

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri AMK

Infratekniikka

2022

Pekka Pylsy

# TEKNISTEN VERKOSTOJEN MUUTOKSET RAIDE-JOKERI- HANKKEESSA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Ohjaaja DI Pirjo Oksanen

2022 | 40 sivua, 11 liitesivua

Pekka Pylsy

# TEKNISTEN VERKOSTOJEN MUUTOKSET RAIDE-JOKERI-HANKKEESSA

Raitiotiehankkeet ovat suuria ja pitkäkestoisia infrahankkeita. Teknisten verkostojen muutokset vaikuttavat merkittävästi raitiotiehankkeiden toteutumisen sujuvuuteen ja toteutuskustannuksiin. Opinnäytetyössä tarkasteltiin teknisten verkostojen muutoksia Raide-Jokerin suunnittelulohkossa kolme (SL3) Espoon Leppävaarassa. Tarkasteltavina olivat tekniset verkostot vesihuoltoa lukuun ottamatta. Muutokset käsittivät sekä olemassa olevien teknisten verkostojen johtosiirrot ja uudelleen järjestelyt että uuden verkoston rakentamisen. Muutoksia tarkasteltiin suunnittelun ja rakentamisen näkökulmista.

Opinnäytetyön tavoitteena oli havainnollistaa niitä haasteita ja sitä tapauskohtaista harkintaa, jota edellytetään teknisten verkostojen muutosten suunnittelussa ja toteuttamisessa, kun pikaraitiotie toteutetaan tiiviisti rakennettuun kaupunkiympäristöön. Lisäksi tarkasteltiin suunnittelijan ja urakoitsijan yhteistyön toimivuutta sekä suunnittelu- ja rakentamisprosessin kehittämistä. Työn aineistona käytettiin suunnittelua ja rakentamista ohjaavaa lainsäädäntöä ja ohjeita, ammatti- ja tutkimuskirjallisuutta, allianssiorganisaatiosta kerättyä tietoa teknisistä verkoista sekä Raide-Jokeri-hankkeen suunnittelijan ja urakoitsijan edustajien haastatteluja.

Raide-Jokeri-hankkeessa teknisten verkostojen muutosten haasteet liittyivät suunnittelun ja toteuttamisen samanaikaisuuteen, ennakoimiseen, katutilojen ahtauteen ja henkilöresursseihin. Eteen tulleita haasteita ratkaistiin tapauskohtaisesti, tarvittaessa teknisten verkostojen omistajien ja haltijoiden, heidän suunnittelijoidensa sekä Raide-Jokerin suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden keskinäisenä yhteistyönä. Varsinainen suunnittelu- ja rakentamistyö ei kuitenkaan poikennut tavanomaisesta kaupunkirakentamisesta. Työtä tehtiin pitkälti vakiintuneiden toimintatapojen mukaan.

Suunnittelijan ja urakoitsijan koko hankkeen kestävä yhteistyö koettiin tärkeäksi ja toimivaksi, ja sillä nähtiin olevan monia etuja. Yhteistyö lisäsi eri toimijoiden tietoisuutta toistensa työstä, mahdollisti osaamisen jakamisen ja auttoi ennaltaehkäisemään ja ratkaisemaan ongelmia. Vastaavaa yhteistyötä toivottiin jatkossa myös energia- ja tietoliikenneoperaattoreiden kanssa. Työn tuloksia voidaan hyödyntää raitiotiehankkeissa sekä muissa kaupunkiympäristössä toteutettavissa laajoissa infrahankkeissa.

ASIASANAT:

pikaraitiotiet, verkostot, muutos, suunnittelu, rakentaminen, infrarakentaminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

Instructor Pirjo Oksanen M. Sc. Eng.

2022 | 40 of pages, 11 of pages in appendices

Pekka Pylsy

# CHANGES IN THE TECHNICAL NETWORKS IN THE JOKERI LIGHT RAIL PROJECT

Light rail projects are large and long-term infrastructure projects. Changes in the technical networks have a significant impact on the smooth running and costs of the light rail projects. In this thesis, changes in the technical networks in planning block three (SL3) of the Jokeri Light Rail in Leppävaara, Espoo, were examined. All technical networks were examined, except water supply. The changes included both the transfer and reorganization of existing technical networks and the construction of new networks. The changes were examined from the planning and construction point of view.

The aim of the thesis was to illustrate the challenges and the case-by-case consideration required in the planning and implementation of technical network modifications when the Jokeri Light Rail is implemented in a densely built urban environment. It also looked at how the planner and the contractor work together and how to improve the planning and construction process. The work was based on legislation and guidelines governing planning and construction, professional and research literature, information on technical networks collected by the Alliance organization, and interviews with the planner and the contractor of the Jokeri Light Rail project.

In the case of the Jokeri Light Rail project, the challenges of technical network changes were related to the simultaneity of planning and implementation, anticipation, lack of space on the street and human resources. The challenges encountered were solved on a case-by-case basis, in cooperation between the owners and the managers of the technical networks, their planners and the Jokeri Light Rail planners and contractors where necessary. However, the actual design and construction work did not differ from normal urban construction. The work was largely carried out according to established procedures.

Cooperation between the planner and the contractor throughout the project was seen as important and effective, with many advantages. The cooperation increased awareness of each other's work, enabled the sharing of knowledge and helped to prevent and solve problems. Similar cooperation with energy and telecom operators was also hoped for in the future. The results of this work can be used for light rail projects and other large-scale infrastructure projects in the urban environment.

## KEYWORDS:

light rail, networks, change, planning, construction, infrastructure construction

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 LAINSÄÄDÄNTÖ</b>	<b>9</b>
2.1 Yleistä	9
2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki	9
2.3 Sähköverkot	9
2.4 Tietoliikenneverkot	10
2.5 Maakaasuverkot	10
2.6 Kaukolämpöverkot	11
<b>3 OHJEET</b>	<b>12</b>
3.1 Yleistä	12
3.2 InfraRYL – yleiset laatuvaatimukset	12
3.3 Kuntakohtaiset ohjeet – Espoon kaupungin suunnitteluohjeet	13
3.4 Hankekohtaiset ohjeet – Raide-Jokerin suunnitteluohjeet	14
<b>4 RAIDE-JOKERI-HANKE</b>	<b>18</b>
4.1 Hanke-esittely	18
4.2 Verkot	20
4.3 Kohdekohtaisia esimerkkejä	21
4.3.1 Yleistä	21
4.3.2 Linnoitustie (E13)	23
4.3.3 Alberganesplanadi (E14)	24
4.3.4 Leppävaarankatu (E15)	26
4.3.5 Alberganpromenadi (E16)	27
4.3.6 Leppävaaranaukio ja Hevosenkentä (E17–E18)	28
4.3.7 Perkkaantie (E19)	28
4.3.8 Ravitie (E20)	30
4.4 Haasteet	31
4.5 Yhteistyö	33
4.6 Kehittäminen	34



<b>5 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>37</b>
-------------------------	-----------

<b>LÄHTEET</b>	<b>39</b>
----------------	-----------

## **LIITTEET**

- Liite 1. Linnoitustien suunnitelma (1/2).
- Liite 2. Linnoitustien suunnitelma (2/2).
- Liite 3. Alberganesplanadin suunnitelma.
- Liite 4. Leppävaarankadun suunnitelma.
- Liite 5. Alberganpromenadin suunnitelma.
- Liite 6. Leppävaaranaukion ja Hevosenkengän suunnitelma.
- Liite 7. Perkkaatien suunnitelma (1/2).
- Liite 8. Perkkaatien suunnitelma (2/2).
- Liite 9. Ravitien suunnitelma.
- Liite 10. Haastattelurunko/suunnittelija.
- Liite 11. Haastattelurunko/urakoitsija.

## **KUVAT**

Kuva 1. Kaapeliputkien asennus kaapelikaivantoon.	13
Kuva 2. Runkokaapelilinjan etäisyys radasta, perustilanne.	15
Kuva 3. Runkokaapelilinjan etäisyys radasta, pysäkit.	16
Kuva 4. Raide-Jokerin suunnittelu- ja tuotantolohkot.	19
Kuva 5. SL3:n sijainti ja sen suunnittelualueet.	20
Kuva 6. Linnoitustien suunnittelualue.	23
Kuva 7. Alberganesplanadin suunnittelualue.	25
Kuva 8. Leppävaarankadun, Alberganpromenadin, Leppävaaranaukion ja Hevosenkengän suunnittelualueet.	26
Kuva 9. Perkkaantien suunnittelualue.	29
Kuva 10. Ravitien suunnittelualue.	30

## **KUVIOT**

Kuvio 1. Teknisten verkostojen suunnittelua ohjaavien säädösten ja ohjeiden keskinäiset suhteet.	17
--	----

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

allianssimalli	hankkeen yhteisvastuullinen toteutustapa, jossa yhteisellä sopimuksella hankkeen eri osapuolet (tilaajat, suunnittelijat ja urakoitsijat) vastaavat hankkeen suunnittelusta ja rakentamisesta yhdessä yhteisellä organisaatiolla; hankkeessa tavoitteet, riskit ja hyödyt jaetaan osapuolten kesken; malli soveltuu erityisesti suuriin ja monimutkaisiin hankkeisiin (Raide-Jokeri 2021a)
alueellinen kokoojakatu	kaupungin osa-alueen sisäistä liikennettä ja alueen yhteyksiä pääväyläverkkoon palveleva katu (Espoon kaupunki 2010, 13)
bar	baari, paineen yksikkö (Saxholm & Rantanen 2011, 6)
Big Room	Raide-Jokeri-allianssin henkilöstön työskentelyyn tarkoitettu yhteinen toimitila (Raide-Jokeri 2018)
kV	kilovoltti, jännitteen yksikkö, 1 kV = 1 000 V (Lappeenrannan Energia Oy 2018)
LRT	pikaraitiotie, light rail transit (UITP 2019, 1)
paalulaatta	teräsbetoninen laattarakenne, joka rakennetaan maahan asennettavien paalujen varaan; käytetään pohjanvahvistusmenetelmänä huonosti kantavilla alueilla (Raide-Jokeri 2021a)
paikallinen kokoojakatu	kaupunginosan sisäistä liikennettä palveleva katu, joka yhdistää tonttikadut pääkatuihin tai alueellisiin kokoojakatuihin (Espoon kaupunki 2010, 15)
pikaraitiotie	raitiovaunujärjestelmä, joka kulkee pääosin omalla kaistallaan ja jonka liikennöinti nopeus on perinteistä raitiovaunua suurempi (Raide-Jokeri 2021a)
sekaliikenneosuus	eri liikennemuodot käyttävät samaa katuja jakaen ajoradan (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 24.9.2019)

SL	Raide-Jokerin suunnittelulohko (Ramboll Finland Oy, henkilökohtainen tiedonanto 1.3.2019)
sähkön syöttöasema	syöttää ajojohdinjärjestelmään sähköä, jota raitiovaunut käyttävät; asemalla 20 kV:n vaihtovirta muutetaan 750 VDC tasavirraksi (Raide-Jokeri 2021a)
TL	Raide-Jokerin tuotantolohko (Ramboll Finland Oy, henkilökohtainen tiedonanto 1.3.2019)

# 1 JOHDANTO

Raitioteiden rakentaminen on lisääntynyt maailmanlaajuisesti 2000-luvulta alkaen. Vuosien 2000–2018 välisenä aikana raitiotiejärjestelmä (LRT) otettiin käyttöön ainakin 108 kaupungissa eri puolilla maailmaa. (UITP 2019, 1–2.) Suomessa Tampereen pikaraitiotie aloitti liikennöinnin elokuussa 2021 ja useita muita raitiotiehankeita on vireillä. Kaupunkiraitiotiejärjestelmän rakentaminen on suuri ja pitkäkestoinen infrahanke, joka aiheuttaa useimmiten merkittäviä muutoksia infrarakenteisiin, kuten yhdyskuntateknisiin verkostoihin. Teknisten verkostojen sijoittaminen on vahvasti säänneltyä. Verkostojen muutokset vaikuttavat merkittävästi raidehankkeiden toteutumisen sujuvuuteen ja toteutuskustannuksiin (Tampereen kaupunki, Pirkkalan kunta ja Kangasalan & Ylöjärven kaupungit 2021, 10, 36, 71).

Opinnäytetyön aiheena on Raide-Jokerin rakentamisen aiheuttamat teknisten verkostojen muutokset. Muutoksilla tarkoitetaan olemassa olevien teknisten verkostojen siirtoja ja uudelleen järjestelyjä sekä uuden verkoston rakentamista eli lisärakentamista. Tarkasteltavana ovat seuraavat yhteiskuntaa palvelevat tekniset verkot: sähkö-, tietoliikenne-, maakaasu- ja kaukolämpöverkot. Teknisistä verkostoista vesihuoltoverkot rajattiin tarkastelun ulkopuolelle, sillä ne eivät kuuluneet opinnäytetyön tekijän suunnitteluvastuulle Raide-Jokeri-hankkeessa.

Tarkastelukohteena on Raide-Jokerin suunnittelulohko kolme (SL3) Espoon Leppävaarassa. Lohko kuuluu Ramboll Finland Oy:n suunnitteluvastuualueisiin Raide-Jokeri-allianssihankeissa. Kyseisen lohkon kokemusten perusteella on mahdollista havainnollistaa niitä haasteita ja sitä tapauskohtaista harkintaa, jota joudutaan käyttämään teknisten verkostojen muutosten suunnittelussa ja toteuttamisessa tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä.

Opinnäytetyössä selvitetään teknisten verkostojen muutoksiin liittyviä kysymyksiä suunnittelun ja rakentamisen näkökulmasta. Näitä ovat suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvät haasteet, suunnittelijan ja urakoitsijan yhteistyön toimivuus sekä suunnittelu- ja rakentamisprosessin kehittäminen. Opinnäytetyö on tehty Raide-Jokeri-hankkeessa Ramboll Finland Oy:n toimeksiannosta. Työtä on ohjannut insinööri Simo Koivuniemi Ramboll Finland Oy:stä. Turun ammattikorkeakoulussa ohjaajana on toiminut DI Pirjo Oksanen.

## 2 LAINSÄÄDÄNTÖ

### 2.1 Yleistä

Teknisillä verkostoilla tarkoitetaan verkkoja, jotka turvaavat yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiä toimintoja. Kunnallisteknisiin verkostoihin kuuluvat vesihuollon verkostot, hulevesien johtaminen ja käsittely, sähkö-, lämpö- ja jäähdytysverkot, tietoliikenneverkot sekä niihin kuuluvat laitteet ja varusteet. Teknisten verkostojen suunnittelua, rakentamista ja sijoittamista katualueille säädellään lainsäädännön eri osa-alueilla. (Siikaluoma 2020.)

### 2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Lainsäädännöllisen perustan teknisten verkostojen sijoittamiselle katualueille ja muille yleisille alueille luo maankäyttö- ja rakennuslaki (1999/132). Sen mukaan kiinteistön omistajan ja haltijan on sallittava yhdyskuntaa palvelevien johtojen sijoittaminen omistamalleen tai hallitsemalleen alueelle, mikäli sijoittamista ei voida muutoin järjestää. Sama koskee myös johtoihin liittyviä laitteita, rakennelmia ja laitoksia. Rakentamisella ei kuitenkaan saa vaikeuttaa alueen kaavoitusta tai kaavan toteuttamista. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, § 161.) Maankäyttö- ja rakennuslain pykälää 161 sovelletaan yhdyskuntaa ja kiinteistöä palveleviin johtoihin tietoliikennekaapeleita lukuun ottamatta. Niiden sijoittamisesta toisen omistamalle tai hallitsemalle kiinteistölle säädetään sähköisen viestinnän palveluista annetussa laissa (2014/917). Maanrakennuslain säännöstä ei sovelleta myöskään valtakunnallisiin ja seudullisiin johtoverkostoihin. (Kuntaliitto ja Energiateollisuus 2018.)

### 2.3 Sähköverkot

Sähköverkkojen suunnittelussa ja rakentamisessa sovelletaan sähkömarkkinalakia (2013/588). Siinä määritellään, että sähköverkko on suunniteltava, rakennettava ja ylläpidettävä siten, että laatuvaatimukset täyttyvät, ja että sähköverkko ja sähköverkkopalvelut toimivat luotettavasti ja varmasti normaaliolojen ohella myös häiriö- ja poikkeusoloissa. Lisäksi verkonhaltijan on huolehdittava, että sähköverkon yhteensopivuus

sähköjärjestelmän, käyttöpaikkojen ja voimalaitosten kanssa toteutuu. (Sähkömarkkina-laki 2013/588, § 19.) Teknisten verkostojen sähköturvallisuudesta määrätään sähköturvallisuuslaissa (2016/1135). Sähkölaitteet ja -laitteistot on lain mukaan suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin, ettei niistä aiheudu vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. Niistä ei myöskään saa aiheutua kohtuutonta häiriötä sähköisesti tai sähkömagneettisesti, eikä niiden toiminta saa häiriintyä helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, § 6.)

## 2.4 Tietoliikenneverkot

Tietoliikenneverkkojen sijoittamisesta säädetään laissa sähköisen viestinnän palveluista (2014/917). Sen mukaan yleisiä tietoliikenneyhteyksiä palveleva telekaapeli tulee sijoittaa asemakaavan mukaisesti sekä siten, ettei vaikeuteta voimassa olevan maakunta- tai yleiskaavan toteutumista tai kaavojen laatimista. Lisäksi sijoittamisessa on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei kiinteistölle tai rakennukselle aiheudu tarpeetonta haittaa. Mahdollisuuksien mukaan telekaapeli on sijoitettava liikennejärjestelmästä ja maantiestä annetussa laissa (503/2005) tarkoitetulle tiealueelle tai kiinteistönmuodostamislaisissa (554/1995) tarkoitetulle yleiselle alueelle. (Laki sähköisen viestinnän palveluista 2014/917, § 234.)

## 2.5 Maakaasuverkot

Maakaasuverkkotoiminta on luvanvaraista toimintaa, jota määrittelee maakaasumarkkinalaki (2017/587). Maakaasun teknisen käytön ja turvallisuuden kannalta keskeinen laki on laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (2005/390), joka säättää vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyä ja varastointia. Siinä todetaan, että laitteistot ja laitteet on sijoitettava siten, että niitä voidaan käyttää, huoltaa ja tarkastaa tarkoituksenmukaisesti. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 2005/390, § 13.) Lain pohjalta annetussa valtioneuvoston asetuksessa maakaasun käsittelyn turvallisuudesta (2009/551) määrätään maakaasuverkkojen asentamisen ja sijoittamisen luvanvaraisuudesta. Lisäksi todetaan, että maakaasuputkiston sijoittamisen suunnittelussa tulee huomioida turvallisuuteen, ympäristöön ja maankäyttöön liittyvät seikat sekä määrätään muun muassa riittävästä suojaetäisyyksistä rakennuksiin, maanpäällisiin rakennelmiin ja maanalaisiin rakenteisiin. Siten

maakaasuputkisto asettaa rajoituksia muun muassa sen läheisyydessä tapahtuvalle rakentamiselle. (Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 2009/551, liite 1, 3.2, 3.3.)

## 2.6 Kaukolämpöverkot

Kaukolämpöverkkojen sijoittamisen osalta ei ole olemassa sellaista lainsäädäntöä, jossa säädeltäisiin esimerkiksi turvaetäisyyksistä. Energiateollisuus on laatinut yleistasoiset kaukolämpöjohtojen suunnittelua ja rakentamista koskevat ohjeet, joita alalla yleisesti noudatetaan (Energiateollisuus 2013).

## 3 OHJEET

### 3.1 Yleistä

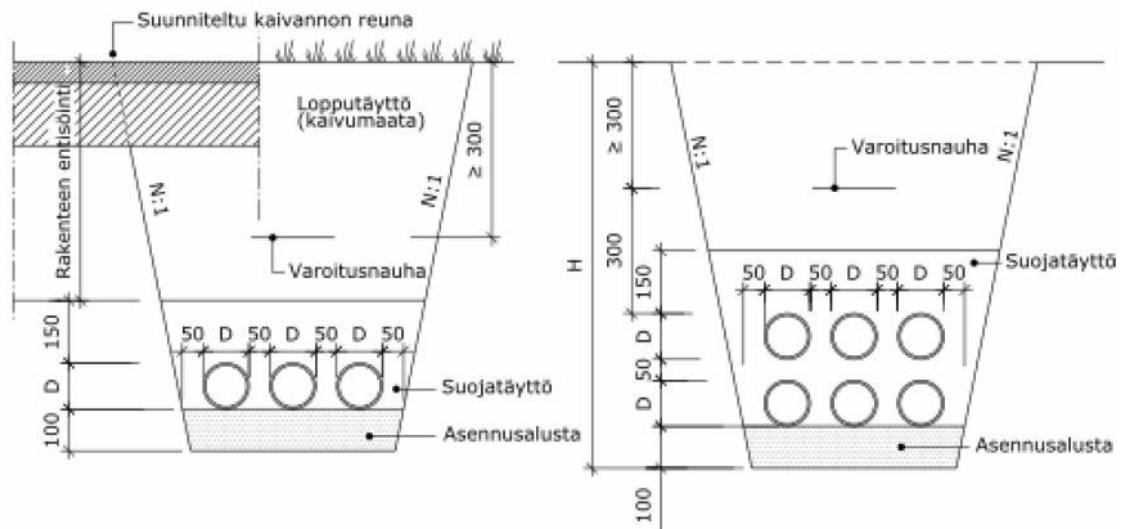
Teknisten verkostojen suunnittelua, rakentamista ja sijoittamista ohjaavat lakien ja asetusten lisäksi muut ohjeet ja normit, jotka ovat lain vähimmäisvaatimuksia yksityiskohtaisempia. Suunnitteluohjeistukset ovat eri tasoisia: niitä laaditaan niin valtakunnallisesti kuin ala-, kunta- ja hankekohtaisesti. Esimerkiksi luvussa 2.6 mainitut Energiateollisuuden laatimat kaukolämpöjohtojen suunnittelua ja rakentamista koskevat ohjeet kuuluvat valtakunnallisiin ohjeistuksiin.

### 3.2 InfraRYL – yleiset laatuvaatimukset

InfraRYL on infra-alan yhteistyönä laadittu kuvaus infrarakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista. Se jakaantuu kahteen osaan: teknisiin vaatimuksiin ja toimivuusvaatimuksiin. Tekniset vaatimukset määrittävät rakennusosien ja työvaiheiden laatua, toimivuusvaatimukset puolestaan rakenteen ja sen osien elinkaaren aikaista käyttäytymistä. Suunnittelijan näkökulmasta InfraRYL toimii yleisenä työselostuksena, jota hankekohtaiset asiakirjat täydentävät. Urakoitsijan näkökulmasta InfraRYL määrittää tekniset vaatimukset hankkeen toteutuksessa ja laadun todentamisessa. (Rakennustieto 2021.)

Vaikka InfraRYL ei ole virallistettu määräyskokoelma, se on käytännössä hankeosapuolia sitova laatumäärittely. Raide-Jokerin teknisten verkostojen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan InfraRYL:ssä annettuja ohjeita. InfraRYL:ssä esitetään esimerkiksi kaivantojen mitat, suojauputkien vähimmäisetäisyydet sekä materiaaleille asetetut vaatimukset. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 24.9.2019.) Kuvassa 1 on esimerkki, kuinka InfraRYL ohjeistaa asentamaan kaapeleiden suojauputket kaapelikaivantoon vähimmäisetäisyydet huomioiden.





Kuva 1. Kaapeliputkien asennus kaapelikaivantoon (InfraRYL 2021/2).

### 3.3 Kuntakohtaiset ohjeet – Espoon kaupungin suunnitteluohjeet

Paikallistasolla teknisten verkostojen suunnittelun ja rakentamisen ohjauksen välineenä toimivat kuntien omat suunnitteluohjeet. Niitä suunnittelijoiden ja rakentajien on noudatettava kaupungin tilaamissa töissä, ellei erikseen muuta sovita. Raide-Jokerin SL3-lohkolla noudatettiin Espoon kaupungin suunnitteluohjeita. Niitä ovat muun muassa Espoon kaupunkitekniikan keskuksen yleis-, katu-, puisto- ja rakennussuunnitelmien sekä katupoikkileikkausten suunnitteluohjeet. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 24.9.2019.)

Yleis-, katu-, puisto- ja rakennussuunnitelmien sisältöohjeiden mukaan suunnittelijan on varmistettava operaattoreilta sekä muilta toimijoilta mahdollisten uusien kaapelireittien tarpeet ja tarvittavien kaapeleiden, suojaputkien ynnä muiden kappalemäärät. Saatujen vastausten perusteella konsultti laatii 700-sarjan suunnitelmat. Nämä suunnitelmat lähetään tiedoksi operaattoreille. Ennen rakennustöiden alkua poistettavista, siirrettävistä ja suojattavista kaapeli- ja sähkörakenteista sekä ilmajohdoista tulee sopia erikseen järjestelmien omistajien kanssa. Samoin ennen rakennustöiden alkua on varmistettava olemassa olevien kaapeleiden tarkat sijainnit. (Espoon kaupunki 2017, A6, 13.)

Katupoikkileikkausten suunnitteluohjeessa esitetään johtojen ja kaapelien sijoitusperiaatteet katualueilla. Lähtökohtana on, että kunnallistekniikka pyritään sijoittamaan aina toiselle puolelle katua siten, että huolto- tai korjaustoimenpiteitä vaativista tilanteista

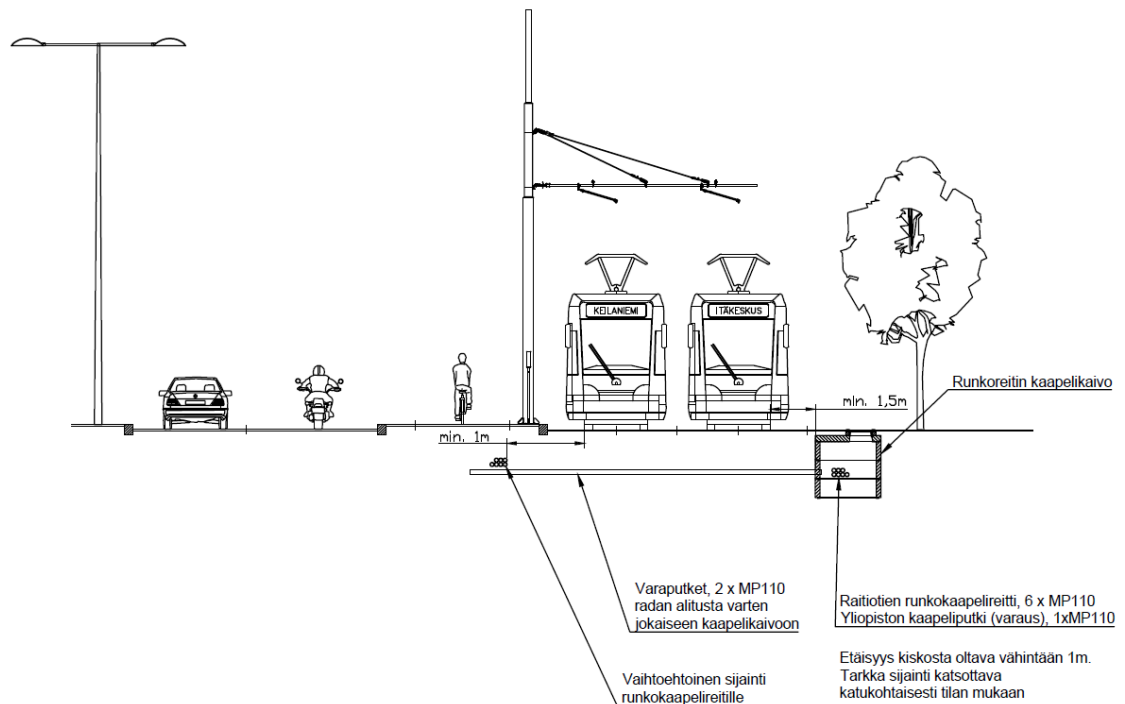
huolimatta kadulla pystytään liikennöimään. Ohjeen mukaan esimerkiksi vesijohto ja viemärit sijoitetaan ajoradan tai jalankulku- ja pyörätien alle. Myös muiden johtojen ja kaapeleiden kohdalla sijoitteluperiaate on yleisesti sama. Sijoittamista viherkaistojen alle on vältettävä, etenkin jos kaistalla on tai sille on tarkoitus istuttaa puita tai pensaita. (Espoon kaupunki 2010, 10–11.)

### 3.4 Hankekohtaiset ohjeet – Raide-Jokerin suunnitteluohjeet

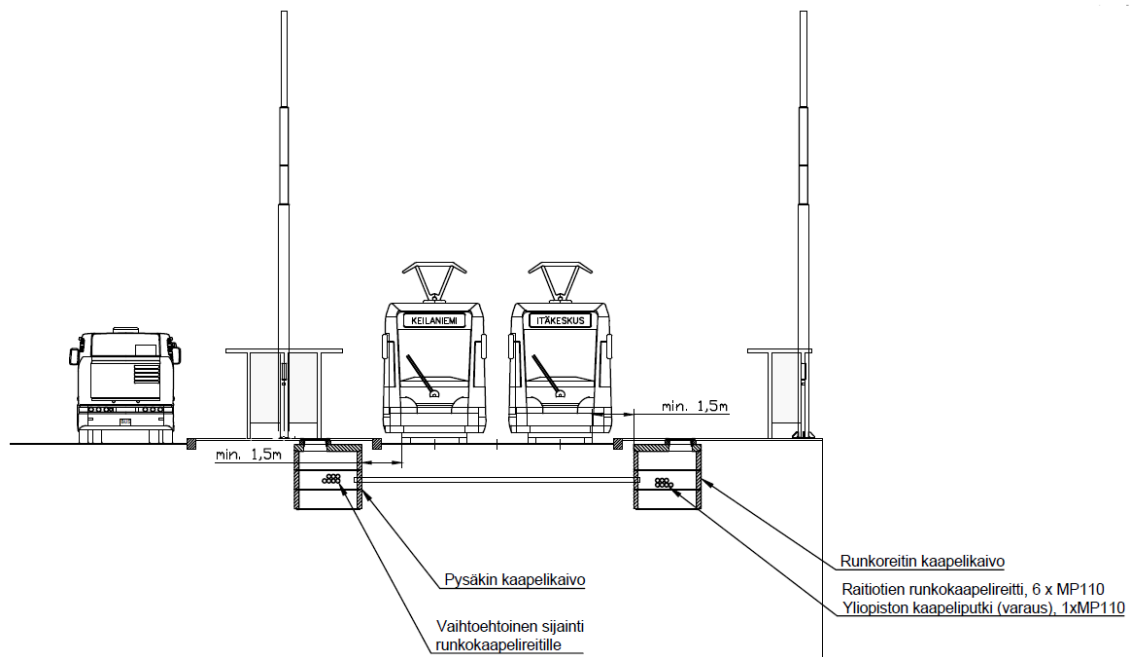
Suunnittelua ja rakentamista koskevia yleisiä ohjeita täydennetään hankekohtaisilla ohjeilla. Kunnallistekniikan ja johtosiirtojen osalta Raide-Jokeri-hankkeessa päätettiin, että lähtökohtaisesti kaikki suunnitellun radan alle pituussuunnassa jäämässä olevat teknisten verkostojen linjat siirretään radan sivuun. Johdot tulee siirtää ja sijoittaa niin etäälle radasta, että niiden huoltaminen ja uusiminen on mahdollista ilman, että raitiotieliikenne häiriintyy. Tarvittaessa johtoja ja suojaputkia voidaan asentaa radan ali poikkisuunnassa. Tällöin johdot ja putket on sijoitettava vähintään yhden metrin (1,0 m) etäisyydelle kiskon selän alapuolelle. Kaapelit sijoitetaan suojaputkien sisään. Johtojen siirto tulee suorittaa erillisenä työvaiheena ennen varsinaista radan rakentamista, sillä verkoston korvaaminen uudella osuudella edellyttää kaapeli- ja johtoliitoksia tehtäessä käyttökatkoksia. Käyttökatkokset tulee sopia ja aikatauluttaa hyvissä ajoin yhteistyössä verkoston omistajien kanssa. (Espoon ja Helsingin kaupungit 2016, 36.)

Johtosiirrot suunnitellaan johtojen omistajien vaatimusten mukaisesti. Vesihuollon suunnittelussa noudatetaan ”HSY:n vesihuolto, verkostosuunnittelukäytännöt vol. 4” -ohjetta sekä ”Vesihuoltoverkostojen suunnitteluperiaatteita raitiotiekiskojen alituksessa” -ohjetta. Kaukolämmön suojaputkimitoituksessa noudatetaan alan yleisiä suosituksia. Kun risteäviä putkia sijoitetaan radan päällysrakenteen alapuolelle, yläpinnan suositeltu etäisyys kiskonselästä (ns. peitepaksuus) on yksi metri (1,0 m) minimietäisyyden ollessa 0,7 metriä. Jos etäisyys on tätä pienempi, siitä tulee sopia erikseen rataryhmän ja johto-omistajien kanssa. Minimietäisyys radan päällysrakenteen alapinnasta risteävän putken yläpintaan on 150 millimetriä. Putkien sijoittamisessa on huomioitava erikseen johdon omistajien ohjeet peitesyvyyksistä. Esimerkiksi kaukolämpöjohtojen suositeltu peittosyvyys on 0,7 metriä ja kaukojäähdytysjohtojen suositeltu peittosyvyys vaihtelee 0,7 metristä 0,8 metriin johtokoosta riippuen. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 24.9.2019.)

Raide-Jokerin tyyppiirustukset ja -kuvat ohjeistavat myös osaltaan suunnittelua, esimerkiksi linjojen minimietäisyyksiä rataa nähden ja kaapeleiden sijaintia kaivoissa ja kaivannoissa. Tyypikuvissa esitetään periaatteellisia ratkaisuja suunnitteluun. Kuvat 2 ja 3 ovat tyypikuvia, joissa esitetään Raide-Jokerin runkokaapelilinjan ja kaapelikaivojen minimisijainti rataa nähden katualueella eri tilanteissa. Kuvassa 2 on perustilanne, jolloin kaapelikaivo on ainoastaan radan toisella puolella. Kuvassa 3 on tilanne, jossa pysäkin vuoksi tarvitaan telekaapeliyhteyksiä ja on tarve sijoittaa kaapelikaivo radan molemmin puolin. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019.)



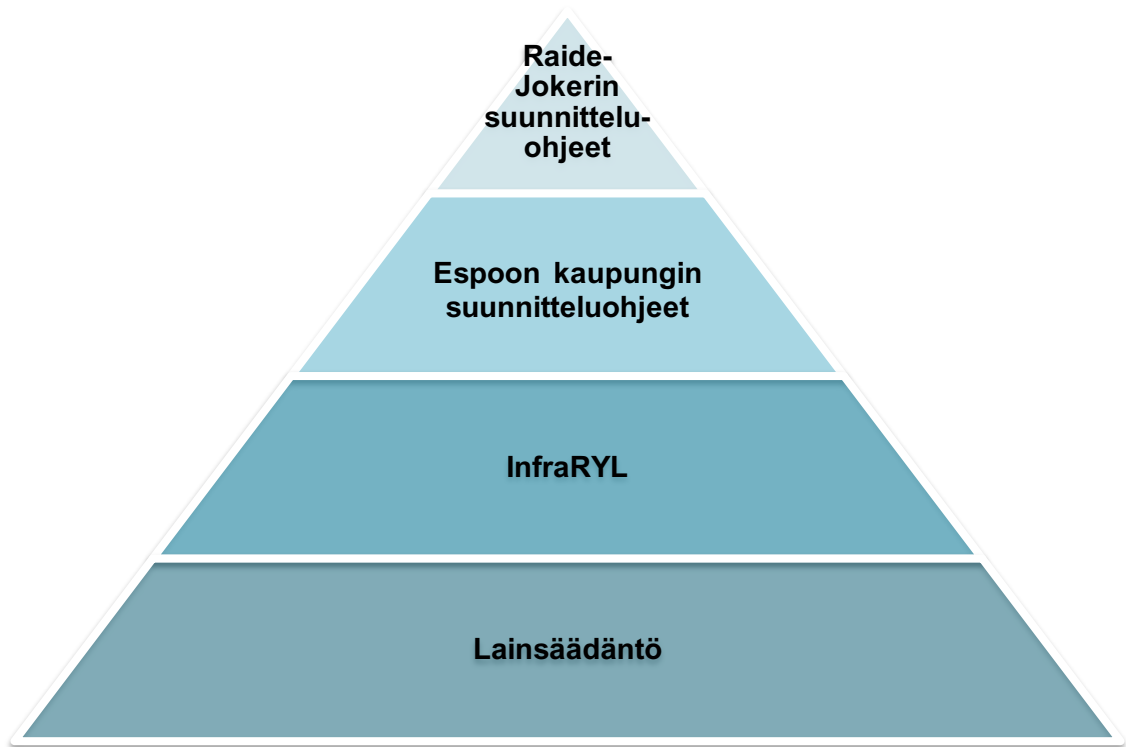
Kuva 2. Runkokaapelilinjan etäisyys radasta, perustilanne (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019).



Kuva 3. Runkokaapelilinjan etäisyys radasta, pysäkit (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019).

Raide-Jokerissa tehtiin eri työvaiheista InfraRYL:iin perustuvat ohjekortit urakoitsijoille. Korteilla ohjeistettiin rakentamisen eri työvaiheita. Korteissa esitetään sen käsittelemän työvaiheen nimi, kuvataan, mitä työvaiheessa tehdään, selostetaan työvaiheen ennakosuunnittelu ja aloitusedellytykset, kuvataan työvaiheen toteutus sekä esitetään työvaiheen turvallisuuteen, ympäristöön ja laadunvarmistukseen liittyvät tekijät. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 30.5.2019.) Lisäksi operaattoreille laadittiin erilliset ohjeet, joihin koottiin operaattoreita koskevat ohjeet ja rakentamisen ajaksi sovitut asiat. Ohjeissa kerrotaan esimerkiksi materiaalitoimituksista ja tarkemittauksista. Lisäksi ohjeessa on eri operaattoreiden yhteystiedot vikatilanteissa. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 22.10.2019.)

Kuviossa 1 esitetään Raide-Jokerin teknisten verkostojen suunnittelua ohjaavien säädösten ja ohjeiden keskinäinen suhde: lainsäädäntö asettaa pohjan, InfraRYL määrittää yleiset laatuvaatimukset, Espoon kaupungin suunnitteluohjeet ja Raide-Jokerin suunnitteluohjeet täydentävät ja täsmentävät edellä mainittuja.



Kuvio 1. Teknisten verkostojen suunnittelua ohjaavien säädösten ja ohjeiden keskinäiset suhteet.

## 4 RAIDE-JOKERI-HANKE

### 4.1 Hanke-esittely

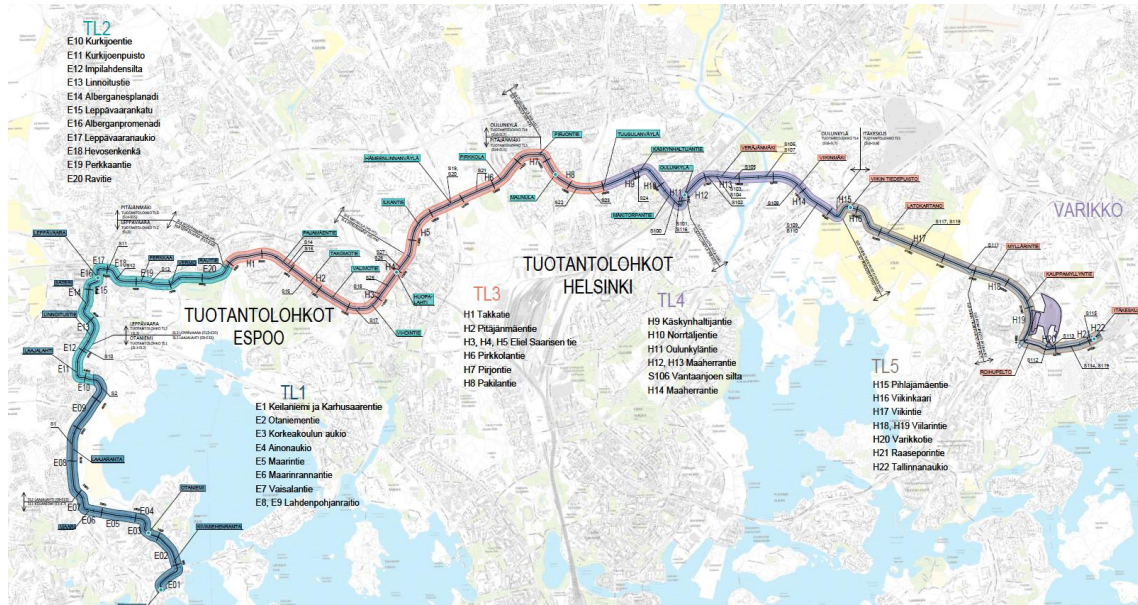
Raide-Jokeri on noin 25 kilometriä pitkä pikaraitiolinja, jota rakennetaan Helsingin Itäkeskuksen ja Espoon Keilaniemen välille. Valmistuttuaan ja käyttöön otettuna se korvaa nykyisen poikittaisliikenteen runkobussilinjan 550. Radasta 16 kilometriä sijoittuu Helsingin puolelle ja 9 kilometriä on Espoon puolella. Raide-Jokeri-linja toteutetaan Helsingin ja Espoon kaupunkien yhteishankkeena. Kaupungit ovat laatineet yhteistyösopimuksen linjan suunnittelusta ja toteuttamisesta. Rakentaminen alkoi kesäkuussa 2019, ja liikennöinnin linjalla on määrä alkaa vuonna 2024. (Raide-Jokeri 2021b.)

Pikaraitiolinjan rakentaminen toteutetaan allianssimallilla. Hankkeen suunnittelijakonsulttina toimii ryhmittymä, johon kuuluvat Ramboll Finland Oy, Sitowise Oy ja Sweco Finland Oy. Urakoitsijana toimii ryhmittymä, jonka muodostavat NRC Group Finland Oy ja YIT Suomi Oy. Kaupunkien tilaajaorganisaatiot, suunnittelijat ja urakoitsijat muodostavat yhteisen allianssiorganisaation, joka suunnittelee ja toteuttaa hankkeen yhdessä jakaen niin tavoitteet, riskit kuin hyödyt. (Raide-Jokeri 2021b.)

Idea ja ensimmäiset suunnitelmat poikittaisesta raideyhteydestä esitettiin jo 1990-luvulla. Vuonna 2003 poikittainen joukkoliikenneyhteys päätettiin kustannussyistä toteuttaa bus-siliikenteen runkolinjayhteytenä. Runkobussilinjan matkustajakapasiteetin osoittaututtua riittämättömäksi pikaraitiotietä alettiin suunnitella uudelleen. Raide-Jokerin alustava yleissuunnitelma valmistui vuonna 2009 ja hankesuunnitelma 2015. (Raide-Jokeri 2021b.)

Raide-Jokeri-linja sijoittuu pääosin rakennettuun, olemassa olevaan kaupunkiympäristöön. Raidejärjestelyiden sopivuus kaupunkiympäristöön on ollut suunnittelutyön keskeinen lähtökohta. Keskeisenä tavoitteena on sujuva ja häiriötön liikennöinti. (Helsingin ja Espoon kaupungit 2016, 1, 8, 12.) Raide-Jokeri-linjan edellyttämästä katusuunnittelusta, erilliskohteista ja liittyvien hankkeiden koordinoinnista sekä Raide-Jokeriin liittyvästä kaavoituksesta ja liikennesuunnittelusta vastaa Helsingin alueella Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimialan maankäyttö ja kaupunkirakenne -palvelukokonaisuus. Espoon alueella vastaavat toimijat ovat Espoon kaupunkitekniikan keskus sekä Espoon kaupunkisuunnittelukeskus. (Raide-Jokeri 2021c.)

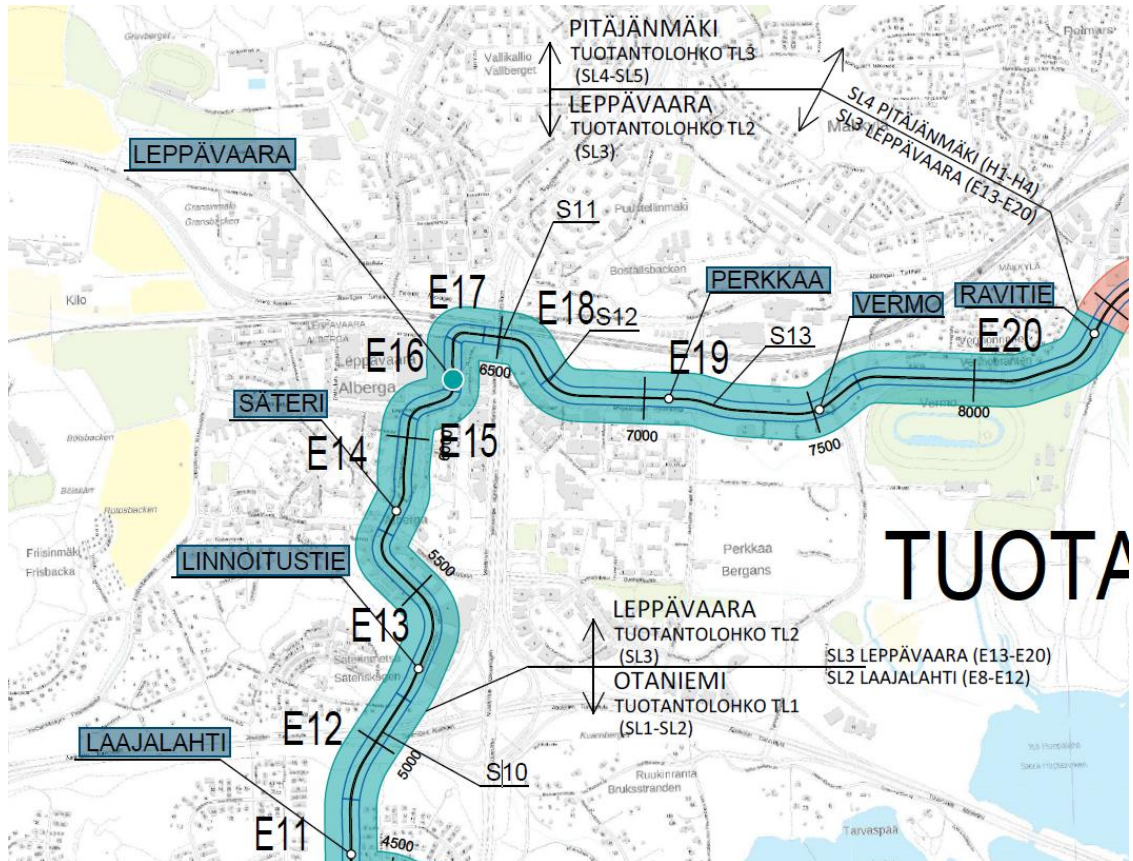
Raide-Jokerin rataosuus on jaettu yhdeksään suunnittelulohkoon (SL) ja viiteen tuotantolohkoon (TL). Suunnittelulohkot 1–3 ja tuotantolohkot 1–2 sijaitsevat Espoossa. Suunnittelulohkot 4–9 ja tuotantolohkot 3–5 ovat Helsingissä. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2019.) Suunnittelu- ja tuotantolohkot esitetään kuvassa 4.



Kuva 4. Raide-Jokerin suunnittelu- ja tuotantolohkot (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2019).

Opinnäytetyön kohteena oleva suunnittelulohko kolme (SL3) on yksi Ramboll Finland Oy:n suunnitteluvastuualueisiin kuuluvista alueista. Alue sijaitsee Espoon Leppävaaran kaupunginosassa. Se rajautuu etelässä Turunväylään ja pohjoisessa rantarataan. Idässä suunnittelualue päättyy Vermossa Espoon ja Helsingin rajalle. Espoon kaupungin alueella suunnittelulohko kolme (SL3) on jaettu suunnittelualueisiin. Ne on merkitty E-kirjaimella. SL3:n sijainti ja suunnittelualueet esitetään tarkemmin kuvassa 5.





Kuva 5. SL3:n sijainti ja sen suunnittelualueet (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2019).

#### 4.2 Verkot

##### Tietoliikenne

Raide-Jokerin alueella telekaapeleita omistavat teleoperaattorit Telia, Elisa, DNA, IP-Only, Cinia sekä Espoon kaupungin tietotekniikkapalvelut. Lisäksi alueella on muita pienempiä toimijoita, jotka omistavat tietoliikenneyhteyksiä.

Nykyiset kaapelit on ajan saatossa asennettu yksittäin suojakourujen alle, suojaputkiin tai teräsbetonirakenteisiin kaapelikanaviin. Viimeksi mainittuja on vanhoissa HPY:n (nyk. Elisa) rakentamissa linjoissa sekä myöhemmin rakennetuissa yhteiskäyttörakenteissa. Näissä kanavarakenteissa on useimmiten myös suurikokoiset veto- ja tarkastuskaivot.



## Sähkö

Tarkasteltavalla alueella sähkönjakeluverkko on sähköverkkoyhtiö Caruna Espoon omistamaa. Jakeluverkko koostuu pääosin 20 kV:n keskijänniteverkosta ja 0,4 kV:n pienjänniteverkosta. Lisäksi alueella on 110 kV:n suurjännitekaapeli. Kaapelit ja niihin liittyvät laitteistot, kuten muuntamot, omistaa Caruna.

## Kaasu

Kaasuverkko koostuu siirtoputkistosta, jakeluputkistosta ja käyttöputkistosta. Tuotantolaitoksessa tuotettu korkeapaineinen kaasu siirretään runkolinjaa pitkin käyttöön jaettavaksi. Espoossa ja SL3:n kaasun runkolinjan omistaa Gasgrid Finland. Auris Kaasunjakelu puolestaan omistaa ja operoi kaasunjakeluverkkoa. Lisäksi Fortum omistaa matalapaineisen kaasuputkityhteyden Perkkaalla sijaitsevaan lämpökeskukseen.

## Kaukolämpö ja kaukokylmä

Kaukolämmön jakeluverkosto koostuu siirtojohdoista, runkojohdoista ja liittymisjohdoista (talojohdot). Espoossa ja SL3:n alueella olevat kaukolämpö- ja kaukokylmäverkot omistaa Fortum. Espoossa kaukolämpöverkot sijoitetaan yleensä jalankulku- ja pyöräteiden alle.

### 4.3 Kohdekohtaisia esimerkkejä

#### 4.3.1 Yleistä

Teknisten verkostojen sijoittamisessa on lainsäädännön lisäksi otettava huomioon asemakaavoitus, kadunpidon vaatimukset sekä verkostoja ja rakenteita sijoittavien tahojen laki- ja sopimusperustaiset oikeudet ja velvoitteet (Katu 2002, 21). Pikaraitiotien linjaus suunnittelulohkolla kolme (SL3) sijoittuu asemakaavoitetuille katualueille, jotka ovat Espoon kaupungin omistuksessa.

Suunnittelutyön pohjaksi selvitettiin olemassa olevien johtojen ja kaapeleiden nykytila eli suunnitellulle ratalinjalle jäävien kaapeleiden, kaukolämpölinjojen, ilmajohtojen sekä

kaapelikaivojen tarkat sijainnit, omistajat ja määrät. Tämä oli ajoittain haastavaa, sillä sijainti- ja omistajatiedot eivät olleet kaikilta osin ajan tasalla. Johtokartoissa oli osin vanhentunutta, puutteellista ja paikkansa pitämätöntä tietoa, eikä aina ollut selvää, kenen hallinnassa kaapelit ja suoja-putket olivat. Lisäksi suunnittelutyössä määriteltiin uusia kaapelireittejä. Niiden sijainnit ja lukumäärät määriteltiin teleoperaattoreiden ja Raide-Jokerin omien kaapelitarpeiden perusteella.

Suunnittelutyöhön kuului myös kaapelireittien yhteensovitus muiden maanalaisten rakenteiden kanssa. Tässä tehtiin yhteistyötä eri tekniikka-alojen kanssa. Esimerkiksi vesihuollon kanssa varmistettiin vesihuoltolinjojen ja kaapeleiden sijoittuminen toisiinsa nähden. Yhteistyössä maisemasuunnittelun kanssa varmistettiin kaapeleiden riittävät etäisyydet puihin ja pensaisiin. Liikennevalosuunnittelijan kanssa katsottiin, että liikennevalokaapelit kulkevat samassa kaivannossa muiden kaapeleiden kanssa.

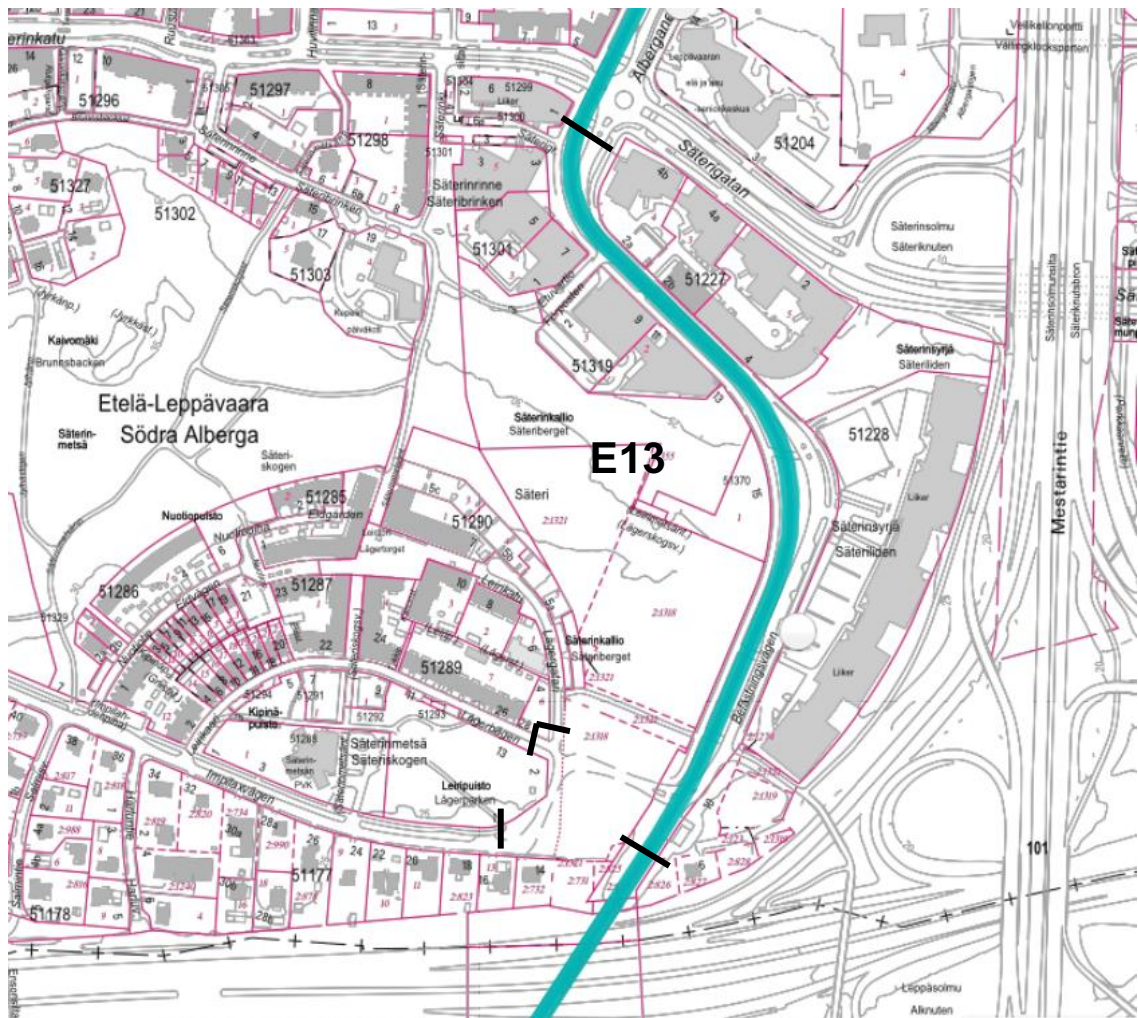
Aiemmin kaapelilinjoja on rakennettu kaduille hajanaisesti sinne, missä kulloinkin on ollut tilaa. Tilanne, jossa kaapelit sijaitsevat hajanaisesti katualueella aiheuttaa haasteita paitsi katualueiden suunnittelulle ja rakentamiselle myös kaapeleiden korjaus-, huolto- ja uusimistyölle. Tämä kaikki lisää kustannuksia ja haittaa katuliikennettä, huonontaa kadun ulkonäköä ja katurakennetta sekä vähentää viihtyisyysarvoja. (Katu 2002, 133.) Nykyään suositaan enenevässä määrin yhteiskäyttökaapelikaivoja ja -kaivantoja sekä kaapeleiden sijoittamista jo ennalta rakennettuihin suoja-putkiin.

Kaapelisiirtojen lisäksi Raide-Jokerin koko pituudelle suunniteltiin ja toteutettiin kuuden suoja-putken runkolinja ja näiden lisäksi uusia suoja-putkia teleoperaattoreille ja sähkökaapeleita varten. Radan alitusten kohdilla kaukolämpöputket uusittiin ja uudet kaukolämpöputket asennettiin teräksisiin suoja-putkiin. Yleisen käytännön mukaan kaikki kaapelit asennetaan nykyisin suoja-putkiin. Tällöin on mahdollista asentaa kaapelit jälkikäteen kaivamatta katurakennetta auki. Oman aikataulullisen haasteensa suunnittelulle toise, että Raide-Jokerissa suunnittelu ja tuotanto etenevät yhtenäisenä prosessina, eli suunnittelun ja rakentamisen välistä aikaa ei juurikaan ollut.

Espoon kaupungilta on saatu lupa käyttää liitteenä olevia suunnitelmia opinnäytetyössä (Espoon kaupunki, henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2021).

#### 4.3.2 Linnoitustie (E13)

Linnoitustien suunnittelualue rajoittuu etelässä Turunväylään ja pohjoisessa Säterinkadun ja Alberganesplanadin kiertoliittymään. Linnoitustien suunnitelmat sisältävät myös Impilahdentien itäpäähän sekä osan Leirikaarta ja tilapäiseksi ajotieyhteydeksi tarkoitetun Leirikaaren ja Linnoitustien välisen tieosuuden. Raitiotien linjaus seuraa Linnoitustien linjausta ja ylittää etelässä Turunväylän uutta Impilahden siltaa pitkin. Linnoitustien eteläosalla raitiotie on ajoradan länsipuolella, mutta pohjoispäässä raiteet ovat autoliikenteen kanssa samalla ajoradalla katutilan ahtauden vuoksi. Suunnittelualue esitetään kuvassa 6.



Kuva 6. Linnoitustien suunnittelualue (Espoon kaupungin karttapalvelu 2022).

Linnoitustie on noin 0,63 kilometriä pitkä paikallinen kokoojaku. Katu rakennettiin Raide-Jokeria edeltävään muotoonsa vuonna 1999. Kadun varrella on runsaasti

yriytysten toimitiloja, jotka on rakennettu vuosien 2000–2012 aikana. Toimitiloissa on toiminut muun muassa IT-alan yrityksiä. Tästä johtuen alueella on varauduttu hyvin kaapelitarpeisiin, eli suoja-putkia on asennettu runsaasti. Sitten yritysten muuttojen myötä osa kaapeliverkoista on jäänyt ainakin toistaiseksi tarpeettomiksi.

Lähtötilanteessa suoja-putket sijaitsivat Linnoitustien itäisen jalankulku- ja pyörätien alla. Rakentamisen aikana ne saivat jäädä paikoilleen tai korkeintaan tehtiin työnaikaisia siirtoja. Samassa kaivannossa oli kaukolämpölinja. Raitiotien alittavat kaukolämmön tonttiliitokset uusittiin ja uudet putket asennettiin teräksisiin suoja-putkiin. Aluksi Linnoitustielle suunniteltiin myös Fortumin kaukokylmävarausta, mutta tilanahtauden takia linjausvaraus siirrettiin muualle.

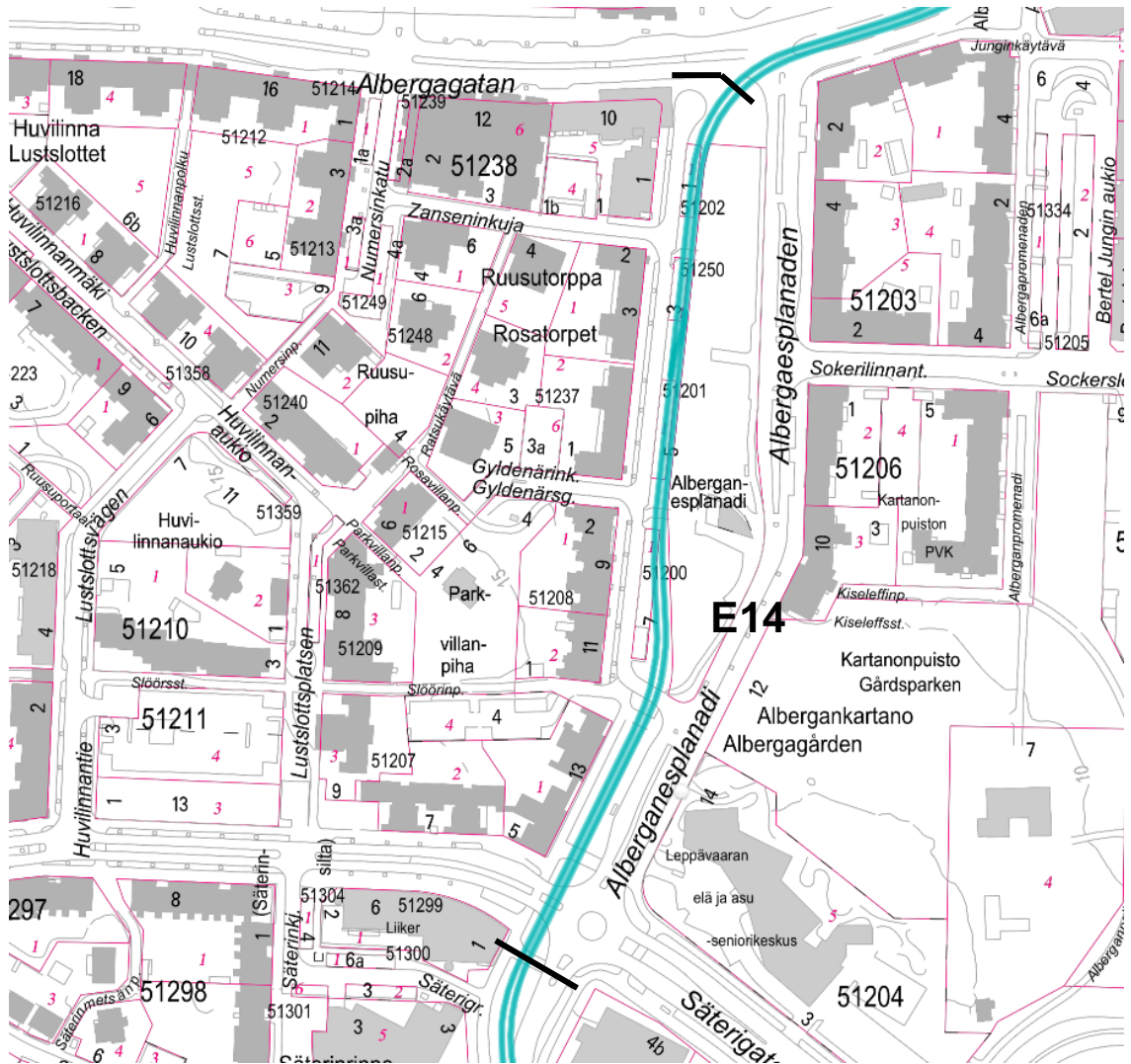
Linnoitustien eteläpäähän suunniteltiin ja toteutettiin Turunväylän ylittävä uusi joukkoliikenteelle tarkoitettu Impilahdensilta ja sen kupeeseen Raide-Jokerin sähkönsyöttöasema. Tämän vuoksi kadun linjasta jouduttiin muuttamaan Impilahdentien ja Linnoitustien välillä. Impilahdensillan alta täytyi siirtää siellä olleet kaapelit pois. Siltapenkereet ovat melko korkeat, eikä kaapeleiden korjaus ja ylös kaivaminen olisi ollut tulevaisuudessa mahdollista. Sähkönsyöttöasemaa varten tarvittiin yli 20 suoja-putkea, joille piti löytää kadulta tila.

Linnoitustien koko matkalle, pois lukien sekaliikenneosuus, suunniteltiin uudet kaapelireitit suoja-putkineen läntisen jalankulku- ja pyörätien alle. Haasteena oli kadun keskivaiheella kapea katualue. Tällä katuosuudella raitiotie on osan matkaa autoliikenteen kanssa samalla ajoradalla. Koska sekaliikenneosuudella vesihuoltolinjoille ei ollut tilaa ajoradalla eikä niitä voinut jättää raitiotien alle, ne siirrettiin jalankulku- ja pyörätien alle. Tästä johtui, että suoja-putkille jäi liian vähän tilaa jalankulku- ja pyörätien alle, jolloin Raide-Jokerin suoja-putket jouduttiin sijoittamaan ajoradalle reunakiven ja rata-iskun väliin. Linnoitustien suunnitelmat ovat liitteessä 1 ja 2.

#### 4.3.3 Alberganesplanadi (E14)

Alberganesplanadin suunnittelualue sijaitsee Säterinkadun kiertoliittymän ja Leppävaarankadun välillä. Alberganesplanadi on paikallinen kokoojakatu, joka jakaantuu länsi- ja itähaaroihin. Länsi- ja itähaaran välissä sijaitsee Alberganesplanadin puistoalue. Itähaara luokitellaan tonttikaduksi. Raitiotien linjaus on Alberganesplanadin länsilaidalla,

aiempien asukaspysäköintipaikkojen kohdalla. Alberganesplanadin pituus on noin 0,39 kilometriä. Suunnittelualue esitetään kuvassa 7.



Kuva 7. Alberganesplanadin suunnittelualue (Espoon kaupungin karttapalvelu 2022).

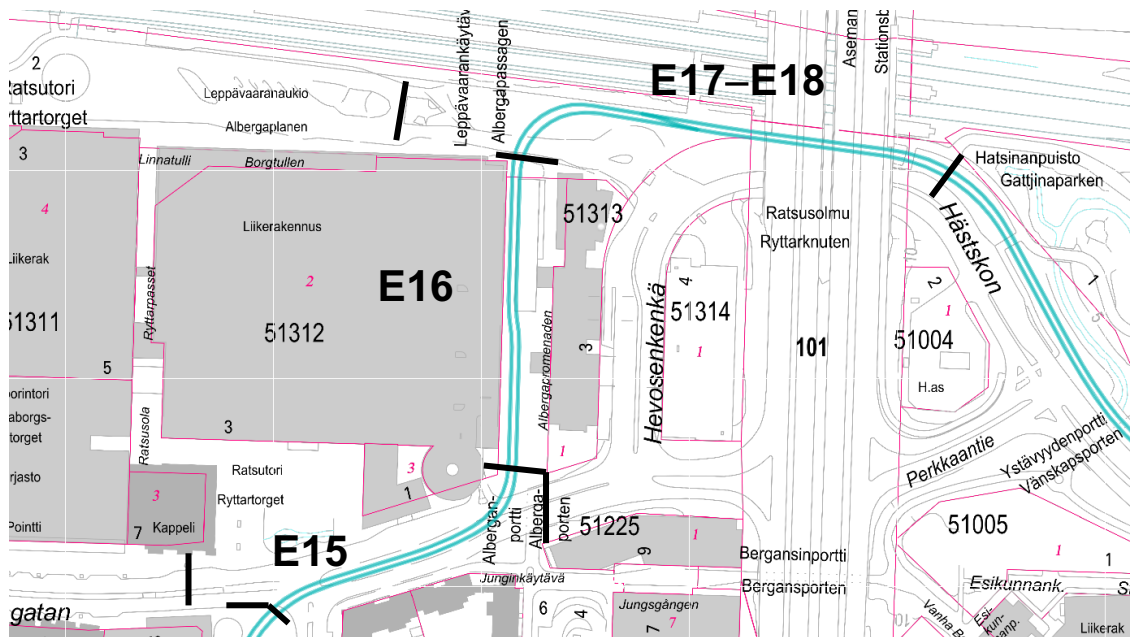
Alberganesplanadilla on kaapeleita useissa kohdissa. Ennen haarautumista olevalla katuosuudella ja itähaaralla nykyiset kaapelit sijaitsevat ajoradan molemmin puolin jalankulku- ja pyöräteiden alla. Länsihaaralla nykyiset kaapelit sijaitsevat jalankulku- ja pyörätien alla. Kiertoliittymän kohdalla nykyisiä telekaapeleita oli molemmin puolin katu. Alberganesplanadin länsihaaran kadun rakenteita ei vaihdettu, joten uudet suojaputket suunniteltiin sijoitettaviksi molemmin puolin raitiotietä. Alberganesplanadin pysäkillä asti telekaapelit ovat jalankulku- ja pyörätien alla, jonka jälkeen kaapelilinjat jakautuvat raitiotien molemmin puolin palaten samaan kaivantoon Alberganesplanadin puiston pohjoispäässä.



Kiertoliittymän alueelta kaukolämpöputket (2Mpuk 250–450) ja -kaivo jouduttiin siirtämään pois raitiotien alta. Säterinkadun suuntainen kaukolämmön runkolinja (2Mpuk 600–800) uusittiin aiemmalle paikalleen ja uudet putket asennettiin suojaputkeen. Alberganesplanadilla nykyinen kaukolämpö on suunnittelualueen länsilaidalla jalankulku- ja pyörätien alla. Alberganesplanadin molemmat poikittaiset kaukolämpölinjat uusittiin raitiotien risteämiskohdissa ja asennettiin suojaputkiin. Sokerilinnantien kohdalla oleva kaukolämpölinja asennettiin paalulaatan varaan. Alberganesplanadin suunnitelma on liitteessä 3.

#### 4.3.4 Leppävaarankatu (E15)

Leppävaarankadun suunnittelualue sijaitsee Alberganesplanadin ja Alberganpromenadin välillä. Leppävaarankatu on alueellinen kokoojakatu. Raitiotien linjaus on ajoratojen välisellä saarekkeella. Raitiotie on rakennettu teräsbetoniarinan varaan. Leppävaarankadun pituus on noin 0,19 kilometriä. Suunnittelualue esitetään kuvassa 8.



Kuva 8. Leppävaarankadun, Alberganpromenadin, Leppävaaranaukion ja Hevosenkentän suunnittelualueet (Espoon kaupungin karttapalvelu 2022).

Lähtötilanteessa telekaapelit olivat Leppävaarankadun eteläreunassa raiteen alla teräsbetonirakenteissa yhteiskäyttökanavassa. Sähkökaapelit olivat kanavan vieressä. Kaukolämpölinja oli Leppävaarankadun pohjoisreunassa jalankulku- ja pyörätien alla.

Raitiotien alituskohdassa kaukolämpöputket uusittiin ja uudet putket asennettiin suoja-putkiin. Uudet telekaapeleiden suoja-putket suunniteltiin Leppävaarankadun eteläreunaan. Ne yhdistettiin kadulla olevaan betonikanavan kaapelikaivoon, sillä niitä ei voitu tilanahtauden vuoksi viedä Alberganpromenadin kautta operaattoreiden toiveista huolimatta. Sähkökaapelit siirrettiin uusien telekaapeleiden suoja-putkien viereen. Raide-Jokerin kaapelit sijoitettiin raitiotien pohjoispuolelle ajoradalle. Kadun varrella olleet katu-kaapit siirrettiin uusiin paikkoihin Raide-Jokerin takia. Pysäkkikeskusta varten suunniteltiin uusi sähkökaapeli. Lisäksi nykyisille kaapeleille tehtiin työnaikaisia siirtoja. Leppävaarankadun suunnitelma on liitteessä 4.

#### 4.3.5 Alberganpromenadi (E16)

Alberganpromenadin suunnittelualue sijaitsee Leppävaarankadun ja Leppävaaranaukion välillä. Katu rajoittuu länsilaidalla Sellon kauppakeskukseen ja itälaidalla Panorama Toweriin. Alberganpromenadi on noin 0,14 kilometriä pitkä katualue, joka on tarkoitettu jalankululle ja pyöräilylle sekä raitiotieliikenteelle. Se on Leppävaaran alueella erittäin tärkeä kävely- ja pyöräilyliikenteen yhteys rautatieasemalle ja linja-autoterminaaliiin. Suunnittelualue sijoittuu aiempaan kuvaan 8.

Alberganpromenadilla päädyttiin vaihtoehtoon, jossa aseman alikulkuun johtavat kulku-luiskat säilytettiin ennallaan. Haasteena teknisten verkostojen sijoittamisessa kohteessa oli leveys- ja korkeussuuntaisesti ahdas tila. Sellon kansilaatta ja kadun pinta määrittivät pystysuunnassa katurakenteille käytössä olevan tilan. Sitä oli paikoin ainoastaan 0,7 metriä. Tilaan tuli sijoittaa vesihuoltoverkoston lisäksi katulämmitys, kansilaatan lämpöeriste sekä muita rakenteita. Kansilaatan korkeusasemasta saatiin tarkka tieto vasta rakennustöiden aikana aiempien rakenteiden purkutöiden ja tarkemmittausten tekemisen jälkeen. Lisäksi Alberganpromenadilla oli paljon kuivatusrakenteita sekä valaistuksen ja liikennevalojen kaapeleita. Kaukolämmön todettiin sijaitsevan Sellon kansilaatan alapuolella teknisissä tiloissa, eikä se siten aiheuttanut toimenpiteitä.

Raitiotien ali ei ollut mahdollista asentaa suoja-putkia, koska raitiotien ja kansilaatan välissä ei ollut riittävästi tilaa varsinkaan katujakson eteläosassa. Alberganpromenadille suunniteltiin kaapelilinjoja varten alun perin tilaa säästävää modulaarista kaapelikanava-järjestelmää. Kuitenkin jo suunnittelun aikana todettiin, ettei se mahdu rakenteisiin. Siksi kohteessa käytettiin perinteisiä suoja-putkia, jotka asennettiin yhteen riviin. Pohjoisosaan suunniteltiin kaapelikourua. Rakentamisvaiheessa se korvattiin perinteisillä

suojaputkilla, sillä urakoitsija totesi niille olevan riittävästi tilaa. Teleoperaattorit toivoivat alueelle uusia suojaputkia, mutta niitä ei voitu asentaa. Siksi korvaavat yhteydet esitettiin toteutettavaksi Hevosenkengän olemassa olevan betonikaapelikanavan kautta. Alberganpromenadin suunnitelma on liitteessä 5.

#### 4.3.6 Leppävaaranaukio ja Hevosenkengä (E17–E18)

Leppävaaranaukion ja Hevosenkengän suunnittelualueet sijaitsevat Alberganpromenadin ja Hatsinanpuiston välillä. Raitiotien linjaus on aiemmin Hevosenkengän pohjoispuolella olleen jalankulku- ja pyörätien kohdalla. Jalankulku- ja pyörätie siirrettiin pohjoisemmaksi. Leppävaaranaukio on osa joukkoliikenteen terminaali-alueita. Hevosenkengä on alueellinen kokoojaku. Leppävaaranaukion ja Hevosenkengän suunnittelualueen pituus on noin 0,28 kilometriä. Suunnittelualue sijoittuu aiempaan kuvaan 8.

Hevosenkengällä telekaapelit ja niiden suojaputket ovat pääosin teräsbetonirakenteisessa kanavassa, sähkö- ja valaisinkaapelit ovat betonikanavan vieressä. Yksittäisiä kaapeleita on myös muualla katualueella. Kaapelikanavassa sijaitsevat suojaputket ja telekaapelit saivat jäädä sijoilleensa, vaikka jäävätkin raitiotien alle. Näin siksi, että betonikanavan ja raitiotien rakenteiden väliin jäi riittävästi tilaa, kaapelikanavassa oli riittävästi kantavuutta ja kaapelikanavassa on vetokaivot molemmin puolin raitiotien alle jäänyttä osuutta.

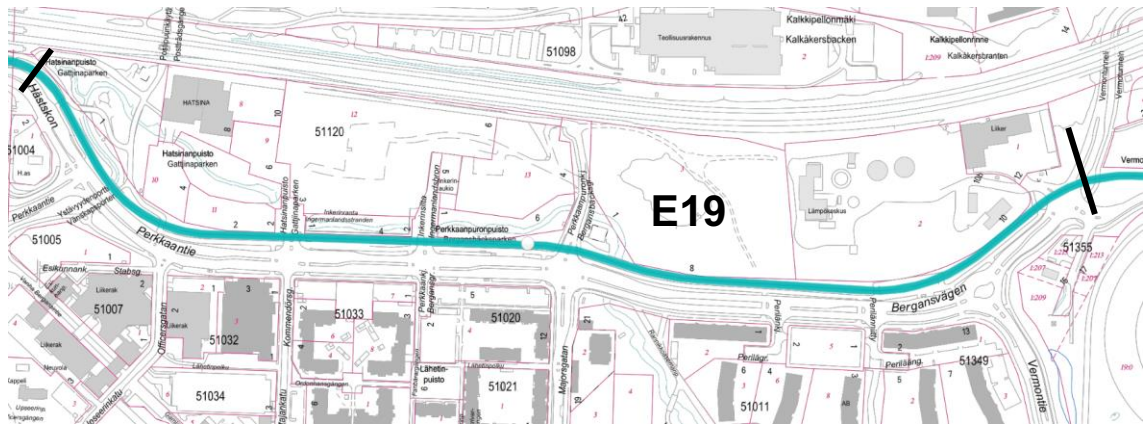
Teleoperaattoreiden esittämät uudet suojaputket asennettiin raitiotien pohjoispuolelle jalankulku- ja pyörätien alle. Lisäksi nykyisestä kaapelikanavasta rakennettiin yhteys uuteen suunniteltuun kaapelilinjaukseen. Leppävaaranaukion ja Hevosenkengän suunnitelma on liitteessä 6.

#### 4.3.7 Perkkaantie (E19)

Perkkaantien suunnittelualue sijaitsee Hatsinanpuiston ja Ravitien välillä. Eteläpuolella suunnittelualue rajoittuu Perkkaantien ajoradan pohjoiseen reunaan. Raitiotien linjaus on Perkkaantien katualueella ajoradan ja sen rinnakkaisen raitin sekä pohjoispuolisen Hatsinanpuiston välissä. Perkkaantie on alueellinen kokoojaku. Suunniteltavan katujakson pituus on noin 1,12 kilometriä. Perkkaantien ajoradat ja eteläinen jalankulku- ja pyörätie rakennettiin vuosina 2014–2017. Tuolloin jätettiin ajoradan pohjoispuolinen jalankulku-



ja pyörätie tekemättä ja huomioitiin tilavaraus Raide-Jokerille. Suunnittelualue esitetään kuvassa 9.



Kuva 9. Perkkäantien suunnittelualue (Espoon kaupungin karttapalvelu 2022).

Perkkäantien länsipäässä olevan jalankulku- ja pyöräliikenteen alikulun, Ystävyysportin, kohdalle rakennettiin uudet kaapelikaivot Perkkäantien rakentamisen yhteydessä. Raide-Jokerin rakentamisen yhteydessä todettiin, ettei kaapeleita ole siirretty aiemmalta linjaukselta rakennettuihin kaivoihin. Ystävyysportin siltarakenteen kohdalla operaattoreiden ja Raide-Jokerin uudet suojaPUTKET asennettiin yhteen riviin siltakannen päälle raitiotien molemmin puolin.

Hevosenkengän ja Majurinkadun väliselle osuudelle rakennettiin suojaPUTKET Hatsinpuiston urakassa. Raide-Jokerissa rakennettiin Raide-Jokerin kaapelisuojaPUTKIREITTI ja pysäkin kaapeloinnit. KaapelisuojaPUTKIREITTI sijaitsee raitiotien pohjoispuolella Majurinkadun liittymään asti. Tämän jälkeen runkolinjan sijainti vaihtelee raitiotien molemmin puolin. Majurinkadun liittymän jälkeen muut suojaPUTKET ovat Perkkäantien jalankulku- ja pyörätien alla. Perkkäantien pohjoispuolella Monikonpuron sillan rakenteissa olevia suojaPUTKIA ei voitu käyttää, sillä ne olivat jääneet sillan siirtymälaatan alle. SuojaPUTKET asennettiin yhteen riviin siltakannen päälle raitiotien molemmin puolin.

Majurinkadun ja Perkkäantien liittymän kulmassa olevaa sähkönsyöttöasemaa varten tarvittiin yli 20 Perkkäantien alitse sijoitettavaa suojaPUTKEA. Tilan ahtauden vuoksi kaapelireittiä ei voitu sijoittaa HSY:n vesihuoltotunnelin päälle, vaan se sijoitettiin tunnelin viereen huomioiden Perkkäantien eteläreunalla olevat telekaapelit ja Monikonpuron sillan siirtymärakenteet.

Suunnittelualueen itäpäässä sijaitsee Carunan sähköasema, jonne johtaa 110 kV:n suurjännitekaapeli. Se rakennettiin Perkkaantien rakentamisen yhteydessä. Kaapelilinjan keskilinjasta mitattuna muuta tekniikkaa ei saa sijoittaa viittä metriä sitä lähemmäksi. Tästä johtuen telekaapeleiden sijoittaminen sähkökaapeleiden läheisyyteen vaatii tarkkaa sovitusta. Lisäksi sähköaseman nykyisiä suoja-putkia jatkettiin raitiotien alitse ja Perkkaantien rinnakkaisen jalankulku- ja pyörätien viereen.

Majurinkadun länsipuolelle suunniteltiin mahdollisesti myöhemmin toteutettavaa Fortumin kaukokylmälinjaa varten suoja-putket raitiotien alitse. Perilänniityn liittymän kohdalle suunniteltiin kaukolämmön siirto. Uudet kaukolämpöputket asennettiin raitiotien alle suoja-putkiin. Niiden viereen asennettiin suoja-putket mahdollista myöhemmin toteutettavaa kaukokylmälinjaa varten.

Vermontiityn kiertoliittymän itäpuolella on matalapaineinen kaasuputki, joka johtaa Fortumin lämpökeskukseen ja on rakennettu suoja-putkeen Perkkaantien rakentamisen yhteydessä. Kaasuputki sai jäädä nykyiselle paikalleen, ja sen päälle rakennettiin suoja-putki paalulaatasto. Perkkaantien suunnitelmat ovat liitteissä 7 ja 8.

#### 4.3.8 Ravitie (E20)

Ravtien suunnittelualue sijaitsee Perkkaantien ja Vermonrinteen välillä. Ravitie on paikallinen kokoojakuu, ja sen pituus on noin 0,82 kilometriä. Ravtien pohjoispuolella on pientaloasutusta ja eteläpuolella Vermon ravirata. Raitiotie on Ravtien pohjoispuolisella katualueen osalla. Suunnittelualue esitetään kuvassa 10.



Kuva 10. Ravtien suunnittelualue (Espoon kaupungin karttapalvelu 2022).

Ravitien kanssa risteää korkeapaineinen (54 bar) Gasgridin maakaasuputki DN300 etelä-pohjoissuuntaisesti. Se on kadun risteämiskohdalla asennettu suojaputkeen. Raitiotie on perustettu paalulaatan varaan. Kaasuputken kohdalla paalulaatta on jaettu riittävän pieniksi lohkoiksi, ja ne voidaan tarvittaessa nostaa pois kaasuputken päältä. Raitiotien pohjoispuolella on 20 kV:n maakaapeli, joka jouduttiin siirtämään Ravitien länsipäässä pois paalulaatan alta. Itäpäässä kaapeli siirrettiin jalankulku- ja pyörätien alle.

Ravitien ja Perkkaantien liittymäalueella on Gasumin maakaasutankkausasema. Se määritteli osaltaan raitiotien linjausta. Suunnittelualueen itäpäässä on Raide-Jokerin sähkönsyöttöasema. Sen tarvitsemille kaapelisuojaputkille määriteltiin tilavaraukset. Sähkönsyöttöaseman alta siirrettiin pois siellä olleet telekaapelit. Uudet suojaputket telekaapeleille sijoitettiin Ravitien eteläisen jalankulku- ja pyörätien alle. Samalle linjalle suunniteltiin kaukolämpöputkistolle tilavaraus. Helsingin ja Espoon rajalla ollutta kaukolämpölinjaa jouduttiin siirtämään paalulaatan takia. Uudet kaukolämpöputket rakennettiin suojaputkeen ja sijoitettiin paalulaatan ja raitiotien rakenteiden väliin. Tulevaisuuden tarpeita ajatellen suunniteltiin joihinkin kohtiin uusia suojaputkia sähkökaapeleille raitiotien ja Ravitien alitse. Suunnittelualueen länsipäässä suunniteltiin kaukolämpöä varten suojaputket. Ne sijaitsevat paalulaatan ja raitiotien rakennekerrosten välissä. Ravitien suunnitelma on liitteessä 9.

#### 4.4 Haasteet

Pikaraitiotien rakentamiseen liittyviä haasteita suunnittelulohkossa kolme (SL3) kartoitettiin haastatteleamalla suunnittelijan ja urakoitsijan edustajia. Haastateltaviksi valittiin suunnittelija/pääsuunnittelija Ramboll Finland Oy:stä sekä tuotantolohko 2:n aluevas-taava ja työnjohtaja YIT Oyj:stä. Tarkoituksena oli haastatella myös tuotantolohko 2:n toista aluevas-taavaa, mutta hän oli estynyt. Kaikki haastateltavat ovat työskennelleet Raide-Jokeri-hankkeessa sen alkuvaiheesta asti. Lisäksi heillä on aiempaa työkoke-musta suunnittelusta ja rakentamisesta tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä. Haastattelut toteutettiin marraskuussa 2021. Haastattelurungot ovat liitteenä (liitteet 10 ja 11).

Raide-Jokerissa haasteena on suunnittelun ja tuotannon samanaikaisuus. Rakentami-sen näkökulmasta samanaikaisuus on edellyttänyt tarkkaa aikataulujen yhteensovitta-mista liittyen rakennustarvikkeiden hankintaan, toimituksiin ja asennuksiin. Ajoittaisena haasteena on ollut kolmansien osapuolien tavoittaminen suunnitelmien ja

suunnitelmamuutosten hyväksymiseksi. Raide-Jokerin allianssimallilla toteutetussa hankkeessa ratkaisut ja työn eteneminen eivät ole riippuvaisia ainoastaan suunnittelusta ja rakentamisesta, vaan myös työn tilaajista ja tärkeimmistä sidosryhmistä. Siksi olisi tärkeää, että kaikilla osapuolilla olisi koko hankkeen ajan ajantasainen tieto töiden etenemisestä.

Suunnittelun ja tuotannon eteneminen yhtenäisenä prosessina edellyttää ennakoimista ja eri osapuolten tarpeiden ja toiveiden yhteensovittamista. Toimivan infrastruktuurin rakentaminen ei tarkoita ainoastaan nykytilanteen tarpeiden huomioimista, vaan myös varautumista tulevaisuuden tarpeisiin. Raide-Jokeri-hankkeessa tarpeita ja toiveita ei ole aina ilmaistu sovitun määräajan puitteissa. Se tarkoittaa, että tietojen saamista joudutaan odottamaan ja pahimmillaan rakentaminen hidastuu. Lisäksi kaapelitarpeet voivat muuttua ja lisääntyä rakentamisen aikana, eivätkä tarpeet aina välity ajoissa suunnittelijalle asti. Joissakin tapauksissa kaapelisuojaputkitarpeita on esitetty vasta siinä vaiheessa, kun katu on rakennettu jo lähes valmiiksi. Onnistuneen infrahankkeen edellytyksiä tarkastellut DI Olli-Pekka Aalto painottaa eri toimijoiden tarpeiden koordinoinnin tärkeyttä infrahankkeissa ongelmien ehkäisemiseksi. Hänen mukaansa koordinoimalla eri toimijoiden tarpeita ja yhdistämällä niitä suuremmiksi kokonaisuuksiksi vältytään muun muassa katujen turhalta auki kaivamiselta. (Aalto 2020, 62–63.)

Rakentamisen näkökulmasta on helpompaa asentaa joitakin ylimääräisiä putkia rakentamisvaiheessa kuin tehdä se jälkikäteen. Suojaputkien ja kaapeleiden uusimis- ja lisäämistarpeet ovat vaikeasti toteutettavissa sen jälkeen, kun Raide-Jokeri on rakennettu ja vielä vaikeammin, kun se on aloittanut liikennöinnin. Tästä syystä on tärkeää selvittää ajoissa eri tahojen nykyiset tarpeet ja ennakoida tulevia. Laajassa hankkeessa olisi suotavaa, että suunnitelmat pystyttäisiin lyömään lukkoon mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Tiiviissä kaupunkirakenteessa on niukasti tilaa teknisille järjestelmille. Tämä ei koske ainoastaan Raide-Jokeria, vaan yleisemmin kaikkea rakentamista kaupunkiympäristössä. Ratkaisuksi tilanpuutteeseen on kehitetty uudenlaisia innovaatioita. Esimerkiksi Alberganpromenadille suunniteltiin ja asennettiin kaapelijärjestelyitä varten modulaarinen ja skaalautuva kaivojärjestelmä. Tosin urakoitsijan kommenttien mukaan perinteinen valettava kaivo olisi kuitenkin ollut helpommin rakennettavissa kohteeseen.

Raide-Jokerin kaltainen hanke edellyttää laaja-alaista perehtyneisyyttä infrasuunnitteluun ja -rakentamiseen. Raide-Jokerissa on ollut henkilöresurssihaasteita. Katujen

suunnitteluun perehtyneitä osaajia ei aina ole ollut saatavilla, eikä työn ohessa tapahtuneella perehdytyksellä ole välttämättä saavutettu käytännön työn edellyttämää osaamistasoa. Toisaalta kokeneet työntekijät ovat pystyneet ennalta arvioimaan esimerkiksi kaapeleiden siirtomahdollisuuksia, jolloin turhilta siirroilta on vältytty. Joissakin tapauksissa kolmansissa organisaatioissa henkilöiden tai vastuualueiden vaihtuminen on aiheuttanut epäselvyyttä siitä, kenen vastuualueelle ja tehtävänkuvaan jokin asia kuuluu. Kun oikeat henkilöt on tavoitettu, asiat on yleensä saatu etenemään hyvin.

Sekä suunnittelun että rakentamisen näkökulmasta Raide-Jokerin teknisten verkostojen muutoksissa on ollut hankkeen laajuuteen nähden varsin kohtuullisia haasteita. Haasteet eivät ole poikenneet yleisistä kaupunkirakentamisen haasteista, ja ne ovat olleet tapauskohtaisesti ratkaistavissa. Urakoitsija on pystynyt ratkaisemaan monia asioita omassa työryhmässään. Ongelmallisimpien kohteiden ratkaisuvaihtoehtoja on mietitty yhdessä suunnittelijan kanssa. Vesihuoltoverkot, jotka rajattiin tämän työn ulkopuolelle, olivat teknisistä verkoista urakoitsijan omien arvioiden perusteella kaikkein haastavimmat toteuttaa.

#### 4.5 Yhteistyö

Allianssimalliin kuuluu jo lähtökohtaisesti suunnittelijan ja urakoitsijan välinen tiivis yhteistyö. Molemmat osapuolet pitivät toteutunutta yhteistyötä toimivana ja hanketta edistävänä. Yhteistyö on sujuvoittanut rakentamista. Hanke on vähintään pysynyt aikataulussa ja osin rakentaminen on edennyt etuajassa.

Yhteistyössä keskeistä on osapuolten asiantuntemuksen ja näkemysten jakaminen. Yhteistyön nähtiin parantavan kokonaisuuden hahmottamista ja hallintaa, kun tietämys toisen osapuolen työstä lisääntyy. Esimerkiksi kaikki suunnittelua ohjaavat yksityiskohtaiset ohjeistukset eivät välttämättä ole urakoitsijan tiedossa, jolloin tehdyt suunnitteluratkaisut voivat herättää kysymyksiä. Suunnittelijalla puolestaan ei välttämättä ole samalaista käytännön tietämystä ja kokemusta esimerkiksi haastavien kohteiden rakennettavuudesta kuin kokeneilla rakentajilla. Yhteistyötä tekemällä lisätään tietämystä ja luottamusta suunnittelun ja rakentamisen ammattilaisten välillä.

Konkreettinen esimerkki hyvästä yhteistyökäytännöstä ovat hankeosapuolten viikoittaiset palaverit. Niissä on otettu esille työssä heränneitä ajankohtaisia kysymyksiä. Palaverit, jotka ennen covid19-pandemiaa toteutettiin lähikokouksina ja pandemia-aikana

etäkokouksina, kokosivat yhteen hankkeen parissa toimineet ihmiset. Asioita saatiin sovittua ja edistettyä heti, eikä niiden hoitamiseksi ollut tarpeen käydä esimerkiksi aikaa vievää sähköpostiviestintää.

Toinen esimerkki yhteistyötavoista on haasteellisiksi tiedetyissä kohteissa paikan päällä pidetyt yhteispalaverit. Niissä suunnittelijan ja urakoitsijan edustajat kertoivat ja jakoivat näkemyksiään kohteiden suunnittelusta, ratkaisujen perusteista ja rakentamisesta. Tällaisen työskentelytavan nähtiin mahdollistavan eri osapuolten asiantuntemuksen hyödyntämisen ongelmien ennaltaehkäisemiseksi. Toimintatapa on toimiva myös ajankäytöllisesti, sillä se säästää niin suunnittelijan kuin urakoitsijan työaikaa, kun asiat saadaan sovittua kerralla.

Samanlaista tiivistä yhteistyötä kuin oli suunnittelijan ja urakoitsijan välillä, toivottiin tulevaisuudessa myös energia- ja tietoliikenneoperaattoreiden kanssa. Hankkeen kaikkien osapuolten olisi hyvä olla mukana kaikissa vaiheissa yleissuunnittelusta toteutukseen. Tällöin eri osapuolten näkemykset, toiveet ja tarpeet olisivat tiedossa jo maankäytön suunnittelusta lähtien. Kun osapuolten tarpeet ovat tiedossa varhaisessa vaiheessa, voidaan niihin varautua ja vastata paremmin. Yhteistyö ennaltaehkäisee yllättäviltä muutoksilta ja niiden aiheuttamilta haasteilta.

Raide-Jokerissa on hyödynnetty erilaisia yhteistyötä tukevia toimintatapoja, kuten Big Room -työskentelyä. Sillä tarkoitetaan hankkeen eri osapuolten edustajien työskentelyä hankkeen yhteisessä työtilassa, Big Roomissa. Suunnittelijan ja urakoitsijan välistä yhteistyötä Raide-Jokerissa on tehty hyvin pitkälti vakiintuneilla ja hyväksi havaituilla tavoilla, eikä ole nähty tarpeelliseksi kehittää uudenlaisia työtapoja.

Ajatukset yhteistyön merkityksestä ovat yhteneväisiä insinööri (YAMK) Hannele Haaviston havaintojen kanssa. INFRA ry:n ja SKOL ry:n tilaamassa selvityksessä Haavisto tutki infrarakentamisen yhteistyökäytäntöjä. Tutkimuksessa nousi niin ikään esille yhteisten keskustelujen ja palaverien tärkeys sekä yhteistyön merkitys rakentamista sujuvoittavana ja ongelmia ennaltaehkäisevänä tekijänä. (Haavisto 2021, 32–33, 41–42, 76.)

#### 4.6 Kehittäminen

Koska sekä suunnittelija että urakoitsija olivat pääosin tyytyväisiä nykyiseen suunnittelu- ja rakentamisprosessiin, esitetyt kehittämistoimet olivat enemmän periaatteellisia kuin konkreettisia. Tämä voi johtua osaltaan siitä, että haastattelut toteutettiin ajankohtana,

jolloin viimeisiä alueen kohteista oltiin luovuttamassa tilaajalle. Tällöin suunnittelu- ja rakentamisprosessia saatettiin tarkastella onnistuneesta lopputuloksesta käsin. Toisaalta Raide-Jokerissa on selkeät suunnitteluperiaatteet, joiden pohjalta työtä on ollut helppo suunnitella ja toteuttaa.

Toimivan suunnittelu- ja rakentamisprosessin lähtökohtana pidettiin sitä, että eri toimijoiden roolit ja vastuunjaot ovat selvät: vastuualueet ja -henkilöt on määritelty ja osapuolet tietävät, kenen vastuulla mikäkin asia on. Vastuualue- ja henkilömuutoksista tulisi tiedottaa hankeosapuolia. Suunnitteluun ja rakentamiseen kohdistuu monenlaisia toiveita ja tarpeita, mutta myös sääntelyä. Näiden yhteensovittaminen voi olla haasteellista etenkin silloin, kun toiveet ja tarpeet ilmenevät yllättäen. Siksi tulevaisuudessa kolmansien osapuolien nykyistä tiiviimpi mukanaolo hankkeen alusta lähtien olisi tärkeää. Eri toimijoiden tiivis yhteistyö on välttämätöntä etenkin haasteellisiksi tunnistettujen kohteiden kohdalla.

Olemassa olevia hyviä käytänteitä tulisi hyödyntää aktiivisesti. Ei riitä, että käytänteitä on, vaan niitä myös tulee käyttää. Esimerkiksi kaikkien eri toimijaosapuolten läsnäolo viikoittaisissa palaverissa on tärkeää, jotta asioita saadaan todella edistettyä. Myös suunnittelijoiden mahdollisuus tulla käymään työkohteissa tuotiin esille. Suunnittelussa yhteistyötä tietomallikoordinaattoreiden ja ohjelmistokehittäjien kanssa voitaisiin lisätä, jotta suunnittelun tueksi saadaan tarpeenmukaista aineistoa.

Sujuva suunnittelu- ja rakentamisprosessi edellyttää riittävää resurssointia: tarvittavan työvoiman ja osajien saamista sekä heidän asianmukaista ja riittävää perehdyttämistään. Asiantuntevat ja osaavat ammattilaiset ovat resurssi, joka käytännössä mahdollistaa toimivan suunnittelu- ja rakentamisprosessin.

DI Olli-Pekka Aalto nimeää rakennusprojektin yksilösuorituksen sijaan joukkuelajiksi, jossa kaikkien on ponnistettava yhteisen onnistumisen eteen. Aallon mukaan etenkin suurten ja pitkäkestoisten infrahankkeiden hyvä lopputulos edellyttää toimivaa suunnittelu- ja rakentamisprosessia, jossa hankkeen eri osapuolet toimivat yhteistyössä. (Aalto 2020, 9–10.) Haastatteluiden ja käytännön kokemusten perusteella tämä piti paikkansa myös Raide-Jokeri-hankkeessa.

Tekniikan kehittyminen on viime vuosikymmeninä lisännyt huomattavasti pikaraitioteiden rakentamista eri puolilla maailmaa (UITP 2019, 2). Tutkimuksen kiinnostuksen kohteina ovat olleet raitioteiden tekniset innovaatiot ja pikaraitioteiden vaikutukset esimerkiksi maankäyttöön, liikenneturvallisuuteen ja matkustuskäyttämiseen (ks. esim. Novales 2011; Pan ym. 2014; Novales ym. 2014; Engebretsen ym. 2017). Tämän lisäksi tarvitaan

kuitenkin tutkittua tietoa pikaraitioteiden suunnittelusta ja rakentamisesta, jotta voidaan kehittää suunnittelu- ja rakentamisprosessia ja toteuttaa pikaraitiotiehankkeita jatkossa entistä sujuvammin sekä kustannustehokkaammin.



## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Raide-Jokerin rakentamisesta johtuvia teknisten verkostojen muutoksia suunnittelualueella kolme (SL3) Espoon Leppävaarassa. Pikaraitiotien rakentaminen on Suomen oloissa poikkeuksellinen hanke sekä suurusluokaltaan että rakennusympäristön osalta. Kohde-esimerkkien tarkastelu havainnollisti, kuinka raitiotien rakentaminen tiiviisti rakennettuun kaupunkiympäristöön edellyttää merkittäviä muutoksia teknisiin verkostoihin. Olemassa olevia verkostoja joudutaan siirtämään ja järjestelmään uudelleen sekä rakentamaan uusia yhteyksiä. Suunnitteluratkaisut tehdään tapauskohtaisesti.

Suunnittelun ja rakentamisen näkökulmasta teknisten verkostojen muutosten haasteet liittyivät suunnittelun ja toteuttamisen samanaikaisuuteen, ennakoimiseen, katutilan ahtauteen ja henkilöresursseihin. Kuitenkaan varsinaisen suunnittelu- ja rakentamistyön ei nähty poikkeavan tavanomaisesta kaupunkirakentamisesta. Haasteita ratkaistiin tapauskohtaisesti, tarvittaessa yhteistyössä suunnittelijan ja urakoitsijan kanssa. Yhteistyötä tehtiin myös teknisten verkostojen omistajien ja haltijoiden sekä heidän suunnittelijoidensa kanssa.

Tutkimuksen mukaan rakentamisessa ilmeni haasteita kohtuullisesti hankkeen laajuuteen nähden. Syynä voi olla, että suunnittelijan ja urakoitsijan haastattelut toteutettiin vasta, kun lähes kaikki kohteista oli jo luovutettu tilaajalle. Jos haastattelut olisi toteutettu rakentamisvaiheessa, vastaukset olisivat saattaneet joiltakin osin olla toisenlaisia. Opinnäytetyön ulkopuolelle rajatut vesihuoltoverkostot ovat olleet teknisistä verkostoista kaikkein haastavimmat. Niiden mukaan ottaminen tutkimukseen olisi voinut muuttaa näkemystä haasteista.

Raide-Jokeri-hankkeessa on pilotoitu uudenlaisia teknisiä ratkaisuja. Kuitenkin teknisten verkostojen muutokset suunnittelulohkolla kolme on toteutettu pitkälti alalla vakiintuneita menetelmiä noudattaen. Tämä kertoo menetelmien vakiintuneisuudesta ja soveltuvuudesta vaihteleviin olosuhteisiin. Toisaalta se saa miettimään, tiedetäänkö alalla markkinoilla olevista järjestelmistä ja niiden käyttömahdollisuuksista riittävästi. Suunnittelun osalta tunnistettiin tarve tietomallinnuksen mahdollisuuksien laajempaan hyödyntämiseen.

Tutkimuksessa nousi esiin suunnittelijan ja urakoitsijan yhteistyön merkitys laajassa hankkeessa. Yhteistyö lisää eri toimijoiden tietoisuutta toistensa työstä, mahdollistaa

osaamisen jakamisen ja auttaa ennaltaehkäisemään ja ratkaisemaan ongelmia. Siten yhteistyö sujuvoittaa rakentamista. Sujuvuutta on edistänyt myös se, että Raide-Jokerissa oli selkeät ennalta määritellyt suunnitteluperusteet. Lisäksi työtä edisti käytäntö eri toimijoiden viikoittaisista yhteisistä palaverista. Kaiken kaikkiaan nykyistä suunnittelu- ja rakentamisprosessia pidettiin toimivana. Yksi selkeä kehittämistarve nousi esille: energia- ja tietoliikenneoperaattoreiden nykyistä tiiviimpi mukaan ottaminen osaksi hanketta jo maankäytön suunnittelusta alkaen, mikä tekisi työstä entistä sujuvampaa. Teleoperaattorit ja energiaverkkojen omistajat voisivat myös tehdä enemmän keskinäistä yhteistyötä tarpeiden määrittämisessä ja aikataulutuksessa. Tällöin toiminta olisi koordinoitumpaa, ja tarpeet saataisiin tietoon keskitetysti ja riittävän ajoissa.

Raide-Jokerin on määrä aloittaa liikennöinti vuonna 2024. Vaikka tätä kirjoittaessa suunnittelulohkon kolme kohteet on jo luovutettu tilaajalle, jatkuu pikaraitiotien rakentaminen osalla tuotantolohkoista edelleen. Siten työstä saatuja tuloksia on mahdollista hyödyntää muilla lohkoilla. Suomessa on tällä hetkellä vireillä myös muita pikaraitiotiehankkeita, joiden mahdollisessa suunnittelussa ja rakentamisessa opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää. Yleisesti tulokset ovat hyödynnettävissä suunnitteluun ja rakentamiseen tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä.

Opinnäytetyössä suunnittelutyötä on tarkasteltu osana laajaa infrarakentamisen hanketta. Tarkastelu on tehnyt näkyväksi työn moninaisuutta ja muuttuvaisuutta. Laajassa hankkeessa tilanteet ja tarpeet muuttuvat, ja suunnitelmia on muutettava niiden mukaan. Joskus suunnitteluvaiheessa toimivalta vaikuttanut suunnitelma voi käytännössä osoittautua vaikeaksi tai jopa mahdottomaksi toteuttaa esimerkiksi olosuhteiden muutosten takia. Tällöin suunnittelijalta edellytetään nopeaa reagoimista tilanteiden ratkaisemiseksi. Etenkin haastaviksi tunnistetuissa kohteissa suunnittelijan ja urakoitsijan välinen yhteistyö onnistuneen lopputuloksen aikaan saamiseksi on välttämätöntä.

## LÄHTEET

### Kirjallisuus

Aalto, O.-P. 2021. Infrarakentamisen laatu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Engbretsen, Ø.; Christiansen, P. & Strand, A. 2017. Bergen light rail – Effects on travel behaviour. *Journal of Transport Geography*, Vol. 62, 111–121.

Espoon ja Helsingin kaupungit 2016. Raide-Jokeri. Hankesuunnitelma 2015. Viitattu 4.4.2021. <https://raidejokeri.info/wp-content/uploads/2016/01/hankesuunnitelma.pdf>

Espoon kaupungin karttapalvelu 2022. Viitattu 25.4.2022. <https://kartat.espool.fi>

Haavisto, Hannele 2021. Hyvät yhteistyökäytännöt infrarakennuttamisessa. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööri YAMK-opinnäytetyö. LAB-ammattikorkeakoulu. Viitattu 25.4.2022. [https://skol.teknologiateollisuus.fi/sites/skol/files/inline-files/Haavisto\\_Hannele\\_0.pdf](https://skol.teknologiateollisuus.fi/sites/skol/files/inline-files/Haavisto_Hannele_0.pdf)

InfraRYL 2021/2. Televerkon maakaapelit. Kaapelisuojaputkien tai mikrokanavanippujen asentaminen kaivantoon. Helsinki: Rakennustietoa. Viitattu 13.5.2022. Kuva 33114:K7.

Katu 2002. Kadunrakennuksen tekniset ohjeet. Suomen kuntatekniikan yhdistyksen julkaisu nro 11. Helsinki: Suomen kuntatekniikan yhdistys.

Kuntaliitto ja Energiateollisuus 2018. Yhdyskuntaa palvelevien johtojen sijoittaminen (MRL 161 §). Viitattu 10.10.2021. [https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Yhdyskuntaa%20palvelevien%20johtojen%20sijoittaminen\\_ET\\_KL\\_08032018\\_1.pdf](https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Yhdyskuntaa%20palvelevien%20johtojen%20sijoittaminen_ET_KL_08032018_1.pdf)

Lappeenrannan Energia 2018. Energiasanasto. Viitattu 13.5.2022. <https://www.lappeenranna-energia.fi/ohjeet-ja-vinkit/energiasanasto>

Novales, M. 2011. Light rail systems free of overhead wires. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2219, 30–37.

Novales, M.; Teixeira, M. & Fontaine, L. 2015. Light rail transit urban insertion and safety: European experiences. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2419, 63–81.

Pan, Q.; Pan, H.; Zhang, M. & Zhong, B. 2014. Effects of rail transit on residential property values: comparison study on the rail transit lines in Houston, Texas, and Shanghai, China. *Transportation and Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2453, 118–127.

Raide-Jokeri 2018. Big Room on allianssin toiminnan sydän. Viitattu 6.5.2022. <https://raidejokeri.info/big-room-on-allianssin-toiminnan-sydän/>

Raide-Jokeri 2021a. Raitiotietyömaan sanastoa. Viitattu 29.4.2022. <https://raidejokeri.info/raitiotietyömaan-sanastoa/>

Raide-Jokeri 2021b. Tietoa Raide-Jokerista. Raide-Jokeri. Viitattu 6.4.2021. <https://raidejokeri.info/mika-raide-jokeri/>

Raide-Jokeri 2021c. Usein kysyttyä. Ketkä ovat mukana hankkeessa? Viitattu 6.4.2021. <https://raidejokeri.info/usein-kysyttya/ketka-ovat-mukana-hankkeessa/>

Rakennustieto 2021. InfraRYL – Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Viitattu 4.4.2021. <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/ryl/infraryl>

Saxholm, S. & Rantanen, M. 2011. Paineen mittaus. Julkaisu J1/2011. Espoo: Mittatekniikan keskus MIKES. Viitattu 13.5.2022. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2011-J1.pdf>

Siikaluoma, T. 2020. Suunnittelun lähtökohdat. Katu 2020. Viitattu 25.4.2022. <https://katu2020.info/2020/2020/09/30/suunnittelun-lahtokohdat/>

Tampereen kaupunki, Pirkkalan kunta ja Kangasalan & Ylöjärven kaupungit 2021. Tampereen raitiotien seudullisen yleissuunnitelman loppuraportti. Viitattu 13.5.2022. [https://www.tampere.fi/tiedostot/r/MWOuHmvk9/tampereen\\_raiotien\\_seudullinen\\_ys\\_19.2.2021.pdf](https://www.tampere.fi/tiedostot/r/MWOuHmvk9/tampereen_raiotien_seudullinen_ys_19.2.2021.pdf)

UITP 2019. The global tram and light rail landscape. Statistics brief October 2019. Bryssel: The International Association of Public Transport. Viitattu 25.4.2022. [https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/09/Statistics-Brief-World-LRT\\_web.pdf](https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/09/Statistics-Brief-World-LRT_web.pdf)

### **Suunnitteluohjeet**

Energiateollisuus 2013. Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamishojeet. Suositus L11/2013. Viitattu 25.4.2022. [https://energia.fi/files/2353/SuositusL11\\_2013\\_KI-johtojen\\_suunnittelu-ja\\_rakentamishojeet\\_paivitetty\\_20180130.pdf](https://energia.fi/files/2353/SuositusL11_2013_KI-johtojen_suunnittelu-ja_rakentamishojeet_paivitetty_20180130.pdf)

Espoon kaupunki 2010. Katupoikkileikkausten suunnitteluohjeet. Viitattu 25.4.2022. [https://static.espool.fi/cdn/ff/Fk3Ks0bycYycwTSN0OgysXE\\_L6SSwLv-HJoIFAoXRqc/1630425050/public/2021-08/Espoo\\_Katupoikkileikk\\_suun\\_ohje\\_kansineen\\_liitteinen.pdf](https://static.espool.fi/cdn/ff/Fk3Ks0bycYycwTSN0OgysXE_L6SSwLv-HJoIFAoXRqc/1630425050/public/2021-08/Espoo_Katupoikkileikk_suun_ohje_kansineen_liitteinen.pdf)

Espoon kaupunki 2017. Kaupunkitekniikan keskuksen yleis-, katu-, puisto- ja rakennussuunnitelmat. Päivitetty 11.2.2022. Viitattu 25.4.2022. [https://static.espool.fi/cdn/ff/\\_pRfmOcX7B\\_rmCB4v27V6KGpOLxkUfyE6-fitMeVzk/1645014373/public/2022-02/000\\_koko\\_tekstiosio.pdf](https://static.espool.fi/cdn/ff/_pRfmOcX7B_rmCB4v27V6KGpOLxkUfyE6-fitMeVzk/1645014373/public/2022-02/000_koko_tekstiosio.pdf)

### **Lait ja asetukset**

Laki sähköisen viestinnän palveluista 2014/917. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140917>

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 2005/390. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050390>

Maakaasumarkkinalaki 2017/587. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170587>

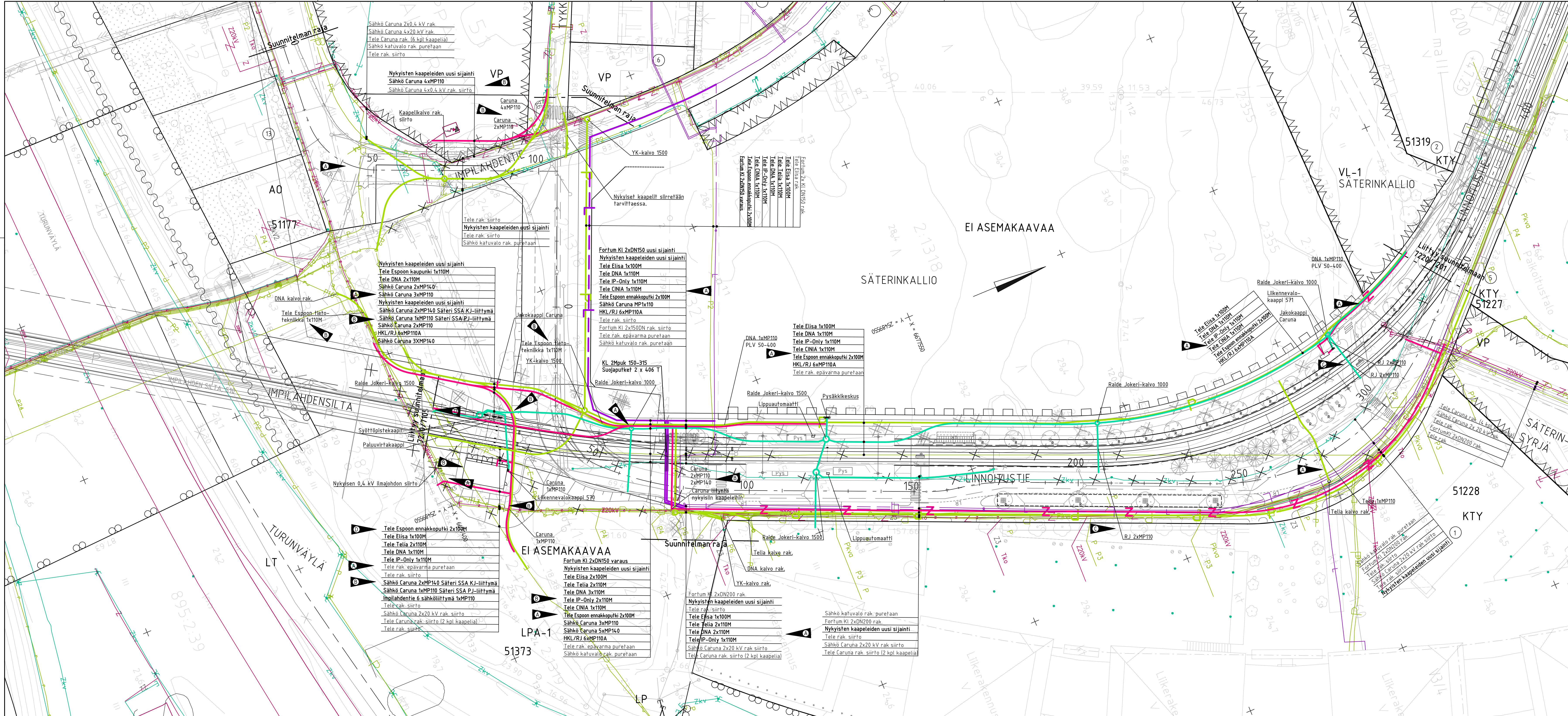
Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Sähkömarkkinalaki 2013/588. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588>

Sähköturvallisuuslaki 2016/1135. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 2009/551. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090551>

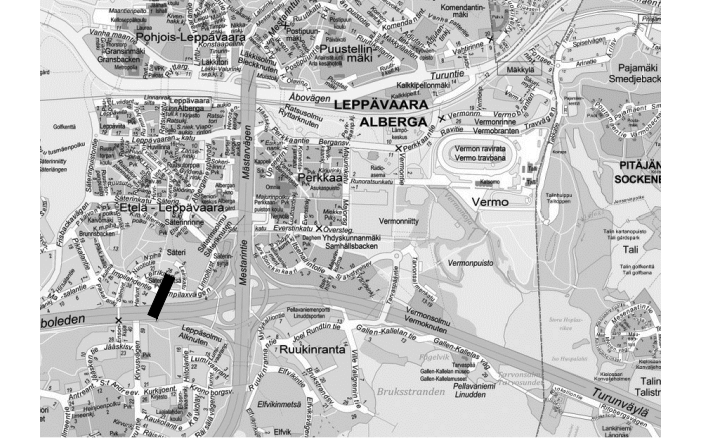




**MERKINTÖJEN SELITYS**

	kaukolämpö, suunniteltu / rakennettu
	sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
	telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
	Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu

- Katuvalaistuksen sähkökaapelit esitetään erillisen piirustuksen 7220/7700 mukaan
- Livan kaapelointi esitetään erillisten piirustusten 7220/6210 ja 7220/6220 mukaan
- Nykyiset tietoliikennekaapelit esitetään piirustuksessa 7220/7208
- Pysäkin ja sähköystävällisemmän kaapelointi esitetään erillisten piirustusten 7220/12007 ja 7220/12103 mukaan







20.5.2020	Päivitetty Rjn runkoreitin linjausta ja lisätty Espoon ennakkoputket 2x100M.	Ramboll/PPy	25.5.2020 Eleonoora Salminen
28.4.2020	Tarkennettu Rjn poikittaisen suoja-putkivarausten määrä.	Ramboll/PPy	29.4.2020 Eleonoora Salminen
23.3.2020	SSA4-n sijaintia sekä SSA4-n sähkökaapelin linjausta päivitetty. Lisätty Carunan putkivaraukset Impilahdensillalta tuleva 3x140MP ja Turunväylän sähköopasteita varten 1xMP110. Lisätty tarkentavia viiteviivoja ja haravien tietoja ja päivitetty.	Ramboll/PPy	27.3.2020 Eleonoora Salminen
18.12.2019	Lisätty Impilahdentie 6 sähköliittymä ja Rjn telekaapelin merkiselitys. Yhteensovitettu kaapeliavaruukset Leiri-kaaren kadun päivitettävien järjestelyihin. Päivitetty suojaputkien määrä. Liikennevalokaapin 570 sijainti muuttunut. Rjn runkokaapelin linjausta muutunut PLV 40-100 ja 300-380.	Ramboll/PPy	8.1.2020 Eleonoora Salminen

	<b>ESPOON KAUPUNKI KAUPUNKITEKNIKAN KESKUS</b>	<b>ESBO STAD STADSTEKNIKCENTRALEN</b>	PIIRUSTUS: 12.7.2019 Eleonoora Salminen
ALUE	KAAVA SÄTERINKALLIO II SÄTERINSYRJÄ	KAUP OSA 51 LEPPÄVAARA	PIIRUSTUS: 16.8.2019 Heli Rautio
NIMI	LINNOITUSTIE		
Aihe	KAAPELI		
PIIRUSTUS	ASEMAPIIRUSTUS		
MASTAB	1:1500	PROJEKTIO: ETRS-GK25	MASTAB: N2000
PROJEKTIN NRO	7220/7200D		

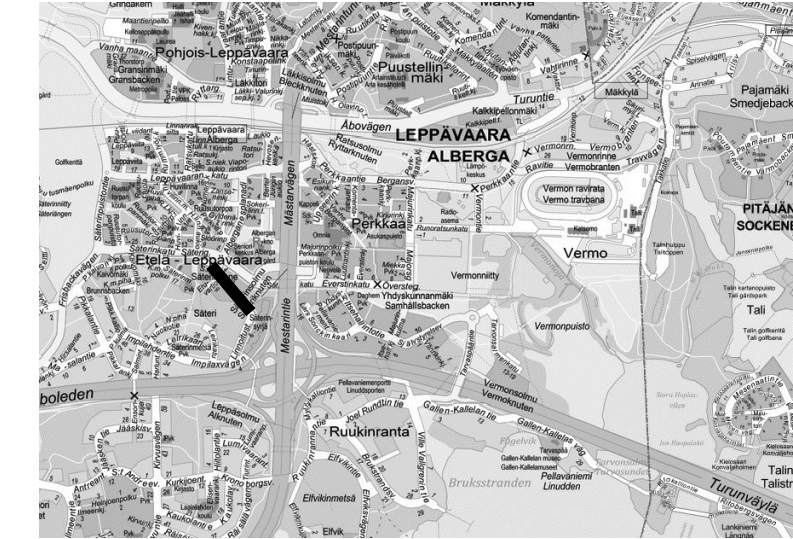
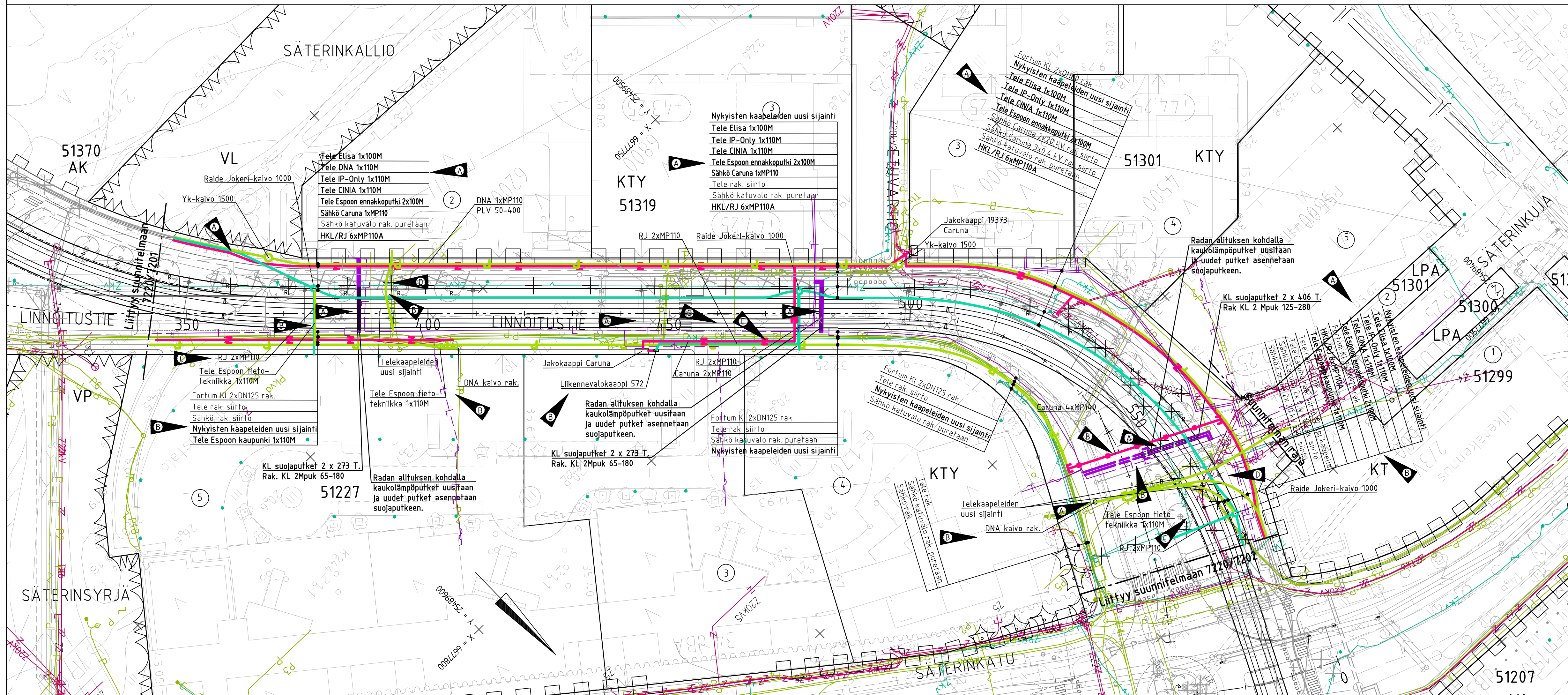
	HSY:n KAAPELI PL 100 00066 HSY p(09) 15611	NRO	HYV. TARK. HYV. TARK.
GT	GEOTEKNIIKKA-YKSIKÖ	SOITE	
SUUNN.		SUUNN.	
TARK.		TARK.	
Raide-Jokerin projektitoimisto Valimotte 1, 00380 Helsinki raidejokeri@helsinki.fi		HYV. TARK. LAAT.	12.7.2019 Aki Lehtinen 1.7.2019 Simo Kolvinlehti 1.7.2019 Pekka Pylsy Joonas Pirhonen



MERKINTÖJEN SELITYS




-  kaukolämpö, suunniteltu / rakennettu
-  sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
-  telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
-  Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu

- Katuvalaistuksen sähkökaapelit esitetään erillisen piirustuksen 7220/7201 mukaan  
 - Livan kaapelointi esitetään erillisten piirustusten 7220/6230 ja 7220/6240 mukaan  
 - Nykyiset tietoliikennekaapelit esitetään piirustuksessa 7220/7209

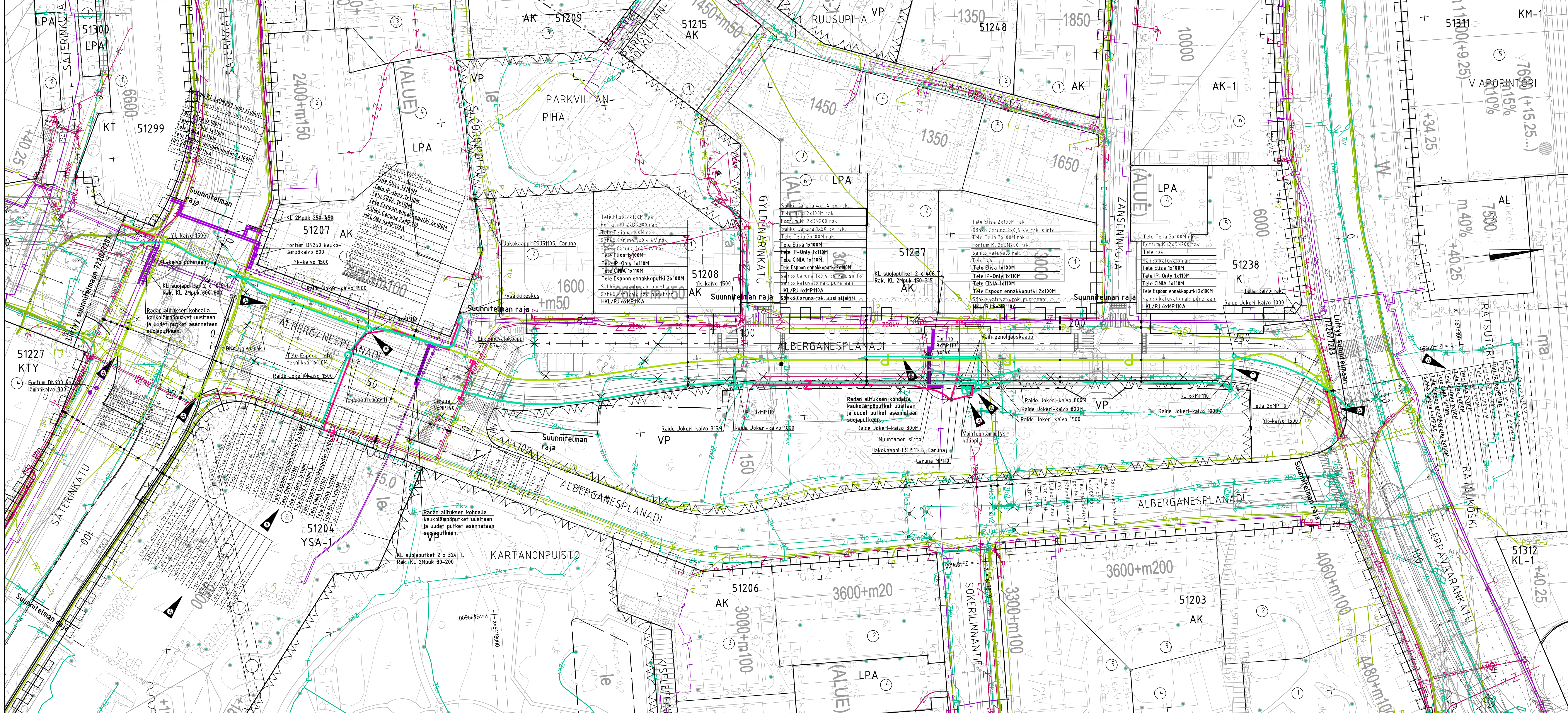


11.6.2020	Päivitetty Carunan jakokaapin ja liikennevalokaapin 572:n suojaputinjausta PLV 450-480.	Ramboll/PPyl	15.6.2020 Eleonoora Salminen
20.5.2020	Päivitetty telekaapelisuojaputkien linjausta PL 400 ja 560 kohdalla	Ramboll/PPyl	25.5.2020 Eleonoora Salminen
28.4.2020	Tarkennettu RJ:n poikkeustaisen suojaputkivarauksen määriä.	Ramboll/PPyl	29.4.2020 Eleonoora Salminen

23.3.2020	Lisätty Carunan sähkökaapeli suojaputkivaraukset PL 555 4xMP140 sekä Espoon tietotekniikan suojaputkivaraukset PLV 370-405 1XMP110 ja PLV 560-575 1xMP110. Lisätty kaapelsiirto PL390 ja PLV 565-580. Päivitetty haravia ja lisätty viiteviivoja.	Ramboll/PPyl	27.3.2020 Eleonoora Salminen
18.12.2019	Päivitetty telekaapeleiden tilanvarauksen sijaintia, suojaputkien määriä sekä kaukolämpöputkien ja niiden suojaputkien järjestelyä. Lisätty RJ:n telekaapelin merkitys. Liikennevalokaapin 572 ja Carunan jakokaapin sijainnit muuttuneet. RJ:n runkokaapeli-linjausta muutettu PLV 300-380	Ramboll/PPyl	8.1.2020 Eleonoora Salminen

	<b>ESPOON KAUPUNKI</b> KAUPUNKITEKNIKAN KESKUS	<b>ESBO STAD</b> STADSTEKNIKCENTRALEN	PIIRY: SUUNN. TARK.
	KAAVA <b>SÄTERINKALLIO II</b> SÄTERINSYRJÄ SÄTERINRINNE II	KAUP.OSA 51 LEPPÄVAARA	PIIRY: SUUNN. TARK.
NIMI	<b>LINNOITUSTIE</b>		PIIRY: SUUNN. TARK.
AIHE	KAAPELI		PIIRY: SUUNN. TARK.
P.IIR. LAJI	ASEMAPIIRUSTUS		PIIRY: SUUNN. TARK.
	HSY:n KAAPELI PL 100 00066 HSY p.09915611	NRO	PIIRY: SUUNN. TARK.
GT	GEOTEKNIIKKA- YKSIKÖ		PIIRY: SUUNN. TARK.
SUUNN.			PIIRY: SUUNN. TARK.
TARK.			PIIRY: SUUNN. TARK.
		Raide-Jokerin projektitoimisto Valimotie 1, 00380 Helsinki raidejokeri@hel.fi	PIIRY: SUUNN. TARK. LAAT.
			12.7.2019 Aki Lehtinen 1.7.2019 Simo Kolvunlehti 1.7.2019 Pekka Pylysjoonas Pirhonen

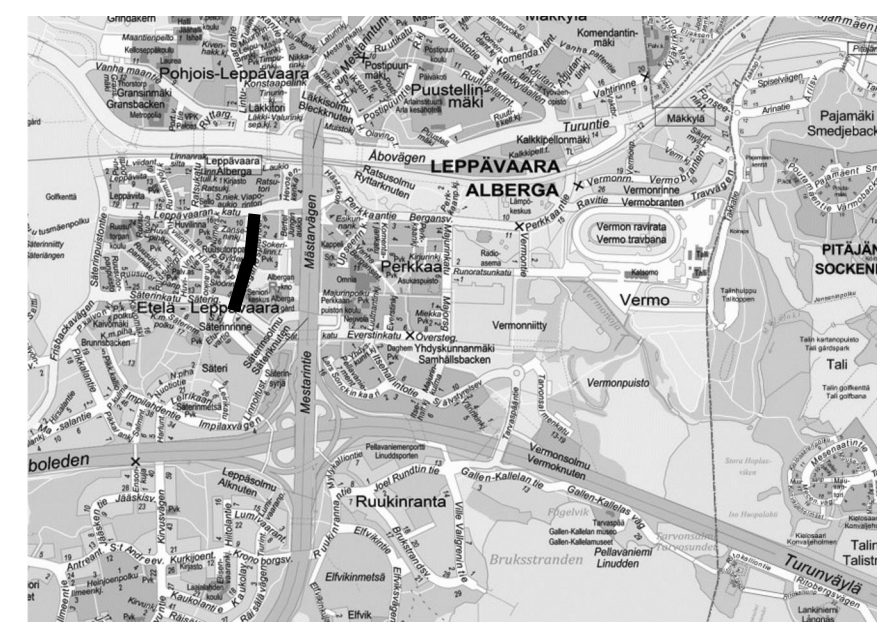




**MERKINTÖJEN SELITYS**

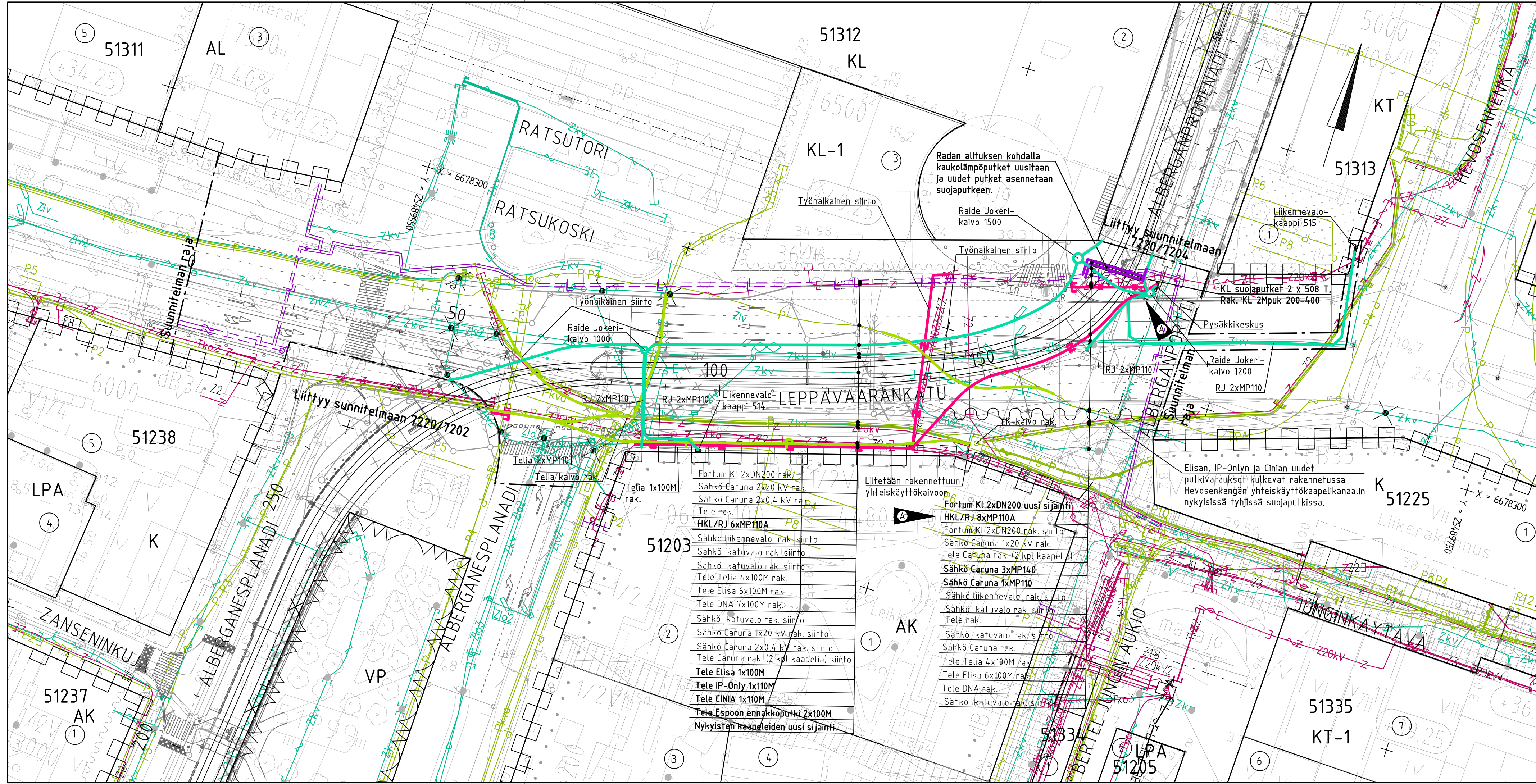
	kaukolämpö, suunniteltu / rakennettu
	sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
	telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
	Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu

- Katuvalaistuksen sähkökaapelit esitetään erillisen piirustuksen 7220/7702 mukaan  
 - Livan kaapelointi esitetään erillisen piirustuksen 7220/6240 ja 7220/6250 mukaan  
 - Pysäkin ja vaihteen kaapelointi esitetään erillisen piirustuksen 7220/12008 ja 7220/12152 mukaan







25.8.2020	Päivitetty RJ kaivojen sijainti ja toteutettujen sijaintien mukaisiksi sekä päivitetty RJ:n kaapeliinjausta. Päivitetty vaihtealueen katukäppien määrä ja Carunan jakokaappien sijaintia.	Ramboll/PPyt	3.9.2020 Mira Saarentaus
24.4.2020	Lisätty Espoon tietotekniikan suojausvaraus PLV 12-43 tAMP110. Päivitetty haravia ja katukäppien määrää ja symboleja, sekä lisätty viivetoivia. Päivitetty suojausvarauksia ja määrä PLV 0-70 ja PL 280. Päivitetty suojausvaraukset urakkarajan laajuuden mukaiseksi.	Ramboll/PPyt	29.4.2020 Eleonoora Salmi
ESPOON KAUPUNKI KAUPUNKITEKNIIKAN KESKUS	ESBO STAD STADSTEKNIKCENTRALEN		
ALUE ALBERGANKARTANO	KAUP.O.SA 51 LEPPÄVAARA		
NIMI ALBERGANESPLANADI			
Aihe KAAPELI			
PIIRI LAJI ASEMPIIRUSTUS			7220/7202B
GT SUUNN. TARK.	HSY:n KAAPELI PL 100 4106 HSY p.0191 15611	NRO	HYV. TARK. HYV. TARK.
RAIDE-JOKERI	Raide-Jokerin projektitoimisto Vaihtoehto 1, 00380 Helsinki raidejokeri@helsinki.fi		
		HYV. TARK. LAAT.	11.3.2020 Aki Lehtinen 17.2.2020 Simo Kolvinen 17.2.2020 Pekka Pylsy, Joonas Pihonen

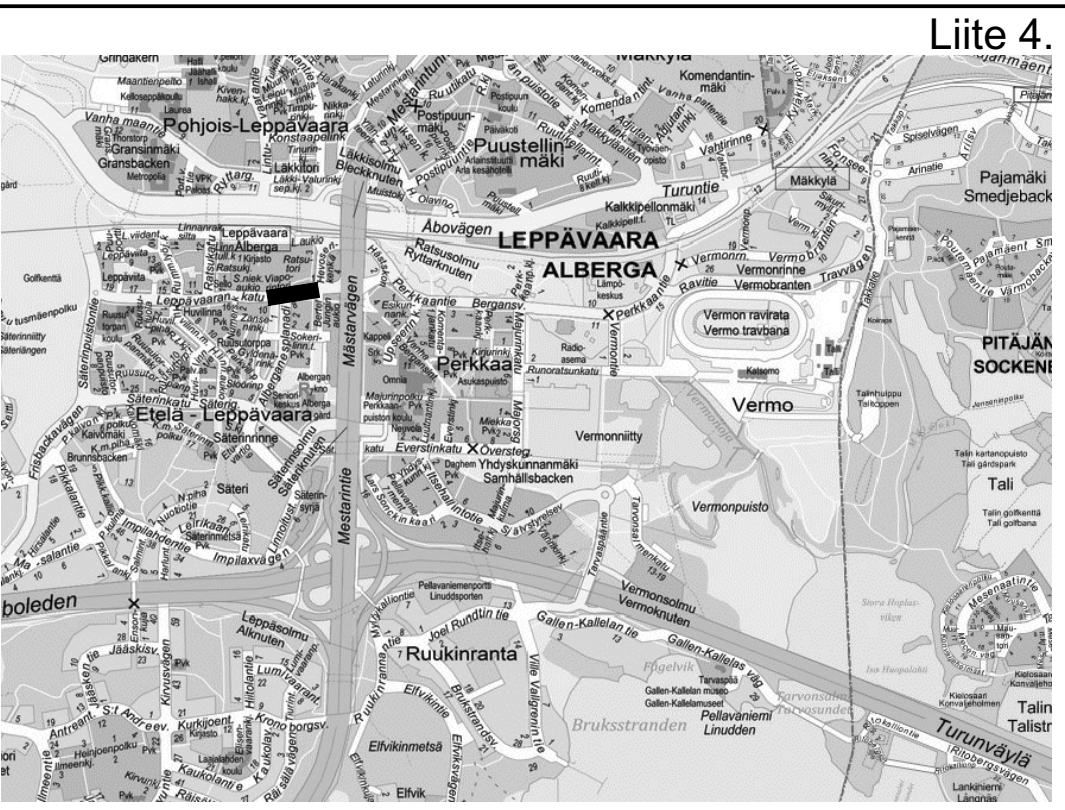




**MERKINTÖJEN SELITYS**

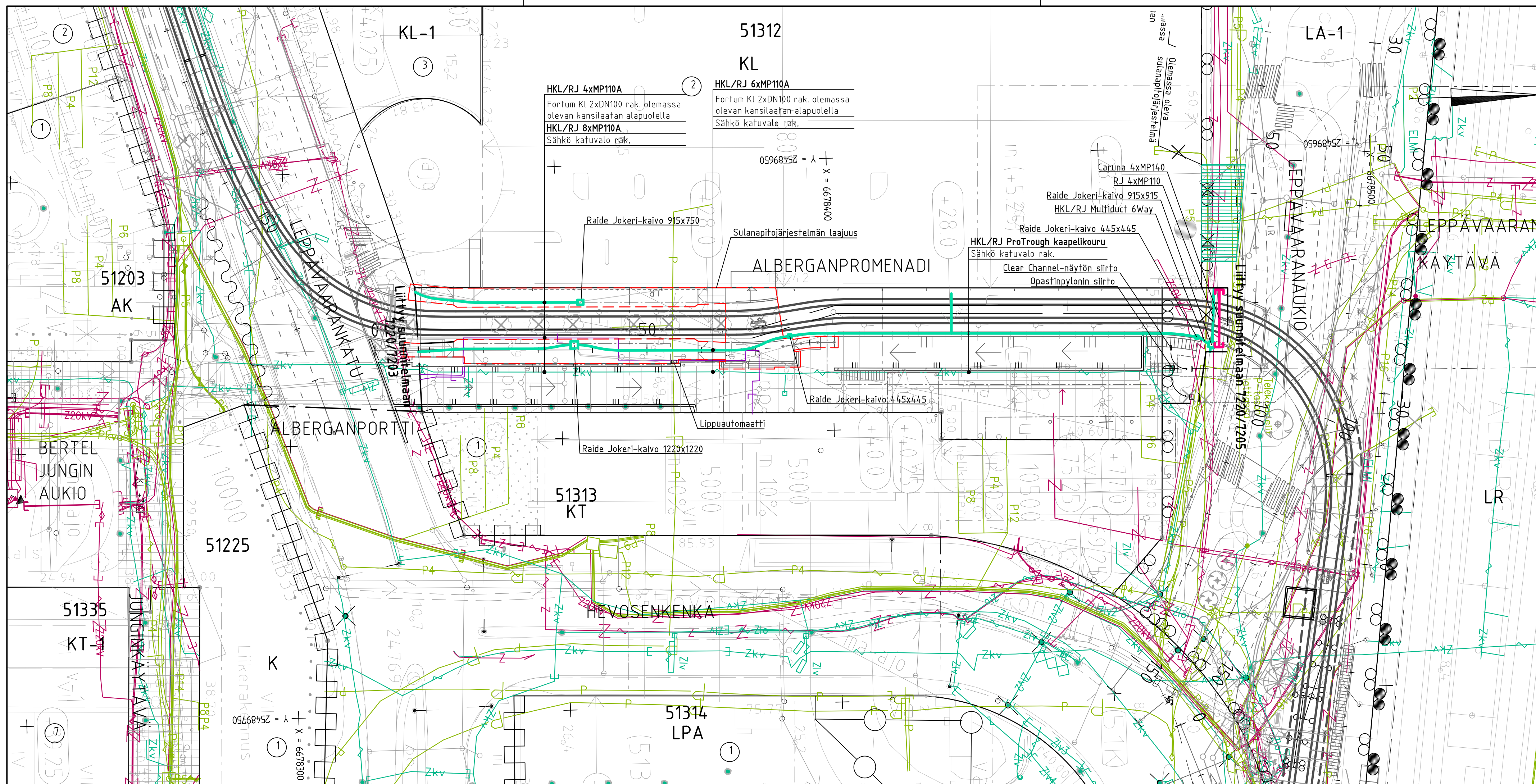
-  kaukolämpö, suunniteltu / rakennettu
-  sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
-  telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
-  Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu

- Katuvalaistuksen sähkökaapelit esitetään erillisen piirustuksen 7220/7703 mukaan
- Livan kaapelointi esitetään erillisten piirustusten 7220/6250 ja 7220/6260 mukaan
- Pysäkin kaapelointi esitetään erillisen piirustuksen 7220/12009 mukaan







23.6.2020	Päivitetty RJ kaivojen sijaintija ja kokoja sekä päivitetty RJ:n kaapelinjauksia ja putkimääriä. Pysäkkikeskuksen paikka muuttunut.	Ramboll/PPyt	25.6.2020 Mira Saarentaus
	<b>ESPOON KAUPUNKI</b> KAUPUNKITEKNIKAN KESKUS	<b>ESBO STAD</b> STADSTEKNIKCENTRALEN	PIIRIT: SUUNN. TARK. 15.5.2020 Eleonoora Salminen
ALUE	KAAVA <b>LEPPÄVAARAN LIIKEKESKUS I-II</b>	KAUP.OSA 51 LEPPÄVAARA	HYV. 15.5.2020 Salla Hänninen
NIMI	<b>LEPPÄVAARANKATU</b>		KLÄHTI 18S LIIITTYVÄ
Aihe	KAAPELI		MAAVALVONTA 1:500 EETROS-JÄRKY ETRS-GK25 KORKEUSJÄRJ. N2000
PIIRI: LAJI	ASEMAPIIRUSTUS		NRO <b>7220/7203A</b>
	HSY:n KAAPELI PL 100 00066 HSY p.(09) 15611	NRO	HYV. TARK. HYV. TARK.
GT	GEOTEKNIIKKA- YKSIKKÖ	KONS.	SUUNN. TARK.
SUUNN.			
TARK.			
 Raide-Jokerin projektitoimisto Valimotie 1, 00380 Helsinki raidejokeri@hel.fi		HYV. 15.5.2020 Aki Lehtinen	TARK. 8.5.2020 Pekka Pylysy, Joonas Pirhonen
		LAAT. 8.5.2020 Simo Kolvuniemi	

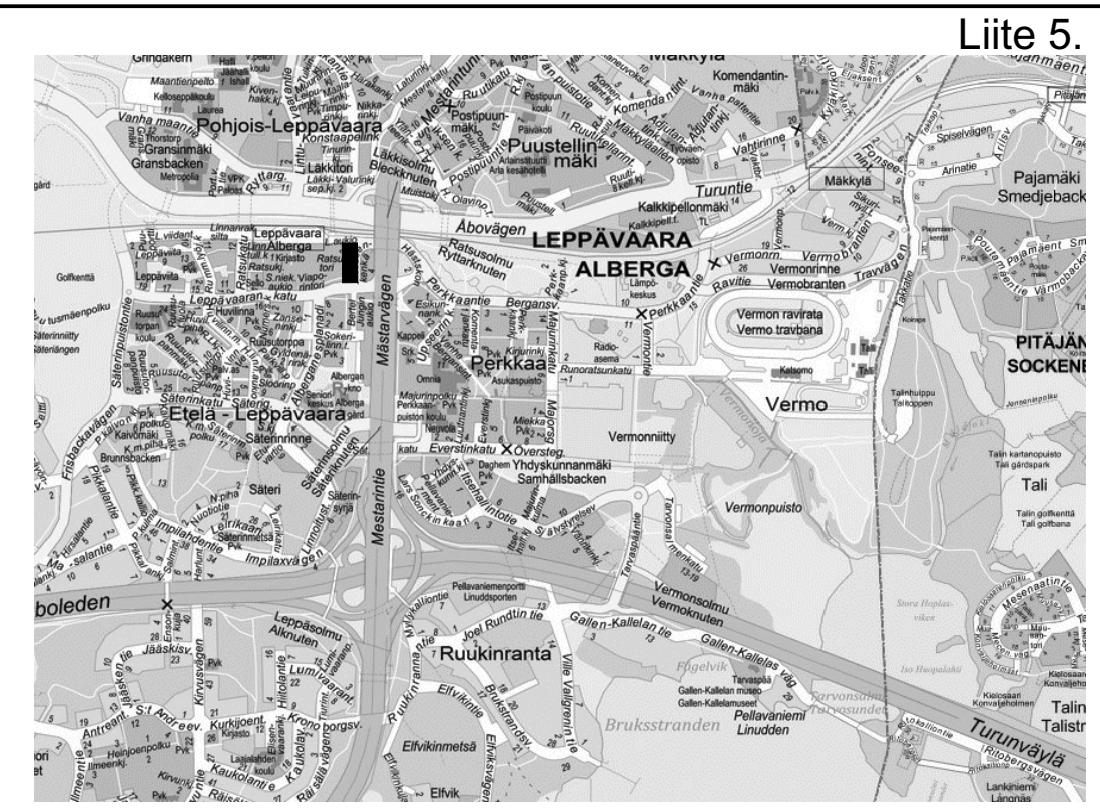







### MERKINTÖJEN SELITYS

-  kaukolämpö, suunniteltu / rakennettu
-  sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
-  telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
-  Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu

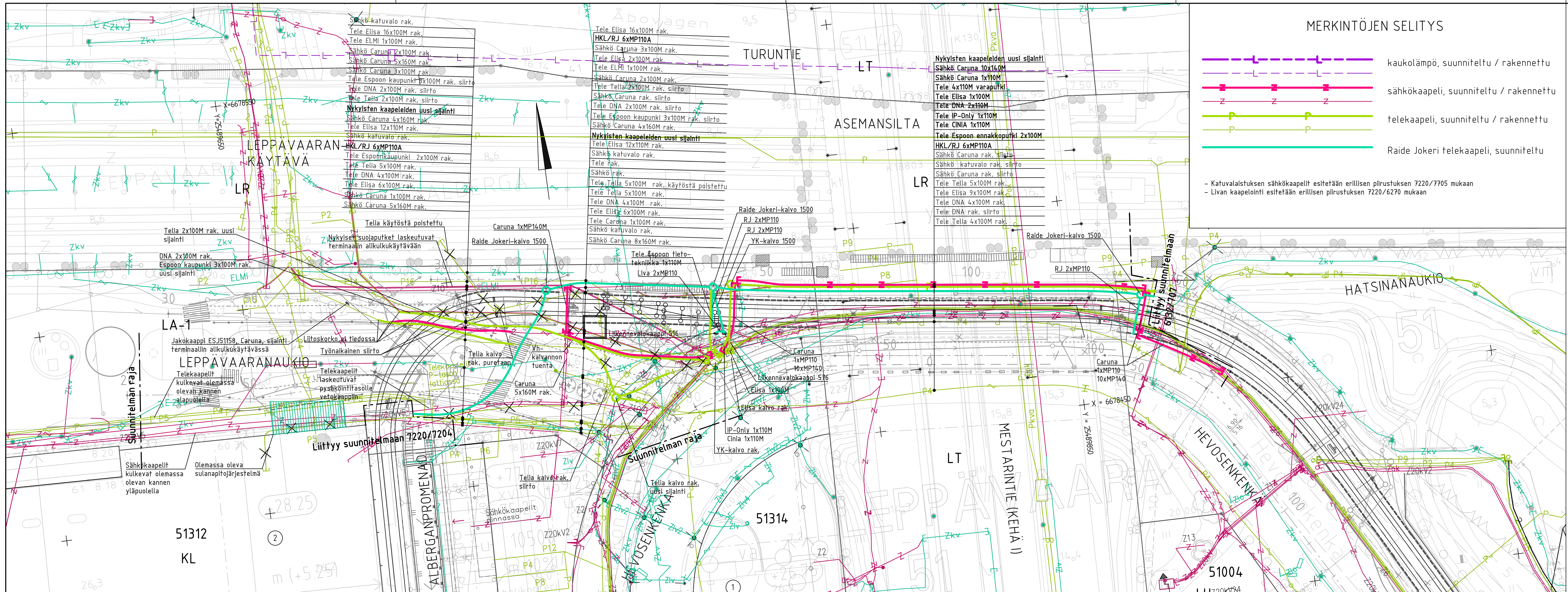
- Katuvalaistuksen sähkökaapelit erillisen piirustuksen 7220/7704 mukaan
- Livan kaapelointi esitetään piirustusten 7220/6260 ja 7220/6270 mukaan
- Pysäkin kaapeloinnit erillisen piirustuksen 7220/12009 mukaan
- Sulanapitojärjestelmän edellyttämät kaapelit piirustusten 7220/9024, 7220/9026 ja 7220/9027 mukaan.



Liite 5.

 <b>ESPOON KAUPUNKI</b> KAUPUNKITEKNIKAN KESKUS	<b>ESBO STAD</b> STADSTEKNIKCENTRALLEN	PIIR.T.	
		SUUNN.	1.4.2021 Heli Rautio
ALUE <b>LEPPÄVAARAN LIIKEKESKUS</b> <b>LEPPÄVAARAN LIIKEKESKUS I-II</b>	KAUP.OSA 51 LEPPÄVAARA	TARK.	6.4.2021 Salla Hänninen
		HYV.	
NIMI <b>ALBERGANPROMENADI</b>		PPK	
		TELA	
AIHE KAAPELI		KLEHTI	18S
		HRD	
PIIR. LAJI ASEMAPIIRUSTUS		LITTYVY	
		PREAIVA	1:500
		FOORD.JÄRJ.	ETRS-GK25
		KORKEUSJÄRJ.	N2000
		HRD	7220/7204
 HSY:n KAAPELI PL 100 00066 HSY p.(09) 15611	NRO	HYV.	
		TARK.	
GT GEOTEKNIIKKA- YKSIKKÖ		HYV.	
		TARK.	
SUUNN.		SUUNN.	
TARK.		TARK.	
 Raide-Jokerin projektitoimisto Valimotie 1, 00380 Helsinki raidejokeri@hel.fi		HYV.	6.10.2020 Veli-Matti Aaltonen
		TARK.	11.3.2021 Simo Koivunlempi
		LAAT.	11.3.2021 Joonas Pirhonen

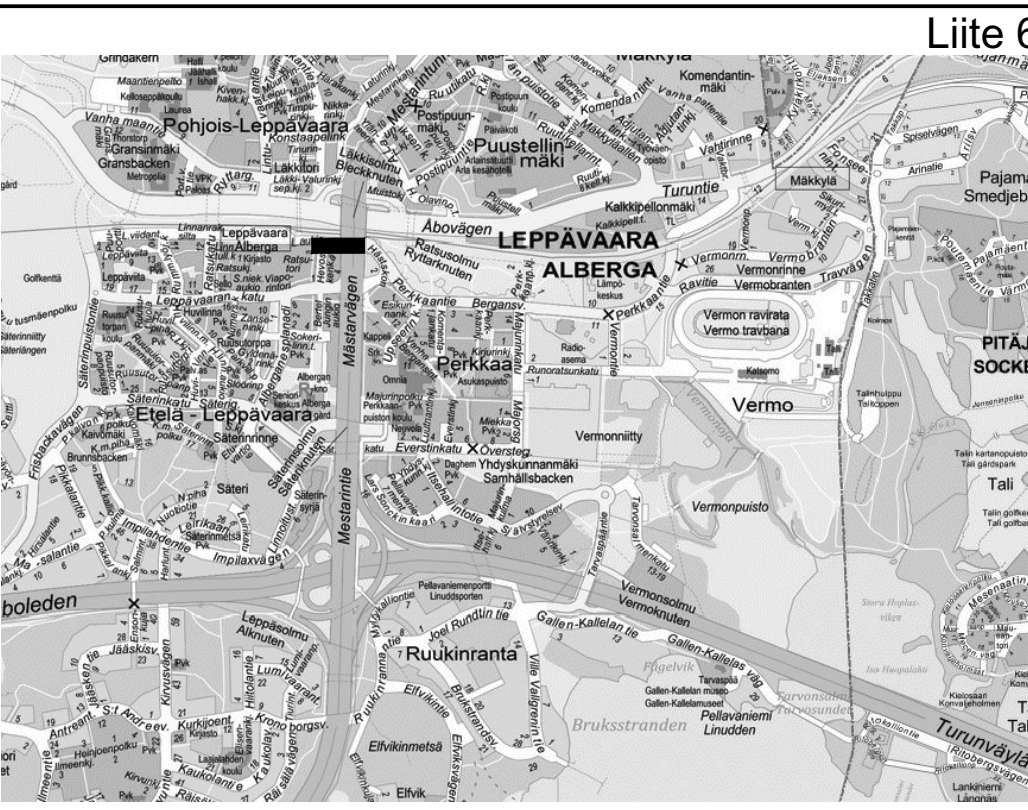




MERKINTÖJEN SELITYS

- kaukolämpö, suunniteltu / rakennettu
- sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
- telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
- Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu





- Katuvalaistuksen sähkökaapelit esitetään erillisen piirustuksen 7220/7705 mukaan  
 - Livan kaapelointi esitetään erillisen piirustuksen 7220/6270 mukaan



<b>ESPOON KAUPUNKI</b> KAUPUNKITEKNIKAN KESKUS	<b>ESBO STAD</b> STADSTEKNIKCENTRALEN	PIIRIT:
		SUUNN. 11.5.2021 Heli Rautio
<b>ALUE</b> LEPPÄVAARAN LIIKEKESKUS I-II PERKKAA VII PERKKAA II b	KAUP.OSA 51 LEPPÄVAARA	HYV. 1.6.2021 Salla Hänninen
		PPK
<b>NIMI</b> LEPPÄVAARANAUKIO JA HEVOSENKENKÄ	<b>AIHE</b> KAAPELI	TELA 18S
		LIITTYVÄ
<b>PIIR. LAJI</b> ASEMAPIIRUSTUS	<b>NRO</b> 7220/7205	MAAVÄ 1:500
		FOODOR JA KOKKEUSJÄR. ETRS-GK25 N2000
HSY:n KAAPELI PL 100 00066 HSY p.(09) 15611	NRO	HYV. TARK. HYV. TARK.
<b>GT</b> GEOTEKNIIKKA-YKSIKKÖ	SUUNN. TARK.	KOONS.
SUUNN. TARK.	SUUNN. TARK.	SUUNN. TARK.
Raide-Jokerin projektitoimisto Valimotie 1, 00380 Helsinki raidejokeri@hel.fi	HYV. 30.4.2021 TARK. 30.4.2021 LAAT. 30.4.2021	Veli-Matti Aaltonen Simo Kolvuniemi Joonas Pirhonen, Pekka Pylsy

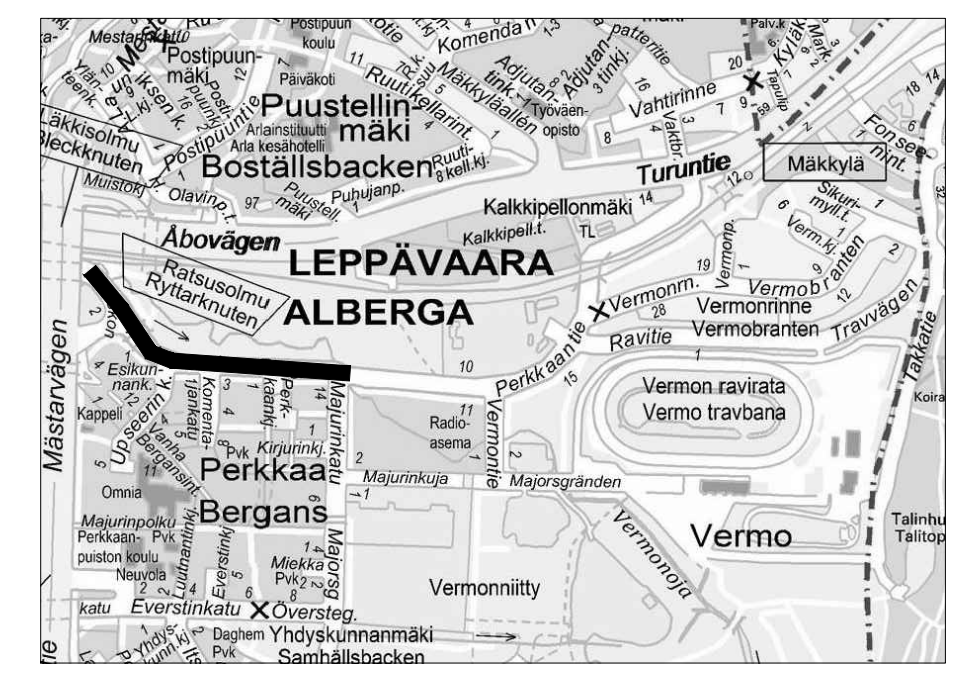


MERKINTÖJEN SELITYS

-  kaboutämpi, suunniteltu / rakennettu
-  sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
-  telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
-  Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu

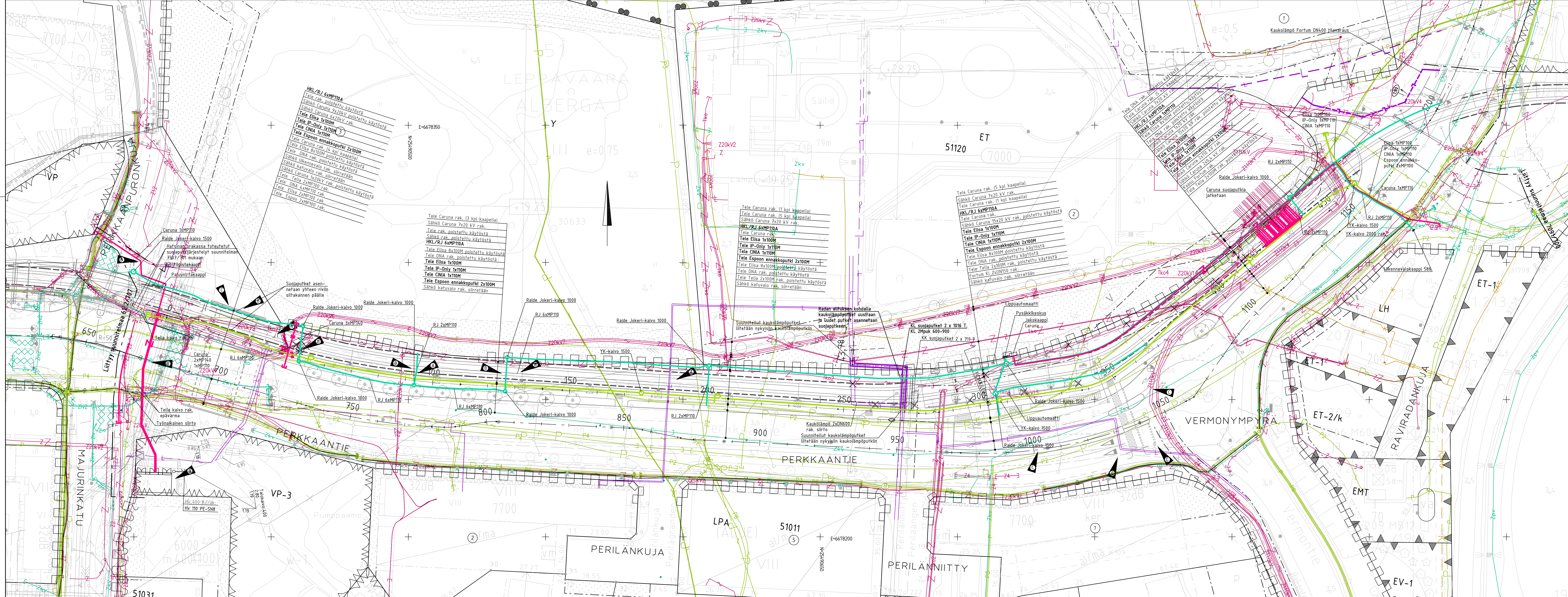
(\*) Suojaputki on toteutettu erillisessä Hatsinanpuiston urakassa. Esitetty kaapelin sijainti perustuu suunnitelman tietoon. (ks. piirr. 7307/701)

- Katuvalaistuksen sähkökaapeli esitetään erillisen pirstustuksen 6132/764 mukaan
- Livan kaapeliin esitetään erillisen pirstustusten 7220/6270, 7220/6280, 7220/6290 ja 7220/6300, 7220/6310 ja 7220/6320 mukaan
- Pysäkin kaapeliin esitetään erillisen pirstustuksen 7220/12010 mukaan



 <b>ESPOON KAUPUNKI</b> KAUPUNKITEKNIIKAN KESKUS	<b>ESBO STAD</b> STADSTEKNISKA CENTRALEN	PÄIV: 16.6.2021 Hei Rautila
		ALUE: PERKKÄÄ II B VERMONTIE
NIMI: HEVOSENKENKÄ JA PERKKÄANTIE VÄLILLÄ HEVOSENKENKÄ -MAJURINKATU, RAIDE-JOKERI KAAPELI ASEMAPIRUSTUS	KAAVA: KAUP OSA 51 LEPPÄVAARA	PÄIV: 22.6.2020 Salla Hänninen
		SUUNNITTELU: 1500, 1200 ETRS-GK25 N2000
GT: SUUNNITTELUKÄSIKIRJA TARK:	NRO:	HYV: 31.5.2020 TARK: Joonas Pirhonen SIMO: Simo Kolvinen





**MERKINTÖJEN SELITYS** Liite 8.

	kaukolämpö, suunniteltu / rakennettu
	sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
	telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
	Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu

- Katuvalaistuksen sähkökaapeli esitetään erillisen piirustuksen 6132/765 mukaan
- Livan kaapelointi esitetään erillisen piirustusten 7220/6320 ja 7220/6330 mukaan
- Pysäkin ja sähkönsyöttöseman kaapelointi esitetään erillisen piirustusten 7220/12011 ja 7220/12104 mukaan



18.3.2021	Poistettu Raide-Jokerin kaapelikaivot ja vaihdettu silian ProTrough kaapelikouru suojajaputkiksi PLV 690-710. Kaikki suojajaputket asennetaan silian kohdalla silian kansilaatan päälle. Muutettu reunakivigeometriaa sekä lisätty suojatie ja pyörätien jatkeen järjestelyt	Ramboll/PPyl	19.3.2021 Heli Rautio
20.11.2020	Lisätty SSA 5 sekä uudet Perkkäntien allitavat Raide-Jokerin ja Carunan suojajaputket. Päivitetty Raide-Jokerin kaapelikaivojen ja runkoreitin sijaintia PLV 710-810. Lisätty uudet Raide-Jokerin kaapelikaivot ja ProTrough kaapelikouru PLV 690-710.	Ramboll/PPyl	2.12.2020 Mira Saarentaus
11.6.2020	Päivitetty Raide-Jokerin kaapelintiaa PLV 710-810 ja lisätty R.J:n kaivoja 4 kpl. Poistettu kaukoilmän suojajaputket 2x32TT PL 865	Ramboll/PPyl	15.6.2020 Eleonoora Salminen

	<b>ESPOON KAUPUNKI KAUPUNKITEKNINEN KESKUS</b>	<b>ESBO STAD STADSTEKNIKCENTRALEN</b>	15.5.2020 Eleonoora Salminen
ALUE	KAAVA <b>LEPPÄVAARAN LIIKESKUS I-II PERKKA VII PERKKA II b</b>	KAUPUNSI <b>S1 LEPPÄVAARA</b>	15.5.2020 Salla Hänninen
NIMI	<b>PERKKAANTIE VÄLILLÄ MAJURINKATU- RAVITIE</b>		
AHE	KAAPELI		
PIIR. LAJI	ASEMAPIRUSTUS		
	HSY:n vesihuolto PL 100 00066 HSY p.09/15611	NRO	HYV. TARK. HYV. TARK. RANKO
GT	GEOTEKNIIKKA- YKSIKÖ	POSI	8.5.2020
SUUNN.	Peikka Pylysy		
TARK.	Simo Kolvunleml		

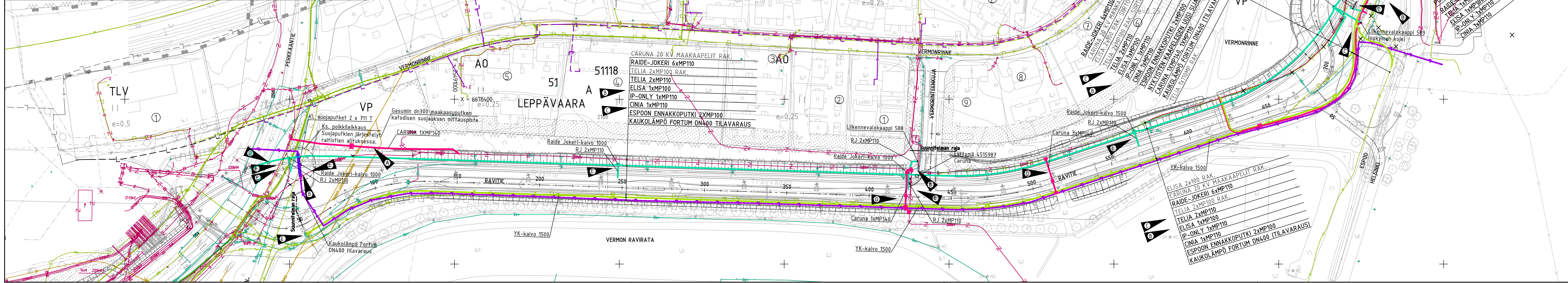
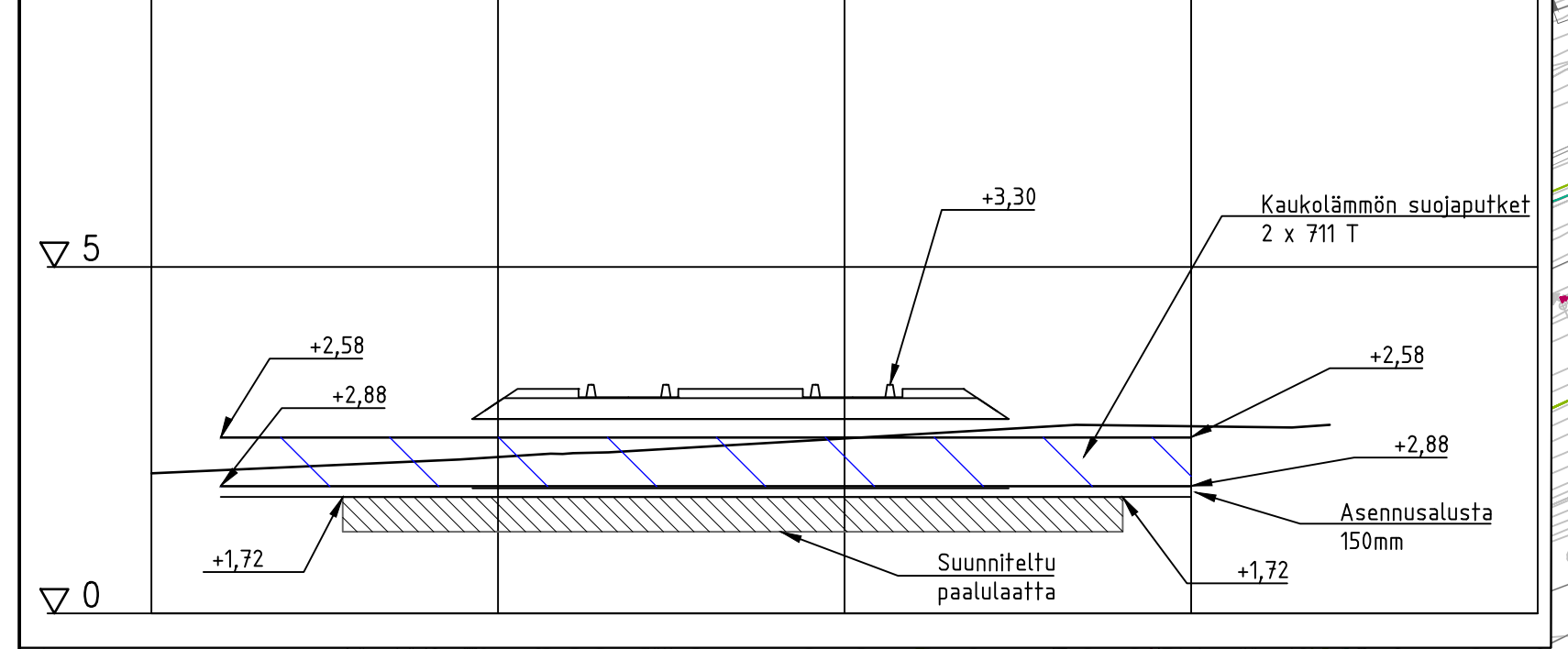


### MERKINTÖJEN SELITYS

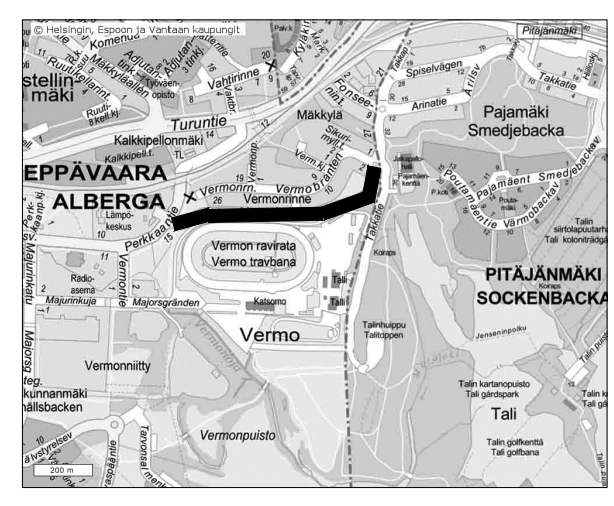
- kaukolämpö, suunniteltu / rakennettu
- sähkökaapeli, suunniteltu / rakennettu
- telekaapeli, suunniteltu / rakennettu
- Raide Jokeri telekaapeli, suunniteltu

- Katuvalaistuksen sähkökaapelit esitetään erillisten piirustusten 7091/750 ja 7091/751 mukaan  
 - Livan kaapelointi esitetään erillisten piirustusten 7220/6330, 7091/650 ja 7091/656 mukaan  
 - Pysäkin ja sähköyhtiön kaapelointi esitetään erillisten piirustusten 7220/12012 ja 7220/12105 mukaan

### 10 SUOJAPUTKIEN JÄRJESTELYT RAITIETIEN ALITUKSESSA 1:100



11.6.2020	Poistettu Elisän, Cinian ja IP-Onlyn radan alittavat suoja-putkivaraukset PL 45.	Ramboll/Pekka Pylsy	15.6.2020 Eleonoora Salminen
28.4.2020	Tarkennettu R.J:n poikittaisen suoja-putkivarauksen määrä. Päivitetty suoja-putkivaraukset urakanajan laajuuden mukaiseksi, sekä päivitetty R.J:n kaapelin sijainti.	Ramboll/Pekka Pylsy	29.4.2020 Eleonoora Salminen



25.3.2020	R.J:n runkokaapellinjalusta muutettu PLV 790-840 ja päivitetty runkokaapellinjalusta suoja-putkien määrä. Lisätty Carunan sähkökaapeli suoja-putkivaraus PL 512 3xMP140 sekä Espoon tietoteknikan suoja-putkivaraus PLV 790-840 1xMP110. Päivitetty ja lisätty haravia sekä viivteivoja. Lisätty merkintöjen selitys ja viivteivoja. Lisätty merkintöjen selitys ja viivteivoja.	Ramboll/Pekka Pylsy	14.2020 Eleonoora Salminen
13.12.2019	Lisätty Fortumin rakennetun kaukolämmön siirto ja kaukolämmön suoja-putket. Päivitetty suoja-putkien määrä ja linjan sijaintia. Raide Jokerin runkokaapellinjalusta muutettu.	Ramboll/Pekka Pylsy	13.12.2019 Eleonoora Salminen
1.11.2019	Lisätty Raide Jokerin katukaapeja, viivteivoja ja pysäkin kaapelointi. Lisätty Fortumin kaukolämpöä varten suoja-putket 2 x 711 T. Poistettu DNA putkivaraukset. Lisätty poikkileikkaus.	Ramboll/Pekka Pylsy	4.11.2019 Eleonoora Salminen
18.7.2019	Poistettu Y.D. (tilojen) suoja-putki. Muutettu 20 kv kaapelin suoja-putken sijaintia plv 50 - 150 vas.	Ramboll/Madis Sisask	31.7.2019 H. Rautio

<b>ESPOON KAUPUNKI</b> KAUPUNKITEKNIIKAN KESKUS		<b>ESBO STAD</b> STADSTEKNIKCENTRALLEN	
ALUE	KAAVA	KAUP OSA	
	VERMO	51 LEPPÄVAARA	
NIMI	RAVITIE		
AIHE	KAAPELI		
P.IIR. LAJI	ASEMPIIRUSTUS		
PROJEKTI	HSY:n vesihuolto	NRO	
SOIKO	PL 100	HYV.	
PIIRI	00068 HSY	TARK.	
PIIRINUMERO	p(09) 15611	HYV.	
		TARK.	
GT	GEOTEKNIIKKA- YKSIÖ	SOIKO	
SUUNN.		SUUNN.	
TARK.		TARK.	
<b>Raide-Jokeri projektitoimisto</b> Valimotie 1, 00380 Helsinki raidejokeri@the.fi		HYV.	30.4.2019 Aki Lehtinen
		TARK.	30.4.2019 Simo Kolvinen
		LAAT.	30.4.2019 Madis Sisask



## **HAASTATTELU/SUUNNITTELIJA**

### **Teknisten verkostojen muutokset\* Raide-Jokerissa SL3**

\* muutoksilla tarkoitetaan olemassa olevan teknisen verkoston johtosiirtoja ja uudelleen järjestelyjä sekä uuden verkoston rakentamista (lisärakentaminen)

*Suunnittelualueet: Linnoitustie, Alberganesplanadi, Leppävaarankatu, Alberganpromenadi, Leppävaaranaukio, Hevosenkenkä, Perkkaantie ja Ravitie*

#### **Taustatiedot**

- Nimi
- Asema ja organisaatio

#### **Teknisten verkostojen muutokset suunnittelun näkökulmasta**

1. Miten kuvailisit Raide-Jokerin edellyttämiä teknisten verkostojen muutoksia suunnittelun näkökulmasta?
2. Millä suunnittelualueilla suunnittelu on ollut sujuvaa? Mistä se johtuu/on johtunut?
3. Mitkä suunnittelualueet ovat olleet suunnittelun kannalta haasteellisia/ongelmallisia? Millaisia haasteita/ongelmia niihin on liittynyt? Miten haasteet/ongelmat on ratkaistu?
4. Millaisia hyviä käytäntöjä Raide-Jokerin teknisten verkostojen suunnittelussa on ollut?
5. Miten teknisten verkostojen suunnittelua voitaisiin kehittää Raide-Jokerissa ja muissa vastaavissa hankkeissa?

#### **Suunnittelijan ja urakoitsijan välinen yhteistyö teknisten verkostojen muutoksissa**

6. Miten kuvailisit suunnittelijan ja urakoitsijan välistä yhteistyötä Raide-Jokerissa?
7. Millaisissa asioissa ja tilanteissa yhteistyötä tehdään/on tehty? Entä millaisissa asioissa ja tilanteissa olisi vielä pitänyt tehdä?
8. Mitä hyötyä yhteistyöstä on/on ollut?
9. Millaisia haasteita/ongelmia yhteistyöhön liittyy/on liittynyt? Miten haasteet/ongelmat on ratkaistu?
10. Miten suunnittelijan ja urakoitsijan välistä yhteistyötä voitaisiin kehittää?
11. Mikä on suunnittelijan ja urakoitsijan välisen yhteistyön merkitys Raide-Jokerin tai muiden vastaavien hankkeiden teknisten verkostojen muutoksissa?

#### **Muuta**

12. Mitä muuta haluaisit kertoa Raide-Jokerin teknisten verkostojen suunnittelusta tai suunnittelu- ja rakentamisprosessin kehittämisestä?

## **HAASTATTELU/URAKOITSIJA**

### **Teknisten verkostojen muutokset\* Raide-Jokerissa SL3**

\* muutoksilla tarkoitetaan olemassa olevan teknisen verkoston johtosiirtoja ja uudelleen järjestelyjä sekä uuden verkoston rakentamista (lisärakentaminen)

*Suunnittelualueet: Linnoitustie, Alberganesplanadi, Leppävaarankatu, Alberganpromenadi, Leppävaaranaukio, Hevosenkenkä, Perkkaantie ja Ravitie*

#### **Taustatiedot**

- Nimi
- Asema ja organisaatio

#### **Teknisten verkostojen muutokset rakentamisen näkökulmasta**

1. Miten kuvailisit Raide-Jokerin edellyttämiä teknisten verkostojen muutoksia rakentamisen näkökulmasta?
2. Millä suunnittelualueilla rakentaminen on ollut sujuvaa? Mistä se johtuu/on johtunut?
3. Mitkä suunnittelualueet ovat olleet rakentamisen kannalta haasteellisia/ongelmallisia? Millaisia haasteita/ongelmia niihin on liittynyt? Miten haasteet/ongelmat on ratkaistu?
4. Millaisia hyviä käytäntöjä Raide-Jokerin teknisten verkostojen rakentamisessa on ollut?
5. Miten teknisten verkostojen rakentamista voitaisiin kehittää Raide-Jokerissa ja muissa vastaavissa hankkeissa?

#### **Suunnittelijan ja urakoitsijan välinen yhteistyö teknisten verkostojen muutoksissa**

6. Miten kuvailisit suunnittelijan ja urakoitsijan välistä yhteistyötä Raide-Jokerissa?
7. Millaisissa asioissa ja tilanteissa yhteistyötä tehdään/on tehty? Entä millaisissa asioissa ja tilanteissa olisi vielä pitänyt tehdä?
8. Mitä hyötyä yhteistyöstä on/on ollut?
9. Millaisia haasteita/ongelmia yhteistyöhön liittyy/on liittynyt? Miten haasteet/ongelmat on ratkaistu?
10. Miten suunnittelijan ja urakoitsijan välistä yhteistyötä voitaisiin kehittää?
11. Mikä on suunnittelijan ja urakoitsijan välisen yhteistyön merkitys Raide-Jokerin tai muiden vastaavien hankkeiden teknisten verkostojen muutoksissa?

#### **Muuta**

12. Mitä muuta haluaisit kertoa Raide-Jokerin teknisten verkostojen rakentamisesta tai suunnittelu- ja rakentamisprosessin kehittämisestä?