

Turun Ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Infratekniikka

2022

Samuli Utunen

# JOHTOSIIRTOJEN SUUNNITTELUN OPTIMOINTI



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, insinööri

Ohjaaja DI Pirjo Oksanen

2022 | 33 sivua, 1 liitesivu

Samuli Utunen

## JOHTOSIIRTOJEN SUUNNITTELUN OPTIMOINTI

Johtosiirrot ovat infrarakentamisen kokonaiskuvassa suhteellisen pieni mutta erittäin tärkeä prosessi. Sekä ilmassa että maan alla kulkee lukuisia eri operaattoreiden kaapeleita, johtoja ja putkia, joiden vahingoittaminen voi aiheuttaa suurta haittaa alueen kuluttajille ja yrityksille. Johtojen ja laitteiden ympärillä on työskenneltävä maltilla ja siirrot on toteutettava erityistä varovaisuutta noudattaen. Perusteellisesti suunnitellut ja toteutetut johto- ja laitesiirot ehkäisevät lisäkustannusten syntymistä ja sujuvoittavat rakentamista.

Opinnäytetyössä käsitellään perustietoa infraverkostosta sekä johtojen ja laitteiden suunnittelua ja sijoittamista ohjaavaa lainsäädäntöä, kuten maantielakia sekä maankäyttö- ja rakennuslakia. Opinnäytetyössä johtosiirtoihin perehdytään siinä tarkkuudessa, mitä johtosiirtojen parissa työskentelevältä tiesuunnittelijalta odotetaan.

Opinnäytetyön tilaajana toimii yhdyskuntasuunnitteluun erikoistunut konsulttitoimisto Finnmap Infra Oy. Finnmap Infra tarjoaa suunnittelupalveluja muun muassa tie-, katu- ja ratasuunnittelun sekä geo- ja siltasuunnittelun aloilla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa tilaajayrityksen nykytilanne johtosiirtojen suunnittelussa haastatteleamalla suunnittelijoita, ja löytää yhdessä ratkaisu prosessin sujuvoittamiseksi ja yhtenäistämiseksi. Prosessia avustamaan luotiin prosessikaavio, jonka pohjalta tehtiin yrityksen käyttöön ohje, joka kattaa johtosiirto prosessin kokonaisuudessaan.

Samanaikaisesti tämän työn kanssa laadittiin suunnittelijoiden käyttöön yleisohje johtosiirtojen suunnittelua koskien. Suunnitteluohjeen tavoitteena oli käydä läpi johtosiirtojen suunnittelun teknistä puolta, ja opastaa suunnitteluohjelman käyttöön.

ASIASANAT:

Infrarakentaminen, suunnittelu, johtosiirto, johtoverkko

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

Instructor Pirjo Oksanen, M.Sc. Eng.

2022 | 33 pages, 1 page in appendices

Samuli Utunen

## THE OPTIMIZATION OF THE CABLE RELOCATION PROCESS

The act of relocating cables in road construction is a minor but extremely important procedure. Cables are located both in the air and underground. Damaging them during construction could result in sizable inconvenience for the residents and services in the surrounding areas. Working around cables requires extreme caution and patience. Thoroughly planned and executed cable relocations prevent the accumulation of additional costs and lay a foundation for a smooth operation.

This thesis focuses on basic information regarding cable networks along with the legislation affecting their planning and location, such as the highways act and the land use and building act. This thesis focuses on the designing of cable relocation in the accuracy that is required from an engineer.

This thesis and the subsequent appendices were created for Finnmap Infra, which is a company specializing in urban planning, such as roads, streets, and railroads along with bridges and geological planning.

The goal of this thesis was to survey the status quo regarding the planning of cable relocation within the company by interviewing engineers and find a solution for optimizing and unifying the process. A flowchart was created to aid in the process and was used as a basis to create a comprehensive guide for the company to use in the planning of cable relocation.

A guide was created for the engineers alongside this thesis. The goal of the guide was to focus on the technical side of cable relocation planning and aid in the use of the design software.

### KEYWORDS:

Infrastructure, planning, distribution network, cable relocation

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 JOHTOVERKOT</b>	<b>7</b>
2.1 Energiahuoltoverkosto	7
2.1.1 Sähköverkot	7
2.1.2 Kaukolämpöverkot	9
2.1.3 Maakaasuverkot	10
2.2 Tele- ja viestintäverkostot	11
2.3 Vesihuoltoverkostot	12
2.3.1 Vesijohtoverkot	12
2.3.2 Jäte ja hulevesiviemäriverkostot	13
<b>3 INFRAVERKOSTOJEN LAINSÄÄDÄNTÖ</b>	<b>15</b>
3.1 Maantiealueen johtoverkot	15
3.2 Sähköverkot	16
3.3 Tele- ja viestintäverkosto	16
3.4 Kaukolämpöverkot	17
3.5 Maakaasuverkot	17
3.6 Vesihuoltoverkostot	19
<b>4 JOHTOSIIRROT</b>	<b>20</b>
4.1 Johtosiirrot käytännössä	20
4.2 Ohjeet	21
4.3 Suunnitteluvaihe	21
4.3.1 Tie- ja ratasuunnitelma	21
4.3.2 Rakentamissuunnitelma	22
4.4 Kustannusjaon periaatteet	23
4.5 Määräykset kaapeleiden sijoittamiselle	24
4.6 Johtojen mallinnus	24
<b>5 JOHTOSIIRTOJEN SUUNNITTELUPROSESSI</b>	<b>26</b>
5.1 Nykytilanteen selvitys	26
5.2 Prosessikaavio	26
5.3 Suunnitteluprosessin kulku	26

5.3.1 Raaka-aineen keruu	26
5.3.2 Raaka-aineen muokkaus lähtötiedoksi	27
5.3.3 Ensimmäinen johtosiirtopalaveri	28
5.3.4 Suunnitteluvaihe	29
5.3.5 Toinen johtosiirtopalaveri	30
5.3.6 Suunnitelman viimeistely	30
5.4 Suunnitteluohje	30
<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>31</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>32</b>

## LIITTEET

Liite 1: Prosessikaavio

## KUVAT

Kuva 1. Fingrid Oyj:n sähkösiirtoverkko. (Sähköverkot, 2022.)	8
Kuva 2. Kiinnivaahdotettu kaukolämpöjohto. (Kaukolämpöverkot, 2022.)	9
Kuva 3. Gasgridin kaasunsiirtoverkosto. (Kaasun siirtoverkosto, 2022.)	11
Kuva 4. Viemäriverkoston keräysjärjestelmä. (Hulevesiopas, 2012)	13
Kuva 5. Poikkileikkaus putkikaivannosta. (InfraRYL, 2021)	14
Kuva 6. Nykyisen tiealueen ulkopuolisen johdon siirto.	23
Kuva 7. Nykyisen tiealueen sisäpuolisen johdon siirto.	24
Kuva 8. Voimalinjojen suojaetäisyyksien mallintamista.	25
Kuva 9. Merkintöjen esitystapa. (Tiesuunnitelman sisältö ja esitystapa, 2022)	28
Kuva 10. Tasokirjasto OpenRoads -ohjelmassa.	29

## KUVIOT

Kuvio 1. Johtosiirtojen suunnittelun pääprosessit.	26
--	----

# 1 JOHDANTO

Infranhanketta suunniteltaessa on varauduttava siihen, että rakennuskohteessa kulkee useita johtoja ja laitteita sekä maan alla että ilmassa. Näitä ovat muun muassa tele- ja sähkökaapelit, maalämpö- ja kaasuputket sekä kunnallistekniikka. Johtoverkostot palvelevat lähialueen asukkaita ja yrityksiä, ja niiden toiminnan varmistaminen sekä työn aikana että sen jälkeen on erittäin tärkeää.

Uuden tieyhteyden rakentaminen tai vanhan parantaminen aiheuttaa usein erilaisia siirto- ja suojaustoimenpiteitä johdoille ja laitteille. Siirtotarpeen voi aiheuttaa johto tai laite, joka on rakentamisen kannalta joko haasteellisessa paikassa, vaarantaa alueella työskentelyä tai jää tierakenteen alle siten, että sen mahdollinen huoltaminen aiheuttaa haittaa liikenteelle. Johtosiirtojen tavoitteena on turvata johtojen ja laitteiden toimivuus siirtämällä ne uudelle reitille.

Opinnäytetyön tilaajana toimii yhdyskuntasuunnitteluun erikoistunut konsulttitoimisto Finnmap Infra Oy. Finnmap Infra tarjoaa suunnittelupalveluja muun muassa tie-, katu- ja ratasuunnittelun sekä geo- ja siltasuunnittelun aloilla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tilaajayrityksen nykytilanne johtosiirtojen suunnittelussa ja optimoida prosessin kulkua taklaamalla ongelmakohdat ja epäselvyydet, jotta siirtojen suunnittelu voidaan suorittaa tehokkaammin. Johtosiirtoprosessia helpottamaan luotiin prosessikaavio, jonka pohjalta tehtiin yrityksen käyttöön suunnitteluohje, jossa ohjataan suunnittelijaa johtosiirtoprosessin eri vaiheissa. Ohjeessa perehdytään suunnitteluohjelman käyttöön ja opastetaan johtosiirtojen suunnittelun toimenpiteet vaihekohtaisesti.

Opinnäytetyössä keskitytään pääsääntöisesti tie- ja rakentamissuunnitteluvaiheen johtosiirtoihin, sekä sivutaan johtosiirtoja ratasuunnittelussa ja johtojen mallintamista. Vesistöissä kulkevat johdot rajataan työn ulkopuolelle. Johtosiirtoprosessia tarkastellaan tiesuunnittelijan näkökulmasta, eikä työssä oteta kantaa työnaikaisiin menetelmiin ja toimintatapoihin.

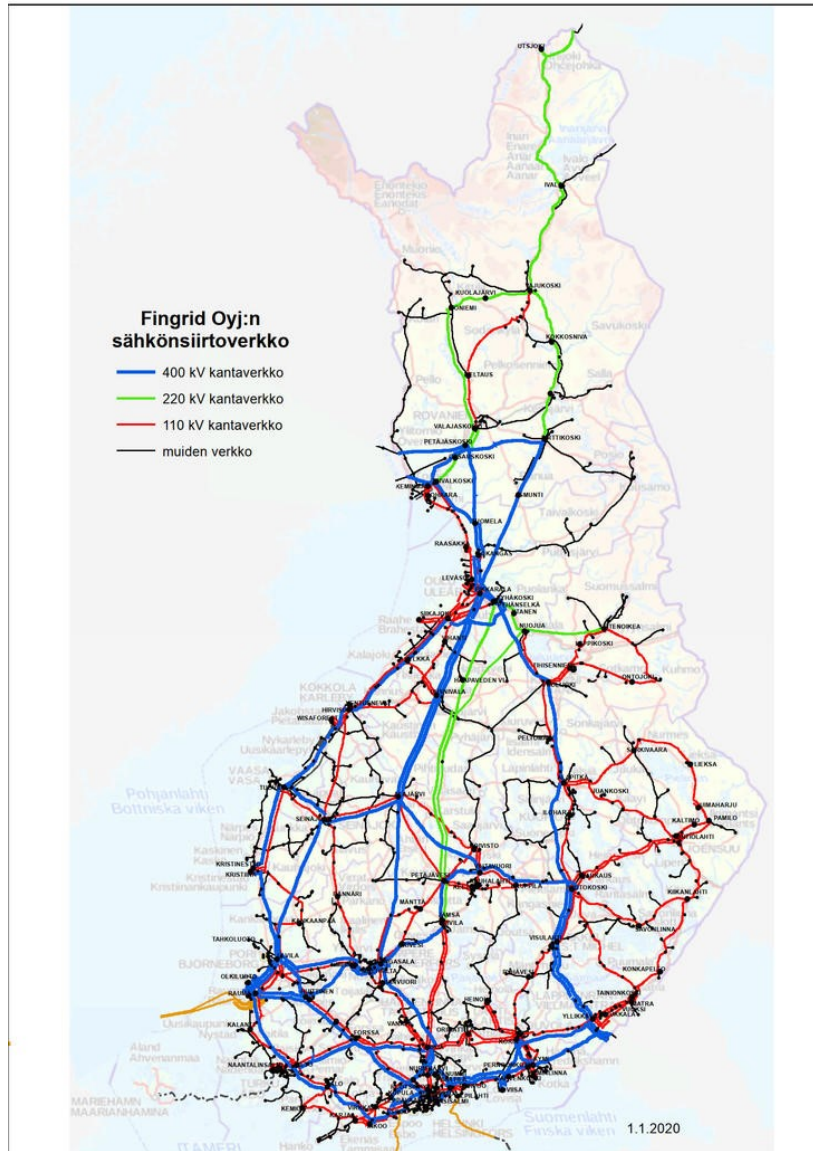
## 2 JOHTOVERKOT

### 2.1 Energiahuoltoverkosto

Energiahuoltoverkosto pitää sisällään sähkö-, kaukolämpö- ja maakaasuverkot. Kunkin verkoston ylläpitämisestä ja kehittämisestä vastaavat verkon omistajat, eli joko yksityiset tai kuntien ja valtion omistamat yritykset. (Energiahuolto – Infrakuntoon.fi, 2022.)

#### 2.1.1 Sähköverkot

Suomen sähköverkosto koostuu kantaverkosta, suurjännitteisistä jakeluverkoista sekä jakeluverkoista. Voimalaitoksilla tuotettu sähkö siirretään aluksi kantaverkkoon, jonka jännite on 110, 220 tai 400 kilovoltia. Sähköasemilla kantaverkosta tuleva sähkö jatkaa 20 kilovoltin jakeluverkkoa pitkin muuntamoille, jossa jännitettä alennetaan 400 volttiin ja toimitetaan kuluttajalle pienjännitejohtoja pitkin. Suomen jakeluverkon yhteispituus on n. 360 000 km ja kantaverkon kokonaispituus n. 14 000 km (kuva 1). Suomen kantaverkon valvonnasta ja kehityksestä vastaa Fingrid Oyj. (Suomen sähköjärjestelmä, 2017; Sähkönsiirto ja -jakelu, 2016.; Sähköverkot, 2016.)



Kuva 1. Fingrid Oyj:n sähkösiirtoverkko. (Sähköverkot, 2022.)

Suomessa jakeluverkkojen ylläpidosta vastaavat sähköverkkoyhtiöt, joita on yhteensä noin 80. Suomen suurimpia jakeluverkkoyhtiöitä ovat Caruna Oy, Elenia Oy ja Helen Oy. Suomen viidentoista suurimman sähköverkkoyhtiön osuus jakeluverkoista ja sähkön käyttäjistä on noin 70 %. Pienimpien sähköverkkoyhtiöiden toiminta sijoittuu tavallisesti yhden kunnan alueelle, jossa ne palvelevat muutamaa tuhatta asiakasta. (Sähköverkot, 2022.)

## 2.1.2 Kaukolämpöverkot

Kaukolämpöverkoissa siirretään tuotantolaitoksilla tuotettu lämpöenergia asiakkaille kuumana vetenä suljetussa kaksiputkisessa (meno- ja paluuputki) kaukolämpöverkossa. Kaukolämmön toiminta perustuu siihen, että se johdetaan asiakkaalle lämmönjakohuoneeseen, missä se luovuttaa lämpöä lämmitysverkkoon lämmönsiirtimen välityksellä. Lauhtunut vesi johdetaan takaisin lämpölaitokselle, jossa se lämmitetään uudelleen. (Kaukolämpö ja -jäähdytys, 2022.; Kaukolämpöverkot, 2022.)

Nykyisiä kaukolämpöjohtoja kutsutaan kiinnivaahdotetuiksi johdoiksi. Näissä johdoissa teräksisen virtausputken ja ulkokuoren välissä oleva uretaaninen eristekerros sitoo rakenteen yhdeksi kokonaisuudeksi (kuva 2). Uretaanin etuna on sen lämmöneristävyys, joka mahdollistaa veden korkean lämpötilan ylläpitämisen. Tästä syystä kaukolämpö on yksi tehokkaimmista lämmitysmuodoista. (Kaukolämpöverkot, 2022.)



Kuva 2. Kiinnivaahdotettu kaukolämpöjohto. (Kaukolämpöverkot, 2022.)

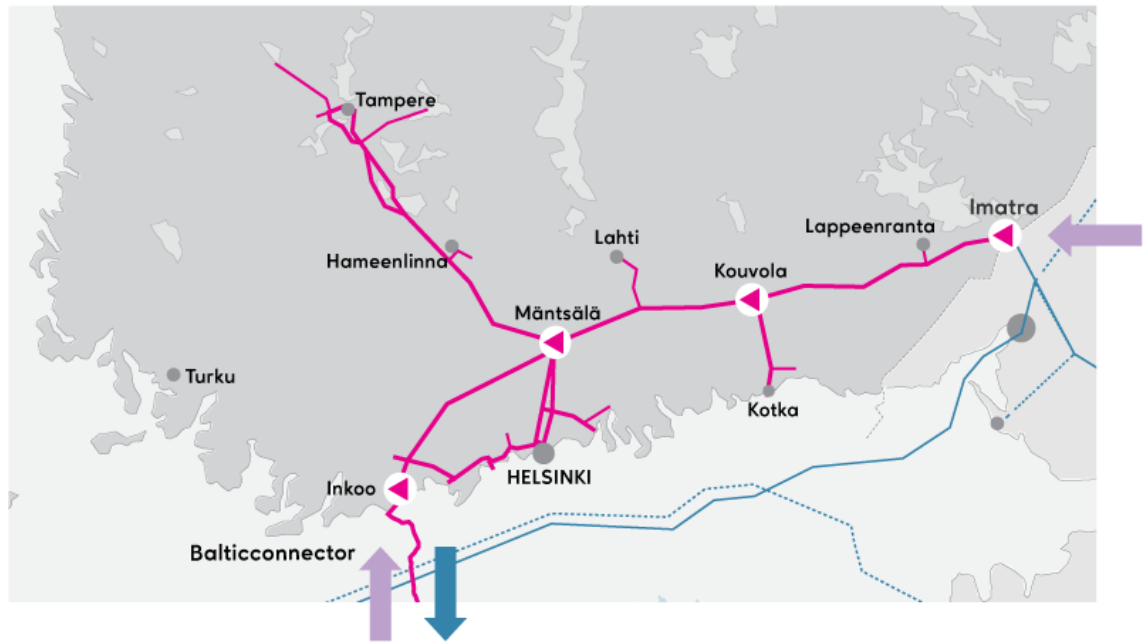
Kaukolämpöjohdot asennetaan tavanomaisesti noin metrin syvyyteen katujen, jalkakäytävien tai kevyen liikenteen väylien alle. Tapauskohtaisesti suuremmat kaukolämpöjohdot voidaan asentaa myös tunneleihin. (Kaukolämpöverkot, 2022.)

Suomessa kaukolämpöverkon pituus vuoden 2018 lopussa oli n. 15 000 km. Täydennysrakentamisen ja uusien kiinteistöjen liittämisen johdosta kaukolämpöverkon pituus kasvaa vuosittain n. 250–500 km. Kaukolämpöjohtoja saneerataan vuosittain arviolta 50–70 km. (Kaukolämpöverkot, 2022.)

### 2.1.3 Maakaasuverkot

Korkeapaineinen kaasun siirtoverkosto koostuu toisiinsa liitetyistä maakaasuputkista sekä maakaasun siirtoon ja jakeluun kuuluvista laitteista. Maakaasua käytetään Suomessa esimerkiksi kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannossa. Maakaasun osuus Suomen energiankulutuksesta on n. 8 %. (Kaasun siirtoverkosto, 2022.)

Suomen siirtoverkostoon syötetään maakaasua Imatralla sijaitsevan vastaanottoaseman kautta sekä Inkoon kompressoriaseman kautta. Näiden lisäksi maakaasuverkostoon on liitetty kotimaisia biokaasua tuottavia laitoksia. Vuoteen 2019 saakka maakaasua toimitettiin Suomeen yksinomaan Venäjältä, mutta Balticconnector- kaasuputken avautuessa vuoden 2020 alussa noin kolmannes Suomessa käytettävästä kaasusta toimitettiin Virosta. (Kaasun siirtoverkosto, 2022.; Näin tehtiin Suomeen avoin kaasumarkkina, 2020)



Kuva 3. Gasgridin kaasunsiirtoverkosto. (Kaasun siirtoverkosto, 2022.)

Maakaasun siirtoverkoston kokonaispituus Suomessa on 1210 km, josta 1150 km on korkeapaineista putkea ja 60 km matalapaineista putkea (kuva 3). Tämän lisäksi siirtoverkostoon kuuluu 77 km pitkä Balticconnector- kaasuputki, joka toimittaa maakaasua Viron Paldiskista Inkooseen. Siirtoverkoston rakentamiseen käytetään teräsputkia, jotka ovat halkaisijaltaan 100–1000 mm. Kaasuputket pinnoitetaan polyeteenimuovilla korroosion ehkäisemiseksi. (Kaasun siirtoverkosto, 2022.)

Maakaasuputkien peitesyvyyksistä on ohjeistettu Tiehallinnon ohjeessa maakaasuputket ja maantiet. Maakaasuputken vähimmäispeitesyvyys on 1 m, poikkeuksena alle 4 bar kaasuputket, joiden peitesyvyys on 0,8 m. (Maakaasuputket ja maantiet, 2009)

## 2.2 Tele- ja viestintäverkostot

Tele ja viestintäverkot voidaan jakaa runko-, alue- ja liityntäverkkoihin. Näistä jälkimmäinen on se verkko, johon loppuasiakkaat liittyvät. Sen katsotaan sisältävän myös kiinteistön sisäverkon. Liityntäverkosta käytetään usein synonyymiä liityntäteknikka. Suomessa runkoverkkoja operoi Telia, Elisa, DNA, TDC Oy ja Finnet-ryhmä. Suurimmissa asutuskeskuksissa on useampia päällekkäisiä runkoverkkoja, mutta esimerkiksi Pohjois-Suomeen ulottuu vain Telian runkoverkko. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2009)

Runkoverkkoa voidaan pitää tietoliikenneverkon ytimenä, sillä se yhdistää kaikki tietoliikenneverkon solmupisteet toisiinsa. Runkoverkon pääasiallinen tarkoitus on tiedonsiirto liityntäverkkojen välillä mahdollisimman suurella nopeudella mahdollisimman luotettavasti. Runkoverkkojen palveluiden tarkoituksena on kattaa suurimmat asutuskeskittymät tarjoamalla kiinteää optista runkoverkkoa. Valokuituiseen runkoverkkoon sisältyvät erilaiset laitteet kuten reuna- ja runkoreitittimet, jotka liittävät eri teknologioilla toteutetut liityntäverkot runkoverkkoon, sekä niiden väliset siirtoyhteydet. Valokuituiset verkot mahdollistavat tiedonsiirron erittäin suurilla nopeuksilla. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2009)

Liityntäverkkojen toisiinsa liittäminen tapahtuu siten, että yhdistetään useita liityntäverkkoja alueverkkoon. Alueverkosta puhutaan yleisesti myös metroverkkona. Suurasiakkaille voidaan tarjota suurempia tiedonsiirtonopeuksia liittämällä heidät suoraan metroverkkoon. Paikallisverkoista puhuttaessa tarkoitetaan alueellisten teleoperaattoreiden hallussa olevia kupari- tai valokuituverkkoja, joiden avulla käyttäjille voidaan tarjota esimerkiksi laajakaistaliittymiä. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2009)

### 2.3 Vesihuoltoverkostot

Vesihuoltolaitosten vesihuoltoverkostoihin sisältyvät sekä vesijohtoverkostot että jätevesi- ja hulevesiviemäriverkostot pumppaamoinen ja laitteineen. Vesilaitokselta lähtevä talousvesi pumpataan vesijohtoverkostoa pitkin asiakkaalle. Jätevedenpuhdistamoille kulkevat jätevedet kootaan viemäreihin ja edelleen käsiteltäväksi. Hulevedet kootaan hulevesiviemäreihin ja johdetaan vesistöihin. (Vesihuoltoverkostot ja maantiet, 2018)

#### 2.3.1 Vesijohtoverkot

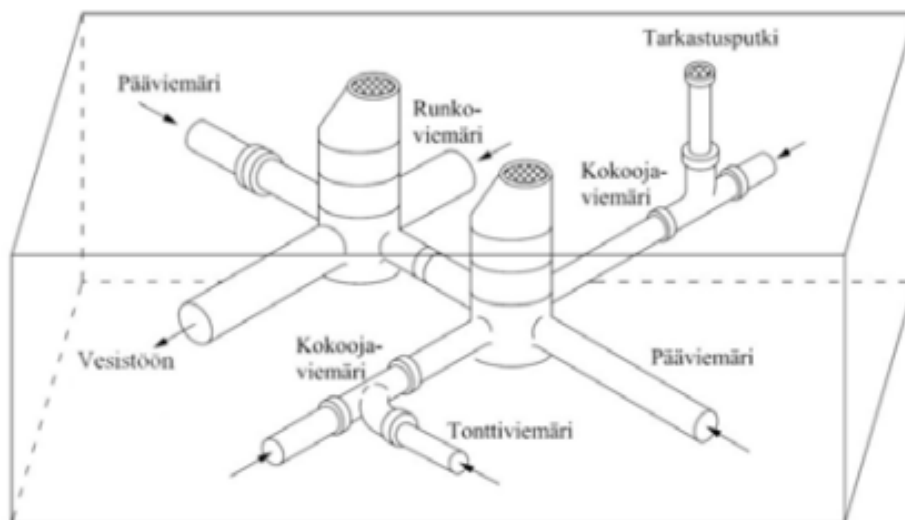
Suomessa talousvesi johdetaan kiinteistöihin paineellisen vesijohtoverkon kautta, johon sitä pumpataan vesilaitoksesta. Suomen vesijohtoverkoston kokonaispituus on noin 107 000 km. Vesijohtoverkoston luetaan vesijohdot, vesitornit sekä pumppaamot. (Vesihuollon investointitarpeet vuoteen 2040, 2020)

Vesijohtojen materiaalina käytetään useimmiten muovisia polyeteeni- tai polypropeeniputkia, terästä, muovikomposiittiputkia ja valurautaa. Vesijohtojen materiaalivalinnat perustuvat hygieniaan, sillä veden laadun on pysyttävä viranomaisvaatimukset

täyttävänä. Tämän lisäksi vesijohtoputkien materiaalin on sovelluttava maaperä- ja ympäristöolosuhteisiin. (Vesihuoltoverkostot ja maantiet, 2018)

### 2.3.2 Jäte ja hulevesiviemäriverkostot

Viemäriverkoston kuuluvat hulevesiviemärit ja jätevesiviemärit. Viemäriverkostot koostuvat tontti-, kokooja-, runko- ja pääviemäreistä sekä tarkastuskaivoista ja pumppaamoista (kuva 4). Hulevesiviemäreiden tarkoituksena on katu-, piha- ja tiealueille muodostuvien hulevesien poisjohtaminen vesistöön. Jätevesiviemäreillä puolestaan tarkoitetaan verkostoa, johon johdetaan kiinteistöjen ”likaiset vedet”. Näitä ovat muun muassa tiskivedet, suihkuvedet ja wc-huuhteluvedet. (Hulevesiopas, 2012)



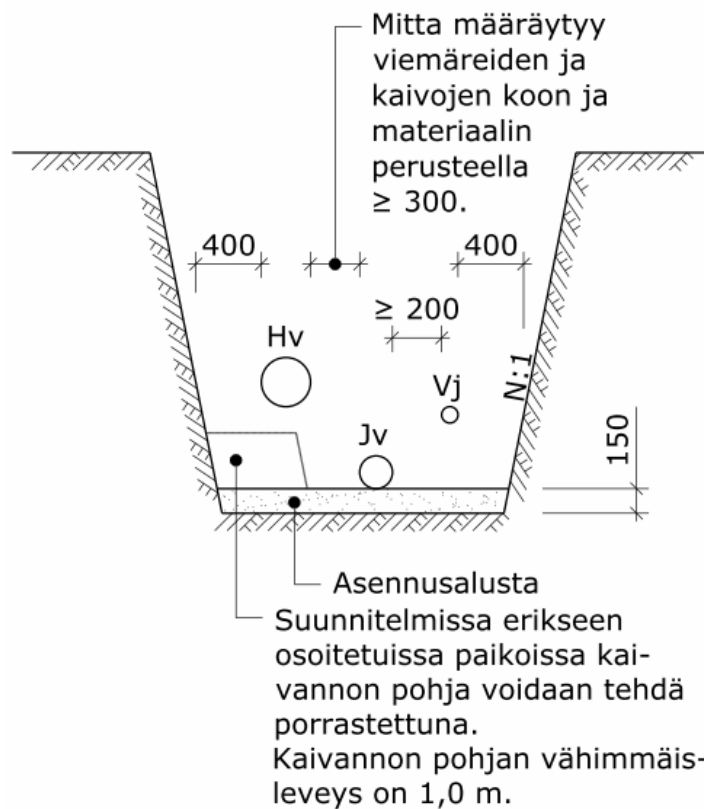
Kuva 4. Viemäriverkoston keräysjärjestelmä. (Hulevesiopas, 2012)

Hulevedet johdetaan vesistöihin pääsääntöisesti viemäreiden tai avo-ojien kautta. Tie- ja katualueilta tulevat hulevedet sisältävät raskasmetalleja sekä fosforia ja tiesuolaa. Nykyään hulevesille on yritetty löytää luonnonmukaisempia käsittelykeinoja, jossa vedet johdettaisiin viherpainanteisiin, kosteikkoihin tai suodatuskentille. Edellä mainittujen kohteiden tarkoituksena on poistaa hulevedestä haitallisia aineita johtamalla niitä maakerrosten läpi, jonka avulla vesi puhdistuu. (Hulevesien luonnonmukainen käsittely, 2019)

Jätevesiviemärit toteutetaan useimmiten viettoviemäreinä. Mikäli maasto on painovoimaiselle viemäroinnille epäsuotuisaa eikä sitä voida toteuttaa perinteisin menetelmin,

turvautetaan paineviemäriin. Paineviemäreissä jätevettä pumpataan mekaanisesti eteenpäin. Paineviemäreitä käytetään muun muassa haja-asutusalueilla.

Hule- ja jätevesien viemärointi toteutetaan nykyään erillisviemärointinä. Tämä tarkoittaa sitä, että hulevedet ja jätevedet kulkevat erillään. Putkikaivannossa jätevesiviemäri asennetaan alimmaiseksi (kuva 5). Tämä tehdään siksi, jotta jäteviemäristä valuvat vuotovedet eivät saastuta vesijohtoja ja hulevesiviemäreitä. Vanhemmilla asutusalueilla saattaa olla käytössä vielä sekaviemäreitä, jolloin hulevedet ja jätevedet johdetaan samassa viemärissä jätevedenpuhdistamolle. (RIL 237-1-2010)



Kuva 5. Poikkileikkaus putkikaivannosta. (InfraRYL, 2021)

Vesihuoltoverkostoiden rakentamisessa on käytetty aikojen saatossa useita materiaaleja, kuten esimerkiksi betonia, terästä, valurautaa, kuparia ja muovia.

## 3 INFRAVERKOSTOJEN LAINSÄÄDÄNTÖ

### 3.1 Maantiealueen johtoverkot

#### **Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)**

Lain perusedellytyksenä on luoda edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistää kestävä kehitystä. Lisäksi tavoitteisiin kuuluu kansalaisten osallistumismahdollisuuden turvaaminen asioiden valmistelussa sekä avoimen tiedottamisen, suunnittelun laadun ja vuorovaikutteisuuden turvaaminen. Yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittamisesta määrätään maankäyttö- ja rakennuslain pykälässä 161. ” Kiinteistön omistaja ja haltija on velvollinen sallimaan yhdyskuntaa tai kiinteistöä palvelevan johdon sijoittamisen omistamalleen tai hallitsemaalleen alueelle, jollei sijoittamista muutoin voida järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Sama koskee johtoihin liittyviä vähäisiä laitteita, rakennelmia ja laitoksia. Johtoa tai muuta laitetta ei saa rakentaa niin, että vaikeutetaan alueen kaavoitusta tai kaavan toteuttamista. Jollei sijoittamisesta ole sovittu kiinteistön omistajan ja haltijan kanssa, sijoittamisesta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Sijoittamisesta päätettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei kiinteistölle aiheuteta tarpeetonta haittaa.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 1999)

#### **Maantielaki (503/2005)**

Maantielaisissa kerrotaan lain sisällöstä seuraavaa: ”Tämän lain tarkoituksena on ylläpitää ja kehittää liikkumis- ja kuljetustarpeiden vaatimia toimivia, turvallisia ja kestävä kehitystä edistäviä maantieyhteyksiä osana liikennejärjestelmää sekä turvata osallistumismahdollisuudet tieratkaisuja koskevaan suunnitteluun toteuttamalla ja edistämällä hyvää hallintoa ja oikeusturvaa maanteitä koskevissa asioissa.” Maantielain pykälässä 42 määrätään, että johtojen ja muiden laitteiden sijoittaminen tiealueelle vaatii tienpitäjän luvan. Lupa myönnetään edellyttäen, että toimenpiteestä ei aiheudu vaaraa liikenteelle. (Maantielaki, 2005)

### 3.2 Sähköverkot

#### **Sähkömarkkinalaki (588/2013)**

Sähkömarkkinalain tarkoituksena on taata toimiva ja tehokas sähkönjakelu loppukäyttäjälle. Sen saavuttamisen ensisijaiset keinot ovat terveen kilpailun sekä tasapuolisten palveluperiaatteiden ylläpitäminen sähköverkkojen toiminnassa. Suomen sähköverkkotoiminta on luvanvaraista ja sitä valvoo Energiamarkkinavirasto. Uuden lain myötä jakeluverkon haltijoiden on laadittava kahden vuoden välein jakeluverkkooan koskeva kehittämissuunnitelma. Sähkömarkkinalain 13 pykälässä määrätään, että jakeluverkonhaltijalla on yksinoikeus rakentaa jakeluverkkoa vastuualueellaan. Sähköverkon on täytettävä sille asetetut laatuvaatimukset sekä normaalioloissa että häiriötilanteissa. Tästä määrätään lain pykälässä 19. Sähkömaakaapeleiden sijainnin selvittämisestä on määrätty lain pykälässä 110. Verkonhaltijan on annettava maksutta sekä suunnitelman laatijalle että työn suorittajalle tiedot kohteessa sijaitsevista kaapeleista digitaalisessa muodossa. (Sähkömarkkinalaki, 2013)

#### **Sähköturvallisuuslaki (1135/2016)**

Sähköturvallisuuslaki määrää sähkölaitteen ja -laitteiston turvallisesta käytöstä sekä sähkötöiden turvallisuusvaatimuksista. Lain kuudennen pykälän mukaan "Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa, niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä eikä niiden toiminta häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti" (Sähköturvallisuuslaki, 2016)

### 3.3 Tele- ja viestintäverkosto

#### **Viestintämarkkinalaki (393/2003)**

"Lain tavoitteena on palveluiden tarjonnan ja käytön edistäminen viestintäverkoissa sekä varmistaa, että viestintäverkkoja ja viestintäpalveluita on kohtuullisin ehdoin kaikkien teleyritysten ja käyttäjien saatavilla koko maassa. Lain tavoitteena on lisäksi huolehtia siitä, että Suomessa saatavilla olevat mahdollisuudet televiestintään ovat käyttäjien kohtuullisten tarpeiden mukaisia, keskenään kilpailevia, teknisesti kehittyneitä, laadultaan hyviä,

toimintavarmojä ja turvallisia sekä hinnaltaan edullisia.” Viestintämarkkinalain 101 pykälässä määrätään, että telekaapeli on sijoitettava mahdollisuuksien mukaan tiealueelle tai yleiselle alueelle. Telekaapelia sijoitettaessa on otettava huomioon voimassa oleva kaa-voitus sekä maisema- ja ympäristönäkökohdat. Telekaapelin sijoittamisesta ja kunnos-sapidosta mahdollisesti aiheutuva haitta on oltava kohtuullisin kustannuksin vältettä-vissä. (Viestintämarkkinalaki, 2003)

### 3.4 Kaukolämpöverkot

Kaukolämpöverkkojen rakentamista ohjaavaa lainsäädäntöä ei ole erikseen laadittu, mutta niihin sovelletaan maantielain pykälää 42. Maantielain pykälässä 42 määrätään, että johtojen ja muiden laitteiden sijoittaminen tiealueelle vaatii tienpitäjän luvan. (Maan-tielaki, 2005)

### 3.5 Maakaasuverkot

#### **Maakaasumarkkinalaki (508/2000)**

Maakaasumarkkinalaki on säädetty turvaamaan kohtuuhintaisen ja hyvälaatuisen maa-kaasun saanti. Lakia sovelletaan muun muassa maakaasumarkkinoihin, jotka sisältävät maakaasun maahantuontia sekä -vientä, siirtoa, jakelua, myyntiä ja varastointia. Toisen luvun ensimmäisen pykälän mukaan maakaasuverkon haltijan tulee ”ylläpitää, käyttää ja kehittää maakaasuverkkoaan sekä yhteyksiä toisiin verkkoihin asiakkaiden kohtuullisten tarpeiden mukaisesti ja turvata osaltaan maakaasun toimitukset asiakkaille.” Tämän li-säksi pykälässä mainitaan, että verkonhaltijan on huolehdittava yhteistoiminnasta kun-tien kanssa, jotta kuntien maankäyttöön liittyvät näkökohdat otetaan riittävällä tasolla huomioon putkien ja laitteiden sijoittamisessa. (Maakaasumarkkinalaki, 2000)

#### **Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005)**

Maakaasuverkkotoiminta on Suomessa luvanvaraista toimintaa. Luvanvaraisuus koskee siirto ja jakeluputkistoja, jolle luvan myöntää Energiamarkkinavirasto. Laissa on määrätty esimerkiksi vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä, niiden varastoinnista ja siir-roista sekä säilytyksestä. Laki pyrkii torjumaan henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahin-koja edellä mainituista toiminnoista johtuen. Lain pykälässä 13 määrätään, että tuotan-tolaitoksen laitteet on suunniteltava, mitoitettava ja rakennettava siten, että edellä

mainituilta vahingoilta välttyttäisiin. Pykälässä 38 on mainittu, että toiminnanharjoittajan on huolehdittava putkiston tarkastuksesta ennen käyttöönottoa sekä määräajoin sen jälkeen. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta, 2005)

#### **Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta (551/2009)**

Asetuksessa säädetään maakaasun teknisestä käytöstä, varastoinnista sekä maakaasun siirto-, käyttö- ja jakeluputkistoista sekä niihin liittyvistä laitteistoista. Asetuksen toisessa luvussa määrätään, että maakaasuputkien rakentamiseen vaaditaan rakennuslupa. Lupaa ei tarvita jakeluputkiston talohaaralle tai käyttöputkistolle tietyin ehdoin. Asetuksessa määrätään putkistoille erilaisia tarkastuksia, kuten käyttöönotto- ja määräaikaistarkastus. Käyttöönottotarkastus tehdään putkiston rakentamisen aikana, jotta maakaasuputkisto voidaan tarkastaa kokonaisuudessaan. Hyväksytyt käyttöönottotarkastuksen jälkeen putkistolle myönnetään käyttö lupa. (Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta, 2009)

#### **Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös maakaasuasetuksen soveltamisesta (1059/1993)**

Päätöksessä on säädetty maakaasuasetuksessa tarkoitetuista maakaasuputkistoista, putkiston käyttölaitteista sekä kaasun hajustamisesta. Päätöksen toisessa luvussa sanotaan, että putkiston paineen ollessa vähintään 16 baaria tulee maakaasuverkon rakennusalue jakaa neljään alueluokkaan, jotka määräytyvät asukastiheyden mukaan.

Päätöksen luvussa kuusi on säädetty maakaasuputkistojen sijoittamisesta ja rakentamisesta. Sijoittamisesta on määrätty, että rakennusten ulkopuolella sijaitsevat maakaasuputkistot on rakennettava maanalaisena. Maakaasuputkisto on mahdollista rakentaa maanpäällisenä paikoissa, joissa putkisto voi vahingoittua maanalaisena tai sen rakentaminen maan alle osoittautuu teknisesti haastavaksi. Putkiston saa rakentaa maanpäällisenä myös tehdasalueelle. Putkistoja ei saa rakentaa rakennusten alle putken sisäänvientejä lukuun ottamatta. Lähialueen liikenne ei saa vahingoittaa putkea millään tavalla, joten se on sijoitettava riittävän kauas tiestä. Poikkeuksellisesti maakaasuputkiston saa asentaa esimerkiksi tien alle edellyttäen, että putken suojaus on kunnossa. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös maakaasuasetuksen soveltamisesta, 1993)

### 3.6 Vesihuoltoverkostot

#### **Vesihuoltolaki (119/2001)**

Vesihuoltolain tavoitteena on turvata käyttäjälle kohtuullisin kustannuksin riittävän ja moitteettoman talousveden saanti sekä terveyden ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemäröinti. Vesihuoltolain pykälässä 5 säädetään, että kunta on vastuussa vesihuollon kehittämisestä alueellaan. Vesihuollon huolehtimisesta huolehtii puolestaan vesihuoltolaitos toiminta-alueellaan, jonka vesihuoltolaitokselle määrittää kunta. (Vesihuoltolaki, 2001)

#### **Vesilaki (587/2011)**

Vesilain tavoitteena on ohjata vesien hankintaa ja käyttöä. Tämän lisäksi laki ohjaa toimintaa, joka saattaa haitata veden hankintaa. Vesilain ensimmäinen pykälän mukaan lain tavoitteena on ehkäistä ja vähentää vedestä ja vesiympäristön käytöstä aiheutuvia haittoja ja parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa. Lisäksi lain tavoitteena on ”edistää, järjestää ja sovittaa yhteen vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä niin, että se on yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä”. (Vesilaki, 2011)

#### **Ympäristönsuojelulaki (527/2014)**

Ympäristönsuojelulaki on yleislaki, joka ohjaa kaikenlaista ympäristön kannalta haitallista toimintaa. Laki ohjaa vesihuoltoverkostoa lähinnä jätevesien osalta. Laissa määrätään, ettei jätevesiä saa johtaa luontoon ennen puhdistusta. (Ympäristönsuojelulaki, 2014)

## 4 JOHTOSIIRROT

### 4.1 Johtosiirrot käytännössä

Johtosiirroilla tarkoitetaan jonkun tietyn johdon tai laitteen uudelleensijoittamista tai suojaamista. Johdoilla ja laitteilla tarkoitetaan sähkö- ja telejohtoja, maakaasu- ja maalämpölinjoja sekä kunnallistekniikkaa. Johtojen siirtotarve määräytyy pitkälti rakennuskohdeessa suoritettavien toimenpiteiden laajuudesta. Yleisimmät johtosiirrot koskevat maan alla kulkevia tele- ja sähkökaapeleita tai ilmajohtoja. (Henkilökohtainen tiedonanto, Finnmap Infra Oy, 5.5.2022)

Johdon **suojaamisella** voidaan tarkoittaa jonkun olemassa olevan johdon tai laitteen esiin kaivamista ja suojaamista. Toimenpide on yleinen esimerkiksi silloin, kun johtolinjan yli rakennetaan tieyhteys, jolloin johto on suojattava siihen kohdistuvalta kuormalta. (Henkilökohtainen tiedonanto, Finnmap Infra Oy, 5.5.2022)

Johtolinjan **siirtämisellä** tarkoitetaan jonkun johtolinjan siirtämistä siten, että siihen ei tehdä jatkoksia. Tämä edellyttää sitä, että entuudestaan maahan asennettuun johtoon on jätetty esimerkiksi kaapelikaivoon kiepille kaapelia, jotka voidaan hyödyntää reitin pidentämiseksi. Siirtäminen koskee yleensä vain sähkö- ja telekaapeleita. (Henkilökohtainen tiedonanto, Finnmap Infra Oy, 5.5.2022)

Johtoreitin **uudelleenrakentaminen** on toteutettava silloin, kun kaapelissa ei ole riittävästi ylimääräistä siirron toteuttamiseksi, tai kun ilmajohto on muutettava maakaapeliksi. Tällöin kaapelia jatketaan. Kaapeleita jatkaessa pyritään hyödyntämään olemassa olevia liitoskohtia. Tämä on erityisen tärkeää esimerkiksi valokuitukaapeleiden kohdalla, sillä ylimääräiset jatkot lisäävät vaimennusta ja hidastavat tiedonsiirtonopeuksia. Uudelleenrakentamisella voidaan tarkoittaa myös kokonaan uuden johtolinjan rakentamista kustannuksista, linjan iästä tai tulevaisuuden ja huollon tarpeista johtuen. (Henkilökohtainen tiedonanto, Finnmap Infra Oy, 5.5.2022)

Johtosiirrot voidaan toteuttaa joko ennen rakentamista tai sen aikana. Rakentamisen aikana voi olla tarpeen toteuttaa väliaikaisia siirtoja. Siirroissa tulee huomioida tulevaisuuden verkon laajentamistarpeet sekä alueen mahdolliset kaavamuutokset ja suunnitelmat. Tähän voidaan varautua esimerkiksi rakentamalla siltoihin tai tierakenteen alle ylimääräisiä suojaputkia, jotka voidaan ottaa käyttöön myöhemmin. Johto- ja laitesiirot

suunnitellaan konsultin toimesta siten, että linjan likimääräinen sijainti saadaan merkittyä kartalle siirtokustannusten ja materiaalien laskemista varten. Loppukädessä johdon tai laitteen omistaja laatii tarkat siirtosuunnitelmat, joiden mukaan siirrot konkreettisesti toteutetaan. (Henkilökohtainen tiedonanto, Finnmap Infra Oy, 5.5.2022)

## 4.2 Ohjeet

Varsinaista ohjetta johtosiirroille ei ole, mutta johtosiirtoihin viitataan esimerkiksi useammassa väyläviraston ja liikenneviraston ohjeessa. Johtosiirtojen suunnittelua avustavia ohjeita ovat muun muassa:

- Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat – sisältö ja esitystapa
- Rakennussuunnitelmavaiheen asiakirjat – sisältö ja esitystapa
- Ratasuunnitelma – sisältö ja esitystapa
- Tiesuunnitelma – toimintaohjeet
- Tien rakennussuunnitelma – toimintaohjeet
- Ratasuunnitelma – toimintaohjeet
- Tien poikkileikkauksen suunnittelu
- Sähkö- ja telejohdot ja maantiet
- Vesihuoltoverkostot ja maantiet
- Maakaasuputket ja maantiet
- Määräys johtojen ja rakenteiden sijoittamisesta maantien teialueelle
- Yleiset inframallivaatimukset (YIV)
- Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje
- InfraRYL.

Johtosiirtojen suunnitteluun sekä johtojen läheisyydessä työskentelemiseen on olemassa ohjeita esimerkiksi maakaasuyhtiöillä, kaukolämpöverkoston haltioilla yms.

## 4.3 Suunnitteluvaihe

### 4.3.1 Tie- ja ratasuunnitelma

Tiesuunnitelmaa laadittaessa keskitytään tien eri osien yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja mitoitukseen. Tiesuunnitelmavaihetta voi edeltää yleissuunnitelma tai joku muu

esiselvitys, jossa hankkeen perusratkaisut on päätetty. Pienemmissä tien parantamishankkeissa suunnittelu voi alkaa suoraan tiesuunnitteluvaiheella. Tiesuunnitelmassa määritetään esimerkiksi tien tarkka sijainti, liittymiset tiehen, uudet kulkuyhteydet ja melusuojuukset. Yksityiskohdat merkitsevät tiesuunnittelussa paljon etenkin lähialueen asukkaille, sillä niillä voi olla suora vaikutus heidän asumiseensa ja päivittäiseen toimintaansa. (Tiesuunnitelman sisältö ja esitystapa, 2022)

Tiesuunnitelmavaiheen johtosiirtoja tehtäessä suunnitelmakartoilla esitetään johtojen ja laitteiden omistajille toimenpiteistä aiheutuvat johto- ja laitesiirot sekä pyydetään omistajilta arvio niistä aiheutuvista kustannuksista. Ratasuunnitelmavaiheen toimenpiteet ovat pääpiirteittäin samat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Sähköistetyin radan ylittävä ilmajohto ei saa jännitteeltään alittaa ratajohdon jännitettä. Äärimmäisen harvinaisissa poikkeustapauksissa voidaan suojaetäisyyttä kasvattamalla sallia radan alittavan jännitteen ylittäminen, mutta usein helpompi ratkaisu on alittaa ratapenger suunta-poraamalla. Tämän lisäksi radan kanssa risteävistä voimalinjoista, maakaasuputkista sekä muista johdoista ja laitteista tehdään risteämäluettelo, johon merkitään johdon tai laitteen omistaja, risteämän ratapaalu sekä risteävän johdon tai laitteen tyyppi. (Ratasuunnitelma – toimintaohjeet, 2022; Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat, 2022; Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella, 2004)

#### 4.3.2 Rakentamissuunnitelma

Rakentamissuunnitelma laaditaan tien rakentamista varten. Siinä määritellään rakennettavat tiet ja niiden rakenteet yksityiskohtaisesti. Suunnitelmia laadittaessa noudatetaan aina uusimpia Väyläviraston ohjeita ja InfraRYL:iä. Tien rakentamissuunnitelma ei ole lakisääteinen suunnitelma, eikä siitä olla säädetty maantielaisissa. Johtosiirtojen osalta rakentamissuunnitelman laatimista ohjaa tiesuunnitelman kustannusarvio ja kustannusjakoperiaatteet. (Tien rakennussuunnitelma – toimintaohjeet, 2013)

Tiesuunnitelmassa on laadittu kolmansien osapuolien johdoista ja laitteista alustavat suunnitelmakartat kustannusarvion laatimista varten. Rakentamissuunnitelmavaiheessa kolmannet osapuolet suunnittelevat omistamansa johtojen ja laitteiden siirrot ja suojuukset. (Tien rakennussuunnitelma – toimintaohjeet, 2013)

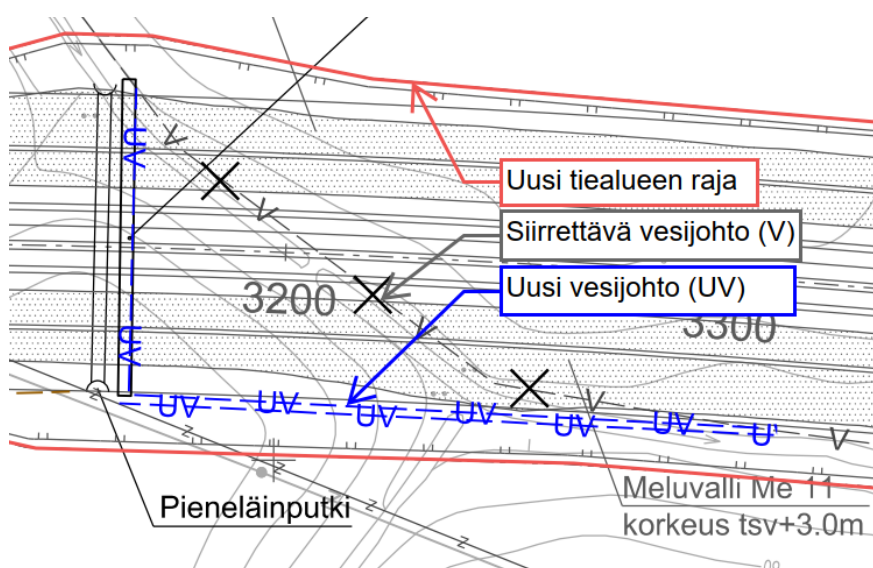
Rakentamissuunnitelmassa siirrettävien johtojen ja laitteiden suunnitteluun keskitytään perusteellisemmin muun muassa määrittämällä johdoille ja laitteille lopulliset sijainnit

yhteistyössä johdonomistajien kanssa sekä pyytämällä heiltä yksityiskohtaiset siirtosuunnitelmat, selvittämällä johdot ja laitteet, joiden siirrot on suunniteltava huomattavasti ennen siirron toteutusta sekä muut toimenpiteet kuten törmäystarkastelu, suojaetäisyydet, suojaputkivaraukset ja muut suojaukset. Vesihuollon osalta suunnitellaan mahdolliset tilapäisjärjestelyt. (Tien rakennussuunnitelma – toimintaohjeet, 2013)

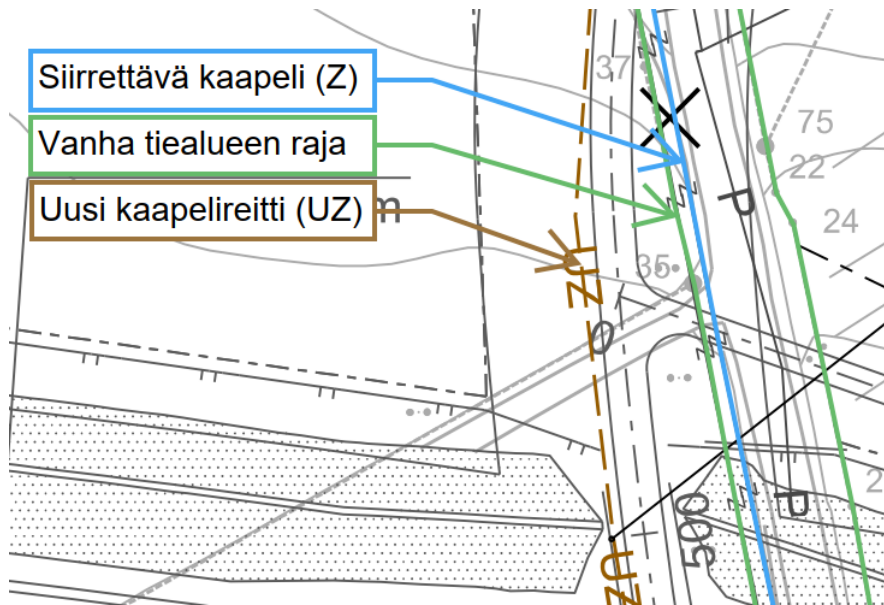
#### 4.4 Kustannusjaon periaatteet

Kustannusvastuun pääperiaatteita ohjaa maantielaki. Maantielaisissa maantiehen kuuluvaksi on määritelty ajorata pientareineen ja muut liikenteen käyttöön tarvittavat alueet, kuten jalkakäytävä ja pyörätie, erikoiskuljetustie, pysäköintipaikka tai -alue, joukkoliikennettä ja sen käyttöä palveleva alue sekä levähdys- ja kuormausalueet. Maantielain 10 pykälän mukaan valtio on vastuussa maanteiden tienpidosta ja siitä aiheutuvista kustannuksista. Tienpitoon sisältyy maantien suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito ja liikenteenhallinta. (Maantielaki 503/2005)

Johtojen ja laitteiden siirtämisestä ja suojauksesta aiheutuvat kustannukset kuuluvat ensi kädessä tienpitäjälle edellyttäen, että johdot ja laitteet on aikanaan sijoitettu tiealueen ulkopuolelle (kuva 6). Tiealueen sisäpuolelle sijoitetun johdon siirto- ja suojauskustannukset kuuluvat täten johdon tai laitteen omistajalle, ellei sijoitussopimuksessa ole sovittu toisin (kuva 7). Johtojen ja laitteiden nykykäyttöarvo otetaan huomioon siirtokustannuksia määritettäessä. (Kuntaliitto, 2010)



Kuva 6. Nykyisen tiealueen ulkopuolisen johdon siirto.



Kuva 7. Nykyisen tiealueen sisäpuolisen johdon siirto.

Mikäli johtojen ja laitteiden siirtämisestä aiheutuvat kustannukset johtuvat ratasuunnitelman toimenpiteistä, eikä johtojen omistajien kanssa olla muuta sovittu, kuuluvat ne ratasuunnitelman kustannuksiin. (Ratasuunnitelman sisältö ja esitystapa, 2022)

#### 4.5 Määräykset kaapeleiden sijoittamiselle

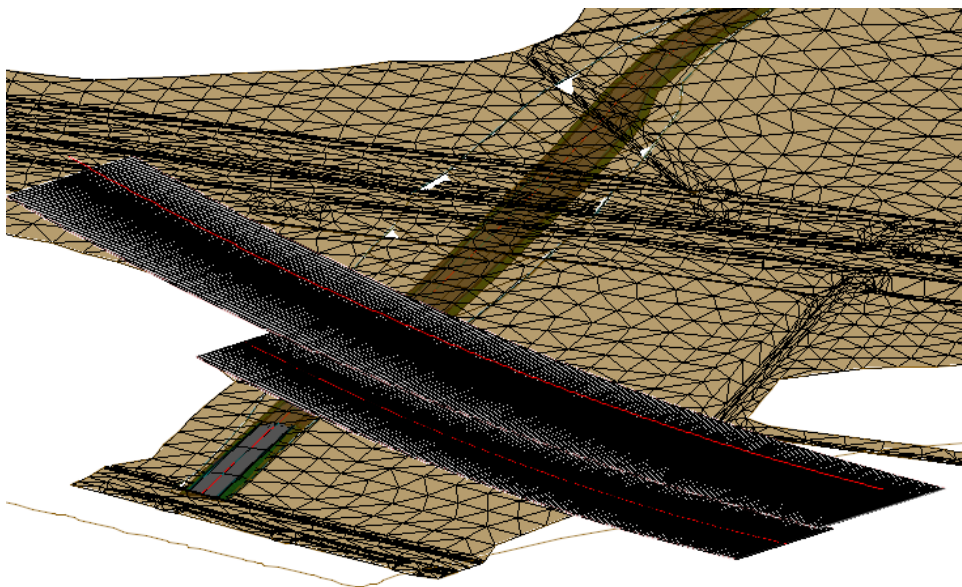
Johtojen ja laitteiden sijoittamisesta on määrätty ensisijaisesti maantielaisissa. Liikennevirasto on laatinut 12.10.2018 määräyksen johtojen ja laitteiden sijoittamisesta tiealueelle, joka antaa tarkempia määräyksiä johtojen ja laitteiden sijoittamisesta ja suojaamisesta tiealueella sekä työnaikaisten järjestelyiden toteuttamisesta. Määräys käsittelee muun muassa johtojen ja laitteiden sijoittamista loiva- ja jyrkkäluiskaisille teille, asennussyvyys- ja suojaus- sekä alituspaikan valintaan vaikuttavia tekijöitä. (Liikennevirasto, 2018)

#### 4.6 Johtojen mallinnus

Infran tietomallilla tarkoitetaan digitaalisessa muodossa olevaa infrakohteen kolmiulotteista kuvausta ominaisuustietoineen. Inframallin olennaisia osia ovat esimerkiksi kaava-aineistot ja ympäristöaineistot. Inframallin avulla pystytään kuvaamaan suunnittelukohtetta kolmiulotteisessa ympäristössä ja tarkastelemaan maan alle jääviä rakenteita. Mallipohjainen rakentaminen mahdollistaa sen, että ihmisten lisäksi myös

koneohjausjärjestelmin varustellut työkoneet pystyvät tulkitsemaan mallia ja saavat sieltä olennaista tietoa kohteen toteuttamiseksi. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje, 2017)

Johtosiirtoja toteutettaessa tietomallinnusta voidaan käyttää esimerkiksi voimalinjojen suojaetäisyyksien tarkasteluun kolmiulotteisessa ympäristössä (kuva 8). Mallintamisen avulla risteävien johtojen törmäystarkastelu on myös helpompaa. Olemassa olevien maanalaisten johtojen ja putkien mallintaminen on haastavampaa, koska niistä on harvemmin saatavilla realistista korkeustietoa. Johtoja mallinnettaessa on tärkeää välittää tietoa mallinnustarkkuudesta esimerkiksi lähtötietoselostuksessa. Mallinnuksessa noudatetaan Yleisiä inframallivaatimuksia YIV ja Tie- ja ratahankkeiden inframalliohjetta. (Henkilökohtainen tiedonanto, Finnmap Infra Oy, 5.5.2022)



Kuva 8. Voimalinjojen suojaetäisyyksien mallintamista.

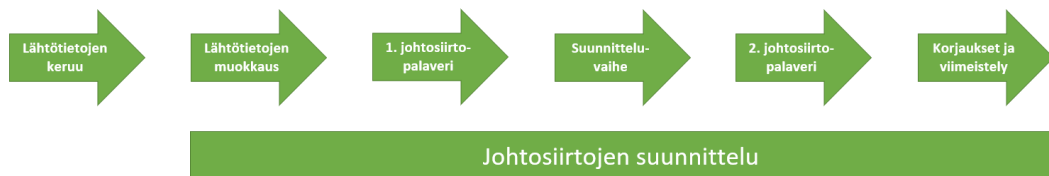
## 5 JOHTOSIIRTOJEN SUUNNITTELUPROSESSI

### 5.1 Nykytilanteen selvitys

Prosessikaavion ja suunnitteluohjeen laatiminen käynnistettiin selvittämällä yrityksen nykytilanne johtosiirtojen suunnittelussa käyttämällä apuna google forms -kyselyä sekä yksilö- että ryhmähaastatteluita. Lähtötietojen selvittämiseksi haastateltiin kahdeksaa eri työtehtävän, taustan ja kokemuksen omaavaa konsulttia.

### 5.2 Prosessikaavio

Johtosiirtoprosessin hahmottamiseksi tehtiin prosessikaavio, jossa kuvataan kaikki johtosiirtoprosessin olennaisimmat toimenpiteet järjestyksessä (kuvio 1).



Kuvio 1. Johtosiirtojen suunnittelun pääprosessit.

### 5.3 Suunnitteluprosessin kulku

#### 5.3.1 Raaka-aineen keruu

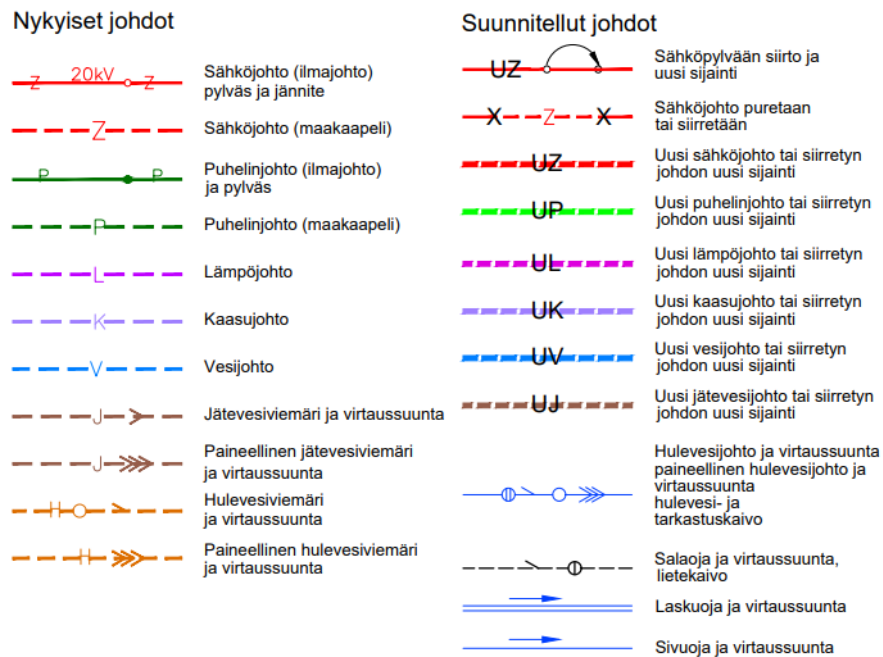
Johtosiirtojen suunnitteluprosessi aloitetaan suunnittelualueen rajauksella, jonka määrittelee tavallisesti väyläsuunnittelija perustuen koko hankkeen suunnittelualueen rajaukseen. Suunnittelualueen rajausta kannattaa tehdä siten, että johtotietoja saadaan huomattavasti laajemmalla alueella kuin on tarpeen. Tällä tavalla tietoja ei tarvitse hakea uudelleen, jos hankkeen edetessä tilaajalta tulee mahdollisia lisätyöehtotuksia suunnitelmien laajentamiseksi, eikä alueelta jää tahattomasti puuttumaan suunnittelukohteen kannalta kriittisiä johtoja ja laitteita.

Aluerajauksen jälkeen suunnittelija selvittää alueen kaikki toimijat. Sähkö- ja telekaapelikarttoja hakiessa kannattaa aloittaa Johtotietopalvelusta, sillä Johtotieto mainitsee raportissaan kaikki alueen muut toimijat. Kunnallistekniikasta vastaa yleensä alueen oma vesilaitos sekä mahdolliset vesiosuuskunnat, joiden yhteyshenkilöt saadaan vesilaitokselta. Muut alueen johdot ja laitteet, kuten maakaasu ja -lämpö sekä puolustusvoimien johdot selvitetään erikseen. Raaka-aine tulee pyytää johdonmistajilta joko dwg- tai dgn-muodossa.

### 5.3.2 Raaka-aineen muokkaus lähtötiedoksi

Raaka-aineen keräämisen jälkeen tiedostot käsitellään siten, että ne soveltuvat yritykselle lähtötietoaineistoksi. Aineistojen muokkaus aloitetaan muuttamalla johdonmistajalta saatu raaka-aine oikeaan koordinaatistoon. Johdonmistajilla on usein käytössään eurooppalaiseen koordinaatistoon perustuva ETRS89-TM35FIN –tasokoordinaatisto. Väyläviraston ja ELY -keskuksen hankkeissa on käytössä ETRS-GK-tasokoordinaatisto. Koordinaatistomuunnokset tehdään 3D-win ohjelmalla.

Koordinaattimuunnoksen jälkeen aineistoa jatkojalostetaan karsimalla aineistoista tuplapisteet ja –viivat, sekä muokataan viivatyyliä ja värejä oikeiksi asettamalla viivat oikeille tasoille. Värien käytöstä ei olla säädetty Väyläviraston ohjeissa, mutta kirkkaat värit erottuvat kartalla hyvin. Väriä valittaessa voidaan käyttää esimerkiksi johdonmistajalle tunnusomaisia värejä, kuten Elisalle sinistä tai Telialle lilaa. Nykyisten sekä siirrettävien joih-tojen ja laitteiden viivatyyliä löytyvät väyläviraston tiesuunnitelman sisältö ja esitystapa-ohjeesta (kuva 9). Muokkauksen jälkeen lähtötieto tallennetaan johdonmistajittain omiin tiedostoihinsa.



Kuva 9. Merkintöjen esitystapa. (Tiesuunnitelman sisältö ja esitystapa, 2022)

Aineiston muokkauksen jälkeen aineistot kootaan johtotyyppin mukaan koontiedostoihin, esimerkiksi kaikkien tele- ja sähköoperaattoreiden kaapelit omiinsa. Ensimmäistä johtosiirtopalaveria varten kannattaa tehdä alustava esitys johtosiirroista. Johtosiirtokartan ei tarvitse olla valmis, mutta kartalla kannattaa esittää kaikki suunnittelijan tiedossa olevat nykyiset johdot, luonnos väyläsuunnitelmasta tiealueen rajoineen sekä pohjakartta.

### 5.3.3 Ensimmäinen johtosiirtopalaveri

Johtojen ja laitteiden sijaintitiedot eivät aina ole täysin ajan tasalla, joten tiedot kannattaa varmistaa johdonomistajilta ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista. Suunnittelukoh-teissa, jossa operaattoreita on lukuisia, kannattaa järjestää johtosiirtopalaveri. Pienemmissä kohteissa palaveria ei välttämättä tarvitse järjestää, vaan johtotiedot voidaan varmistaa johdonomistajilta esimerkiksi kahden välisin keskusteluin. Keskustelut tulee aina dokumentoida. Mikäli aineistot eivät ole ajan tasalla, pyydetään johdonomistajia toimit-tamaan päivitettyt aineistot suunnittelijalle. Aineistoille suoritetaan kohdan 5.3.2 toimen-piteet.

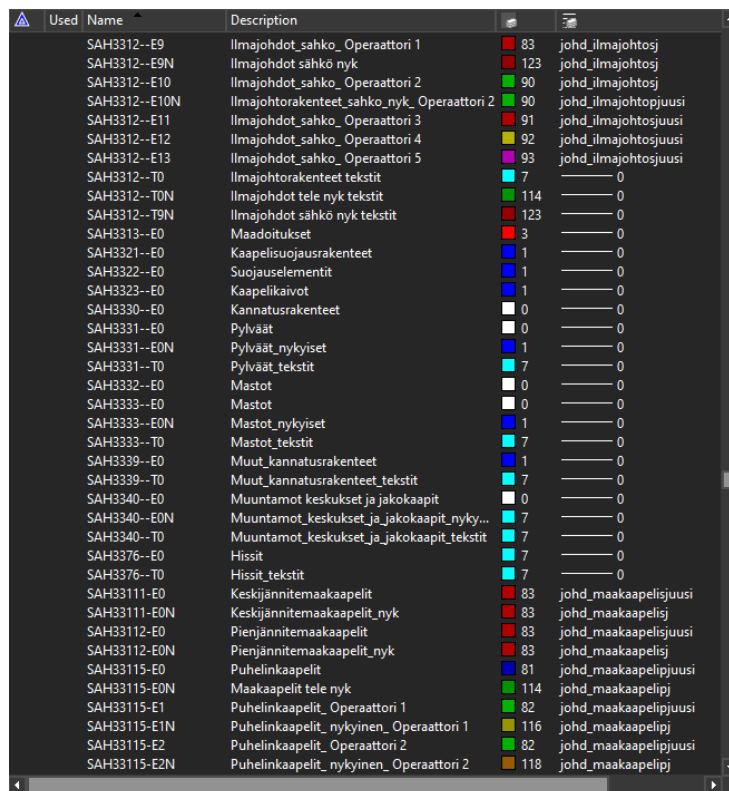
Tässä vaiheessa johtosiirtoprosessia kannattaa kysyä johdonomistajilta alueen tulevista hankkeista sekä niihin liittyvistä mahdollisista suoja-putkivarausten tarpeesta, jotta ne

voidaan huomioida suunnittelussa mahdollisimman kaukokatseisesti. Siirtojen suunnittelun helpottamiseksi operaattoreiden yhteisten johtokaivojen sijainnit kannattaa selvittää. Palaverissa voidaan myös esittää alustavia siirtoehdotuksia.

### 5.3.4 Suunnitteluvaihe

Edeltävät vaiheet luovat vankan pohjan johtosiirtojen suunnittelulle. Suunnitteluvaiheessa johdonomistajien lähtötiedot tuodaan kartalle yhdessä maastomallin sekä suunnitelmakartan kanssa. Maastomalliin on tavanomaisesti merkattu voimalinjojen sijainti sekä ilmajohtojen pylvää, jotka usein puuttuvat johdonomistajien aineistoista.

Aineistot kootaan yhteen tiedostoon, jonka avulla hahmotetaan alueella suoritettavat toimenpiteet ja niistä mahdollisesti aiheutuvat johtojen siirrot. Johtosiirrot merkitään kartalle uusimman väyläviraston esitystapaohjeen mukaisesti (kuva 9). OpenRoads -ohjelmassa eri operaattoreiden johdot ja laitteet siirretään omille tasoilleen, johon voidaan määrätä oikea viivatyyli ja väri (kuva 10).



Used	Name	Description		
SAH3312--E9	Ilmajohdot_sahko_Operaattori 1		83	johd_ilmajohtosj
SAH3312--E9N	Ilmajohdot_sahko_nyk		123	johd_ilmajohtosj
SAH3312--E10	Ilmajohdot_sahko_Operaattori 2		90	johd_ilmajohtosj
SAH3312--E10N	Ilmajohdot_sahko_nyk_Operaattori 2		90	johd_ilmajohtosjuusi
SAH3312--E11	Ilmajohdot_sahko_Operaattori 3		91	johd_ilmajohtosjuusi
SAH3312--E12	Ilmajohdot_sahko_Operaattori 4		92	johd_ilmajohtosjuusi
SAH3312--E13	Ilmajohdot_sahko_Operaattori 5		93	johd_ilmajohtosjuusi
SAH3312--T0	Ilmajohdot_tekstit		7	0
SAH3312--TON	Ilmajohdot_tele_nyk_tekstit		114	0
SAH3312--T9N	Ilmajohdot_sahko_nyk_tekstit		123	0
SAH3313--E0	Maadoitukset		3	0
SAH3321--E0	Kaapelisuojusrakenteet		1	0
SAH3322--E0	Suojauselementit		1	0
SAH3323--E0	Kaapelikaivot		1	0
SAH3330--E0	Kannatusrakenteet		0	0
SAH3331--E0	Pylväät		0	0
SAH3331--E0N	Pylväät_nykyiset		1	0
SAH3331--T0	Pylväät_tekstit		7	0
SAH3332--E0	Mastot		0	0
SAH3333--E0	Mastot		0	0
SAH3333--E0N	Mastot_nykyiset		1	0
SAH3333--T0	Mastot_tekstit		7	0
SAH3339--E0	Muut_kannatusrakenteet		1	0
SAH3339--T0	Muut_kannatusrakenteet_tekstit		7	0
SAH3340--E0	Muuntamot_keskukset_ja_jakokaapit		0	0
SAH3340--E0N	Muuntamot_keskukset_ja_jakokaapit_nyky...		7	0
SAH3340--T0	Muuntamot_keskukset_ja_jakokaapit_tekstit		7	0
SAH3376--E0	Hissit		7	0
SAH3376--T0	Hissit_tekstit		7	0
SAH33111-E0	Keskijännitemaakaapelit		83	johd_maakaapelisjuusi
SAH33111-E0N	Keskijännitemaakaapelit_nyk		83	johd_maakaapelisj
SAH33112-E0	Pienjännitemaakaapelit		83	johd_maakaapelisjuusi
SAH33112-E0N	Pienjännitemaakaapelit_nyk		83	johd_maakaapelisj
SAH33115-E0	Puhelinkaapelit		81	johd_maakaapelipjuusi
SAH33115-E0N	Maakaapelit_tele_nyk		114	johd_maakaapelipj
SAH33115-E1	Puhelinkaapelit_Operaattori 1		82	johd_maakaapelipjuusi
SAH33115-E1N	Puhelinkaapelit_nykyinen_Operaattori 1		116	johd_maakaapelipj
SAH33115-E2	Puhelinkaapelit_Operaattori 2		82	johd_maakaapelipjuusi
SAH33115-E2N	Puhelinkaapelit_nykyinen_Operaattori 2		118	johd_maakaapelipj

Kuva 10. Tasokirjasto OpenRoads -ohjelmassa.

### 5.3.5 Toinen johtosiirtopalaveri

Johtosiirtosuunnitelman valmistuttua kutsutaan alueella toimivat johtojen- ja laitteiden omistajat sekä tilaajan edustaja varsinaiseen johtosiirtopalaveriin, jonka tarkoituksena on käydä suunnittelualueen toimenpiteet yksitellen läpi. Johtosiirtopalaverissa suunnittelija esittelee johtosiirrot kartalla. Johtosiirtopalaverista tehdään pöytäkirja, johon kirjaetaan osallistujat sekä palaverin aikana esiin nousseet huomiot ja korjaukset. Palaverin päätteeksi sovitaan jatkotoimenpiteistä.

### 5.3.6 Suunnitelman viimeistely

Johtosiirtopalaverin jälkeen prosessi viimeistellään päivittämällä johtosiirtopalaverissa havaitut mahdolliset puutteet ja korjaukset johtosiirtokartalle. Tiesuunnitelmavaiheessa johdonomistajille lähetetään johtosiirroista kustannusarvio täytettäväksi (liite 2), jonka jälkeen kustannukset syötetään kustannuslaskentaohjelmaan. Rakentamissuunnitelma-vaiheessa johtokarttojen valmistuttua tehdään toimenpideluettelo ja suojaputkiluettelo. Toimenpideluettelossa mainitaan siirrettävän johdon sijainti, pituus, tehtävä toimenpide sekä siirron numero. Suojaputkiluettelossa eritellään suojaukset operaattoreittain.

## 5.4 Suunnitteluohje

Samanaikaisesti tämän työn kanssa on laadittu prosessikaavio, suunnitteluohje sekä kustannusarviolomake tilaajan käyttöön.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä tutustuttiin johtoverkkoihin sekä niiden sijoittamista ja suunnittelua ohjaavaan lainsäädäntöön. Lisäksi perehdyttiin itse johtosiirtoihin sekä tie- ja ratasuunnitelman sekä rakentamissuunnitelman aikana tehtäviin toimenpiteisiin johtosiirtojen osalta. Työssä ei otettu kantaa toteutuksen aikaisiin menetelmiin ja toimintatapoihin.

Johtosiirrot ovat infrarakentamisen kokonaiskuvassa suhteellisen pieni mutta erittäin tärkeä prosessi johtojen suuresta määrästä sekä useasta operaattorista johtuen. Siirroista ei ole olemassa yhtä tiettyä suunnittelua ohjaavaa selostusta, vaan tietoa löytyy pääsääntöisesti Väyläviraston sivuilta mittavasta ohjeluellostasta. Ohjeita on useita, joten oikean tiedon löytäminen vie runsaasti aikaa itse suunnittelulta.

Opinnäytetyön ja sen ohessa valmistuneen ohjeen tarkoituksena oli tarkastella johtosiirtojen suunnittelun aikana tehtäviä toimenpiteitä ja selkeyttää niitä suunnittelijalle siten, että niiden suorittaminen olisi mahdollisimman suoraviivaista ja yksiselitteistä. Opinnäytetyötä varten käytiin useita keskusteluita prosessin eri vaiheista ja niihin liittyvistä parantamishdotuksista yrityksen toimihenkilöiden kanssa, joiden avulla pystyttiin muodostamaan kattava kokonaisuus johtosiirtoprosessista, ja siitä miten ohjetta lähdetään rakentamaan.

Ohjeen rakennetta pohjustamaan tehtiin prosessikaavio. Prosessikaaviossa on kuvailtu johtosiirtojen kuusi pääprosessia, joiden alle on eritelty työvaiheet siinä järjestyksessä, missä ne tavanomaisesti tehdään.

Samanaikaisesti tämän työn kanssa laadittiin suunnittelijoiden käyttöön yleisohje johtosiirtojen suunnittelua koskien sekä kustannusarviopohja johdonomistajille lähetettäväksi, jonka tarkoituksena on helpottaa kustannusten selvittämistä prosessin aikana. Ohjeessa käydään suunnitteluprosessi vaiheittain läpi, ja syvennytään suunnittelun tekniseen puoleen tuomalla esiin yleisiä ongelmia korjauksineen. Ohjetta on tarkoitus päivittää tarpeen mukaan, sillä tietoteknisten järjestelmien päivittyessä uusien haasteiden ja ratkaisumallien ilmaantuminen on enemmän kuin todennäköistä. Useamman suunnittelijan työskennellessä johtosiirtojen parissa voidaan paikantaa mahdollisia ongelmakohtia, ja palautteen avulla ohjetta voidaan pitää ajan tasalla.

## LÄHTEET

Energiahuolto 2022. Infrakuntoon.fi. Viitattu 19.03.2022. <http://www.infrakuntoon.fi/index.php?id=19>

Hulevesien luonnonmukainen käsittely 2019. Vesi.fi. Viitattu 04.04.2022. <https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-luonnonmukainen-kasittely/>

Kaasun siirtoverkosto 2022. Gasgrid Oy. Viitattu 10.04.2022. <https://gasgrid.fi/kaasuverkosto/kaasun-siirtoverkosto/>

Kaukolämpö ja jäähdytys 2022. Energiamaailma. <https://energiamaailma.fi/energiasta/energian-tuotanto/kaukolampo-ja-jaahdytys/>

Kaukolämpöverkkoja yli 15000 km 2022. Energiateollisuus ry. Viitattu 18.03.2022. <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/kaukolampoverkot>

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös maakaasunasetuksen soveltamisesta (1059/1993)

Kunnan ja valtion kustannusvastuun periaatteet maantien pidossa 2010. Ladattavissa kuntaliitto.fi. Viitattu 20.04.2022. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2010/1368-kunnan-ja-valtion-kustannus-vastuun-periaatteet-maantien-pidossa>

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005)

Liikenneviraston ohjeita 2018. Sähkö- ja telejohdot ja maantiet. Viitattu 04.02.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-03\\_sahko\\_telejohdot\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-03_sahko_telejohdot_web.pdf)

Liikenneviraston ohjeita 2013. Tien rakennussuunnitelma toimintaohjeet. Viitattu 13.03.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-45\\_tien\\_rakennussuunnitelma\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-45_tien_rakennussuunnitelma_web.pdf)

Liikenneviraston ohjeita 2018. Vesihuoltoverkostot ja maantiet. Viitattu 01.03.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-06\\_vesihuoltoverkostot\\_maantiet\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-06_vesihuoltoverkostot_maantiet_web.pdf)

Liikenneviraston ohjeita 2016. Väylävirasto.fi. Viitattu 02.03.2022 [https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/ohje\\_2016\\_lupamenettely\\_sijoitettaessa\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/ohje_2016_lupamenettely_sijoitettaessa_web.pdf)

Liikenne ja viestintäministeriön julkaisuja 2009. Toimintavarmojen televerkkojen tarjonnan edistäminen. Viitattu 02.04.2022. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78263/Julkaisuja\\_26-2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78263/Julkaisuja_26-2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Maakaasumarkkinalaki (508/2000)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)

Maantielaki (503/2005)

Määräys johtojen ja laitteiden sijoittamisesta tiealueelle 2018. Viitattu 25.04.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lm\\_2018\\_tiealueen\\_johdot\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lm_2018_tiealueen_johdot_web.pdf)

Paineviemärointi 2019. Kokemäen vesihuolto. Viitattu 20.04.2022. <https://www.kokemaenvesihuolto.fi/viemari/paineviemarointi/>

Ratasuunnitelma – sisältö ja esitystapa 2022. Viitattu 24.04.2022. [https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2019-03\\_ratasuunnitelma\\_sisalto\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2019-03_ratasuunnitelma_sisalto_web.pdf)

RIL 237-1-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, perusteet ja toiminnallisuus. 2010. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Sähkönsiirto ja -jakelu 2021. Säteilyturvakeskus. Viitattu 24.04.2022. <https://www.stuk.fi/aiheet/sahkonsiirto-ja-voimajohdot/sahkonsiirto-ja-jakelu>

Sähkömarkkinalaki (588/2013)

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016)

Sähköverkkojen rakenne 2022. Energiateollisuus ry. Viitattu 18.03.2022. <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/sahkoverkot>

Sähköverkkoyhtiöt 2022. Energiateollisuus ry. Viitattu 18.03.2022. <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/sahkoverkot/sahkoverkkoyhtiot>

Tiehallinnon ohjeita 2009. Maakaasuputket ja maantiet. Viitattu 05.05.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100064-v-maakaasuputket\\_ja\\_maantiet.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100064-v-maakaasuputket_ja_maantiet.pdf)

Tiehallinnon ohjeita 2009. Telekaapelit ja maantiet. Viitattu 04.02.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2000026-v-09\\_telekaapelit\\_ja\\_maantiet\\_2009.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2000026-v-09_telekaapelit_ja_maantiet_2009.pdf)

Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta (551/2009)

Vesihuollon investointitarpeet vuoteen 2040. Vesilaitosyhdistys. Viitattu 18.03.2022. [https://www.vvy.fi/site/assets/files/5239/vesihuollon\\_investointitarpeet\\_vvy\\_10092020\\_final.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/5239/vesihuollon_investointitarpeet_vvy_10092020_final.pdf)

Vesihuoltolaki (119/2001)

Vesilaki (587/2011)

Viestintämarkkinalaki (393/2003)

Väyläviraston ohjeita 2020. Kaukolämpöjohdot ja maantiet. Viitattu 17.02.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-54\\_kaukolampojohtot\\_maantiet\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-54_kaukolampojohtot_maantiet_web.pdf)

Väyläviraston ohjeita 2022. Tiesuunnitelma toimintaohjeet. Viitattu 08.04.2022. [https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2022-7\\_tiesuunnitelma\\_toimintaohjeet\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-7_tiesuunnitelma_toimintaohjeet_web.pdf)

Väyläviraston ohjeita 2022. Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat – sisältö ja esitystapa. Viitattu 03.03.2022. [https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2022-6\\_tiesuunnitelmavaiheen\\_sisalto\\_esitystapa\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-6_tiesuunnitelmavaiheen_sisalto_esitystapa_web.pdf)

Väyläviraston ohjeita 2021. Väylähankkeiden kustannushallinta. Viitattu 01.04.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2021-39\\_vaylahankkeiden\\_kustannushallinta\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-39_vaylahankkeiden_kustannushallinta_web.pdf)

Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella 2004. Viitattu 24.04.2022. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rhk\\_b13\\_yleisohje\\_johdoista\\_kaapeleista.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rhk_b13_yleisohje_johdoista_kaapeleista.pdf)

Ympäristönsuojelulaki (527/2014)

# Liite 1: Prosessikaavio

