikeastaan puhua yhteiskunnan peruspalvelusta. Sähkönsiirtojärjestelmän toimintavarmuutta ei voida tehtävissä muutoksissa heikentää, pikemminkin päinvastoin, tulevaisuudessa tarvitaan entistä varmempaa sähkönsiirtoa.

Selvityksen tavoite

Tulevaisuuden kehityskuvassa yhdistyvät kaupungin tiivistyminen ja sähkön siirtotarpeen kasvu. Nykyisten voimajohtojen käytössä olevien alueiden vapauttaminen rakentamiseen tarkoittaa useissa tapauksissa 110 kV avojohtojen kaapelointia. Suurjännitteisen jakeluverkon laajamittainen kaapelointi vaatii Helsingin alueen yhteen kytketyn sähkönsiirtojärjestelmän tarkastelua kokonaisuutena. Maakaapeleilla toteutettavan sähkönsiirtoverkon optimaalinen rakenne ja teknis-taloudelliset mitoitukset ovat erilaisia verrattuna nykyiseen, pääosin avojohtoilla toteutettuun verkostoon. Tämän selvityksen tarkoituksena on luoda pohjaa tulevalle mahdollisimman toimivalle verkostorakenteelle ja määrittellä yleiskaavan toteuttamisjärjestyksessä ensimmäisenä suunniteltaville hankkeille toteuttamisedellytykset suurjännitteisiä ilmajohtoja koskevien järjestelyjen osalta mahdollisimman kustannustehokkaalla tavalla.

Sähkönsiirtojärjestelmän muutokset ja niiden edellyttämät maankäytölliset ratkaisut on suunniteltava yhteistyössä verkkoyhtiöiden ja kaupungin kesken. Muutoksista on myös sovittava hyvissä ajoin riittävän suurina järjestelmäkokonaisuuksina. Tätä silmällä pitäen allekirjoittivat Helen Sähköverkko Oy, Fingrid Oyj ja Helsingin kaupunki (Maankäyttö ja kaupunkirakenne) yhteistyösopimuksen 3.9.2018 [7]. Osapuolet sitoutuivat yhdessä laatimaan selvityksen sähkönsiirtoverkkoratkaisusta, joka mahdollistaa Helsingin kaupungin yleis- ja asemakaavoihin sisältyvän rakentamispotentiaalin hyödyntämisen voimajohtoalueilla kokonaistaloudellisesti edullisimmalla tavalla. Selvityksessä haetaan ratkaisua, joka pitkällä jännteellä täyttää kaikkien osapuolten tarpeet huomioiden niille viranomaissääntelyssä asetetut reunaehdot.

Konkreettisesti selvitetään ensimmäisten bulevardikaupunkien ja suunniteltujen raideliikenneyhteyksien alueilla 110 kV avojohtojen uudelleenjärjestelyjen tarpeet ja parhaat ratkaisut. Olennainen osa edellä mainittua verkostorakenteen muutosta on kantaverkon 400 kV järjestelmän laajeneminen Helsingin alueelle, joka on suunniteltu toteutettavaksi Viikinmäkeen vuoteen 2035 mennessä. 400 kV järjestelmän laajentuessa nykyisen 110 kV verkon tehonsiirtotarve osin pienenee, mikä voi mahdollistaa 110 kV johtojen järjestelyjen toteuttamisen edullisemmilla ratkaisuilla. Tästä syystä selvityksessä tutkitaan olisiko perusteita toteuttaa 400 kV laajentuminen nopeutetussa aikataulussa ja mikä tuo nopeutettu aikataulu olisi. Kantaverkon 400

kV järjestelmän laajenemiselle – niin aikaistetussa vaihtoehdossa kuin normaalissa aikataulussa – on myös luotava toteuttamisedellytykset. Nämä kuvataan tässä selvityksessä.

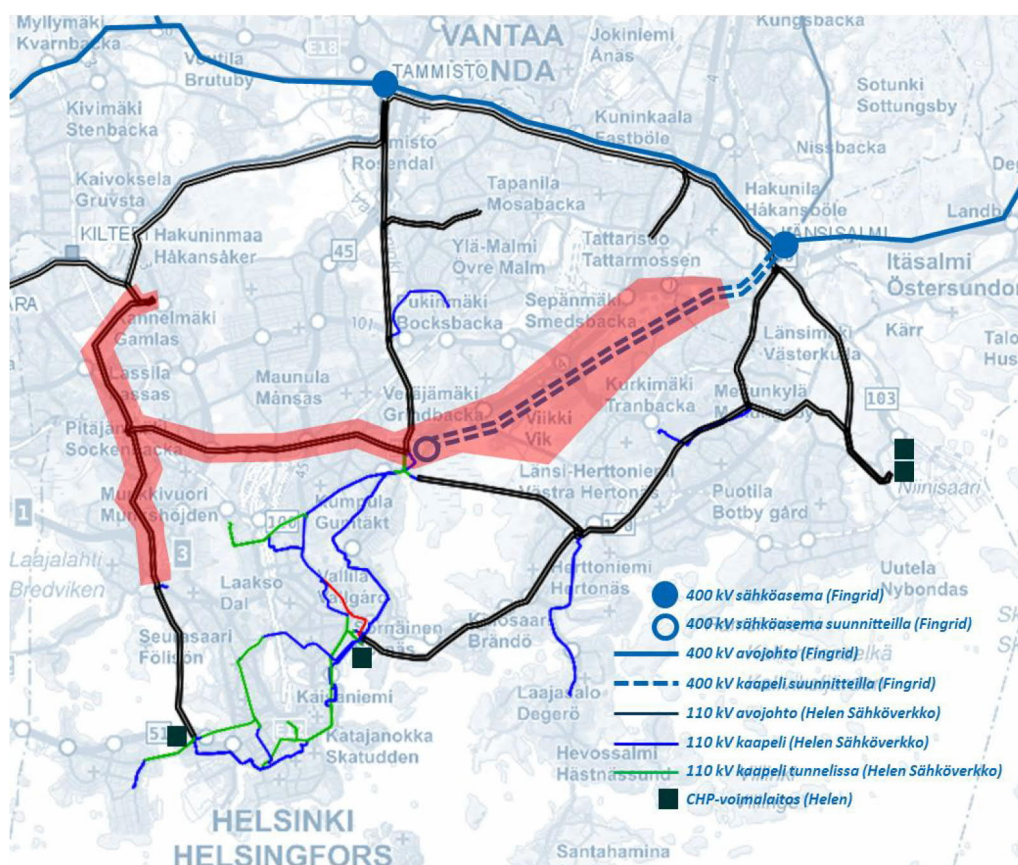
Selvityksessä on keskitytty nykyisten voimajohtojen osalta Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupungin suunnittelualueelle, jossa on ilmeisiä muutostarpeita. Selvityksessä käydään läpi karkeasti myös Tuusulanbulevardin alue ja suunniteltujen keskeisten raideliikenneyhteyksien risteämät nykyisten sähkönsiirtojohtojen kanssa.

Selvityksen olennaisena tuloksena on jatkosuunnittelun ja kaavoittamisen kohteiden määrittäminen sekä etenemisaikataulu päätöksentekopisteineen. Tavoitteena myös on, että tähän tarkasteluun liittyvät osahankkeet selvityksen jälkeenkin muodostavat sopimuksin koossa pysyvän kokonaisuuden, jotta kaikilla osapuolilla on varmuus tarvittavien toimien toteutumisesta ja toteuttamisedellytyksistä.

2 Tarkastelualueet

Tarkasteltavat alueet on rajattu niihin kohteisiin, joissa on konkreettisia muutossuunnitelmia ja joissa on nähtävissä olevia realistisia mahdollisuuksia tai tarpeita tehdä muutoksia sähkönsiirtojärjestelmään. Verkostosuunnittelussa on tietenkin huomioitava myös mahdollisuudet edelleen kehittää verkostoa nähtävillä olevien muutosten jälkeen. Niiden osalta tarkastelut on kuitenkin rajattava tämän selvityksen ulkopuolelle.

Tarkastelualueet on karkeasti hahmoteltu yhteistyösopimuksessa [7] kattamaan Vihdintien ja Tuusulanväylän bulevardikaupunkien alueet ja niiden vaikutuspiirissä olevat 110 kV avojohdot sekä Fingridin 400 kV kaapeliyhteyden reittivaihtojen ja muuntoaseman alueet (kuva 1).



Kuva 1: Yhteistyösopimuksen mukainen tarkastelualue.

Kuvaus suunnittelualueista ja niillä sijaitsevista sähkönsiirtoverkon rakenteista

- Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupunki

Raideliikenteeseen perustuva Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupunki tarjoaa merkittävän maankäytön kehittämispotentiaalin keskeisellä ja hyvin saavutettavalla sijainnilla. Uusien bulevardikaupunginosien kaavoittaminen mahdollistaa huomattavan määrän asunto- ja toimitilarakentamista.

Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupunki eheyttää alueen nykyistä kaupunkirakennetta nivomalla yhteen nykyisin toisistaan irrallaan olevia kaupunginosia. Suunniteltava pikaraitiotie muodostaa merkittävät joukkoliikenteen solmukohdat muun raideliikenteen kanssa Haagan liikenneympyrässä ja Valimon asemalla. Solmukohtien erinomainen saavutettavuus tekee vaihtoasemien ympäristöstä houkuttelevia sijainteja uudelle rakentamiselle. Houkuttelevien aseman seutujen lisäksi Pitäjänmäen yritysalue on jo nykyisin merkittävä työpaikka-alue, jonka merkitys kasvaa bulevardikaupungin kehittymisen myötä. Suunniteltava tiivis bulevardikaupunkirakenne ja suuri asukastiheys luovat alueelle potentiaalia palveluiden määrän ja monipuolisuuden kasvamiselle, mikä hyödyttää myös lähialueiden nykyisiä asukkaita. Bulevardikaupunginosien hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen vaatii kuitenkin investointeja suunnittelualueen nykyisen suurjännitteisen sähkönsiirtoinfrastruktuurin siirtoon maan alle, jotta sähkönsiirtoinfrastruktuurin nykyisin varaama maa-ala saadaan tehokkaaseen käyttöön osaksi bulevardikaupunkia.

Suunnittelualueella sijaitsee kolme 110 kV kaksoisavojohtoa (Kannelmäki-Pitäjänmäki, Pitäjänmäki-Meilähti, Pitäjänmäki-Viikinmäki) joiden kaikkien vähintäänkin osittainen siirto (kaapelointi) on edellytys bulevardikaupungin toteuttamiselle. Muutosten välitön vaikutusalue sähköverkossa ulottuu alueen sisälle jäävien verkon osien lisäksi sähköverkon vasta-asemille Kannelmäki, Meilähti ja Viikinmäki saakka. Eteläisen suunnan johtojen (Pitäjänmäki – Meilähti) siirto on edellytys bulevardikaupungin rakentamisen aloittamiselle Haagan liikenneympyrän ja Riistavuoren alueilla. Alueen poikki linjattu Raide-Jokeri voitaneen rakentaa nykyisen avojohdon ollessa käytössä, mutta avojohdon korvaavan maakaapelin, Raide-Jokerin ja bulevardin pikaraitiotien risteämät on huomioitava tarkemmassa suunnittelussa.

Valimon ja Kaupintien alueiden kaupunkirakentaminen edellyttää pohjoisen suunnan johdon (Pitäjänmäki – Kannelmäki) siirtoa. Valimon asemansuodun tehokas kehittäminen edellyttää luultavasti myös Pitäjänmäen sähköaseman siirtämistä lähistolle toiseen sijaintipaikkaan. Tällöin on tehtävä muutoksia myös itäiselle johdolle (Pitäjänmäki – Viikinmäki).

- Tuusulanbulevardi

Raideliikenteeseen pohjautuva Tuusulanbulevardi ja bulevardikaupunginosat tarjoaa merkittävän maankäytön kehittämispotentiaalin keskeisellä ja hyvin saavutettavalla sijainnilla. Bulevardikaupungin kehittyminen eheyttää alueen nykyistä kaupunkirakennetta nivomalla yhteen nykyisin toisistaan irrallaan olevia kaupunginosia. Joulukuussa 2018 hyväksytyjen suunnitteluperiaatteiden [5] mukaan koko suunnittelualueen alustava kokonaisrakentamispotentiaali on yli 0,9 miljoonaa kerrosneliometriä. Alueelle suunniteltava pikaraitiotie muodostaa merkittävät joukkoliikenteen solmukohdat pääradan kanssa Käpylässä sekä tulevan Raide-Jokerin kanssa Käskynhaltijantiellä. Joukkoliikenteen solmukohdista erityisesti Käpylän asemansuotu, josta on suora raideyhteys keskustaan ja lentokentälle, tarjoaa houkuttelevan

sijainnin toimitilojen, liiketilojen ja asuntojen rakentamiselle. Käpylän asemanseudun potentiaalin täysimääräinen hyödyntäminen vaatii kuitenkin investointeja nykyisen suurjännitteisen sähkönsiirtoinfrastruktuurin uudelleenjärjestelyyn, jotta sähkönsiirtoinfrastruktuurin nykyisin varaama maa-ala saadaan tehokkaaseen käyttöön osaksi tulevaa bulevardikaupunginosaa.

Alueen poikki kulkee nykyinen 110 kV kaksoisavojohto Pitäjänmäki – Viikinmäki Käpylän asemanseudun ja Metsälän toimitila-alueen pohjoisreunalla. Alueen suunnitteluperiaatteissa todetaan lyhyesti, että kyseisen johdon uudelleenjärjestelyä selvitetään jatkosuunnittelun yhteydessä.

- 400 kV kaapeliyhteys Länsisalmeista Viikinmäkeen

Fingrid on suunnitellut 400 kV kaapeliyhteyttä Viikinmäkeen, jossa sijaitsee Helen Sähköverkon keskeinen solmupisteseama. Fingridin suunnitelmana on syöttää Viikinmäen 400/110 kV muuntoasemaa Vantaan Länsisalmen 400 kV kytkinlaitoksesta. Fingridin selvittämät vaihtoehtoiset maakaapelireitit on kuvattu hankkeen ympäristöselvityksessä [9]. Ympäristöselvitys on laadittu hankkeen ympäristövaikutusten ja YVA-menettelyn tarpeen arvioimiseksi.

- Viikinmäen muuntoasematontti tarvittavine kuljetusyhteyksineen

Viikinmäen sähköaseman alueella Helen Sähköverkko on vast'ikään uusintu jakelusähköaseman ja 110 kV kytkinlaitoksen, jolloin maa-alue on vapautunut muuhun käyttöön. Tälle alueelle Fingrid on suunnitellut rakentavansa 400/110 kV muuntoaseman.

Raideliikennejärjestelmän ja sähkönsiirtojohtojen risteämät

Kuten alussa todettiin, yleiskaavassa liikennejärjestelmä ja maankäyttö on sovittava entistä tiiviimmin toisiinsa. Tässä seudullisella liikennejärjestelmällä, erityisesti raideliikenneverkostolla on suuri rooli. Seudullisen liikennejärjestelmän kautta selvitysalueilla onkin edellä mainittujen alueiden kehittämistä laajemmat vaikutukset kaupunkirakenteen kehittämiseen.

Raideliikennesuunnitelman toteutuminen on yleiskaavan toteutumisen kannalta oleellista. Näin ollen sähkönsiirtojärjestelmän osalta tarvittavat muutokset ovat myös tarpeellisia. Sen vuoksi tässä tarkastelussa myös sähkönsiirtoinfrastruktuurin risteämät yleiskaavan toteuttamisen ensimmäisen vaiheen raideliikennehankkeisiin [2] ovat olennaisia. Näitä hankkeita ovat bulevardikaupunkien säteittäiset raitiotiet (Huopalahdentie – Vihdintie, Tuusulanbulevardi, Viikin-Malmin raitiotie) ja Raide-Jokeri, josta on jo hankesuunnitelma [8] tehtynä.

Itäkeskuksesta Pitäjänmäen ja Leppävaaran kautta Keilaniemeen kulkeva Raide-Jokeri tukee raideliikenteeseen perustuvan tiivistyvän yhdyskuntarakenteen strategista kehittämistavoitetta ja valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita. Ilman Raide-Jokerin tarjoamaa lisäkapasiteettia täydennysrakentaminen linjan varrella vaikeutuisi merkittävästi. Raide-Jokerilla on keskeinen rooli Helsingin valmisteilla olevan yleiskaavan tavoitteiden saavuttamisessa. Raide-Jokeri tukee myös Otaniemen ja Keilaniemen alueiden kehittämistä edelleen seudullisesti merkittävänä elinkeinoverureina [8].

- Raide-Jokerin ja 110 kV kaksoisavojohtojen Pitäjänmäki – Viikinmäki risteämä

Raide-Jokeri kulkee pitkin Eliel Saaristentietä, jonka poikki lähes kohtisuorassa risteää 110 kV kaksoisavojohtoyhteys Pitäjänmäki – Viikinmäki.

Tarkastelualueen ulkopuolella Raide-Jokeri risteää kahdesti 110 kV avojohtoja. Maaherrantien poikki lähes kohtisuorassa ratalinjauksen risteää 110 kV kaksoisavojohto Viikinmäki – Pukinmäki/Tapanila. Varikkotiellä Raide-Jokeri kulkee metrosillan alitse. Risteävä 110 kV kaksoisavojohto kulkee metrosillan yläpuolella noin 45 asteen kulmassa Raide-Jokeriin nähden.

Suunnitteilla oleva Viikin-Malmin raitiotie yhdistää itäisen kantakaupungin Viikin kautta Malmin keskukseen ja Malmin lentokentän alueelle. Pikaraitiotieyhteys muodostaa solmukohtat tulevan Raide-Jokerin kanssa sekä myöhemmin suunniteltavan Jokeri 2 –pikaraitiotien kanssa. Viikin-Malmin raitiotie muodostaa tärkeän osan itäisen Helsingin suunniteltua pikaraitiotieverkostoa ja parantaa vaikutusalueensa saavutettavuutta. Viikin-Malmin raitiotien vaikutusalue on tulevaisuudessa houkuttelevaa täydennysrakentamisaluetta.

- Viikin-Malmin raitiotien ja 110 kV kaksoisavojohtojen risteämä

Viima-raiotie on linjattu Lahdenväylän varteen. Viikinmäen sähköaseman kohdalla ylittää kaksi 110 kV kaksoisavojohtoa (Viikinmäki – Pitäjänmäki, Viikinmäki – Tammisto) Lahdenväylän.

Viikinmäen sähköaseman eteläpuolella, tarkastelualueen ulkopuolella Viima-raiotien linjaus Kustaa Vaasantiellä alittaa Kustaa Vaasantien ja Valtimontien risteyksessä 110 kV kaksoiskaapeliyhteyden Viikinmäki – Suvilahti.

3 Sähkönsiirron kehitystarpeet

Selvitystä varten päivitettiin alueen sähkökäyttöennuste. Ennusteen pohjana käytettiin Helsingin yleiskaavan mukaista rakentamispotentiaalia, kuitenkin niin, että ennusteskennarioissa kaikkea potentiaalista kerrosalaa ei oleteta rakennettavaksi. Myös energiatehokkuuden oletetaan jatkuvasti parantuvan ja sähkön pientuotannon kiinteistöissä yleistyvän. Kerrosalapotentiaalın rakentamisasteen ja energiatehokkuuden lisääntymisen (sisältää myös kiinteistöjen pientuotannon, esim. aurinkopaneelien vaikutuksen) suhteen on laadittu kolme skenaariota: hitaan kehityksen skenaario, perusskenaario (jota on käytetty verkostolaskennassa) ja nopean kasvun skenaario. Näistä viimeksi mainittu on lähinnä maksimipotentiaalın tarkastelua varten tehty eikä niinkään realistinen skenaario.

Taulukko 1. Sähkökäyttöennusteen parametrit rakentamisen osalta

	Hidas			Perus			Nopea		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Kerrosalavarannosta toteutuu, Asuminen / Toimitila	50%/40%	50%/40%	50%/40%	70%/60%	70%/60%	70%/60%	100%/100%	100%/100%	100%/100%
Kerrosalavarannosta toteutuu, Muut	70 %	70 %	70 %	90 %	90 %	90 %	100 %	100 %	100 %
Ominaiskulutuksen muutos, Vanha / uusi rakennuskanta	-5%/-10%	-10%/-15%	-15%/-20%	-2%/-5%	-5%/-10%	-10%/-15%	±0%/-2%	-2%/-5%	-5%/-10%

Aiempiin ennusteiseen verrattuna käytettiin uutta menetelmää, jossa huomioidaan kulutusten käyttöprofiilit tuntitasolla. Näin voidaan paremmin huomioida eri sähkökäyttökohteiden vuorokausi- ja vuodenaikarytmit. Tämä mahdollistaa entistä paremmin tunnistamaan sähkönsiirron kannalta mitoitettavan tilanteen ajanhetken huomioiden lisäksi kulloinkin vallitsevan ulkolämpötilan vaikutuksen laitteiden jäähtymiseen. Perinteisen talvihiipun sijaan mitoitettavia ajankohtia olivatkin tarkastelujen perusteella kylmä syyspäivä (marraskuu, loppuiltapäivä) ja

kuuma kevätpäivä (toukokuun alku, keskipäivä). Tuntiprofiileihin perustuva menetelmä mahdollisti myös sähköautojen latauksen oletetun päivärytmin huomioon ottaen liikennemäärien mukaisesti ennusteissa.

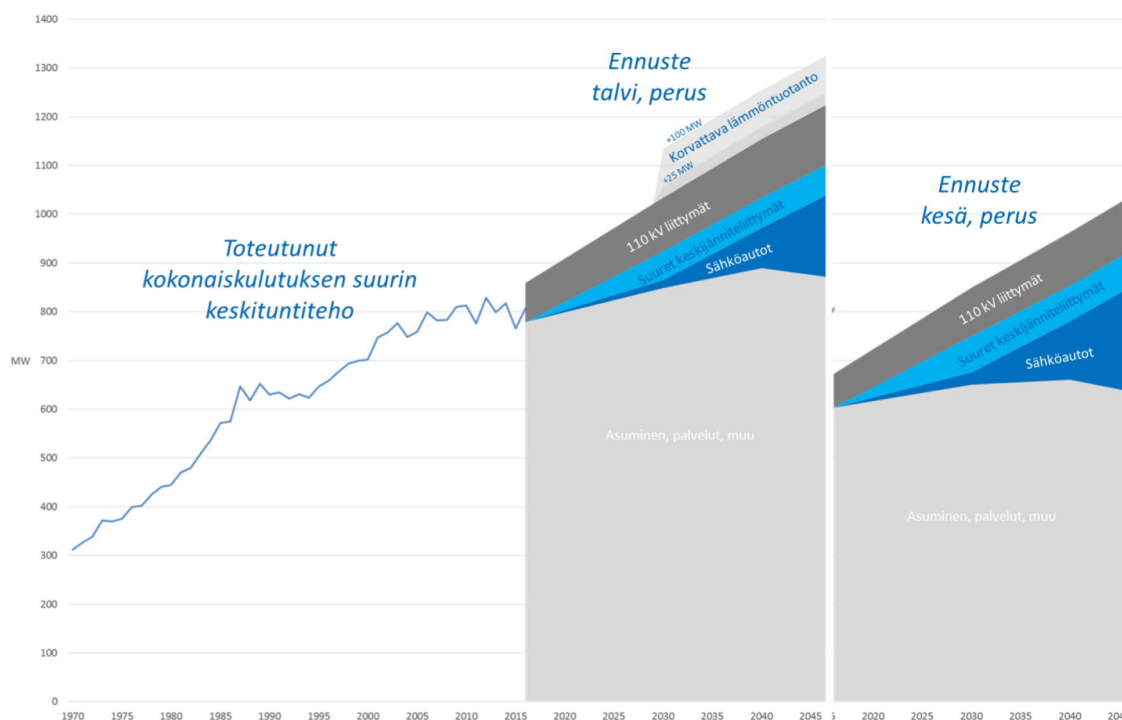
Sähköautojen yleistymisvauhtina ensimmäisen vuosikymmenen aikana pidettiin valtakunnallista 250 000 sähköauton tavoitetta vuonna 2030. Huomattava on, että Helsingissä sähköautojen yleistyminen tapahtuu nopeammin kuin valtakunnallisesti keskimäärin johtuen lyhyistä päivittäisistä ajosuoritteista, työmatkasukkuloinnista alueen ulkopuolelta ja asiainnista kaupakeskuksissa sekä muissa latausta tarjoavissa kohteissa.

Ennusteeseen lisättiin myös tiedossa olevat ns. pistemäiset yksittäiset erityiskohteet. Nämä ovat suuritehoisia keskijännite- tai 110 kV liittymiä, jotka syöttävät esimerkiksi palvelinsaleja, sähköistä joukkoliikennettä ja lämpöpumppulaitoksia.

Sähkökulutuksen lisäksi alueen sähkönsiirtotarpeeseen vaikuttaa vahvasti alueen sähköntuotanto ja siinä odotettavissa olevat muutokset. Ilmastollisista ja maankäytöllisistä tavoitteista johtuen Hanasaaren yhteistuotantovoimalaitos on jo päätetty sulkea vuoden 2024 lopussa. Eduskunta hyväksyi maaliskuussa 2019 lain, jolla kivihiilen käyttö sähkön tai lämmön tuotannon polttoaineena kielletään 1.5.2029 alkaen. Siten myös Salmisaaren voimalaitoksen tuotannon osalta on tulossa muutoksia varsin nopealla aikataululla. Oletettavasti haasteet Helsingin lämmöntuotantotarpeen mittakaavassa eivät ole ratkaistavissa millään yksittäisellä toteutusteknologialla, vaan tulevaisuudessa tarvitaan biomassan polttoa, lämpöpumppuja, lämpövarastoja ja energiatehokkuutta parantavia toimia. Sähkönsiirron kannalta kiinnostavinta tämän selvityksen aikajänteellä on lämpöpumppujen – ja mahdollisesti sähkökattiloiden – osuus korvaavissa lämmöntuotantoratkaisuissa. Helen Oy:n kehitysohjelmaan [6] sisältyy jo nyt toteutettuja ja päätettyjä lämpöpumppuinvestointeja. Vuoden 2029 jälkeisten ratkaisujen osalta ennusteessa täytyy soveltaa skenariointia. Sama koskee osin alueella tapahtuvaa sähkön tuotantoa. Alueelta poistuvan sähköntuotannon osuus on siirrettävä alueelle kantaverkosta.

Salmisaaren voimalaitoksen osalta on käytetty kahta karkeata skenaariota: ensimmäisessä skenaariossa laitoksessa siirrytään polttamaan biomassaa, tällöin laitoksen teho hieman laskee, mikä osuus (sähkö ja lämpö) on korvattava muulla tuotannolla ja kantaverkosta siirrettyllä sähköllä, toisessa skenaariossa poltto lopetetaan kokonaan ja koko lämpöteho on korvattava polttoon perustumattomilla ratkaisuilla. Jälkimmäisessä tapauksessa tarvitaan merkittävä sähköteho poistuvan sähköntuotantotehon (160 MW) ja lämmöntuotannon sähkökulutuksen (oletus lämpöpumpun hyötysuhteeksi COP = 3, mikä tarkoittaa, että yhdellä sähkötehon yksiköllä saadaan tuotettua kolme tehoyksikköä lämpötehoa) siirtämiseksi.

Aurinkovoimat hyvin todennäköisesti yleistyvät lähivuosikymmenen aikana. Niiden merkitys tässä tarkastelussa jää kuitenkin pieneksi, koska mitoittavat ajanhetket osuvat useimmiten sellaiseen vuorokauden- ja/tai vuodenaikaan, jolloin aurinkovoimaloiden tuotanto on vähäinen tai olematon. Suurin vaikutus niillä on kesä- ja kevätkaudella, jolloin sähkönsiirron huiput ajoittuvat keskipäivään. Pientuotannon vaikutus tulee pääosin huomioon otettuna osana energiatehokkuuden parantumisen skenaarioita (ominaiskulutusten pieneneminen verkosta siirretyn sähkön näkökulmasta).



Kuva 2. Perusskenaarion mukaiset ennusteet talville (joulu- tai tammikuun arkipäivän ilta klo 16-20) ja kesälle (kesäkuun alun tai elokuun lopun arkipäivän keskipäivä klo 11-12) Helen Sähköverkon koko jakelualueelle.

Kuvassa 2 on esitetty ennusteet talvi- ja kesätilanteessa Helen Sähköverkon jakelualueelle. Kuvajissa on eritelty sähköautojen kehittyvä osuus ja suurjännitteisten liittymien osuus. Jälkimmäisiin sisältyvät osaltaan suuret lämpöpumput ja joukkoliikenteen sähkösyöttöasemat. Talviennusteessa on erikseen huomioitu lisäksi vuodesta 2029 lähtien Salmisaaren tuotantoa korvaavien ratkaisuiden skenaariot.

Kuvajista nähdään, että alinna ennuste-erittelyssä olevan rakennusten sähkökäytön ja jakeluverkon muun peruskuorman osuuden oletetaan kääntyvän laskuun kasvavan energiatehokkuuden myötä. Näin siitä huolimatta, että rakennusten kerrosala ja väestö samalla merkittävästi kasvavat. Sähkökäyttöä selvästi lisääviä tekijöitä ovat sähköinen liikenne ja erilaiset sähköiset prosessit, jotka sisältyvät suurjänniteliihtymien sähkökäytön kehittymisosiin. Vuoden 2029 tienoilla lisäksi mahdollisesti tulee vielä Salmisaaren voimalaitoksen tuotannon korvaavien ratkaisuiden sähkökäyttö. Tämä sähkönkulutus sijoittuu valtaosin kantakaupunkiin, erityisesti Hanasaaren suunnitellun energiakorttelin alueelle ja Salmisaaren voimalaitosalueelle.

Liitteessä 1 on esitetty koonti sähkönkulutuksen ennusteskenarioista. Liitteessä on myös esitetty ennusteet Helsingin alueen sähkönsiirtoverkon kahdelle siirto rajapinnalle (ks. kohta 4) olettaen, että kantakaupungin alueella ei ole lainkaan sähköntuotantoa, mihin tilanteeseen on tulevaisuudessa varauduttava. Näiden rajapintojen siirtojohtojen kapasiteetin riittävydestä on sähkönsiirtoverkon mitoittamisessa ensisijaisesti kyse.

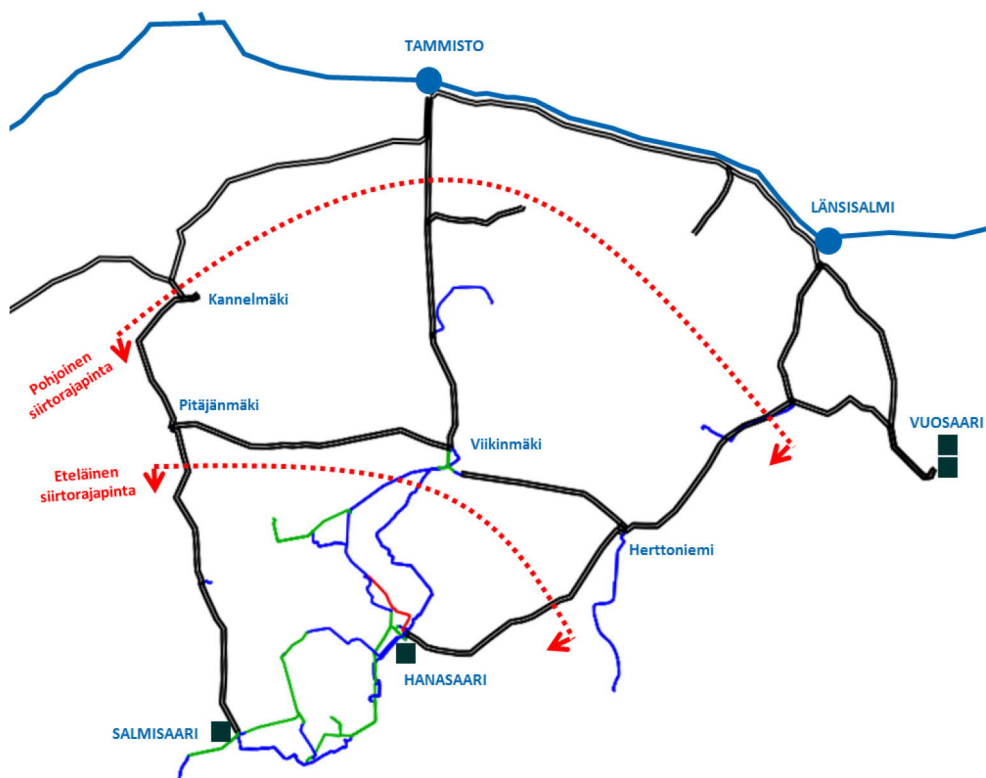
Tulevaisuuden ennusteisiin sisältyy luonnollisesti monia epävarmuustekijöitä, eikä mitään lukuja voida esittää sitovina. Skenaarioilla on pyritty hakemaan todennäköistä ennustehaarukkaa. Suurimmat muutokset aiheutuvat kivihiilivoimalaitosten käytön päättymisestä ja näitä muutoksia voidaan pitää suurelta osalta varmoina, tuotantoa korvaavista ratkaisuista on osin jo päätökset tai

pitkälle menevät suunnitelmat olemassa. Yksistään tästä johtuen sähkön siirtotarve nimenomaan suurjännitteisessä jakeluverkossa ja kantaverkossa tulee suurella varmuudella kasvamaan ja nämä suuret ja askelmaiset muutokset aiheuttavat myös muutostarpeita sähkönsiirtoverkossa. Sähköisen liikenteen osalta epävarmuus on suurempi, mutta toisaalta jopa valtion tavoitetta suurempia ennustelukuja sähköautojen yleistymiselle on esitetty. Kiinteistöjen sähkökäytön energiatehokkuuden osalta valaistukseen liittyvät muutokset on jo pitkälti tehty (hehkulamput luopuminen) ja suurimmat muutokset jatkossa liittyvät lämmitystapojen kehittymiseen. Kaukolämmön mahdollisesti vaihtuessa kiinteistökohtaiseen lämpöpumppuratkaisuun tämä korvaa nykyistä CHP-laitoksella tuotettua lämpöä, joten tältä osin muutos sisältyy ennustettuun lämpöpumppukapasiteetin kasvuun.

4 Verkostotarkastelut

Siirtorajapinnat

Sähkönsiirtoverkon mitoituksessa on tällä alueella kolme merkittävää siirtorajapintaa: kantaverkon 400/110 kV muuntajien rajapinta (Tammistossa ja Länsisalmissa) ja Helsingin alueen sisällä kaksi siirtorajapintaa pohjoisesta etelään suuntaan. Pohjoisemmassa rajapinnassa siirretään sähköä Kehä III:lta Helsingin keskiosaan (linjalle Pitäjänmäki – Viikinmäki – Herttoniemi, ”pohjoinen siirtorajapinta”) ja eteläisemmässä rajapinnassa em. keskilinjalta Helsingin niemelle keskustaan ja kantakaupungin alueelle (”eteläinen siirtorajapinta”).



Kuva 3. Helsingin alueen pohjoinen ja eteläinen siirtorajapinta.

Kantaverkon muuntokapasiteettia on kehitetty 2000-luvulla lisäämällä muuntajat Tammistoon (2006) ja Länsisalmeen (2017). Seuraava kantaverkon kehitysaskel on Helsingin pohjoisen siirtorajapinnan vahvistaminen 400 kV kaapeliyhteydellä, samalla muuntokapasiteetti kasvaa yhdellä tai kahdella muuntajalla riippuen toteutettavasta ensivaiheen vaihtoehdosta.

Helsingin kahdessa siirtorajapinnassa on molemmissa haasteena tehon epätasainen jakautuminen eri yhteyksille. Itäiset yhteydet kuormittuvat syöttöpisteiden (Fingridin 400 kV sähköasemat Tammistossa ja Länsisalmessa sekä Vuosaaren voimalaitokset) sijainnista johtuen enemmän ja ne onkin jo nyt rakennettu järeimmiksi mahdollisiksi 110 kV avojohtoyhteyksiksi. Jos lisäkapasiteettia halutaan rakentaa 110 kV verkkoon, käytännössä ainoa mahdollisuus on kasvattaa kapasiteettia läntiseen 110 kV siirtoyhteyteen tehtävillä järjestelyillä. Tämä tarkoittaisi toisen johtoyhteyden poikkeuttamista Kannelmäkeen nykyisestä Tammiston ja Myyrmäen välisestä johdosta. Kannelmäestä etelään päin Pitäjänmäen suuntaan nykyisen kaksoisavojohdon kapasiteetti on riittävä. Tämä järjestely riittää kuitenkin vain lyhyen aikaa (noin 10 vuotta) mikäli ennustettu siirtotarpeen kasvu toteutuu. Läntisellä suunnalla tulee lisäksi nimenomaisesti haasteeksi Kannelmäen ja Pitäjänmäen 110 kV avojohtoyhteyksien lähivuosina toteutettavaksi suunniteltu kaapelointi. Kaapeleilla ei päästä – ainakaan kustannustehokkaasti – niin suuriin siirtotehoihin kuin avojohdoilla. Samalla tehon jakautumisesta eri yhteyksille tulee entistäkin kriittisempää. Kun 110 kV verkkoa ryhdytään kaapeloimaan, myös verkon optimaalinen kokonaisuus on erilainen kuin avojohtoyhteyksillä toteutettuna. Yhden yhteyden kaapelointi muuttaa tehonjakoa koko verkostossa, joten tuleva verkon kehitys on pystyttävä ennustamaan luotettavasti, jotta tehonsiirrot voidaan hallita jatkossakin.

110 kV kaapeleiden kriittinen tehonsiirtoraja on noin 200 MW. Jos mitoitusteho on tätä suurempi, joudutaan kalliisiin erikoisratkaisuihin, jotta kaapelit saadaan jäädytettyä. Käytännössä tällöin toteutetaan kaapeleiden ”maalainen ilma-asennus” eli jonkinlainen tunneli, jonka seinille kaapelit ripustetaan ja johon järjestetään koneellinen ilmanvaihto jäädytystä varten. Taloudellisella panostuksella saatava lisäteho pienenee mitä suurempitehoiseksi kaapeliyhteys on tarve rakentaa. Kun ennuste näyttäisi siltä, että siirtotehot jatkossa edelleen kasvavat ja 110 kV järjestelmän rajat avojohtojenkin tapauksessa ovat laskentojen perusteella tulossa vastaan, tulee vakavasti harkittavaksi lisäkapasiteetin rakentaminen (ja samalla avojohdon kaapeloinnin yhteydessä menetettävän kapasiteetin korvaaminen) 400 kV yhteyksillä. 400 kV jännitteellä voidaan normaalilla maakaapeliasennuksella siirtää huomattavasti suurempia tehoja 110 kV kaapeleihin verrattuna.

Sähkönsiirtoverkon mitoituseriaate

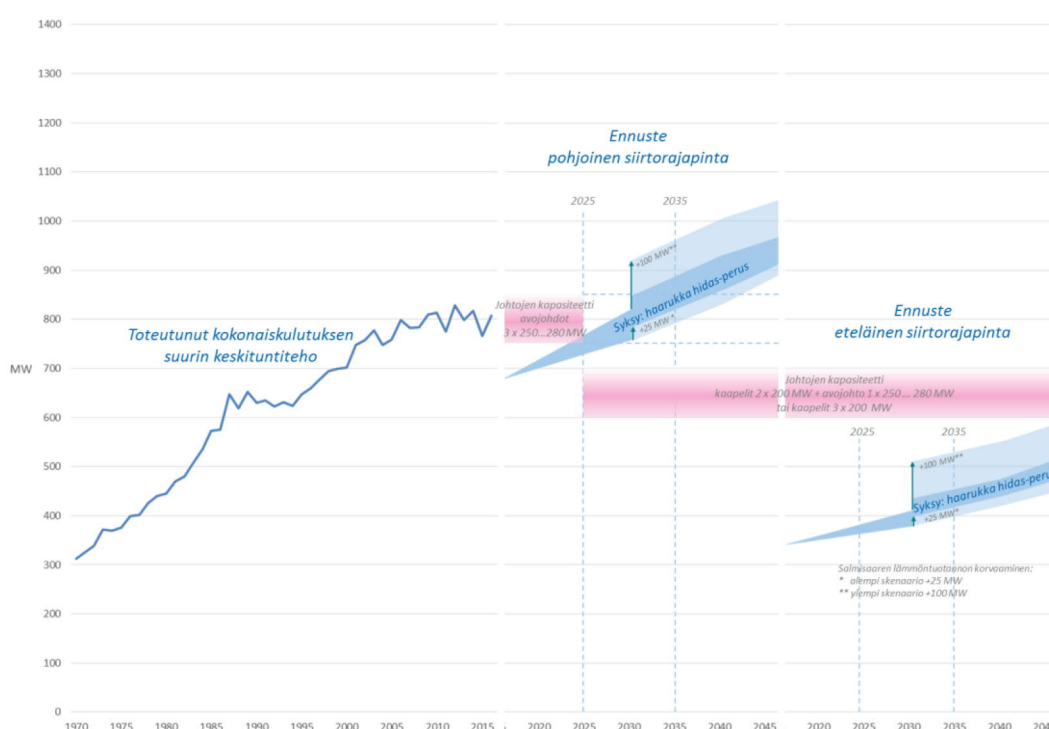
Sähkönsiirtojärjestelmän tulee olla ylläpidettävissä ja vikasietoinen. Mitä suuremmista tehoista ja syötettävistä alueista on kysymys, sitä varmempaa rakennetta tarvitaan. Kun yhdelle voimajohtoyhteydelle syntyy häiriö, siirtyy kuormitus jäljelle jääville yhteyksille. Näissä tapauksissa ei saa seurata ylikuormittumisia, joista voisi seurata laajeneva häiriö. Siirtoverkon mitoituskriteerien – joita tässä tarkastelussa olevassa verkossa noudatetaan – mukaisesti edellä mainitun periaatteen on täyttyvä myös suunniteltujen keskeytyksen aikana. Tiiviissä kaupunkirakenteessa johtoalueita on hyödynnetty tehokkaasti rakentamalla yhteispylväille kaksi virtapiiriä. Näiden kaksoisjohtojen yhteisrakenteista johtuen yksittäinen suunniteltu keskeytystapahtuma koskee usein molempia kaksoisjohdon virtapiirejä. Toimintaympäristöstä johtuen tällaisia suunniteltuja keskeytyksiä on suhteellisen paljon. Tällainen mitoituseriaate on siten pragmaattinen. Vakavampien vikojen vaikutuksissa tehdään tarvittaessa riskiarvio.

Mitoituseriaatteiden soveltamisen kannalta kummassakin siirtorajapinnassa (kuva 3) on nykyisellään samankaltainen tilanne: kolme kaksoisyhteyttä. Eteläisessä rajapinnassa yksi näistä on toteutettu kaksoiskaapeliyhteytenä, mikä vikatilanteiden osalta on erilainen avojohtoyhteyksiin verrattuna, koska yhteisvian mahdollisuus on hyvin pieni. Mitoitava tilanne on kuitenkin molemmissa rajapinnoissa sellainen, jossa perustilanne on yhden yhteispylväillä olevan johtoyhteyssparin suunniteltu keskeytyksen ja tänä aikana on siis varauduttava vielä yksittäisiin

vikatapahtumiin. Sovellettu mitoitus tapahtuu yhden virtapiirin vian mukaan. Kahden virtapiirin (kaksoisyhteyden yhteisvika) viat tarkastellaan, mutta tällaisten tilanteiden mukaan mitoittaminen johtaa herkästi runsaaseen ylimitoitamiseen.

Siirtokapasiteetin riittävyys

Edellä kuvattujen periaatteiden mukaisesti voidaan siirtorajapintojen kapasiteetin riittävyttä tarkastella karkeasti ja yksinkertaistetusti olettaen, että 110 kV avojohtovirtapiirin kapasiteetti on 250...280 MW ja vastaavasti kaapelivirtapiirin 200 MW (lyhytaikaisesti molemmissa suurempi kuormitus mahdollinen). Vikatapahtumassa jäljelle jäävien johtoyhteyksien yhteenlaskettu siirtokapasiteetti on siten 3 x 200 MW tai (2 x 200 MW + 250...280 MW) eli 600...680 MW. Avojohtoilla vastaava lukema on 3 x (250...280 MW) eli 750...840 MW. Verrattaessa tätä tehoaluetta siirtorajapintojen ennusteisiin (kuva 4) on helposti nähtävissä toisaalta avojohdon kaapeloinnin vaikutus ja toisaalta pohjoisen ja eteläisen siirtorajapinnan ero kapasiteetin riittävyden suhteen.



Kuva 4. Karkea tarkastelu siirtokapasiteetin riittävydestä ennusteisiin nähden kahdessa siirtorajapinnassa mitoituksen kannalta kriittisimmässä syyspäivän tilanteessa.

Kuvan 4 kaaviossa ei ole yksinkertaisuuden vuoksi huomioitu sähköntuotannon erilaisia tilanteita, joilla on vaikutusta verkon tehonjakoon ja kapasiteetin riittävyteen (nämä on luonnollisesti huomioitu varsinaisessa verkostolaskennassa). Kaaviosta nähdään kuitenkin riittävällä tarkkuudella esimerkiksi 110 kV avojohdon kaapeloinnin siirtokapasiteettia alentava vaikutus ja siirtokapasiteetin ja kulutusennusteiden leikkauskohdat.

Verkostotarkasteluissa on laskettu lukuisa määrä eri sähkönkäyttö- ja tuotantoskenaarioiden ja mitoittavien tilanteiden yhdistelmiä (yli tuhat). Laskennat vahvistivat aiemman ennusteen pohjalta muodostetun näkemyksen sähkönsiirtoverkon kehittämistarpeista. Sähkönkulutuksen ja –tuotannon muutoksista johtuen 2020-luvun puolivälissä tarvitaan lisäkapasiteettia nykyisten 110 kV yhteyksien lisäksi. Vaikka tämä lisäkapasiteetti toteutettaisiin 110 kV yhteyksiä vahvistamalla,

vuoden 2035 tilanteessa ei enää pystytä 110 kV järjestelmällä sähkönsiirtoa luotettavasti hoitamaan, vaan tarvitaan 400 kV yhteyksiä (tämä siis riippumatta maankäytön tuomista lisärajoitteista).

Siirtorajapintojen tarkempi tarkastelu

- Pohjoinen siirtorajapinta
 - Kaikki Helsingin alueen sähkönkulutuksen kasvutekijät kasautuvat pohjoiseen siirtorajapintaan: kaupunkirakentamisen merkittävät uudet alueet (bulevardikaupungit, Pasila, Malmin lentokentän alue, Kruunuvuorenranta), Helsingin niemelle sijoittuvien lämpöpumppulaitosten vaikutus ja koko kaupunkiin vaikuttavat tekijät kuten sähköautojen lataustehon tarve.
 - Hanasaaren voimalaitoksen sulkemisesta ja osin siitä johtuvasta sekä osin muusta kulutuksen kasvusta johtuen on noin vuonna 2025 vahvistettava pohjoista siirtorajapintaa. Tämä tarkoittaa siirtokapasiteetin lisäämistä Tammistosta tai Länsisalmesta Pitäjänmäelle tai Viikinmäkeen.
 - Pohjoisen rajapinnan nykyisten avojohtojen kapasiteetti saataisiin paremmin hyödynnettyä ja siten siirtokapasiteettia nostettua, jos Kannelmäen pohjoispuolella tehtäisiin 110 kV johtojen järjestely, jolla suurempi osa siirtotehosta saadaan ohjattua tälle läntiselle yhteysvälille Kannelmäen kautta Pitäjänmäkeen. Tämä ratkaisu ei kuitenkaan ole kovin pitkäjänteinen tai edullinen, koska
 - kulutuksen edelleen kasvaessa tämä vahvistus jää noin vuonna 2035 riittämättömäksi, mikä käytännössä laukaisee 400 kV verkon laajentumistarpeen.
 - jos Kannelmäen ja Pitäjänmäen välinen 110 kV avojohtoyhteys kaapeloidaan, joudutaan joko rakentamaan suuritehoisen kaapelin edellyttämä tunneliratkaisu, vaihtoehtoisesti joudutaan rakentamaan siirtokapasiteettia muualle jotta voidaan tehdä kaapelointi normaalina maakaapeliasennuksena
 - Vaihtoehtoja Kannelmäen suunnan siirtoyhteyden vahvistamiselle on hyvin vähän. 110 kV lisäyhteyksien rakentaminen suoraan Tammistosta tai Länsisalmesta Viikinmäkeen tarkoittaisi noin 10 km mittaista ja erittäin suuritehoista, nykyisten avojohtojen rinnalle kaapelitunneliin asennettavaa yhteyttä. Tarvittavaan mitoitukseen tuskin on edes teknisesti mahdollista päästä, mutta jo pelkästään rakentamiskustannukset (10 km x 10 M€/km) tekevät tällaisesta ratkaisusta täysin epärealistisen.
 - Ainoaksi järkeväksi vaihtoehdoksi jää lisäkapasiteetin toteuttaminen 400 kV yhteytenä. 400 kV kaapeli voidaan toteuttaa normaalina maakaapeliasennuksena, jolloin kustannus on neljäs-kolmasosa 110 kV kaapelin kustannuksesta ja siirtokapasiteetti moninkertainen. Länsisalmesta Viikinmäkeen rakennetun 400 kV kaapeliyhteyden vaikutuksia Kannelmäen ja Pitäjänmäen välisen kaapeliyhteyden mitoitukseen on verkostolaskennalle selvitetty seuraavin tuloksin:
 - ei 400 kV yhteyttä: 110 kV kaapelin mitoitus noin 270 MW
 - yksi 400 kV yhteys ja yksi muuntaja: 110 kV kaapelin mitoitus noin 170 MW
 - kaksi 400 kV yhteyttä ja kaksi muuntajaa: 110 kV kaapelin mitoitus 105 MW
 - 400 kV yhteyden rakentamisella voidaan siis sekä mahdollistaa Kannelmäen ja Pitäjänmäen välisen 110 kV yhteyden kaapelointi normaalina maakaapelina että korvata kaapeloinnin aiheuttama 110 kV verkon siirtokapasiteetin aleneminen.
 - 110 kV kaapeloinnin kustannuksissa päästään selvästi alemmalle tasolle, jos 400 kV yhteys on toteutettu: tunnelointiratkaisun kustannukset olisivat Kannelmäen ja Pitäjänmäen välillä noin 40 M€, kun normaalin maakaapeliasennuksen kustannus jäisi noin 12 M€:oon.

- Kustannusero (40-12 M€) on niin suuri, että 400 kV yhteyden aikaistaminen tulee selvästi kannattavaksi. Tämä kustannushyöty saavutetaan jo yhdellä 400 kV kaapelilla ja yhdellä muuntajalla (kustannusarvio 48 M€). Toinen 400 kV kaapeli ja muuntaja (72 M€) toisivat enää marginaalisen lisähyödyn kustannuksiin, eikä lisäkustannus kata läheskään saavutettavia lisähyötyjä.
- 400 kV yhteyden toteuttaminen palvelee myös verkon myöhempää kehityskuvaa huomattavasti paremmin kuin 110 kV verkkoon tehtävät vahvistukset. Ratkaisulla saavutetaan myös parempi valmius vielä täsmentymättömiin, mutta ennen pitkää eteen tuleviin sähkön- ja lämmöntuotannon lisämuutoksiin.
- Yhteenvetona voidaan todeta, että mikäli Kannelmäen ja Pitäjänmäen välisen 110 kV yhteyden kaapelointi on näköpiirissä, kannattaa vuonna 2025 tarvittava siirtokapasiteetin lisäys toteuttaa aikaistamalla 400 V yhteyden rakentamista (yksi kaapeli, yksi muuntaja, mahdollisesti putkitus toiselle kaapelille laajennusvarauksena). Tällöin 110 kV johtojen kaapeloinnit Kannelmäen ja Pitäjänmäen välillä voidaan toteuttaa normaalilla maakaapeliasennuksella huomattavasti edullisemmin. 400 kV laajentaminen sopii verkon kehityskuvaan myös huomattavasti paremmin kuin 110 kV verkon vahvistukset.
- Eteläinen siirtorajapinta
 - Eteläisessä rajapinnassa koko tarkastelujaksolla siirtoyhteyksien yhteenlaskettu kapasiteetti näyttäisi ylittävän ennustetun siirtotehon tarpeen.
 - Haasteena on saada siirrettävä teho jakautumaan eri yhteyksille tasaisesti siten, että johtojen siirtokapasiteetti on tehokkaasti käytössä.
 - Tehonjaon parantamiseksi teknisinä keinoina voivat tulla kyseeseen sarjakuristimien käyttö, aktiivisten tehonohjauslaitteiden (esimerkiksi vaiheenkääntömuuntajat) käyttö tai lisäyhteyksien rakentaminen. Jos lisäyhteys olisi 400 kV yhteys ja 400/110 kV muunto rakennettaisiin Suvilahteen, tehonjako saataisiin hyvin hallintaan, mutta muut keinot ovat kuitenkin oleellisesti edullisempia. Edullisin ratkaisu on sarjakuristimien asentaminen, kustannus on tällöin luokkaa 2 M€, millä mahdollistetaan Meilahden ja Pitäjänmäen välisen 110 kV avojohtoyhteyden normaali maakaapelointi.
 - Kuten verkostokaaviostakin on helposti nähtävissä, Viikinmäen 400/110 kV muunto ei vaikuta kovin vahvasti eteläiseen siirtorajapintaan.
 - Yhteenvetona voidaan todeta, että lähivuosien haasteet voidaan ratkaista varsin kevyellä tehonjaon hallintaratkaisulla ja maakaapelointi Meilahden ja Pitäjänmäen välillä on mahdollinen riippumatta 400 kV yhteyden toteuttamisesta.
- Itä-länsisuuntainen yhteys Pitäjänmäki - Viikinmäki
 - Kaikissa lasketuissa tilanteissa tällä yhteydellä riittää alle 200 MW mitoitus riippumatta 400 kV yhteyden toteutuksesta. Tämä yhteys voidaan siis tarvittaessa kaapeloida ilman kallista erikoisratkaisua.

Eteläisen ja pohjoisen siirtorajapinnan ratkaisut ovat periaatteessa toisistaan riippumattomia, mutta aikataulullisesti tarve kummallekin on samanaikainen: Pitäjänmäki – Meilahti –yhteysvälin kaapelointi on tehtävä Vihdintien bulevardikaupungin rakentamisen vuoksi vuoteen 2025 mennessä. Pohjoisten 110 kV siirtoyhteyksien maankäytöstä riippumaton vahvistamistarve ajoittuu myös samaan ajankohtaan. Jos pohjoisten yhteyksien lisäkapasiteetti toteutetaan rakentamalla 400 kV yhteys aikaistetusti vuoteen 2025 mennessä Länsisalmesta Viikinmäkeen, on Pitäjänmäen ja Kannelmäen välisten 110 kV yhteyksien muutosten toteuttamisajankohta joustavammin valittavissa. Mikäli nämä 110 kV yhteyksien muutokset toteutetaan myöhemmin,

olisi ne kuitenkin edullista niputtaa vuodeksi 2030 suunniteltuun Kannelmäen sähköaseman uusimiseen.

5 Verkostotarkastelujen vaikutus tarkastelualueiden ratkaisuihin

Vihdintien bulevardikaupunki

Verkostotarkastelujen eräs päätulos oli se, että kaapeloinnit Pitäjänmäen sähköasemalta joka suuntaan voidaan tehdä normaaleina maakaapeliasennuksina. Pohjoisella yhteydellä Kannelmäki – Pitäjänmäki tämä kuitenkin edellyttää Viikinmäen 400 kV yhteyden ja muuntoaseman toteuttamista. Jos 400 kV hanke toteutetaan, saadaan maakaapelointien avulla joustavuutta toteutusvaihtoehtoihin.

Bulevardikaupungin rakentamisen mahdollistamiseksi on Pitäjänmäen 110 kV kytkinlaitokseen liittyvät Kannelmäen ja Meilahden suuntien johdot kaapeloitava vähintään asemakaavoituksen osoittamille siirtymäpylväspaikoille saakka (kuva 5). Viikinmäen suunnan johdon kaapelointitarve Vihdintien bulevardikaupungin vaikutusalueella riippuu Pitäjänmäen sähköaseman tulevasta sijainnista.



Kuva 5. 110 kV johtojen kaapelointiin ja Pitäjänmäen sähköaseman siirtoon käytettävät alueet

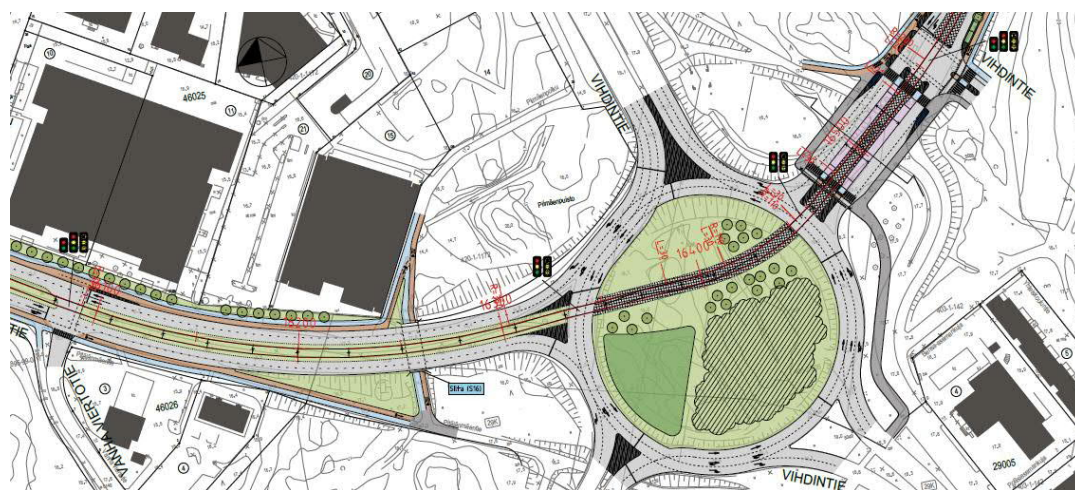
- Eteläinen suunta (Pitäjänmäki – Meilahti/Salmisaari)

Bulevardikaupungin rakentaminen alkaa Haagan liikenneympyrän alueelta ja etenee siitä pohjoiseen. Pitäjänmäen eteläinen yhteys Meilahden suuntaan on siten ensimmäisen vaiheen rakentamisen tiellä ja on kaapeloitava ennen rakentamisen aloitusta (viimeistään vuoden 2025 aikana). Tähän yhteyteen Viikinmäen 400 kV yhteys ja muunto eivät merkittävästi vaikuta, joten näiden osahankkeiden aikataulut eivät ole sidottuja toisiinsa.

Reilun kilometrin matkalla Meilahden sähköasemasta pohjoiseen ei johdon alueella ole rakentamispotentiaalia eikä siten tämän johto-osan kaapelointi ole kaupunkirakentamisen kannalta tarpeellista. Siirtymäportaalin hinnalla saataisiin kuitenkin lähes koko loppumatka johdosta kaapeloitua. Teknisenä ratkaisuna kokonaiskaapelointi on sekajohtoa selvästi parempi, joten luultavasti on järkevintä tehdä kaapelointi Meilahden sähköasemalle saakka.

Raitiotieyhteys rakennettaneen etupainotteisesti Huopalahdentielle ja Vihdintielle, joten kaapelointiprojektin yhdistämistä Huopalahdentien ja Vihdintien katualueen uusimiseen kannattaa selvittää yhteisrakentamishyötyjen saavuttamiseksi. Vihdintie voitaneen uusia nykyisen katualueen puitteissa sen länsireunaan, jolloin nykyinen 110 kV avojohto jäisi tulevien tonttien alueelle. Näin avojohto voisi olla käytössä mahdollisimman pitkään eikä kadun rakentaminen aiheuttaisi ylimääräistä aikataulupainetta sähkönsiirtoverkon projekteille. Bulevardin pikaraitiotie kulkee omalla kaistallaan. Kaapeliyhteydet pyritään sijoittamaan ensisijaisesti kevyenliikenteen väylien alle, joten tien suuntaisella osuudella raiteet ja kaapelit sijoittuisivat erillisille kaistoille. Normaalit risteämät poikittaissuunnassa on luonnollisesti huomioitava tarkemmassa suunnittelussa.

Haagan kiertoliittymän alueen läpi kulkee lisäksi Raide-Jokeri (kuva 6). Raide-Jokerin hankesuunnitelmassa on raideyhteyden linjaus suunniteltu nykyisen kaupunkirakenteen mukaisesti. Tällä alueella sekä bulevardin pikaraitiotie että 110 kV tuleva kaapeliyhteys risteävät Raide-Jokerin. Tarkemmassa suunnittelussa määritellään alueen katuyhteydet ja kevyen liikenteen väylät, joihin 110 kV kaapelit sijoittuisivat. Suunnittelussa syntynee useampia reittivaihtoehtoja. Aikataulullisesti merkittävää on, että kaapeli voidaan rakentaa nykyisen 110 kV avojohdon vielä käytössä ollessa. Raide-Jokerin linjaus kulkee 110 kV avojohtopylväiden välissä ja tämän raideyhteyden rakentaminen ei edellytä ko. johdon siirtämistä.



Kuva 6. Raide-Jokerin nykytilaan pohjautuva suunnitelma Haagan liikenneympyrän alueella [8].

- Pohjoinen suunta (Kannelmäki – Pitäjämäki)

Tämän johtoyhteyden mitoitus on vahvasti riippuvainen Viikinmäen 400 kV kaapelin ja muuntoaseman toteutuksesta. Mikäli 400 kV yhteyttä ei ole rakennettu ja tämä 110 kV johto jouduttaisiin kaapeloimaan, tarvittaisiin 110 kV kaapeleiden riittävän siirtokyvyn mahdollistamiseksi käytännössä kalliotunneli. Kuten kohdassa 4 todettiin, 400 kV hankkeen aikaistamisella päästään tunnelivaihtoehtoa pienempiin kustannuksiin, joten tunnelivaihtoehtoa ei voida pitää vakavasti harkittavalta vaihtoehdolta.

Kannelmäen suunnalla pohjoisessa nykyinen voimajohtolinja kulkee säilytettävän Mätäjoen varrella. Tällä osuudella ei kaupunkirakentamisen syistä ole kaapelointitarvetta. Johto-osuus on pidempi kuin Meilahden suunnalla, joten kokonaiskaapelointi ei ole samalla tavalla selvä. Jos kuitenkin kaapelointi ja Kannelmäen sähköaseman uusiminen (elinkarisuunnitelman mukaan

vuonna 2030) voitaisiin ajoittaa tapahtumaan samanaikaisesti, niin kokonaiskaapelointi olisi järkevää toteuttaa tällöin. Mahdollinen kaapelireitti selvitetään tarkemmassa suunnittelussa.

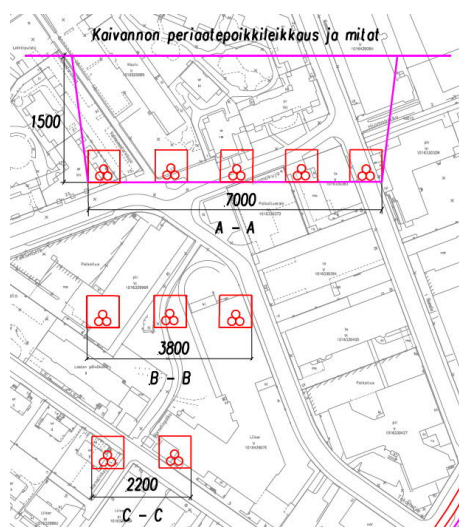
- Viikinmäen suunta (Pitäjänmäki – Viikinmäki)

Yhteys on teknisesti toteutettavissa maakaapelina. Kaapelin mitoitus ei riipu ratkaisevasti Viikinmäen 400 kV yhteydestä eikä siten ole sidoksissa sen aikatauluun. Kaapelointitarve Vihdintien bulevardikaupungin osalta riippuu Pitäjänmäen sähköaseman tulevasta sijainnista.

- Pitäjänmäen sähköasema

110 kV siirtoyhteyksien mitoituksella on merkitystä myös Pitäjänmäen sähköaseman 110 kV kytkinlaitoksen sijoitukselle. Edellä todettiin, että Pitäjänmäen 110 kV kytkinlaitos voidaan yhdistää olemassa olevaan siirtoverkkoon tavanomaisin kaapeliratkaisuun (edellyttäen että 400 kV yhteys on rakennettu). Tämä mahdollistaa Pitäjänmäen sähköaseman sijoituksen suhteellisen vapaan valinnan. Vaihtoehtoina sähköaseman sijoitukselle ovat siten seuraavat:

- sähköasema voidaan jättää nykyiselle paikalleen ja liityntä 110 kV yhteyksiin voidaan toteuttaa kaapelein siirtymäpylväille tai vasta-asemille saakka kaikkiin suuntiin
- sähköasema siirretään Valimon aseman seudun kaupunkirakentamisen tieltä
 - joko Vihdintien itäpuolelle nykyisen Pitäjänmäki – Viikinmäki –johdon johtoalueelle
 - tai asemakaavoituksen osoittamalle alueelle (kuva 5) junaradan eteläpuolelle



Kuva 7. 110 kV kaapelikaivantojen periaatepoikkileikkauksia erilaisilla rinnakkaisten kaapeliyhteyksien määrällä.

Kaikki sijoituspaikat ovat haastavia Pitäjänmäen sähköaseman laajuuden ja suuren kaapelimäärän vuoksi. Sähköaseman ympäristön kaapelireittien toteutettavuutta on mahdotonta arvioida kovin tarkkaan ilman ympäristön muita konkreettisia rakentamis- ja katusuunnitelmia. Joka tapauksessa kaikissa vaihtoehdoissa tarvitaan uusia ratojen ja väylien alituksia, jotka on toteuttava nykyisiä tai uusia alikulkuja hyödyntäen, suuntaporauksella, minitunneleilla tai vastaavilla tekniikoilla. 110 kV kaapelikanavistojen vaatima tilantarve ilmenee kuvasta 7. Viikinmäen suunnan yhteys voidaan liittää myös avojohdolla, jos asema sijaitsee Vihdintien

itäpuolella. Junanradan eteläpuolisen sijoitusvaihtoehdon osalta tämä vaatii selvitystä Väyläviraston kanssa.

Pitäjänmäen sähköaseman tulevan sijoituspaikan osalta on varmistettava, että asemaan liittyvät lukuisat kaapeliyhteydet voidaan hajauttaa riittävästi eri reiteille. Tämä edellyttää tarkempaa suunnittelua asematontin ja ympäröivän alueen osalta. Tällä voi olla myös vaikutuksia sähköaseman siirtokustannuksiin (liikenneväylien hankalat alitukset). Pitäjänmäen sähköasema on eräs pohjoismaiden suurimmista sähköasemista ja aseman siirto onkin alueen osahankkeista selvästi yksittäisenä suurin (arviolta 27-30 M€) ilman kaapelointiin liittyviä kustannuseriä. Riittävä ennakkotarkastelu on siten tarpeen tehdä yllätysten välttämiseksi.

Kaikissa vaihtoehdoissa reunaehtona on, että sijainnista tulee pysyvä. Vaiheittaisesta siirrosta aiheutuu nykyiseen kytkinlaitokseen muutostarpeita, jotka ovat ylimääräisiä väliaikaisin ratkaisuihin liittyviä kustannuksia. Laajat muutostyöt (kaikki johtolähdöt) käytössä olevaan kytkinlaitokseen aiheuttavat hankalia ja pitkiä käyttökeskeytyksiä, joita pyritään välttämään.

- Mahdollisuus vaiheistaa investointeja

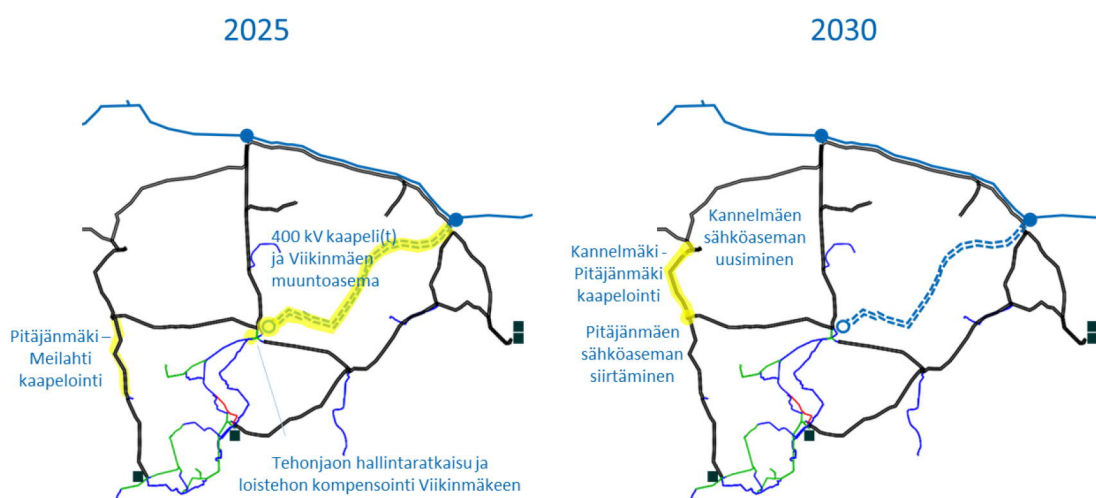
Ollennainen kysymys on, täytyykö kaikki muutokset toteuttaa samalla kertaa vai voidaanko muutoksia vaiheistaa ja muutoksiin liittyviä investointeja siten osin siirtää eteenpäin sekä mahdollisesti välttää joitakin ennenaikaisia investointeja. Kun eteläisen siirtorajapinnan mitoitus ei ole vahvasti riippuvainen Viikinmäen muunnosta, niin periaatteessa olisi mahdollista vaiheistaa 110 kV investointeja siten, että:

- Pitäjänmäen ja Meilahden väliset kaapelit rakennetaan ensimmäisessä vaiheessa ja liitetään ne nykyiseen Pitäjänmäen sähköaseman 110 kV kytkinlaitokseen rakentamalla sähköaseman pihalle pääteportaali, josta kaapelit liitettäisiin nykyisiin avojohtoliityntöihin – näin nykyistä sähköasemalaitteistoa ei tarvitsisi modifioida eikä sähköasemarakennusta saneerata lyhytaikaista tarvetta varten.
- Toisessa vaiheessa toteutetaan uusi Pitäjänmäen sähköasema ja Kannelmäen suunnan kaapeloinnit edellyttäen, että Viikinmäen 400 kV kaapeli ja 400/110 kV sähköasema (muuntoasema) on toteutettu aikaistetusti 2025.

Edellä kuvattujen vaiheiden ajoituksen määrittävät bulevardikaupungin rakentamisen etenemisjärjestys ja –aikataulu sekä tarve sähkönsiirtoverkon pohjoisen rajapinnan vahvistamiseen. Kuten aiemmin edellä todettiin, rakentamisen ensivaiheen mahdollistamiseksi eteläisen suunnan kaapelointi täytyy toteuttaa vuoteen 2025 mennessä. Maankäytöstä riippumaton pohjoisen siirtorajapinnan vahvistamistarve ajoittuu samoin vuoteen 2025. 400 kV yhteys olisi siten toteutettava myös vuoteen 2025 mennessä. Käytävissä olevan suunnittelu- ja toteutusajan puitteissa näitä investointeja ei myöskään ole mahdollista tehdä aikaisemmin.

Jäljelle jäävät Pitäjänmäen sähköaseman siirto ja pohjoisen suunnan 110 kV ilmajohdon kaapelointi. Näiden osalta on Valimon asemanseudun rakentaminen avainasemassa. Tämä alue on rakentamisjärjestyksessä heti seuraavana ensivaiheiden (Haagan kiertoliittymän alue, Riistavuori) toteutuksen jälkeen ja oletettavasti on painetta joukkoliikenneyhteyksien kannalta saada Valimon alue suhteellisen nopeasti uuden asujaimiston käyttöön. Jos alueen rakentamisen aloittaminen alkaa kuitenkin joitakin vuosia ensivaiheiden aloittamisen jälkeen, voidaan pohjoisen suunnan investoinnit siirtää vuoteen 2030 (valmistumisvuosi), johon ajankohtaan on ajoitettu Kannelmäen sähköaseman uusiminen. Jotta näin voidaan menetellä, tarvitaan väliaikaisena rakenteena Meilahden suunnan kaapeleiden pääteportaali Pitäjänmäen nykyisellä

sähköasematontilla. Tällöin nykyiseen Pitäjänmäen sähköaseman laitteistoon ei ole tarvetta tehdä lyhytaikaista ja suhteellisen kallista muutosta. Kuvassa 8 on esitetty kahteen eri vaiheeseen sisältyvät investoinnit.



Kuva 8. Kahteen vaiheeseen jaetut investoinnit, valmistumisvuodet 2025 ja 2030.

Jotta investointien vaiheistuksesta saatava hyöty olisi saavutettavissa, on jatkosuunnittelussa ja kaavoituksessa valmistettava hankekokonaisuus siten, että koko kokonaisuus voidaan toteuttaa tiiviissä aikataulussa ja ottaa käyttöön 2025, siten että

- eteläiseltä osalta eli Haagan liikenneympyrän seudulta ja Riistavuorenpuiston alueelta 110 kV avojohdot on poistettu 2025 loppuun mennessä ja kaupunkirakentaminen etelän suunnasta voidaan aloittaa
- 400 kV kaapeliyhteys ja Viikinmäen muuntoasema voidaan ottaa käyttöön 2025, jotta Kannelmäen suunnan sähkönsiirtoverkossa vältetään väliaikaiset ratkaisut
- Pitäjänmäen sähköaseman osalta
 - tehdään siirtämisen mahdollistava suunnittelu ja kaavoitus käyttöönottoa 2025 silmällä pitäen, mutta
 - laaditaan myös sellainen välivaiheen vaihtoehtoinen suunnitelma, jolla tarvittaessa voidaan siirtää 110 kV investointeja (Pitäjänmäen sähköaseman siirto, Pitäjänmäki – Kannelmäki johtoyhteyden kaapelointi, Kannelmäen sähköaseman uusiminen) noin viisi vuotta eteenpäin (valmistusvuoteen 2030) – tämä viivästetty vaihtoehto tulee kyseeseen ellei investointipäätöksenteon hetkellä (2020-2021) ole tiedossa tarvetta Valimon asemanseudun rakentamisen aloittamiselle ennen vuotta 2030

Tarvittava maankäytön suunnittelu ja kaavoitus

- Pitäjänmäen sähköasematontin ja siihen läheisesti liittyvien kaapelireittien yleissuunnittelu ja asematontin asemakaavoitus. Pitäjänmäen sähköasematontin asemakaava on tarpeen laatia alkuvaiheessa joko omana kaavanaan tai osana lähiseudun asemakaavaa, jotta liitteen 5 mukaisessa aikataulussa voidaan pysyä.
- Kannelmäen uuden sähköasematontin yleissuunnittelu ja asemakaavoitus.
- Meilahden sähköasematontin yleissuunnittelu, äskettäin muutetun asemakaavan muutostarpeen tarkistus.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kaapelireittien huomioiminen katusuunnitelmissa: 110 kV kaapeleiden sijoittamisessa pyritään mahdollisimman paljon hyödyntämään tulevan bulevardin katurakenteen kevyen liikenteen väyliä (Huopalahdentie – Haagan liikenneympyrä – Vihdintie – Kaupintie) yhteisrakentamishyödyn saavuttamiseksi. Pitäjänmäen sähköasemalta Meilahden suuntaan lähtevän voimajohdon osalta on oleellista, että uudet tiealueet voidaan rakentaa nykyisten katualueiden puitteissa. Tällöin nykyinen 110 kV avojohto jäisi kadunrakennustyön ajaksi tulevien tonttien alueelle. Näin avojohto voisi olla käytössä mahdollisimman pitkään eikä kadun rakentaminen aiheuttaisi ylimääräistä aikataulupainetta sähkönsiirtoverkon projekteille. Katujen asemointiin liittyvä suunnittelu on tehtävä heti kaavarungon hyväksymisen jälkeen ja siinä on huomioitava kaikki muukin infrastruktuuri, maaperä, korotukset jne. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kaapelireittien lunastussuunnitelman laatiminen. |

Tuusulanbulevardi

Alueen poikki kulkeva 110 kV yhteys on teknisesti mahdollista kaapeloida pintakaapelina. Viikinmäen 400 kV yhteydellä ja muunnolla ei ole ratkaisevaa vaikutusta yhteyden mitoittamiseen. Johtojärjestelyratkaisu kustannuksineen voidaan ratkaista Tuusulanbulevardin tarkemmassa suunnittelussa. Samalla kannattaa selvittää tarkemmin maankäyttötarpeet koko yhteysväylillä, jotta voidaan yhdellä kertaa tehdä pitkäaikainen ja kestävä muutos.

110 kV avojohdon kaapeloinnin kustannus riippuu vahvasti kaapelireittien rakentamiskustannuksista, koska reitillä on paljon ratojen ja väylien alituksia. Kustannus riippuu siitä, millaisia alikulkuja tai muita infrakanavistoja asemansseudulle rakennetaan ja millainen yhteiskäyttö niillä on. Tilanne on vastaava kuin Pitäjänmäen sähköaseman ja Valimon asemansseudulla.

<h4>Tarvittava maankäytön suunnittelu ja kaavoitus</h4>
--

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Voimajohdon uudelleenjärjestelyn tarkastelu Tuusulanbulevardin suunnittelun yhteydessä omana selvityksenään huomioiden koko yhteysväli. |
|---|

400 kV kaapelireitti Länsisalmesta Viikinmäkeen

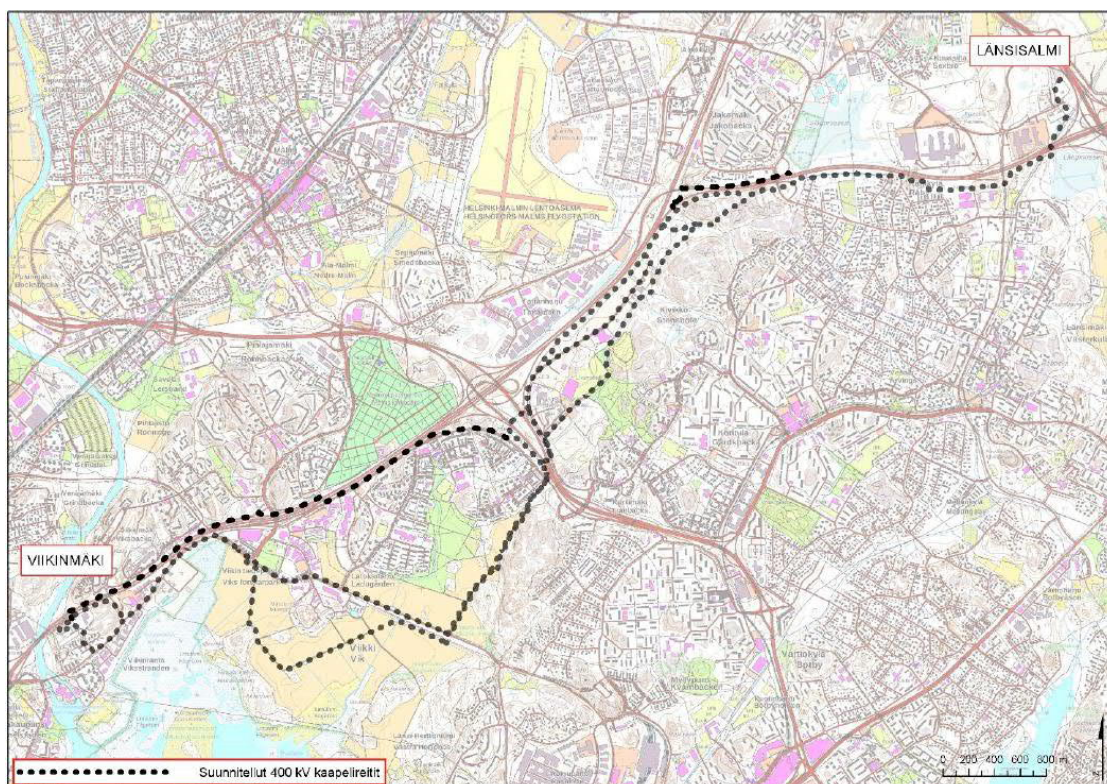
400 kV kaapelin ympäristöselvityksessä [9] on kuvattu vaihtoehtoiset reitit (kuva 9). Osa ympäristöselvityksessä tarkastelluista vaihtoehtoisista reittiosuuksista voi osoittautua toteuttamiskelvottomaksi, kun suunnittelu tarkentuu.

Fingrid hakee lunastuslupaa kaapeliyhteyden alueelle. Reittivaihtoehdot sijoittuvat monin paikoin teiden ja virkistysreittien yhteyteen. Selvityksen mukaan kaapeliyhteyden toteuttamisen ympäristövaikutukset ovat kokonaisuudessaan vähäiset ja keskittyvät kaapelin rakentamisvaiheeseen. Vaikutuksiltaan kaapelin rakentaminen on verrattavissa kaupunkialueella tehtäviin kunnallisteknisiin toimiin. Kaapeliyhteyden tarkemmassa suunnittelussa on yhteensovittamistarvetta Viikin alueen kaavoituksen kanssa.

Selvityksessä tunnistetuissa huomionarvoisista kohteista tullaan jatkosuunnittelussa laatimaan kohdekohtainen ohjeistus vaikutusten lieventämiseksi ja kohteiden arvojen säilymisen varmistamiseksi. Hankkeesta ei tunnistettu YVA-menettelyn edellyttäviä todennäköisiä merkittäviä ympäristövaikutuksia, joten selvityksen perusteella arvioituna YVA-lain mukainen YVA-menettely ei ole tarpeen.

Fingrid toimitti ympäristöselvityksen YVA-tarpeen harkintaa varten Uudenmaan ELY-keskukseen, joka pyysi 9.1.2019 selvityksestä lausuntoja.

Helsingin kaupunki (kaupunginhallitus 25.2.2019) totesi lausuntonaan kaupungin ympäristöpalveluiden lausuntoon viitaten, ettei se katso olevan tarvetta soveltaa hankkeeseen ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. Helsingin kaupunki piti kuitenkin tärkeänä, että kaupungin ympäristöpalveluiden ympäristönsuojeluyksikkö on jatkosuunnittelussa osallisena mukana, jotta mahdolliset haitat voidaan ennakoita tunnistaa ja niiden vaikutukset minimoida. Edelleen kaupunki edellytti, että jatkosuunnittelussa jatketaan kokonaan Porvoon- ja Lahdenväylän tiealueille sijoittuvan linjauksen toteuttamisedellytysten tarkempaa selvittämistä. Linjauksen muut vaihtoehdot sijoittuvat merkittävin osin Vanhankaupunginlahden, Latokartanon ja Kivikon keskeisille viher- ja virkistysalueille, joilla sijaitsee runsaasti kulttuurihistorian ja luonnon suojelukohteita. Kaupunki totesi, että linjausvaihtoehdoissa, jotka koskevat asukkaiden asuin- ja virkistysympäristöjä, riittävän aikaisin käynnistetty vuorovaikutus asukkaiden kanssa edistää hankkeen etenemistä.



Kuva 9. 400 kV reittivaihtoehdot [9]

Uudenmaan ELY-keskus antoi asiaan 3.4.2019 ratkaisunsa (UUDELY/13634/2018 [10]), jossa se toteaa että hankkeeseen ei sovelleta ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (252/2017) mukaista arviointimenettelyä. ELY-keskus toteaa myös että luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen arviointi- ja lausuntomenettely ei ole tarpeen, koska hanke voidaan toteuttaa siten, että siitä ei aiheudu heikentäviä vaikutuksia Vanhankaupunginlahden lintuvesi (FI0100062) Natura 2000 -alueen suojelun perusteena oleville luonnonarvoille. ELY-keskus toteaa, että jatkosuunnitteluvaiheen yhteistyö museo-, ympäristö-, ja liikenneviranomaisten sekä kuntien kaavoittajien kanssa on tärkeää.

Tiealueella kulkeva reittivaihtoehto risteää tai on yhdensuuntainen Viima-raitiotien kanssa. Linjausten yhteensovittaminen on tehtävä jatkosuunnittelussa. Lahdenväylän bulevardikaupungin rakentaminen ajoittuu niin pitkälle tulevaisuuteen, että mikäli kaapeli sijoitetaan Lahdenväylän tiealueelle, voidaan se myöhemmin tarvittaessa siirtää kaupungin osallistuessa siirtokustannuksiin.

Tarvittava maankäytön suunnittelu ja kaavoitus

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ympäristöselvityksen mukaisesti jatkosuunnitteluun ja vuorovaikutusprosesseihin [9,10] |
|--|

Viikinmäen muuntoasematontti

Fingrid on jo tehnyt Helsingin kaupungille varaushakemuksen [11] Viikinmäen tontista 91-36-3-13 lohkaistavaan noin 2,30 hehtaarin suuruisen määräalaa 400/110 kV muuntoaseman rakentamista varten (Kuva 10).

Määräala sijoittuu Helen Sähköverkon käytöstä vapautuneille alueille. Asemakaavan mukainen käyttötarkoitus säilyisi siten ennallaan. Rakennusoikeuden määrä täytyy tarkistaa mahdollisen asemakaavamutoksen tarpeen selvittämiseksi.

Alustavan tiedon mukaan Fingrid olisi saamassa tontille kolmen vuoden suunnitteluvarauksen. Mikäli muuntoasema toteutettaisiin vuoteen 2025 mennessä, päätös hankkeesta tulee tehtäväksi tämän varausajan puitteissa. On kuitenkin huomattava, että on vaikka päätös ei syntyisikään kolmen vuoden aikana, tarve kyseiselle tontille on pysyvämpi.



Kuva 10. Viikinmäen sähköasematontti.

Tontin lisäksi muuntoaseman toteutus edellyttää käyttökelpoista muuntajan kuljetusreittiä. Kantaverkon muuntajat ovat raskaimpia Suomen maanteillä kuljetettavia laitteita, jolloin haasteita tulee teiden kantavuudesta. Lähtökohtaisesti muuntajia on tarve kuljettaa vain kerran 40 vuodessa, mutta vikatilanteissa on kuljetusreitti oltava käytettävissä kahden viikon varoajalla. Reittiselvitystyö on käynnissä. Alustavan näkemyksen mukaan muuntaja voidaan kuljettaa tontille nykyistä, eteläistä katuyhteyttä pitkin. Tällöin ei tätä varten tarvitsisi asemakaavoittaa tai ennakkorakentaa uutta katuyhteyttä. Mahdollisten reittien varrella on siltoja, joiden kantavuutta ei ole vielä varmistettu.

Tarvittava maankäytön suunnittelu ja kaavoitus

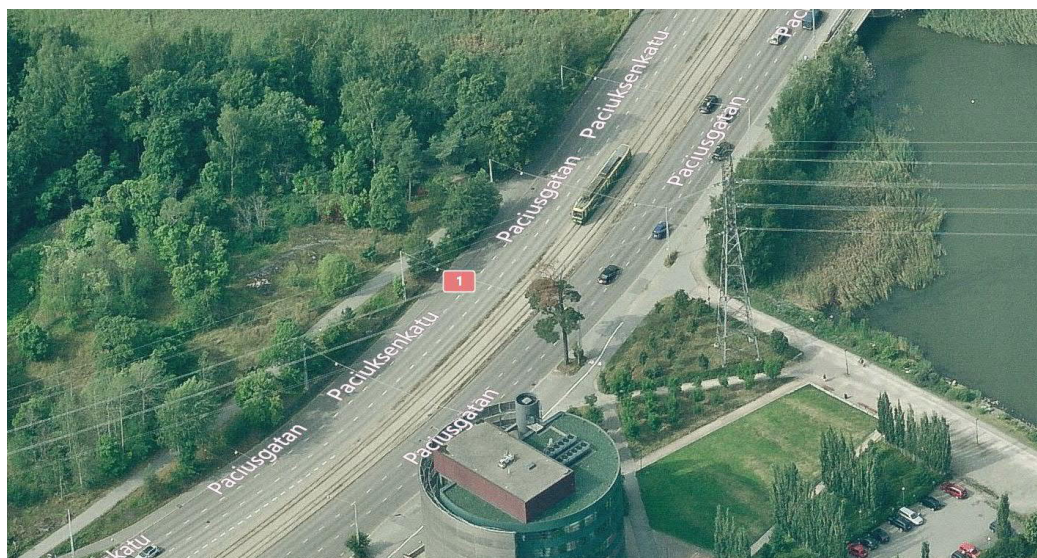
- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tontinvaraushakemuksen [11] käsittely • Muuntoasematontin asemakaavan muuttaminen tarvittaessa • Fingridin teettämän muuntajakuljetusreittiselvityksen loppuun saattaminen • Kaapelireittien suunnittelu aseman alueella ja lähikaduilla yhdessä Helen Sähköverkon kanssa |
|--|

Raideliikennejärjestelmän ja sähkönsiirtojohtojen risteämät

Raide-Jokeria suunnitellaan Helsingin ja Espoon kaupunginvaltuustojen vuonna 2016 hyväksymän hankesuunnitelman [8] pohjalta. Raide-Jokeri -allianssin suunnitteluvaiheen aikana allianssissa tehdään katusuunnitelmat, joissa määritellään muun muassa katujen tarkka sijainti ja mitat, pintamateriaalit, istutukset sekä alustavat valaistus- ja kuivatusratkaisut. Katusuunnitelmat perustuvat aiemmin laadittuihin liikennesuunnitelmiin ja hankesuunnitelmaan. Lisäksi ennen rakentamista laaditaan vielä tarkemmat rakennussuunnitelmat. Tämän suunnittelun yhteydessä tulee tarkistaa risteävien 110 kV avojohtojen turvallisuusetäisyydet. Vastaavia risteämiä on nykyisin raitioverkossa Paciuksenkadulla (Kuva 11).

Eliel Saarisen tiellä alustavan tarkastelun perusteella etäisyydet ovat riittävät eikä risteämä aiheuta erityisiä toimenpiteitä.

Maaherrantiellä risteävä 110 kV avojohtojänteen keskellä eli johtimet ovat tällä kohdalla alimmillaan. Riittävät turvaetäisyydet on tarkistettava tarkemman suunnittelun yhteydessä. Varikkotiellä risteävä 110 kV kaksoisavojohto kulkee metrosillan yläpuolella, joten etäisyydet alapuolisiin rakenteisiin ovat oletettavasti riittävät.



Kuva 11. 110 kV avojohdon ja raitioverkon risteämä Paciuksenkadulla.

Viima-raitiotie on linjattu Lahdenväylän varteen. Viikinmäen sähköaseman kohdalla ylittää kaksi 110 kV kaksoisavojohtoa Lahdenväylän. Johdot on liitetty sähköaseman portaaliin, joka sijaitsee korkealla kalliolla, jolloin etäisyydet lienevät riittävät.

Viima-raitiotien linjauksen Kustaa Vaasantiellä alittaa Kustaa Vaasantien ja Valtimontien risteyksessä 110 kV kaksoiskaapeliyhteys Viikinmäki – Suvilahti. Tien alituksen molemmiin puolin kaapelit on asennettu kevyenliikenteenväylien alle. Kaapelit on asennettu betonikanavaan. Kaapelit alittavat nykyiset Koskelan varikolle johtavat raitiotien raiteet. Vastaavia alituksia on Helsingissä useita.

Risteämien osalta voidaan yhteenvetona todeta, että nykyiset 110 kV johtoyhteydet eivät rajoita Raide-Jokerin tai Viima-raitiotien toteuttamista. Myöskään Raide-Jokerin hankesuunnitelmassa [8] ei ole tunnistettu 110 kV johtojen risteämien aiheuttavan toimia tai muutuskustannuksia.

Tarvittava maankäytön suunnittelu ja kaavoitus

- Tarkemman suunnittelun yhteydessä on syytä tarkistaa turvaetäisyydet ja työnaikaiset asianmukaiset järjestelyt mahdollisine suojauksineen kuten aina kaapeleiden ja johtojen läheisyydessä toimittaessa.

6 Kustannukset ja 400 kV hankkeen aikaistamisen hyöty

Kustannusarviot

Hankeosioiden kustannukset on arvioitu viime vuosina toteutuneiden hankkeiden yksikkökustannusten pohjalta ja osin Energiaviraston yksikköhintaluettelon [12] perusteella. Koska yksityiskohtaista suunnittelua ei ole ollut mahdollista tehdä, on kustannuksiin lisätty muutosvarauksia, jotka vaihtelevat laiteryhmästä ja asennuskohteesta riippuen 0-40% välillä.

Karkeat kustannusarviohaarukat osahankkeille:

- | | |
|--|---------------|
| ▪ 110 kV avojohdon kaapelointi Kannelmäki- Pitäjänmäki | 40 M€ – 12 M€ |
| ▪ Pitäjänmäen sähköaseman rakentaminen ja vanhan aseman purku | 32 M€ – 36 M€ |
| ▪ 110 kV avojohdon kaapelointi Meilahti-Pitäjänmäki | 15 M€ |
| ▪ Fingrid 400 kV kaapeli(t) Länsisalmi – Viikinmäki ja muuntaja(t) | 48 M€ – 72 M€ |

Kannelmäen ja Pitäjänmäen välisen avojohdon kaapelointivaihtoehtojen eroja on kuvattu edellä kohdassa 4. 400 kV hankkeen osalta kustannukset kuvaavat yhden kaapelin ja muuntajan toteutusta ja vastaavasti kahden kaapelin ja muuntajan toteutusta. Pitäjänmäen sähköasematoiminnon siirtämisen kustannukseen vaikuttavat tarvittavat väliaikaiset asennukset, jotka nostavat kustannusta jos toteutus tehdään myöhemmin kuin Meilahden suunnan 110 kV johdon kaapelointi.

Toteutusvaihtoehtojen arviointi

400 kV kaapeliyhteyden ja muuntoaseman aikaistamisen hyöty kohdistuu Kannelmäen ja Pitäjänmäen välisen kaapeliyhteyden toteutettavuuteen ja toteutustapaan. Jos 110 kV avojohto jouduttaisiin kaapeloimaan ennen 400 kV yhteyden toteuttamista, jouduttaisiin kaapeli mitoittamaan yli 200 MW mitoitukselle mikä käytännössä edellyttäisi kaapelitunnelin rakentamista ja raskasta investointia (noin 40 M€). Lisäksi Kannelmäen pohjoispuolella olisi tarve tehdä 110 kV avojohtojärjestelyjä, joilla siirtotehoa saadaan ohjattua tälle yhteydelle. 400 kV yhteyden toteuttamisen myötä tämä yhteysväli voidaan toteuttaa normaalina katurakenteeseen sijoitettavana kaapelina (kustannusarvio 12 M€). Hyöty 400 kV nopeutetusta toteutuksesta on saatavissa jo yhdellä 400 kV kaapelilla ja yhdellä 400/110 kV muuntajalla. Fingridille maksettava aikaistamiskorvaus huomioidenkin nopeutetusta ratkaisusta on nähtävissä selvä nettohyöty. Toinen 400 kV kaapeliyhteys ja toinen muuntaja eivät tuo käytännössä lisähyötyä eikä kasvava aikaistamiskorvaus ole siten myöskään perusteltu.

Yhteenvetona voidaan todeta, että edullisimpaan kokonaisratkaisuun päästää rakentamalla 400 kV hanke aikaistettuna (yksi 400 kV kaapeli ja yksi muuntaja) joko siten, että kaikki 110 kV verkkoon kohdistuvat investoinnit toteutetaan vuoteen 2025 mennessä tai osa näistä investoinneista siirretään valmistumaan vuodeksi 2030 (ks. kohta 5). Sähkönsiirtoverkon kannalta jälkimmäinen vaihtoehto olisi suositeltava, koska Kannelmäen suunnan investoinnit ajoittuisivat Kannelmäen sähköaseman elinkaarisuunnitelman mukaiseen ajankohtaan ja investointeja voitaisiin muutenkin jakaa useammalle vuodelle. Ratkaisevin tekijä toteutusaikataulun osalta on

kuitenkin Vihdintien bulevardikaupungin suunnittelualueen pohjoisosan kaupunkirakentamisen aloittamisen ajankohta.

Johtojen ja sähköaseman siirtokorvaukset

Kustannusten korvaamisesta sovitaan tarkemmin esisopimus- ja sopimusvaiheessa.

Verkkoyhtiöt ovat luonnollisia monopoleja ja Energiavirasto hyväksyy niille sallitut kustannuserät sekä investointitukena maksettujen korvausten käsittelyn menettelyt. Helsingin kaupungin Helen Sähköverkolle maksamia korvauksia käsitellään verkkoyhtiön taloudessa jakeluverkkotoiminnan valvontamenetelmien [13] mukaisesti.

Fingridille maksettava korvaus investointien aikaistamisesta

Fingrid ja Helen Sähköverkko ovat saaneet Energiavirastolta lausunnon (8.6.2018, dnro 886/403/2018 [14]), joka mahdollistaa Helen Sähköverkon osallistumisen aikaistamisen kustannuksiin siten, että Helen Sähköverkko voi jakaa sen investointeja korvaavalta osuudelta maksettavan aikaistamisen pitkäälle ajalle (investointimenoa vastaten).

Helsingin kaupungin maksaman osuuden aikaistamiskustannuksista Fingrid käsittelee kantaverkkoyhtiön valvontamallin mukaisesti.

7 Riskit

Tavoitteena on samanaikaisesti mahdollistaa kaupunkirakentaminen ja kehittää sähkönsiirtoverkkoa palvelemaan tulevaisuuden tarpeita kustannustehokkaimmalla tavalla. On tarpeellista tunnistaa mitkä tekijät voivat viivästyttää, hankaloittaa tai jopa estää jonkin tavoitteen toteutumisen ja miten riskejä voidaan hallita.

Kaupunkirakentamisen tai sähkönsiirtoverkon kehittämisen viivästyminen

Vihdintien bulevardikaupungin rakentamisen aloittamisen edellytys tämän selvityksen näkökulmasta on 110 kV voimajohtoalueiden vapauttaminen hyvissä ajoin ennen rakentamisen aloittamista. Jotta voimajohtoalueiden vapauttaminen ei viivästyisi tavoiteaikataulusta ja siten viivästyttäisi kaupunkirakentamista, on ensinnäkin aluerakentamisen suunnittelu- ja kaavoitusvaiheessa huomioitava korvaavien kaapeliyhteyksien rakentamisedellytysten luominen niin, että tavoiteaikataulussa voidaan pysyä, ja toisaalta johtosiirtojen kohtalonyhteys aluerakentamiseen on tiedostettava päätöksenteossa sekä määrätietoisesti edettävä sitoviin sopimuksiin tarvittavien osapuolien välillä.

Vaihtoehto , jossa pohjoisen siirtoyhteyden (Pitäjänmäki – Kannelmäki) kaapelointi tehtäisiin ennen 400 kV yhteyden toteuttamista, edellyttää kaapelitunnelin rakentamista. On melko varmaa, ettei tavoiteaikatauluun 2025 mennessä ehditä tällaista toteuttaa, tunnelirakentamisen aiheuttama viivästys olisi luultavasti 2-3 vuotta. Toinen samaan vaihtoehtoon liittyvä epävarmuus liittyy Kannelmäen pohjoispuolella tarvittaviin 110 kV johtojärjestelyihin. Siellä olisi tarvetta tuoda Kannelmäen sähköasemalla kaksi uutta 110 kV avojohtovirtapiiriä. Uusien avojohtojen rakentaminen kaupunkiympäristöön kohdannee vastustusta. Näihin molempiin riskeihin on selkeänä ratkaisuna eteneminen jollakin sellaisella vaihtoehdolla, jossa rakennetaan nopeutetusti 400 kV kaapeliyhteys Länsisalmesta Viikinmäkeen, jolloin voidaan toteuttaa 110 kV johtojen maakaapelointi kevyemmällä rakenteella ja välttää uusien 110 kV avojohtojen rakentaminen.

Eteläisen siirtoyhteyden (Pitäjänmäki – Meilahti) osalta riippuvuutta ei ole muuhun kuin tehonjaon hallinnan ratkaisuun (sarjakuristimet Viikinmäkeen tai muu vaihtoehtoinen teknologinen ratkaisu), mikä pitäisi olla toteutettavissa tässä aikataulussa, jos päätökset muuten etenevät aikataulussaan.

Luvitusprosessit voivat viivästyä tarvittavien päätösedellytysten syntymistä. Rakennuslupien osalta yhteissuunnittelu kaavoituksen kanssa pienentää tätä riskiä, jopa poikkeusluvilla rakentaminen voisi olla pakkoilanteessa mahdollista. Tarvittaessa voitaneen esimerkiksi sähköasematonttien asemakaavoitus tehdä ns. postimerkkikaavana. Lunastuksien osalta kyse lienee enemmän lunastuskorvauksien tasosta kuin vaikutuksesta toteuttamisen etenemisaikatauluun.

400 kV hankkeen toteutumisen estyminen tai viivästyminen voi johtaa vaihtoehtoihin, kokonaisuuden kannalta kalliimpiin ratkaisuihin tai riskinottoon käyttövarmuustason suhteen (viimeksi mainittu on mahdollista vain, jos viivästysajan pituus on kohtuullinen ja luotettavasti ennustettavissa). Jos päädytään vaihtoehtoon VE0, voivat edellä luetellut kyseiseen vaihtoehtoon liittyvät riskit toteutua. 400 kV hankkeen toteutumisen estyminen voi myös pahimmillaan hidastaa tai estää ilmastotavoitteiden toteutumista Helsingissä, jos energiantuotannon rakennemuutosta ei päästä toteuttamaan.

Pitäjänmäen sähköaseman siirtäminen Vihdintien itäpuolelle ja junaradan eteläpuolelle edellyttää, että selvitetään Väyläviraston näkemykset rata-alueen läheisyyteen rakentamisesta ja työskentelystä sekä raiteiden alittamisesta / ylittamisestä. Tämä on syytä selvittää heti seuraavan vaiheen yleissuunnittelussa.

Vihdintien bulevardiprojektin toteutumatta jääminen tai sen merkittävä myöhentyminen ei poista tarvetta tehdä vahvistuksia sähkönsiirtoverkkoon. Nämä ovat toteutavissa itsenäisesti riippumatta bulevardiprojektista, mutta toteutusten yhtäaikaaisuudesta syntyvä synergia jää silloin saavuttamatta ja joudutaan mahdollisesti väliaikaisratkaisuihin. Jos päätöksenteko Vihdintien projektin osalta viivästyy tai projektia myöhennetään vain vähän (vuosi - pari), voitaneen harkita koko ”paketin” siirtämistä eteenpäin. Aikataulusta tulisi saada kuitenkin varmuus varsin nopeasti.

Tekninen toteuttavuus

Kaapelitunnelin osalta ei ole tehty minkäänlaista rakennettavuusselvitystä eikä sen edellyttämiä tutkimuksia. Tunnelia edellyttävän vaihtoehdon toteutusmahdollisuuksia ei ole siten mitenkään varmistettu.

Maakaapelireiteillä voi olla osia, joilla tarvittavan kuormitettavuuden saavuttaminen vaatii erikoisratkaisuja. Jos 400 kV yhteys on toteutettu ennen 110 kV johtojen kaapelointia, on kaapeleiden mitoittaminen helpompaa ja mahdolliset haastavat kohteet pistemäisiä.

400/110 kV muuntajien kuljetusreittien varmistaminen on tärkeää. Reittiselvityksessä on varmistettava myös näiden reittien pysyvyys.

Sarjakuristimen käyttö 110 kV kaapeliverkon tehonjaon tasaajana on uusi sovellus Helen Sähköverkolle, mutta muualla maailmalla ja Suomessakin sitä on käytetty. Tekninen toimivuus järjestelmätasolla ja tulevissa siirtoverkon muutoksissa sekä soveltuvuus Viikinmäen ympäristössä (äänitaso) on varmistettava jatkosuunnittelussa. Tähän liittyvät riskit ovat kaikissa vaihtoehdoissa samat. Tehonjaon hallintaan on myös muita ratkaisuja, jotka kuitenkin ovat kustannuksiltaan kalliimpia.

Kustannukset

Kustannusarvioiden pohjalla ovat toteutuneiden hankkeiden yksikkökustannukset, jotka eivät huomioi mahdollisia tapauskohtaisia erikoisratkaisuja. Tällaisiin varautumiseksi on kustannusarvioon sisällytetty muutosvarauksia, suuruudeltaan 0-40% kohteesta riippuen.

Kaapelireittien kustannukset muodostavat suurimman riskipitoisen kustannuserän, samalla niihin sisältyy merkittävä mahdollisuus kustannussäästöihin yhteisrakentamisen hyödyntämisen kautta. Kaapelireittien huomiointi katurakenteen suunnittelun yhteydessä on ensiarvoisen tärkeää tästä näkökulmasta (sen lisäksi että sillä on merkitystä aikataulun suhteen, ks. yllä). Kun kaapeloitavaa reittiä on yhteensä noin kahdeksan kilometriä ja toteutuksen yksikkökustannus voi helposti vaihdella 0,5 M€/km, voi tästä pahimmillaan aiheutua 4 M€ suuruusluokkaa oleva lisäkustannus. Riski tuskin kuitenkaan toteutuu koko matkalla. Yhteisrakentamisella voidaan toisaalta saavuttaa samaa lähes suuruusluokkaa olevia hyötyjä.

Kaapelitunnelia edellyttävässä vaihtoehdossa, sen lisäksi että tunnelin rakentaminen tavoiteaikataulussa vaikuttaa hankalalta, tunnelin toteutuskustannuksista ei ole mitään varmuutta rakennettavuus selvityksen ja tutkimusten puuttuessa. Jos tällaiseen vaihtoehtoon oltaisiin pakotettuja, olisi kustannus lähes 30 M€ suurempi verrattuna edullisimpaan vaihtoehtoon. Jos tunnelin rakentaminen osoittautuu kallion heikkouksien tai muun vastaavan syyn vuoksi normaalia huomattavasti kalliimmaksi, voi kustannusero nousta merkittävästi suuremmaksikin.

Pitäjänmäen sähköaseman uuden sijoituspaikan osalta suurimman riskin muodostavat kaapelireitit sähköaseman läheisyydessä. Jos sähköasematontin ympärillä katuyhteydet, alikulut, tms. eivät mahdollista riittävää kaapelireittien hajauttamista, voidaan joutua rakentamaan kalliita aliporauksia tai louhittuja minitunneleita. Näistä voi koitua usean miljoonan euron kustannuksia. Riskin pienentämiseksi on sähköaseman ja sen ympäristön suunnittelun yhteensovittaminen ensiarvoisen tärkeää.

Yhteenveto riskeistä ja riskienhallinnan pääkeinoista

Selvityksessä kuvatut osahankkeet ovat osin toteuttavissa erillisinä, jolloin voi syntyä halukkuutta päättää osioista erikseen. Tällainen hajautettu päätöksenteko vaarantaa merkittävien synergiaetujen saavuttamisen. Sen vuoksi olisi tärkeää sopimuksin varmistaa kaupunkirakentamisen ja sähköverkon kehittämisen yhteensovittaminen. Kun 400 kV kaapelin ja muuntoaseman nopeutettu toteuttaminen on selvityksen mukaan edullisin ratkaisu ja se itsessään poistaa tai pienentää useita riskejä, olisi sekä aikatauluihin että kustannuksiin liittyvien riskien hallinnan kannalta tärkeintä

- saada aikaan yhteinen päätös toteutettavasta hankekokonaisuudesta, ennen kuin ensimmäisistä investoinneista on päätettävä, jotta voitaisiin lähteä heti toteuttamaan edullisimpaan ratkaisuun johtavaa investointipolkua ja vältettäisiin lyhytaikaisia investointeja.

Tällainen kokonaispäätös johtaisi myös

- yhteiseen ja selkeästi tavoitteelliseen valmistelu- ja suunnitteluprosessiin, jossa voidaan poistaa useita edellä lueteltuja suunnitteluratkaisuihin, teknisiin toteutuksiin ja kustannuksiin liittyviä riskejä.

8 Yhteenveto ja etenemisehdotus

Selvityksen tavoitteena oli määritellä sähkösiirtoverkkoratkaisu, joka mahdollistaa erityisesti Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupungin rakentamisen aloittamisen ja toteuttamisen sekä sähkösiirtojärjestelmän kehittämisen kokonaistaloudellisesti edullisimmalla tavalla.

Selvityksen perusteella edullisin ratkaisu on toteuttaa nopeutetussa aikataulussa 400 kV kaapeliyhteys Länsisalmesta Viikinmäkeen ja Viikinmäen muuntoaseman rakentaminen. Ratkaisusta saavutettavat hyödyt saadaan yhdellä 400 kV kaapelilla ja yhdellä muuntajalla. 400 kV yhteyden rakentamisella saavutetaan myös parempi valmius vielä täsmentymättömiin ilmastotavoitteiden toteuttamiseen liittyviin sähkön- ja lämmöntuotannon muutoksiin.

Sähköverkon investointeja voidaan tarvittaessa jonkin verran vaiheistaa käyttöönottovuosille 2025 ja 2030. Vaiheistamisesta voidaan päättää myöhemmin, mutta valmistelussa on edettävä niin, että koko hankekokonaisuus voidaan toteuttaa tiiviissä aikataulussa ja ottaa kokonaisuudessaan käyttöön 2025.

Osahankkeet toteutettaisiin seuraavasti:

- Fingrid rakentaa 400 kV kaapelin Länsisalmesta Viikinmäkeen ja Viikinmäen muuntoaseman v. 2025 valmiiksi (aikaistus 10 vuotta), laajuus yksi 400 kV kaapeli ja muuntaja, putkitus toiselle 400 kV kaapelille.
- Helen Sähköverkko rakentaa maakaapeliyhteyden Meilahti-Pitäjänmäki ja sen edellyttämät tehonjaon hallintaan ja loistehon kompensointiin liittyvät laitteistot v. 2025 mennessä valmiiksi.
- Helen Sähköverkko rakentaa joko v. 2025 tai v. 2030 valmiiksi
 - uuden Pitäjänmäen sähköaseman johtoliityntöineen uudelle tontille
 - maakaapeliyhteyden Pitäjänmäki-Kannelmäki
 - uuden Kannelmäen sähköaseman uudelle tontille
 - on huomioitava, että rakentaminen tähdäten vuoteen 2030 edellyttää väliaikaista liityntää Meilahti-Pitäjänmäki kaapelille Pitäjänmäen sähköaseman nykyisellä sijaintipaikalla, väliaikainen liityntä on rakennettava v. 2025 valmiiksi - tältä osin tavoiteaikataulu (2025 tai 2030) on valittava varsin nopeasti, jotta vuoden 2025 tavoiteaikatauluun päästäisiin.
- Helsingin kaupunki laatii riittävät maankäyttösuunnitelmat sovitettuna edellä kuvattuun aikatauluun. Toteuttamisen edellyttämät jatkosuunnittelun ja kaavoittamisen kohteet on listattu kohdassa 5.

Etenemisaikataulun luonnos (tavoiteaikataulu 2025) on kuvattu liitteessä 2. Vihdintien bulevardikaupungin osalta etenemisen tärkeimmät merkkipaalut lähitulevaisuuden osalta ovat:

- Vihdintien bulevardikaupungin kaavarungon käsittely toukokuussa 2019
- alustavat kustannukset 2019 kesällä

Tavoiteaikataulu on erittäin haastava, mutta selvityksen mukaiset hankkeet on toteutettavissa vuoteen 2025 mennessä, mikäli päätöksenteko etenee edellä kuvatun aikataulun mukaisesti. Päätöksentekovalmiuden luominen edellyttää kaikilta osapuolilta jatkotoimien (johtoreittien, sähköasemien layoutien ja katujen suunnittelu huomioiden muu kunnallistekniikka, kaavoitus, tarvittavat viranomaispäätökset, rakennuslupitus) käynnistämistä pikaisesti.

Myös tarvittavia toteutukseen tähtääviä sopimuksia on ryhdyttävä valmistelemaan välittömästi. Sopimuksissa on pyrittävä selkeään kokonaisratkaisuun, jotta synergiahyödyt voidaan saavuttaa. Sopimusten rakenne, aikataulut ja koordinoituvastuu sovitaan erikseen.

Liitteet

- Liite 1 Koonti sähkönkäyttöennusteista
Liite 2 Etenemisaikataulun luonnos

Viitteet

- [1] Helsingin yleiskaava (2016) tai Yleiskaava (2016), tullut voimaan 5.12.2018.
<http://www.yleiskaava.fi/2018/uusi-yleiskaava-on-tullut-voimaan/>
- [2] Yleiskaavan toteuttamisohjelma
https://www.hel.fi/static/public/hela/Kaupunginhallitus/Suomi/Paatos/2018/Keha_2018-06-04_Khs_23_Pk/D0001A7C-66CB-CB70-8C1F-63A53B700000/Liite.pdf
- [3] Helsingin kaupunkistrategia 2017-2021
<https://www.hel.fi/Helsinki/fi/kaupunki-ja-hallinto/strategia-ja-talous/kaupunkistrategia/>
- [4] Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupungin suunnitteluperiaatteet
<https://dev.hel.fi/paatokset/asia/hel-2018-003973/kylk-2018-16/>
- [5] Tuusulanbulevardi – Bulevardikaupungin suunnitteluperiaatteet
<https://dev.hel.fi/paatokset/asia/hel-2018-008809/kylk-2018-36/>
- [6] Helen Oy:n kehitysohjelma
<https://dev.hel.fi/paatokset/asia/hel-2015-007449/kvsto-2015-20/>
- [7] Sopimus Helsingin alueen sähkösiirtoverkkoratkaisusta tehtävästä selvityksestä, Helen Sähköverkko Oy, Fingrid Oyj, Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala, maankäyttö ja kaupunkirakenne, 3.9.2018
- [8] Raide-Jokerin hankesuunnitelma
<http://raidejokeri.info/aiemmat-suunnitelmat-ja-selvitykset/>
- [9] Helsingin 400 kV kaapeliyhteys. Ympäristöselvitys 2018.
- [10] Päätös ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) soveltamisesta yksittäistapauksessa Fingrid Oyj:n hankkeeseen Helsingin 400 kV kaapeliyhteys, Helsinki ja Vantaa, UUDELY/13634/2018, Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 3.4.2019
- [11] Fingrid Oyj:n tontinvaraushakemus Viikinmäestä tontista 91-36-3-13 erotettavasta määräalasta
- [12] Energiavirasto, sähköjakeluverkon komponenttien yksikköhinnat 2016-2023
<https://www.energiavirasto.fi/web/quest/verkkokomponentit-ja-yksikkohinnat-2016-2023>
- [13] Energiavirasto, sähkön jakeluverkkotoiminnan valvontamenetelmät 2016-2023
<https://www.energiavirasto.fi/valvontamenetelmät-2016-20231>
- [14] Energiaviraston lausunto 8.6.2018, dnro 886/403/2018

Sähkönkäyttöennusteet

Ennusteparametrit rakentamisen osalta	Hidas			Perus			Nopea	
	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040
Kerrosalavarannosta toteutuu, Asuminen / Toimitila	50%/40%	50%/40%	50%/40%	70%/60%	70%/60%	70%/60%	100%/100%	100%/100%
Kerrosalavarannosta toteutuu, Muut	70 %	70 %	70 %	90 %	90 %	90 %	100 %	100 %
Ominaiskulutuksen muutos, Vanha / uusi rakennuskanta	-5%/-10%	-10%/-15%	-15%/-20%	-2%/-5%	-5%/-10%	-10%/-15%	±0%/-2%	-2%/-5%

Tarkasteluajankohdat: Lähtövuotena on käytetty vuotta 2016, jolta vuodelta oli (2018) täydelliset tiedot kulutuksesta, kerrosalasta tms.; lähtötiedoista on laadittu skenaariot vuosille 2030-2040-2050 ja väli vuosilta käytetty interpoloituja arvoja.

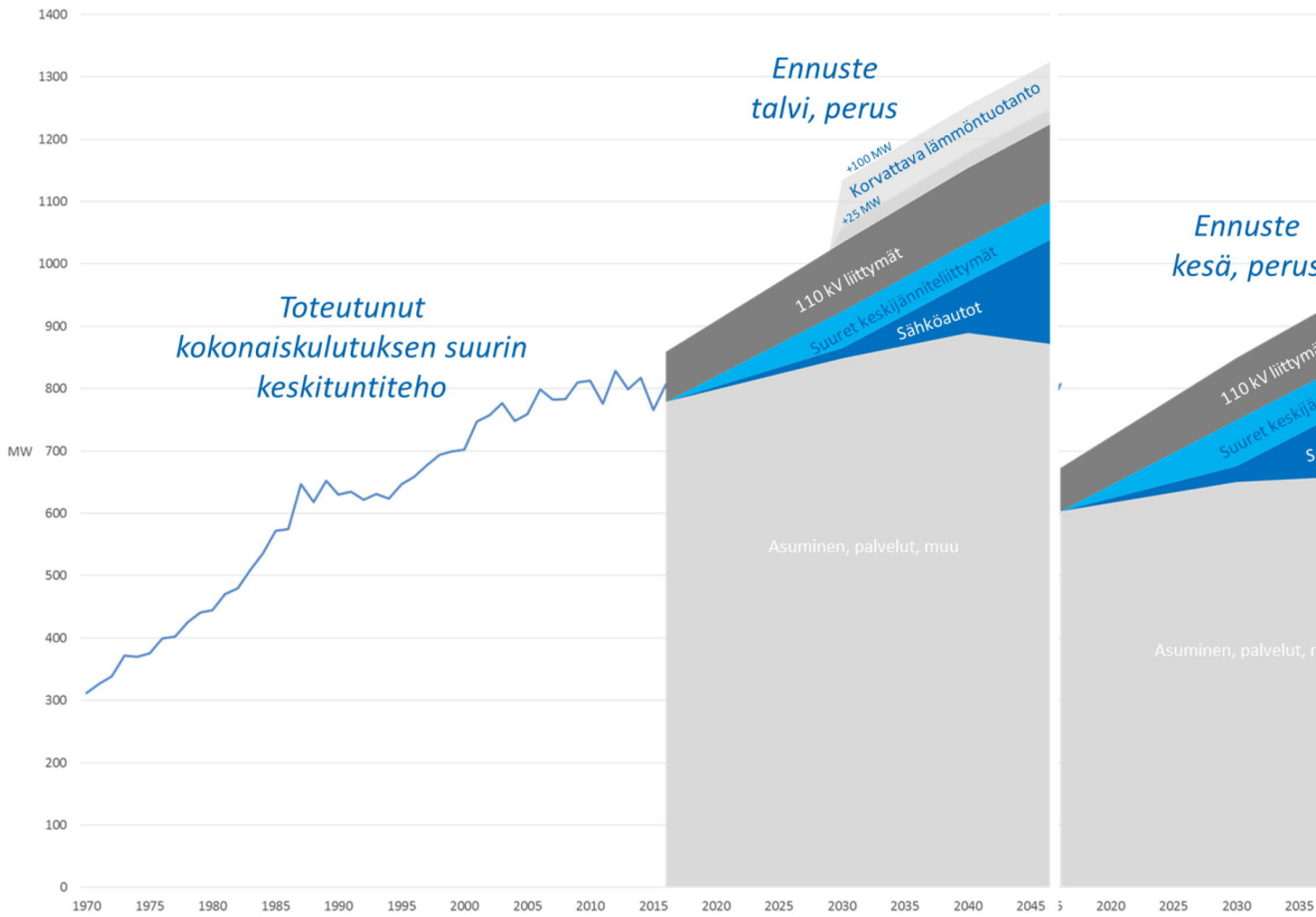
Eri vuodenaikojen ennusteajankohdat on valittu verkostolaskennan perusteella sähkönsiirtoa mitoittavien tekijöiden yhdistelmien kannalta, esim. ulkolämpötila, voimalaitosten käyttö, tms.

- TALVI = joulukuun tai tammikuun kylmä arkipäivä, klo 16 tai klo 20
- SYYS = marraskuun kylmä arkipäivä, loppuilltapäivä klo 16-18
- KESÄ = kesäkuun alkupuoli tai elokuun loppupuoli, keskipäivä
- KEVÄT = toukokuun alku, keskipäivä

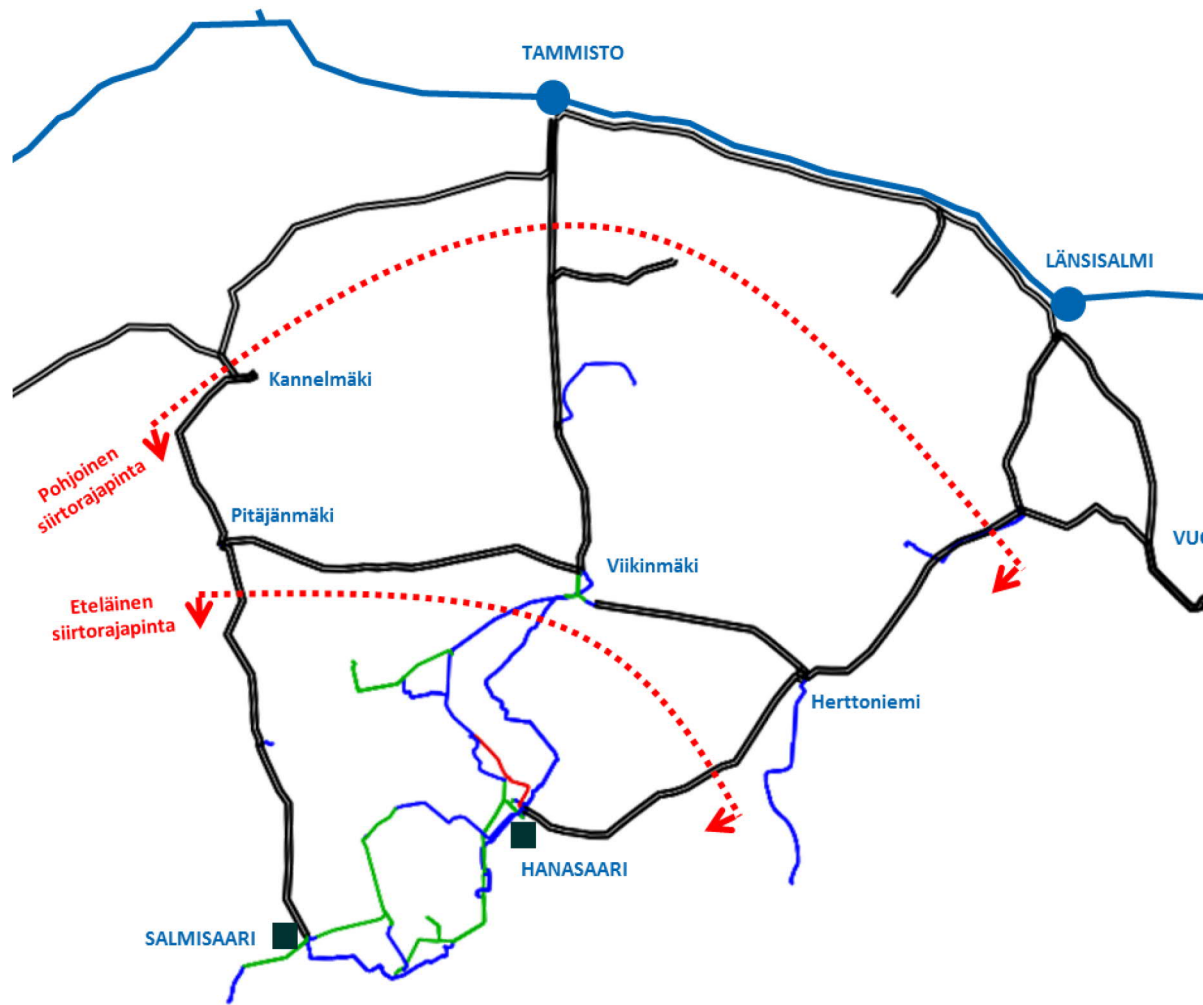
Ennusteen herkkyyttä CHP-laitoksilla tuotetun lämmön korvaamisen osalta on kuvattu muun ennusteen kuvatulla kahdella lämpöpumppuskenaariolla: lisäteho +25 MW (≈biomassan polton kasvattaminen Salmisaarella ja sähkötehon alennus) tai +100 MW (≈ polton lopettaminen Salmisaarella).

Suurjänniteliittymien osalta ennuste on koottu asiakkaiden suunnitelmatiedoista. Tältä osin ennustetut arvot ovat yksilöity, vaan ennuste on esitetty summana jännitetasoittain (keskijänniteasiakkaat ja 110 kV liittymät).

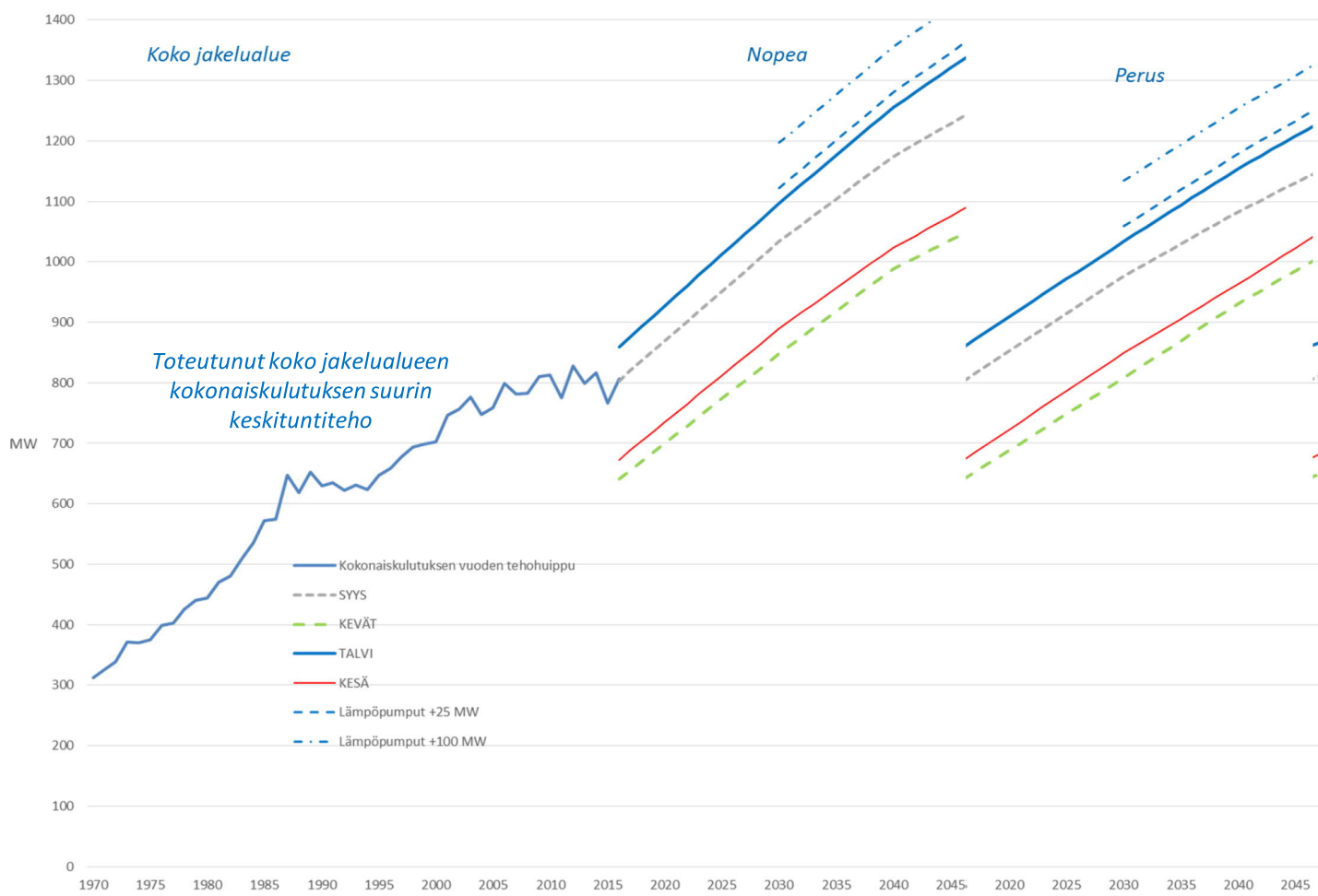
Helen Sähköverkon jakelualan perusskenaarion mukaiset sähkönkäyttöennusteet



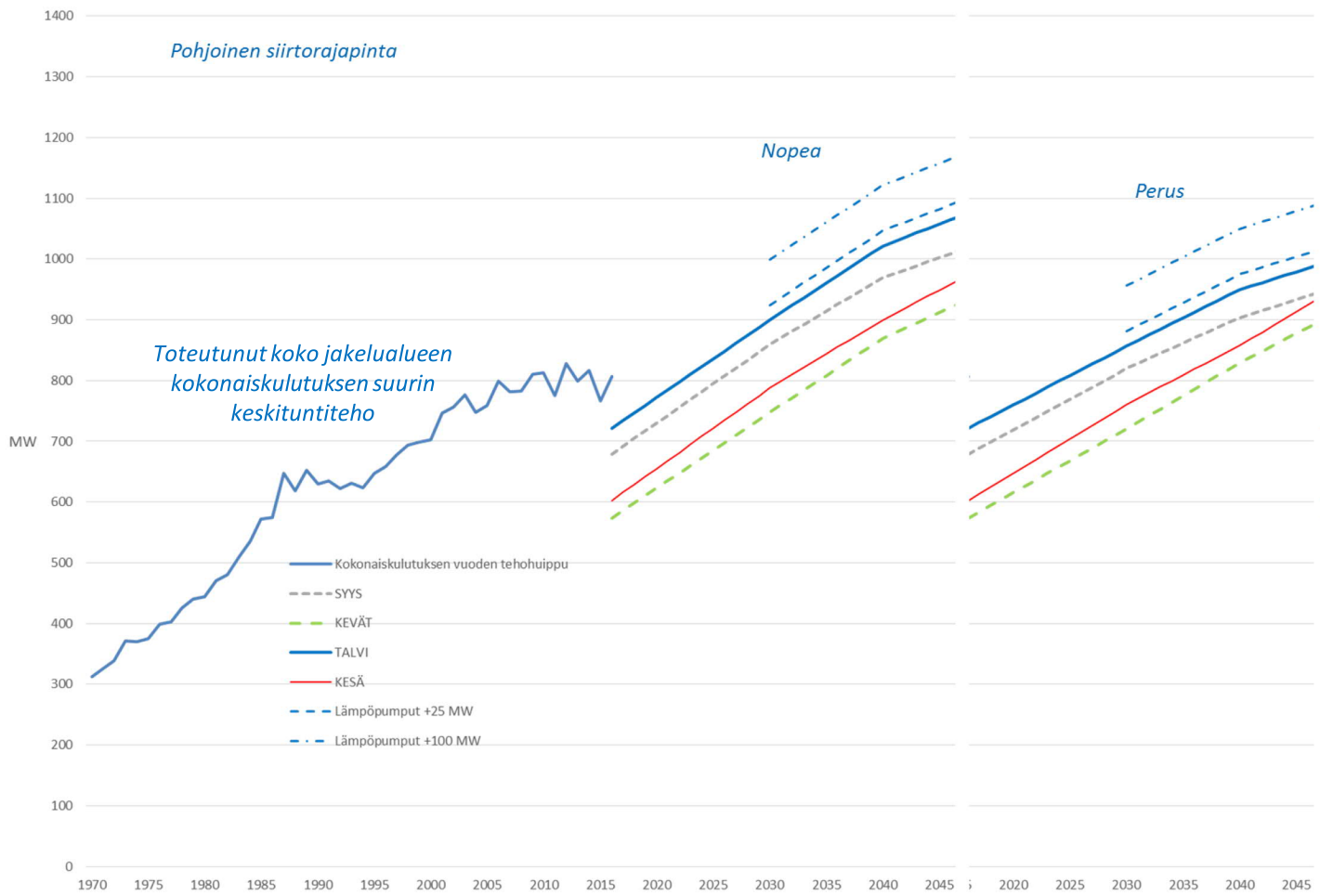
Ennusteet siirtorajapinnoille



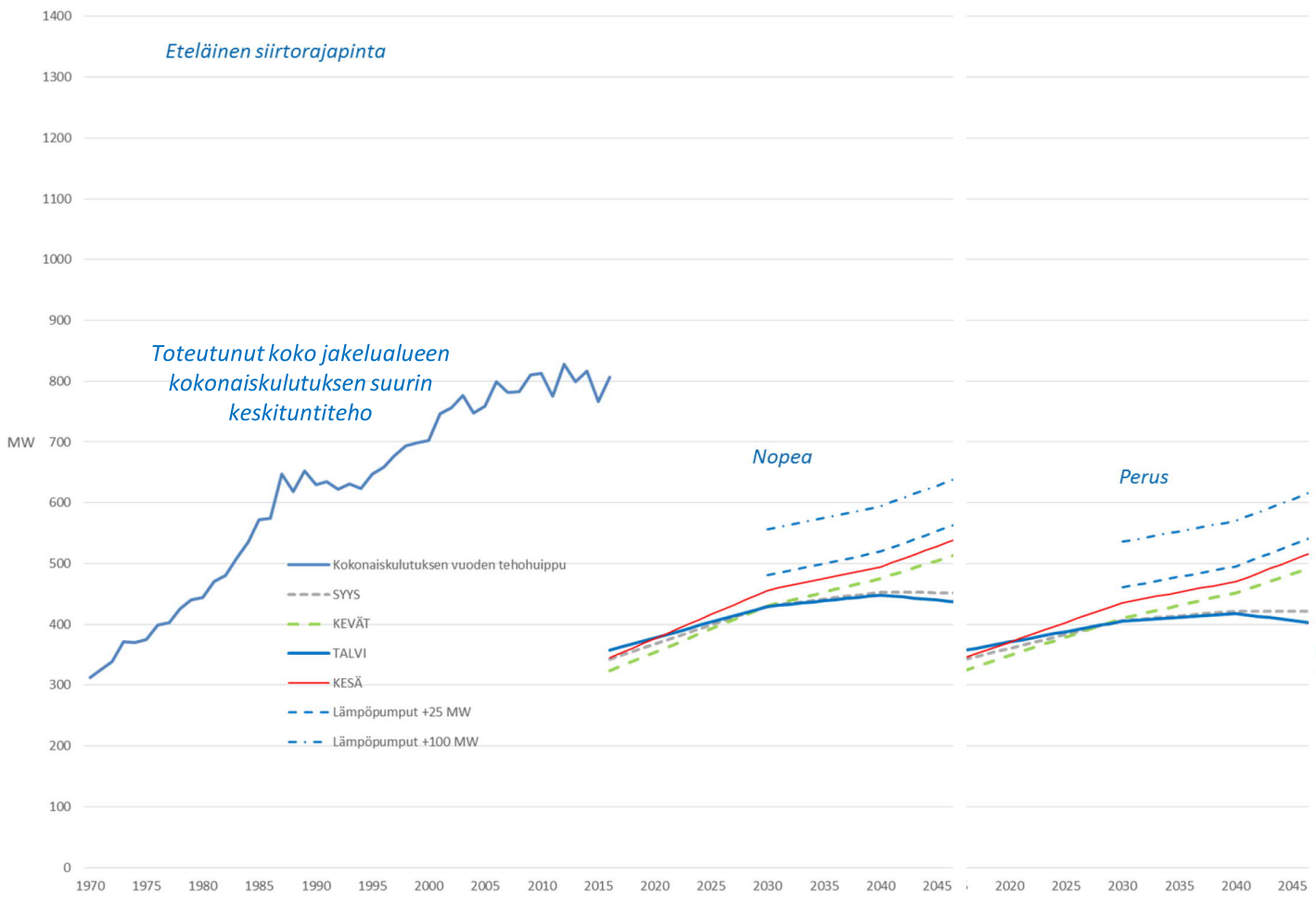
Koko jakelualue



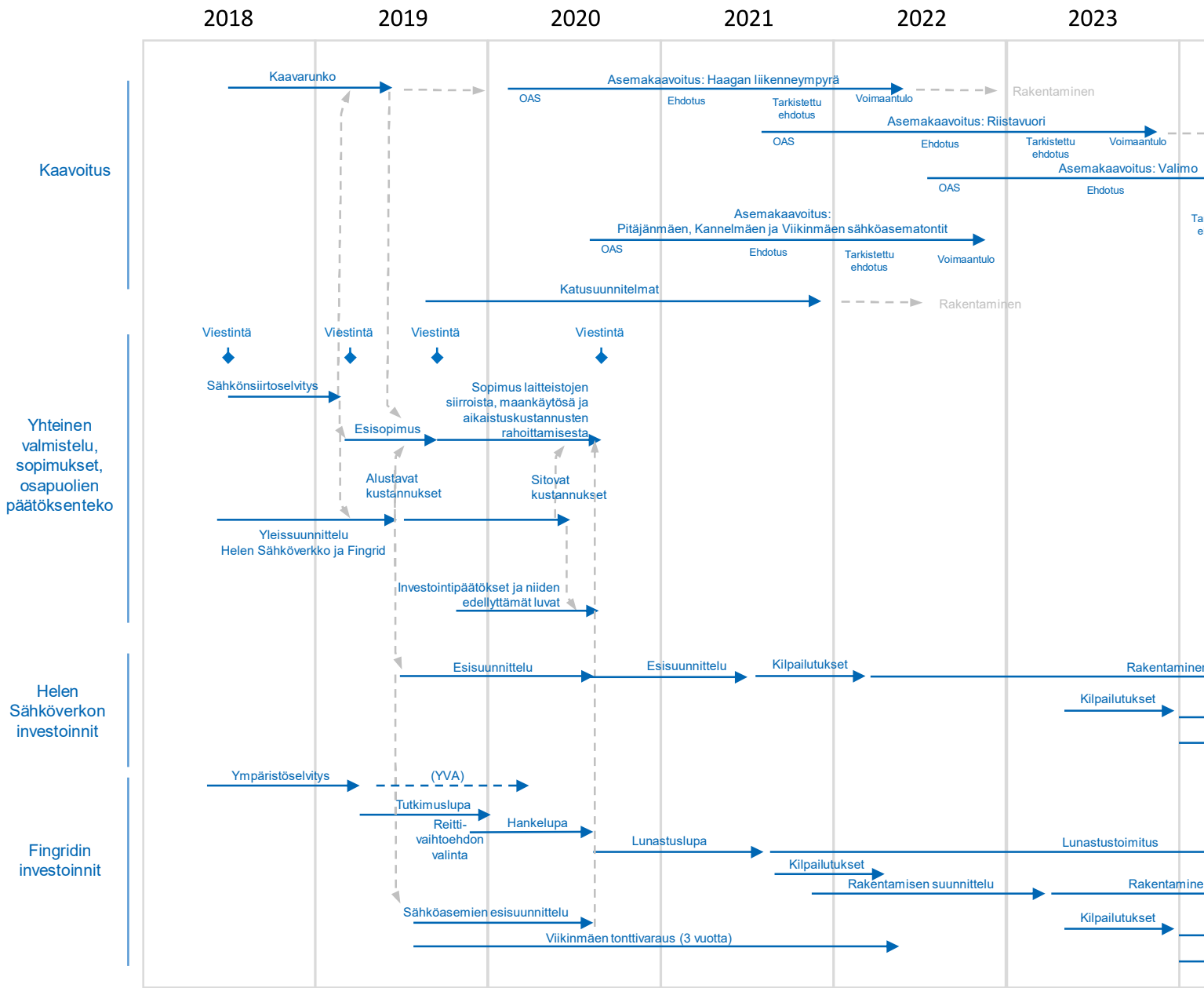
Pohjoinen siirtorajapinta



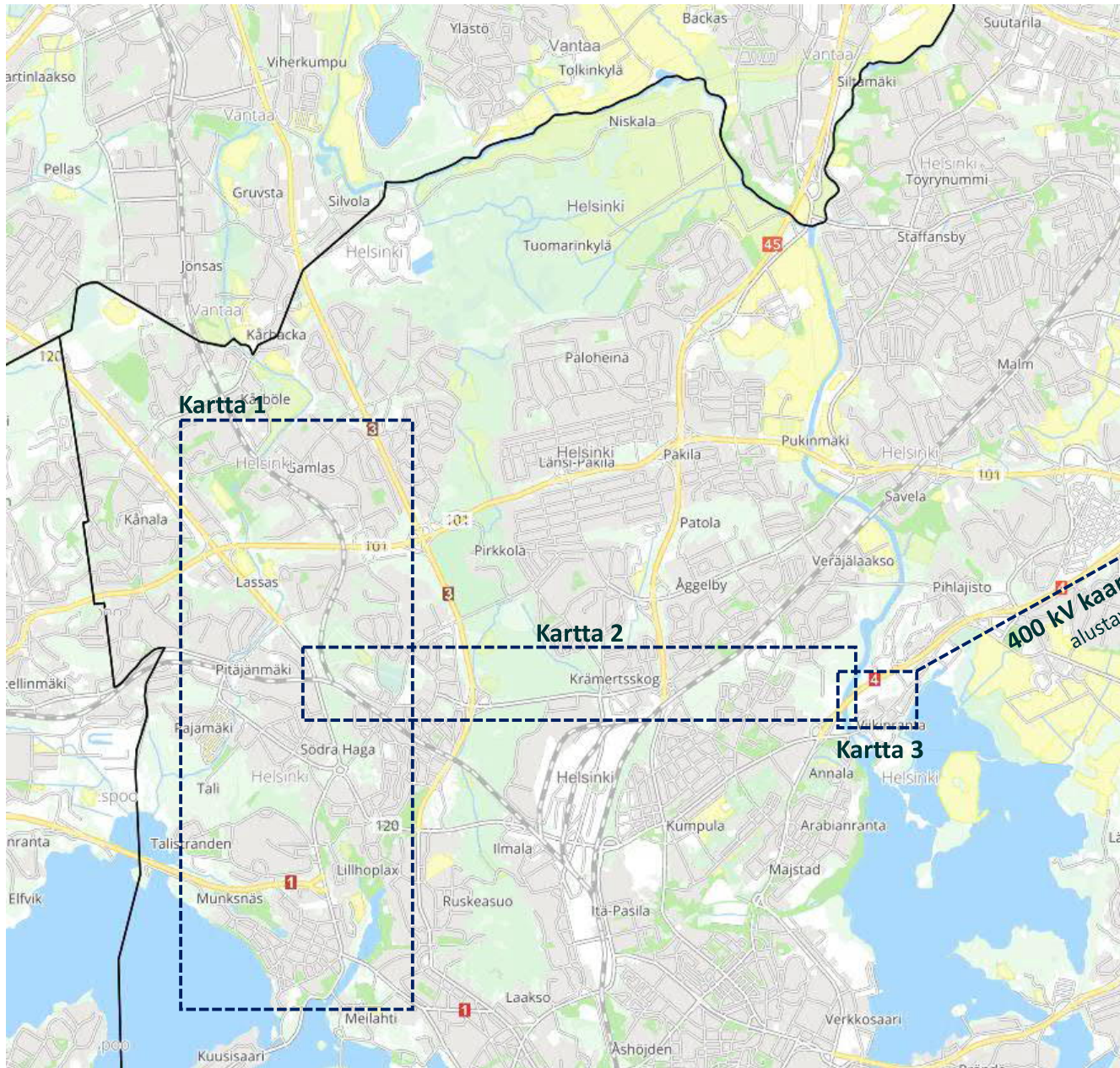
Eteläinen siirtorajapinta



Etenemisaikajana



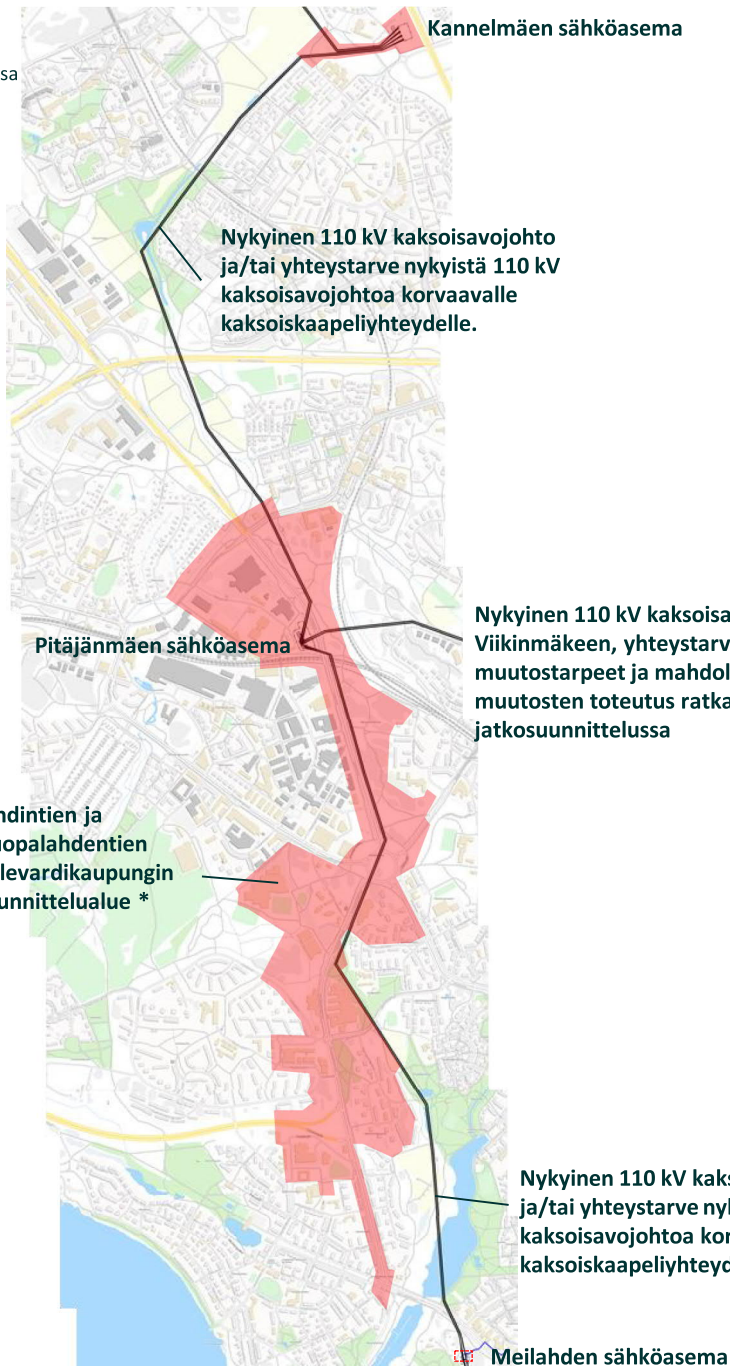
SOPIMUSALUE



SOPIMUSALUE

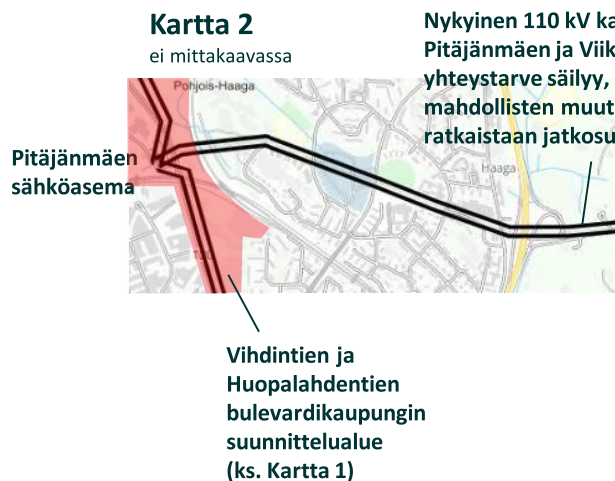
Kartta 1

ei mittakaavassa



Kartta 2

ei mittakaavassa



Kaupunki korvaa kustannukset bulevardikaupunkien suunnittelualueilla tapahtuvien muutosten ja suoraan niistä johtuvien muilla alueilla tehtävien muutosten osalta.

Näihin alueisiin liittyvien, mutta alueiden ulkopuolelle sijoittuvien sähköverkon osien osalta Helen Sähköverkko harkitsee siirtojohtojen ja vasta-asemien omaehtoisten muutos- ja uusimistöiden ajoittamista bulevardikaupunkien muutostöiden yhteyteen.

AIKATAULU

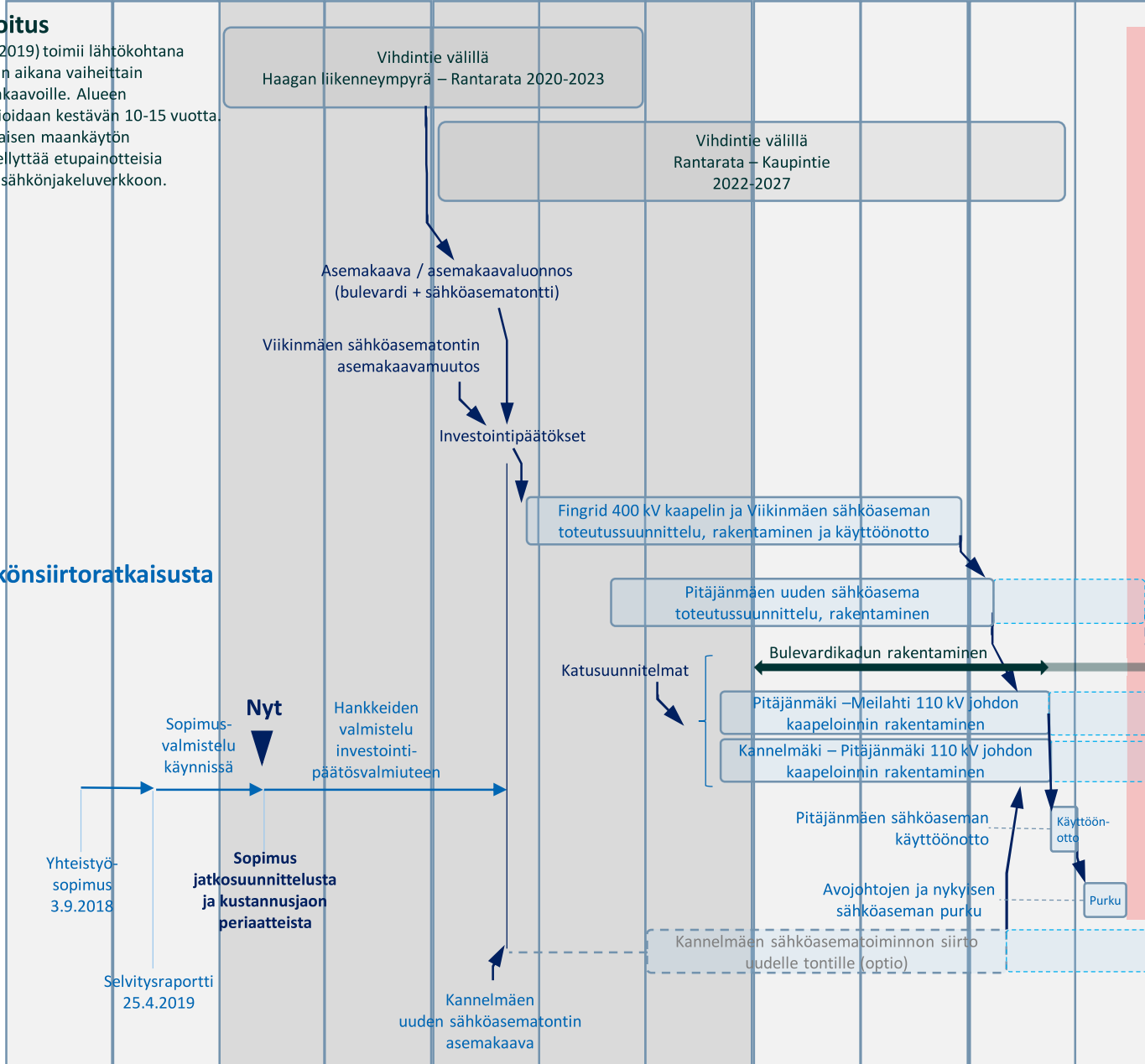
31.12.2024
Sähköntuotanto
Hanasaaressa päättyy

2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028

Asemakaavoitus

Kaavarunko (11.6.2019) toimii lähtökohtana alueelle 2020-luvun aikana vaihteittain laadittaville asemakaavoille. Alueen toteuttamisen arvioidaan kestävän 10-15 vuotta. Kaavarunko mukaisen maankäytön toteuttaminen edellyttää etupainotteisia muutoksia alueen sähköjakeluverkkoon.

Selvitys sähkösiirtoratkaisusta



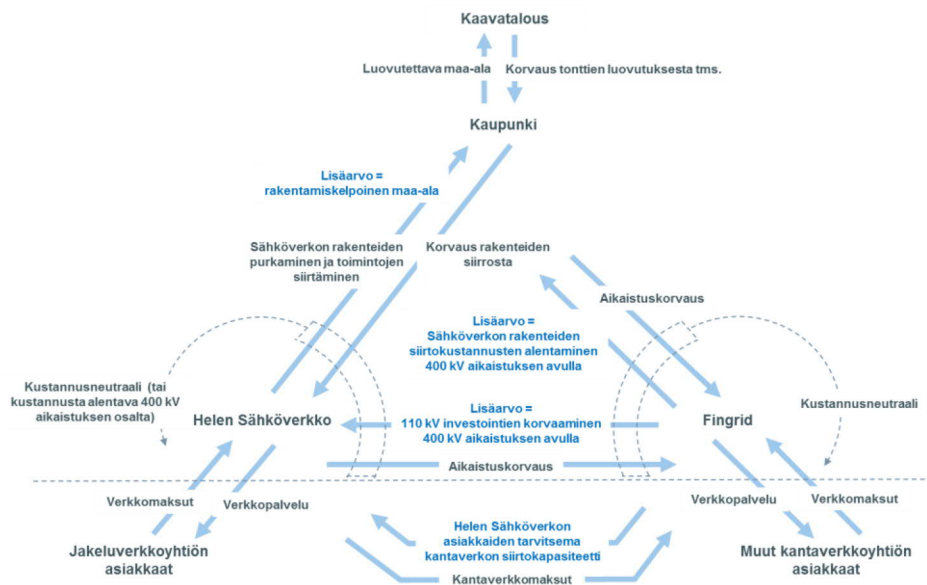
KUSTANNUSJAON PERIAATTEET SOPIMUSALUEELLA

1 Dokumentin tarkoitus

Sähkönjakeluverkon (mm. pienjännitekaapelit, keskijännitekaapelit, jakokaapit) osalta laitteiden sijoittamisesta ja niiden siirtämisen korvaamisesta on valmisteilla Helen Sähköverkko Oy:n ja Helsingin kaupungin välinen yhteistoimintasopimus. Sähköasemien ja 110 kV voimajohtojen sijoittaminen sen sijaan perustuu kaavoitettuihin yhdyskuntahuollon alueisiin ja tontteihin, erillisiin sijoituslupiin, käyttöoikeuslunastettuihin johtoalueisiin tms. Sijoitukset on tarkoitettu hyvin pysyviksi ja niistä on maksettu asianmukainen kertakorvaus tai niistä maksetaan aluevuokraa. Sähköasemaratkaisut ja voimajohtojen mitoitus suunnitellaan aina kohdekohtaisesti. Muutokset edellyttävät usein myös laajempia järjestelmätarkasteluja ja toimintojen siirtäminen voi vaatia muutoksia muuhun ympäröivään sähköverkkoon siirtämisen mahdollistamiseksi – tässä nimenomaisessa tapauksessa tarvitaan täydennyksiä muutoksi jopa 400 kV kantaverkossa. Investointien arvo on huomattava, ja toteutusta edeltää monivaiheinen suunnittelu- ja päätöksentekoprosessi. Näiden syiden vuoksi sähköasematoimintojen ja 110 kV voimajohtojen siirtämisen ja laitteistojen purkamisen kustannusten korvaamisesta on sovittava aina tapauskohtaisesti.

2 Sähköverkon rakenteiden purkamisen ja toimintojen siirtämisen kustannusten korvaamisen yleiset periaatteet

Kustannusten jakamisen pohjana käytetään yleisiä aiheuttamiseen ja hyötynäkökohtiin liittyviä periaatteita: hyödyn tai lisäarvon saaja maksaa sen mahdollistamiseen liittyvät kustannukset eli noudatetaan Maankäyttö- ja rakennuslaissa ja Sähköturvallisuuslaissa esitettyjä periaatteita. Lisäksi on huomioitava neutraalius ja tasapuolisuus, joita tarkastellaan verkkoyhtiön asiakkaiden, asukkaiden ja alueella toimivien yritysten näkökulmasta. Kustannusten jako on tasapainoinen, jos sähköverkon asiakkaat eivät subventoi asuntorakentamista, muuta kaupunkirakentamista tai yritystoimintaa eivätkä asukkaat tai yritykset subventoi sähkönsiirtomaksuja. (Kuva 1)



Kuva 1. Yleiset hyötynäkökohtiin pohjautuvat periaatteet.

Verkkoyhtiöt ovat luonnollisia monopoleja, joiden toimintaa säädellään lainsäädännöllä ja toimintaa valvoo Energiavirasto. Valvova viranomainen hyväksyy kustannuserät, jotka on sallittua sisällyttää sähkönsiirtomaksuihin. Ulkopuolisen tahon verkkoyhtiölle maksamia laitteiden siirtokorvauksia käsitellään verkkoyhtiön taloudessa jakeluverkkotoiminnan valvontamenetelmien [Viite: Jakeluverkkotoiminnan valvontamenetelmät, kohta 2.1 Verkon rakentamiseen saadut tuet (s.31: <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12766832/Valvontamenetelm%C3%A4t-s%C3%A4hk%C3%B6njakelu-2016-2023.pdf/72eac45f-4fe0-6b0a-d5f7-e89ee97b89fc/Valvontamenetelm%C3%A4t-s%C3%A4hk%C3%B6njakelu-2016-2023.pdf.pdf> mukaisesti. Viranomainen määrittää valvontamallin neljän (+ neljän) vuoden valvontajaksoille.

Sovellettavat periaatteet:

- Mikäli muutoshanke koskee sellaista kokonaisuutta, jonka elinkaari kokonaisuudessaan muuttuu, voidaan siirrettävän laitteiston elinkaaren vaihe huomioida. Tällöin laitteiston ikä ja siirron ajankohta elinkaarivaiheeseen nähden vaikuttavat korvauksen suuruuteen: korvaus on sitä suurempi mitä uudempi laitteisto siirretään. Jos laitteita siirretään 10 vuoden kuluessa niiden käyttöönosta, määräytyvät siirtokustannukset uuden laitteiston mukaisesti (ei ikävähennystä). Siirtokorvaus määritellään kullekin yhteisen elinkaaren omaavalle osakokonaisuudelle erikseen.
- Jos laitteisto uusitaan ennen sen suunnitellun elinkaaren päättymistä, investoinnin aikaistus aikaistaa myös kyseisen kohteen tulevia uusimisinvestointeja. Siirtokorvausta määriteltäessä huomioidaan silloin myös tulevat uusimisinvestoinnit. Elinkaaritarkastelussa on käytettävä sellaista jaksoa, johon uusimisinvestoinnit osuvat, vähintään kaksi kertaa normaali pitoaika. Pisimpien pitoaikojen ollessa 50 vuotta on soveltuva tarkastelujakso 100 vuotta. Käytännössä tämä tarkoittaa kahden tai useamman uusimisinvestoinnin – kunkin laitteiston suunnitellusta pitoajasta riippuen - huomiointia diskonttaamalla ne tarkasteluajankohtaan.
- Siirtokorvausta määriteltäessä on huomioitava uuden (korvaavan) laitteiston kustannustaso verrattuna nykyiseen (korvattavaan) laitteistoon: korvaus on siten sitä suurempi mitä kalliimpi uusi laitteisto on verrattuna nykyiseen laitteistoon (tyypillinen tapaus esim. kaapelin kustannus verrattuna avojohdon kustannukseen). Tämän periaatteen kautta tulee myös huomioitua siirron aiheuttama mahdollinen laajuusmuutos (esim. johtopituuden muutos tai siirron vuoksi tarvittavat lisälaitteistot aiempaan verrattuna).
- Ulkopuolisen tahon maksamia korvauksia käsitellään verkkoyhtiön taloudessa jakeluverkkotoiminnan valvontamenetelmien [sama viite kuin aiemmin] mukaisesti verkon rakentamiseen saatuna tukena. Verkon rakentamiseen saaduilla tuilla tai kompensatioilla rahoitettuja verkkokomponentteja ei verkkoyhtiö saa sisällyttää verkon arvoon eikä yhtiö saa siten sallittua tuottoa tälle omaisuudelle. Toisaalta valvontamenetelmän mukaan verkkoyhtiö ei tee alaskirjausta aiemmasta omaisuudesta.
- Edellä mainitut näkökohdat tulevat huomioiduksi, kun purkamisesta ja siirroista aiheutuvat korvaukset määritellään laskemalla kaikille muutoshankkeen piirissä oleville laitteistokokonaisuuksille kahdessa vaihtoehdossa – alkuperäisen ja uuden elinkaarisuunnitelman mukaan - pitkän aikavälin pääomakustannukset diskontattuna tarkasteluhetkeen ja vertaamalla vaihtoehtojen laskelmia keskenään. Siirtokorvaus on kahden laskelman erotus. Mikäli vaihtoehdossa laitteistojen ylläpitokulut eroavat merkittävästi toisistaan, huomioidaan myös ne elinkaarilaskelmissa.

- Rahan aika-arvo huomioidaan diskonttaamalla tulevaisuuden rahaerät tarkasteluhetkeen. Laskentakorkona käytetään 4%.
 - WACC (pretax) tällä hetkellä 6,2%, tulevaisuuden ennuste 5-6%, inflaatioennuste (Valtionvarainministeriö, 2021) 1,7%, reaalikorko = WACC - inflaatio: 3,3-4,3% → 4%.
- Edellä kuvattu menettely on mahdollinen silloin, kun siirrettävän laitteiston elinkaari kokonaisuutena muuttuu ja uusi sijoitus on pysyvä. Sellaiset muutokset, jotka eivät vaikuta laitteistokokonaisuuden seuraavaan uusimisajankohtaan tulee korvata täysimääräisesti. Samoin kaikki väliaikaiset rakenteet tulee korvata täysimääräisesti.
- Lähtökohtaisesti kaupunki korvaa siirto- ja purkukustannuksia niiden laitteistojen osalta, jotka joudutaan siirtämään pois uuden kaupunkirakentamisen tieltä. Tapauskohtaisesti on tarkasteltava kyseisellä alueella tehtävien muutosten aiheuttamat tarpeet suunnittelualueen ulkopuolella tehtäviin investointeihin.
 - 110 kV avojohtojen osalta korvaus voidaan sopimusalueella määritellä osittaiskaapelointien mukaisesti kaupungin kanssa sovituille siirtymäpylväspaikoille saakka (siirtymäpylväs korvattavaan osuuteen mukaan luettuna).
 - Mikäli osittaiskaapelointi on hyväksyttävissä verkkotekniseksi ratkaisuksi, osittaiskaapeloinnin kaupunki korvaa kustannukset osoitetulle siirtymäportaalin sijoituspaikalle saakka. Korvaus sisältää siirtymäpylvään kustannuksen. Osittaiskaapelointi edellyttää, että siirtymäpylväälle on hyväksyty sijoituspaikka ja tarvittavat luvat.
 - Mikäli suunnitellun osittaiskaapeloinnin tapauksessa jäljelle jäävän avojohdon pituus jää vähäiseksi, voivat Osapuolet erikseen niin sovittaessa toteuttaa kokonaiskaapeloinnin. Kaupunki korvaa kaapeloinnin kustannukset portaalin sijoituspaikasta seuraavalle avojohdon pylvälle ja Helen Sähköverkko vastaa kustannuksista johdon loppuosalta.
 - Avojohtojen kaapelointi edellyttää aina loistehon kompensointia varten tarvittavien laitteistojen ja joissakin tapauksissa tehonohjauslaitteistojen lisäämistä sähkönsiirtojärjestelmään. Nämä erillislaitteistot voidaan sijoittaa (tai jopa täytyy sijoittaa) muualle kuin suunnittelualueen sähköverkkoon. Koska ne ovat kuitenkin elimellinen osa toteutettavaa avojohtojen kaapelointia, sisällytetään niiden kustannukset siirtokorvaukseen. Sopimusalueella Pitäjänmäki-Kannelmäki ja Pitäjänmäki-Meilahti johtojen loistehon kompensointilaitteistojen lisäksi tarvitaan Pitäjänmäki-Meilahti johdon kaapeloinnin vuoksi tehonohjauslaitteistot Viikinmäen sähköasemalle.
- Selvitysraportin mukaisesti välillä Pitäjänmäki - Kannelmäki kaapelointi pienentää kyseisen yhteyden siirtokapasiteettia. Menetettyä kapasiteettia korvaava kapasiteetti on rakennettava jonnekin muualle sähköverkkoon niin, että koko sähkönsiirtojärjestelmän suorituskyky (siirtokapasiteetti ja luotettavuus) säilyy ennallaan. Kapasiteetin aleneminen on pysyvä ja tästä aiheutuva kustannus on korvattava korvaavan siirtokapasiteetin rakentamisen toteutusajankohtana.
 - Kapasiteetin alenemisesta johtuva korvaus määritellään laskennallisesti, koska korvattava kapasiteetti on toteutettava osana laajempaa verkon muutosta (eikä yksittäisenä, vain korvaavan kapasiteetin sisältävänä investointina).

Käytännössä tässä hankekokonaisuudessa sähkönsiirtokapasiteettia lisätään rakentamalla 400 kV sähkönsiirtoyhteys Länsisalmesta Viikinmäkeen. Kapasiteettikorvaus määritellään osuutena 400 kV yhteyden aikaistamisesta aiheutuvista kustannuksista:

$$\text{Kapasiteettikorvaus} = \frac{400 \text{ kV yhteyden aikaistuskustannus}}{400 \text{ kV yhteyden siirtokapasiteetti}} \times \text{Menetetty siirtokapasiteetti}$$

- Kantaverkon laajentumistarve ajoittuu vuoteen 2035, jolloin otettaisiin käyttöön 400 kV sähkönsiirtoyhteys Länsisalmesta Viikinmäkeen. Kyseisen yhteyden rakentaminen aikaistettuna on kuitenkin edellytys Pitäjänmäki - Kannelmäki -johdon osittaiskaapeloinnille (kaupungin tarve 2027-2029 eli aikaistustarve 8 - 6 vuotta) ja sähkönsiirtojärjestelmän siirtokapasiteetin nostamiselle ennen kantaverkon suunniteltua laajentumista (HSV:n tarve 2026 eli aikaistustarve 9 vuotta). Helsingin kaupunki ja Helen Sähköverkko Oy maksavat Fingridille 400 kV kaapelin ja Viikinmäen muuntoaseman hankeinvestointien aikaistamisesta korvauksen, mikä määritellään hankkeiden todellisiin kustannuksiin ja aikaan perustuen. Aikaistamisen kustannus, eli Fingridille korvattava summa, muodostuu vuoden 2035 ja todellisen hankkeiden valmistumisvuoden mukaisten kustannusten nettonykyarvojen erotuksesta. Aikaistuksesta maksettava korvaus Fingridille, vähennettynä edellisen kohdan mukaisella kapasiteettikorvauksella, jaetaan kaupungin ja HSV:n kesken aikaistustarpeen mukaisten vuosisuhteessa. Esimerkiksi, jos kaupungin tarve on vuonna 2027, niin

$$\text{Kaupungin osuus} = (400 \text{ kV yhteyden aikaistuskustannus} - \text{Kapasiteettikorvaus}) \cdot \frac{8}{17}$$

$$\text{HSV:n osuus} = (400 \text{ kV yhteyden aikaistuskustannus} - \text{Kapasiteettikorvaus}) \cdot \frac{9}{17}$$

- Siirtokorvaus peritään rakentamisen edetessä toteutuneiden kustannusten mukaisesti vuosittain, ellei toisin sovita.

3 Soveltaminen Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupungin osalta

Liitteessä on esitetty edellä kuvattujen periaatteiden soveltamista Vihdintien ja Huopalahdentien bulevardikaupungin muutosalueen tapauksessa.

Sovellusesimerkit ovat yksinkertaistettuja siten, että laitteistoille on oletettu yksi ja sama ikä ja pitoaika. Käytännössä varsinkin sähköaseman eri laitteistot ovat eri-ikäisiä ja niillä voi olla erilaisia pitoaikoja, nämä on huomioitava lopullisissa laskelmissa.