

Jukka Tuomola

**LÄHTÖTIETOJEN VAIKUTUKSET  
PUTKI- JA JOHTOSIIRTOJEN  
ONNISTUMISEEN**

Kandidaatintyö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Toukokuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Jukka Tuomola: Lähtötietojen vaikutukset putki- ja johtosiirtojen onnistumiseen  
(The effects of source data on pipeline and wire transfer work)  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  
Tampereen yliopisto  
Kandidaatintyö  
Toukokuu 2020

---

Kun rakennetaan uutta infraa kaupunkialueille, tulee nykyään yhä useammin tarpeeseen siirtää kadun alla sijaitsevia kunnallisteknisiä putkia, johtoja ja kaapeleita. Kunnallisteknisiä verkostoja pitkin kulkevat muun muassa talous-, jäte- ja hulevesi, internet- ja puhelinyhteydet sekä sähkö, lämpö ja kaasu. Verkostot ovat välttämättömiä päivittäisessä toiminnassa ja minkä tahansa verkoston katkeaminen aiheuttaisi jonkin asteista haittaa alueen ihmisille. Putki- ja johtosiirrot pitää siis toteuttaa niin, ettei siirron aikana tapahdu suuria häiriötilanteita. Tämä on yksi syy, miksi kunnallisteknisten putkien, johtojen ja kaapeleiden siirtäminen on suuri haaste infrarakentamisessa. Haastavuutta lisäävät myös eri putkien etäisyysvaatimukset, lähtö- ja kohdetietojen puutteet sekä ahtaat katutilat.

Koska maan alla olevia rakenteita ei nähdä ennen maan auki kaivuuta, ovat sijaintitiedot rakennettavan alueen nykyisistä putkista, johdoista ja kaapeleista tarpeen siirtojen suunnittelussa. Putkien sijaintitietojen lisäksi suunnitteluun tarvitaan myös monia muita lähtötietoja, kuten kaavarajat, maaperän laatu ja kalliopinnan sijainti. Tutkimuksessa tarkastellaankin, millaisia vaikutuksia lähtötiedoilla on putki- ja johtosiirtojen onnistumiselle. Lisäksi tutkimuksessa tarkastellaan, mitkä asiat vaikuttavat lähtötietojen laatuun ja saantiin sekä millaisessa muodossa ja tarkkuudessa lähtötiedot ovat saatavissa.

Kirjallisuustutkimusosassa tarkastellaan kadun alla kulkevien putkien, johtojen ja kaapeleiden sijoittamista, rakentamista ja omistajuutta. Haastattelujen avulla kootaan kokemuksia ja mietteitä putki- ja johtosiirtojen lähtötietojen vaikutuksesta hankkeiden. Putki- ja johtosiirtojen lähtötietojen vaikutuksiin perehdytään myös case-tapauksen avulla.

Tutkimus osoitti lähtötietojen kattavuuden ja luotettavuuden olevan merkittävä tekijä putki- ja johtosiirtojen suunnittelun onnistumiseen. Hyvät lähtötiedot tuovat suunnittelulle varmuutta ja nopeuttavat suunnittelua. Tarkat ja yksityiskohtaiset suunnitelmat taas nopeuttavat ja helpottavat rakentamisvaihetta, eikä työtä jouduta keskeyttämään esimerkiksi maasta löytyneen tuntemattoman rakenteen seurauksena. Sijaintitietojen huono laatu ja saatavuus johtuu yleisesti siitä, ettei vanhoja johtoja ole tarkemmitattu asennusvaiheessa. Nykyään putkien sijaintitietojen merkitsemiseen kiinnitetään enemmän huomiota ja putket pyritään tarkemmitaamaan asentamisen jälkeen.

Avainsanat: Putki- ja johtosiirrot, kunnallistekniikka, lähtötiedot, katutila

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. JOHTOSIIRTOJEN SUUNNITTELUUN TARVITTAVAT TIEDOT .....	3
2.1 Katualueelle sijoitetut johdot.....	3
2.2 Putkien ja johtojen kaivannot, peitesyvyydet ja etäisyysvaatimukset ....	8
2.3 Putkien omistajat ja sijaintitiedon saanti .....	14
3. PUTKI- JA JOHTOSIIRTOJEN KULKU.....	19
3.1 Siirtoihin valmistavat toimenpiteet ja lähtötietojen tarpeet .....	19
3.2 Suunnittelu.....	22
3.3 Rakentaminen.....	22
4. HAASTATTELUT .....	24
4.1 Tutkimuksen toteutus .....	24
4.2 Tutkimuksen tulokset .....	24
4.3 Tulosten tarkastelu.....	26
5. CASE: RAIDE-JOKERI, T800-RUNKOVESIJOHDON SIIRTO.....	27
5.1 Esimerkkikohteen esittely.....	27
5.2 Siirtoon tarvittavat lähtötiedot .....	28
5.3 Ongelmat .....	29
5.4 Ratkaisut ja vaikutukset .....	31
6. YHTEENVETO.....	34
LÄHTEET .....	36

# LYHENTEET JA MERKINNÄT

MPUK	Kiinnivaahdotettu kaksiputkijohto (kaukolämpö)
2MPUK	Kiinnivaahdotettu yksiputkijohto (kaukolämpö)
DN	Nimellissuuruus, putken nimellinen halkaisija milleissä
Sijaintitieto	Ilmaisee kohteen sijainnin.
Suojaputki	Putken tai johdon ympärillä oleva suojaava rakenne
Tarkemittaus	Rakenteen todennetun sijainnin mittaus. Esimerkiksi sijainti ja korkeustiedon mittaus kaivantoon asennetusta putkesta.

## ***Materiaalit***

PE	polyeteeni (muovi)
PEH	korkeatiheksinen polyeteeni (muovi)
PVC	polyvinyylikloridi (muovi)
SG	pallografiittivalurauta
T	Teräs

## ***Materiaalien kestävyysluokat***

B	Raudoittamattoman betoniputken kestävyysluokka
Br	Raudoitetun betoniputken kestävyysluokka
Dr	Raudoitetun betoniputken kestävyysluokka (lujin)
E	Muovilaatujen kestävyysluokka
M	Muovilaatujen kestävyysluokka
T	Muovilaatujen kestävyysluokka

# 1. JOHDANTO

Rakennettaessa uutta infraa kaupunkialueille on nykyään yhä useammin otettava huomioon kadun alle rakennetut putket, johdot ja kaapelit. Niiden siirtämisessä pitää ottaa huomioon se, että kunnallistekniikan ja tietoyhteyksien pitää toimia katkeamatta eli niitä ei voida vain purkaa ja rakentaa samalla tavalla kuin esimerkiksi kadun asfaltin tai maanaineksen kohdalla toimittaisiin. Putki- ja johtosiirrot ovatkin yksi suurimmista haasteista, kun kaupunkialueille rakennetaan uutta infraa.

Putki- ja johtosiirroista erityisesti haastavan tekee se, että putkissa ja johdoissa kulkee erilaisia teknisiä palveluita, kuten vettä, jätevettä, energiaa, tele- ja tietoliikennettä. Nämä kulkevat erikokoisissa putkissa ja kuhunkin liittyy erilaisia vaatimuksia ja säädöksiä. Vaatimukset ja säädökset koskevat usein putkien etäisyyksiä joko toisiinsa, asuinrakennuksiin tai maanpintaan. Putkia ei siis voi vain sijoittaa kadun alle, vaan niiden sijainti on suunniteltava vaatimusten mukaisesti.

Olemassa olevien katujen ja puistojen alle on sijoitettu useita erityyppisiä putkia ja johtoja. Kun olemassa olevan kadun paikalle rakennetaan uusi raitiotie tai puistoon uusi asuinalue, on johdot siirrettävä uusiin kohtiin. Johdot siirretään radan ja rakennusten alta, etteivät ne rikkoutuisi rakentamisen aikana tai sen jälkeen. Lisäksi johtojen ja putkien tarkastukset ja huollot pystytään silloin tekemään keskeyttämättä raitiovaunuliikennettä ja aiheuttaen mahdollisimman vähän häiriöitä asukkaille.

Putki- ja johtosiirtoja joudutaan tekemään myös monesta muusta syystä. Johtoja ja putkia voi joutua siirtämään kadun alle tulevien uusien putkien takia, jos kaikki putket eivät enää mahtuisi katualueelle. Siirtoja voidaan joutua tekemään myös uusien vaatimusten myötä. Erityisesti kaasuputkien etäisyysvaatimukset rakennuksiin ovat tarkentuneet. Putkia ja johtoja siirtämällä parannetaan liikenne- ja kunnallistekniikan toimintavarmuutta ja vähennetään häiriötilanteita.

Tärkeässä osassa putki- ja johtosiirtoja on lähtötietojen saatavuus ja luotettavuus. Jos rakentamisen aikana maan alta löytyy yllättäviä merkitsemättömiä putkia, aiheuttaa se siirtotyöhön epätietoisuutta ja lisäkustannuksia, kun työt keskeytyvät ja merkitsemättömän putken omistajaa selvitetään. Lisäksi väärin paikkoihin merkityt putket vaativat rakentamisen kannalta ylimääräistä kaivamista.

Putkien korkeusasema on yleensä huonosti tiedossa ja se on saattanut vuosien saatossa muuttua pohjamaan painumisen takia tai syvyys maanpinnasta muuttua esimerkiksi rakennekerrosten lisäämisen takia. Korkeustietojen puutteellisuuksien vuoksi esimerkiksi johtojen ylitykset ja alitukset saattavat olla erityinen ongelma putkisiirtojen suunnittelussa. Johtosiirtoihin tarvitaan myös tietoja maaperästä ja kalliosta. Jos esimerkiksi kalliopinnan tiedot ovat virheellisiä ja tarvitaan louhintaa, tulee johtosiirroista huomattavasti kalliimpia ja hitaampia toteuttaa. Väärien lähtötietojen perusteella tehdyt suunnitelmat hidastavat hankkeen etenemistä ja aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia.

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia lähtötietojen vaikutusta putki- ja johtosiirtojen onnistumiseen. Lähtötiedoista selvitetään niiden luotettavuutta ja saatavuutta sekä niiden vaikutuksia siirtojen kustannuksiin ja aikatauluun. Tulevaisuudessa putki- ja johtosiirrot varmasti lisääntyvät, sillä kaupungeissa katujen alla on paljon tekniikkaa, jota joudutaan uusissa hankkeissa huomioimaan ja siirtämään.

Tutkimuksen tavoitteena on saada vastaus tutkimuskysymykseen: *Miten lähtötiedot vaikuttavat putki- ja johtosiirtojen onnistumiseen?* Lisäksi tavoitteena on saada vastauksia kysymyksiin: *Mitkä asiat vaikuttavat lähtötietojen laatuun ja saatavuuteen? Millaisessa muodossa sijaintitiedot ovat saatavilla?*

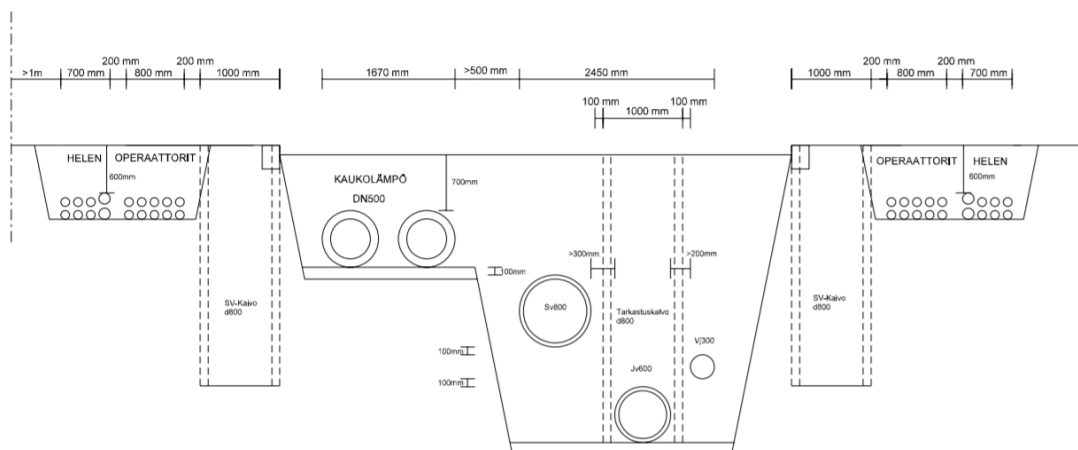
Tutkimuksessa teoriaosuudessa tarkastellaan aluksi tavanomaisia putkia ja johtoja sekä niiden sijoittamista maahan. Putkia ja johtoja tarkastellaan tyyppikohtaisesti, sillä tiedot niistä saadaan eri paikoista ja niiden sijoittamiseen liittyy erilaisia vaatimuksia. Tämän jälkeen perehdytään lähtötietojen saatavuuteen, tarkkuuksiin ja merkintöihin. Lähtötietojen vaikutuksia selvitetään haastatteluilla ja tarkastelemalla esimerkki tapauksia. Haastattelujen ja esimerkkitapauksen avulla selvitetään, mitkä tekijät niissä ovat vaikuttaneet siirtojen onnistumiseen tai epäonnistumiseen.

## 2. JOHTOSIIRTOJEN SUUNNITTELUUN TARVITAVAT TIEDOT

### 2.1 Katualueelle sijoitetut johdot

Katuja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon kadun alla kulkevat putket, johdot ja kaapelit sekä tilavaraukset verkoston laajentamista varten. Johtojen ja putkien suunnittelussa pitää ottaa huomioon tarvittavat suojaetäisyydet rakennuksiin, toisiin putkiin, puihin ja moneen muuhun katualueella olevaan rakenteeseen. Kuvassa 1 on esitetty putkien tilantarpeita kadun poikkileikkauksessa pääkadun kohdalla. (Helsingin kaupunki 2014, s. 39) Tilantarpeet vaihtelevat katuluokan ja kohteen sijainnin mukaan. Suunnittelussa on siis tärkeää noudattaa mahdollisia kohdekohtaisia suunnitteluohjeita.

PÄÄKATU 1:50



**Kuva 1.** Putkien tilantarpeet kadun poikkileikkauksessa esitettynä (Helsingin kaupunki 2014)

Kadun alla voi toisinaan olla suurempi tilantarve johdoille ja putkille kuin mitä liikenne mitoitus edellyttäisi kadun tilantarpeeksi, jolloin katualueen mitoittavaksi tekijäksi tulevatkin johdot ja putket. Tällaisia tapauksia voi olla tonttikaduilla tai raitiotiekadulla. (Helsingin kaupunki 2014, s.39)

## **Kaukolämpöverkostot**

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto. Kaukolämpöverkko kattoi vuonna 2018 170 kuntaa Suomessa. Vuoden 2018 lopussa kaukolämpöverkon pituus oli 15 140 km. Kaukolämmön polttoaineena käytetään pääasiassa biomassoja, kivihiiltä, maakaasua ja turvetta. Kaukolämpöä tuotetaan pääasiassa polttoaineesta, mutta lähes 10 % kaukolämmöstä saatiin lämmön talteenotosta. (Energiateollisuus ry 2019, s. 2–3)

Kaukolämpöverkosto kostuu siirto-, jakelu- ja liittymisjohdoista. Siirtojohdot ovat halkaisijaltaan DN100–DN800, niiden tehtävänä on siirtää kaukolämpö tuotantolaitoksilta kulutusalueelle. Jakelujohdot ovat kooltaan DN40–DN300, niiden tarkoitus on jakaa kaukolämpö kuluttajien läheisyyteen. Liittymisjohdot kuljettavat kaukolämmön yksittäisten kuluttajien käyttöön, ne ovat kooltaan yleensä DN20–DN100. (Tiehallinto & Energiateollisuus ry 2006, s. 12)

Suomessa kaukolämpöjohtojen putkijärjestelmistä selvästi yleisin on kiinnivaahdotettu putkijärjestelmä. Siinä teräksinen virtausputki ja polyeteenisuojakuori on liitetty kiinteästi yhteen niiden välissä olevalla polyuretaanieristeellä. Kiinnivaahdotettu putkijärjestelmä on joko yksiputkirakenne 2Mpuk tai kaksiputkirakenne Mpuk. Putkirakenteet on esitetty kappaleen 2.2 kuvissa 3 ja 4. Yksi- ja kaksiputkirakenteiden erona on se, että Mpuk-rakenteessa virtausputket kulkevat saman polyeteenisuojakuoren sisällä ja 2Mpuk-rakenteessa molemmat virtausputket kulkevat omissa polyeteenisuojakuorissa. Muita Suomessa käytettyjä järjestelmiä ovat esimerkiksi metalli- ja muoviputkijärjestelmät, mutta niiden käyttö Suomessa on vähäistä. (Energiateollisuus ry 2013)

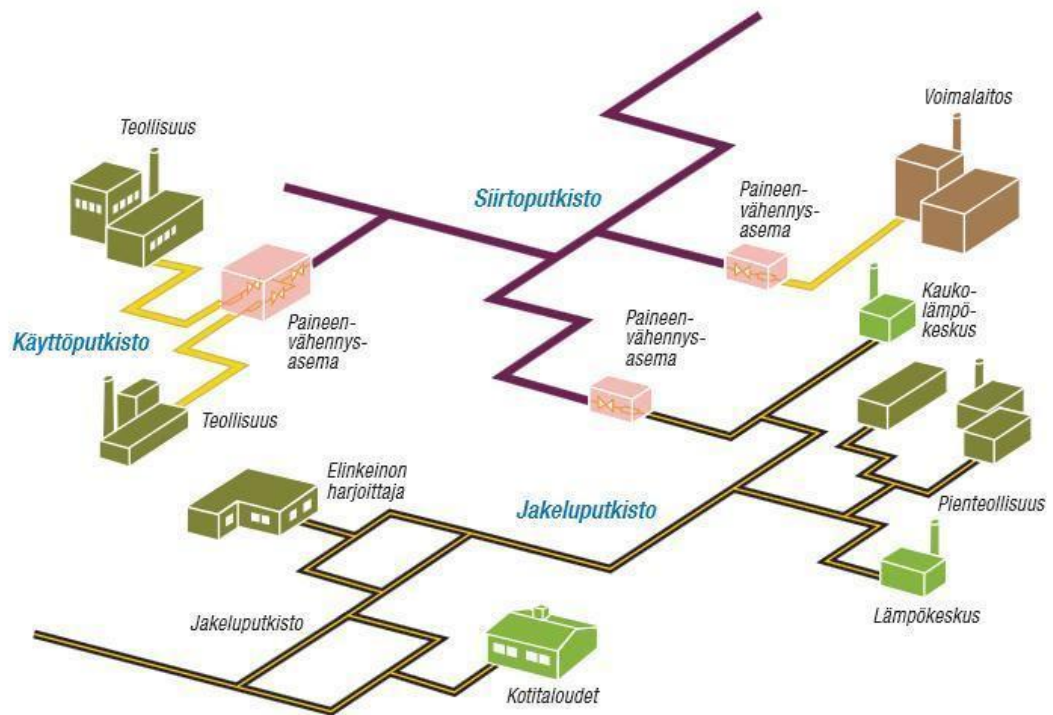
## **Maakaasuverkostot**

Suomen maakaasuverkosto ulottuu Kaakkois-Suomeen, Pirkanmaalle ja pääkaupunkiseudulle (Tiehallinto 2009, s. 12). Suomessa maakaasua käytetään erityisesti lämmityksessä ja sähköntuotannossa, mutta myös teollisuuden prosesseissa ja liikenteen polttoaineena. Maakaasu koostuu pääosin metaanista, jota syntyy maan alla biomassan hajotessa. (Suomen kaasuenergia)

Maakaasuverkosto kostuu siirto-, jakelu- ja käyttöputkistosta. Kuvassa 2 on esitetty maakaasuverkostoa jaoteltuna. Siirtoputket ovat materiaaliltaan terästä ja niiden tehtävä on siirtää maakaasua käyttöön jaettavaksi. Jakeluputkistoissa voidaan käyttää terästä tai muovia ja sen tehtävä on kuljettaa maakaasu alueelliseen kulutukseen. Käyttöputkiston tehtävä on kuljettaa maakaasua kaasulaitteelle tai muuhun käyttökohteeseen. (Suomen kaasuyhdistys 2014 s. 24) Käyttöputkiston materiaaleina käytetään terästä, kuparia tai muuta maakaasukäyttöön tarkoitettua materiaalia (VNa 551/2009). Maakaasuputkien



koot vaihtelevat materiaaleittain. Putkien tavanomaiset nimellishalkaisijat on esitetty taulukossa 1.



**Kuva 2.** Maakaasuverkoston putket ja niiden tehtävät (Suomen kaasuyhdistys 2014 s. 24)

**Taulukko 1.** Maakaasuputkien kokoluokat eri materiaaleilla (Suomen kaasuyhdistys 2014 s. 27–28)

Materiaali	Nimellishalkaisija (DN)
Teräs	<15–300<
Muovi	16–630
Kupari	6–54

### Sähköverkostot

Suomen sähköverkosto koostuu kanta-, alue- ja jakeluverkostosta. Se sisältää ilmassa pylväiden varassa kulkevat avojohdot ja maahan kaivetut eristetyt kaapelit. Sähkö siirretään voimalaitoksista ensin koko maan kattavaan kantaverkkoon, jossa sen jännite on 110, 220 tai 400 kilovoltia. Suomen kantaverkon pituus on 14 000 km. Alueverkko sisältää ne 110 kilovoltin sähköjohdot, jotka eivät kuulu kantaverkkoon, sen pituus on noin 7500 km. Jakeluverkot ovat verkkoyhtiöiden omistamia alle 110 kilovoltin sähköverkkoja, Suomessa niiden pituus on 360 000 km. (STUK 2019)

Sähkökaapelit koostuvat johtimesta, eristeestä ja vaipparakenteesta. Kaapelin johdinosa on yleensä kuparia tai alumiinia ja eristeosa on muovia. Maakaapeleihin liittyvät johtojen lisäksi myös suojaputket, -kourut, -levyt, varoitusnauhat, muuntamot ja jakokaapit. (InfraRYL 33115) Suojaputket koostuvat muovista ja ovat yleensä halkaisijaltaan 160 mm kokoisia (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 136).

### **Tele- ja viestintäverkostot**

Viestintäverkosto koostuu toisiinsa liitetyistä johtimista ja laitteista, jotka ovat tarkoitettu viestien siirtoon tai jakeluun johtimilla, radioaalloilla, optisesti tai sähkömagneettisella tavalla (VML 23.5.2003/393 1 luku 2 §). Viestintäverkosto voidaan jakaa runko-, alue- ja liityntäverkkoihin. Runkoverkko koostuu valokuidusta, sen tehtävä on kuljettaa tietoa mahdollisimman nopeasti ja luotettavasti eri asutuskeskittymien välillä. Alue- ja liityntäverkosta voidaan käyttää nimitystä paikallisverkko. Paikallisverkko koostuu kiinteistä kuparikaapeleista ja sen tehtävänä on tarjota käyttäjille erilaisia viestintäpalveluita. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2009, s. 19–20)

Tele- ja viestintälaitteisiin liittyvät kaapeleiden lisäksi suojaputket, varoitusnauhat ja -verkot ja kaapelikaivot. Suojaputket koostuvat sen sisällä olevasta kumiivisteestä ja sitä ympäröivästä muovisesta suojaputkesta. Tietoliikennekaapelisuojaputket ovat yleensä halkaisijaltaan 100 mm kokoisia (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 136). Varoitusnauhat ovat väriltään joko keltaisia tai punaisia (InfraRYL 33114 2019). Johdot päätetään tai liitetään yleensä kaapelikaivoissa, joiden halkaisija on yleensä 600–2000 mm.

### **Valaistus- ja liikennevaloverkostot**

Osa kadun alla olevista johdoista liittyvät suoraan katuun ja sen päällä oleviin laitteisiin, kuten liikennevaloihin ja valaistukseen. Liikennevalot ovat tärkeä osa risteyksien liikenteenohjauksesta varsinkin kaupunkialueilla. Katuvalot lisäävät viihtyisyyttä ja parantavat näkyvyyttä ja sitä kautta myös turvallisuutta katuympäristössä. Molemmat ovat tärkeitä kaupunkien katujen toiminnan ja turvallisuuden kannalta.

Liikennevalojärjestelmä koostuu ohjauslaitteista, ilmaisimista, pylväistä ja niiden jalustoista sekä kaapeleista ja niiden suojaputkista. Pylväiden ja niiden jalustojen on kestävä niihin kohdistuvat rasitukset, esimerkiksi kovan tuulen aiheuttama vääntömomentti, ja niiden tulee säilyttää värinsä ajan kuluessa. Ilmaisimet koostuvat ilmaisinyksiköistä, yhdyskaapeleista ja anturista. Anturi voi toimia esimerkiksi induktiosilmukalla, painona-

pilla, infrapuna-, mikroaalto-, tai radioviesti-ilmaisimella. Liikennevalolaitteet liitetään toisiinsa kaapeleilla. Kaapeleiden suojaputket ovat halkaisijaltaan vähintään 100 mm kokoisia ja väriltään vihreitä, ellei toisin määrätä. (InfraRYL 32621 2019)

Valaistus sisältää lamput, valaisimet, pylväät, perustukset, sähkönjakelulaitteet ja johtoverkon. Katuvalaistuksen pylväissä käytetään lähes pelkästään teräspylväitä ja teräsbetoniperustuksia. (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 142–143) Kaapeleiden suojaputket ovat tienalituksissa halkaisijaltaan vähintään 110 mm. Tien pituussuunnassa kulkeva kaapelisuojaputki voi olla halkaisijaltaan 75 mm kokoinen, jos sen päältä ei kulje raskasta liikennettä. (InfraRYL 32621 2019)

### **Vesihuoltoverkostot**

Vesihuoltoverkostoon kuuluvat jätevesi-, hulevesi- ja vesijohtoputkistot. Jätevesiviemäriä pitkin kuljetetaan jätevesi käsittelylaitoksiin puhdistettavaksi. Hulevedet kerätään hulevesiputkistoihin, joista ne johdetaan purkupisteisiin, esimerkiksi vesistöihin. Vesijohtoverkostoa pitkin siirretään puhdasta talousvettä kiinteistöille paineen avulla. Jäte- ja hulevettä siirretään yleensä painovoimaisesti riittävällä viettokaltevuudella. Suomessa taajamissa hulevesi- ja jätevesiverkostoa on yhteensä yli 45 000 km ja vesijohtoverkostoa on yli 90 000 km. Luvut eivät sisällä tonttijohtoja. (Liikennevirasto 2018, s. 16)

Vesijohtoverkosto koostuu päävesi-, jakeluvesi- ja tonttivesijohdoista. Päävesijohtoihin liittyy jakeluvesijohtoja ja jakeluvesijohtoihin liittyy tonttijohtoja. Tonttijohdot kuljettavat veden kuluttajien käyttöön. Suomessa vesijohtoverkoston materiaalina käytetään yleensä PVC- tai PE-muovia ja pallografiittivalurautaa (SG) ja toisinaan erityiskohteissa ja suurissa putkissa myös terästä. Putkien pitää olla vaatimusten, suunnitelma-asiakirjojen, standardien ja määräyksien mukaisia, eivätkä ne saa huonontaa veden laatua. (RIL 237-2-2010, s. 66–69)

Vesijohtoihin liittyviä laitteita ovat sulku-, ilma- ja tyhjennysventtiilit, palopostit ja mittari-kaivot. Laitteet eivät saa rikkoutua jäätyminen tai liikennekuorman vaikutuksesta ja niiden sijoituksessa pitää ottaa huomioon huoltoyhteydet. (RIL 237-2-2010, s. 67–68)

Viemäreiden sijoittamiseen vaikuttavia asioita ovat putkien pituuskaltevuudet, alueen puusto, tonttirajat ja maaperä. Jätevesiputket sijoitetaan yhteiskaivannoissa yleensä alimmaisiksi talousveden saastumisriskin pienentämiseksi huoltotöiden ja putkirikkojen yhteydessä. Lisäksi yleensä kiinteistöjen kellaritaso määrää jätevesiputken korkeuden melko alas. (RIL 237-2-2010, s. 100–102)

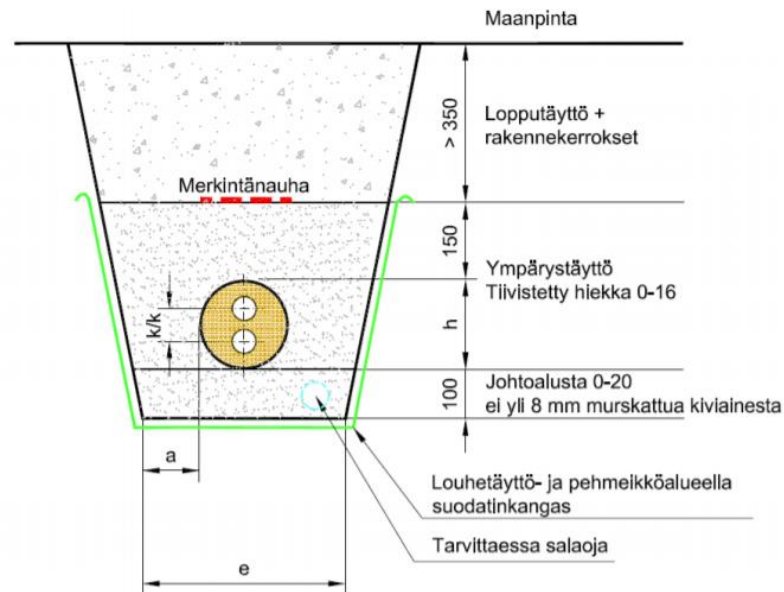
Viemärien materiaalina käytetään yleensä betonia tai muovia. Betoniputket voivat olla raudoitettuja tai raudoittamattomia ja niiden kestävyysluokkia ovat B, Br ja Dr. Muoviputkien kestävyysluokat ovat M-, T- ja E-luokat. Muovilaatuna käytetään yleensä PVC- ja PEH-muoveja. Betoniputket tiivistetään yleensä esiasennetulla kumitiivisteellä ja muoviputket kumitiivisteellä tai hitsausliitoksella. Sadevesiviemärit ovat kooltaan vähintään 300 mm, mutta niihin liittyvät yhdysputket voivat olla kooltaan 225 mm tai 200 mm. (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 123)

Sadevesiviemäriin liittyvät olennaisesti myös tarkastus- ja sadevesikaivot. Kaivojen kautta suoritetaan putkien tarkastus-, huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet. Tarkastuskaiivot ovat materiaaliltaan yleensä betonia tai muovia ja ovat halkaisijaltaan 800 mm tai 1 000 mm. Sadevesikaivot ovat materiaaliltaan yleensä muovia tai betonia ja halkaisijaltaan 800 mm. Sadevesikaivot varustetaan yleensä valurautaisilla säädettävillä rutiläkan-silla. (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 124)

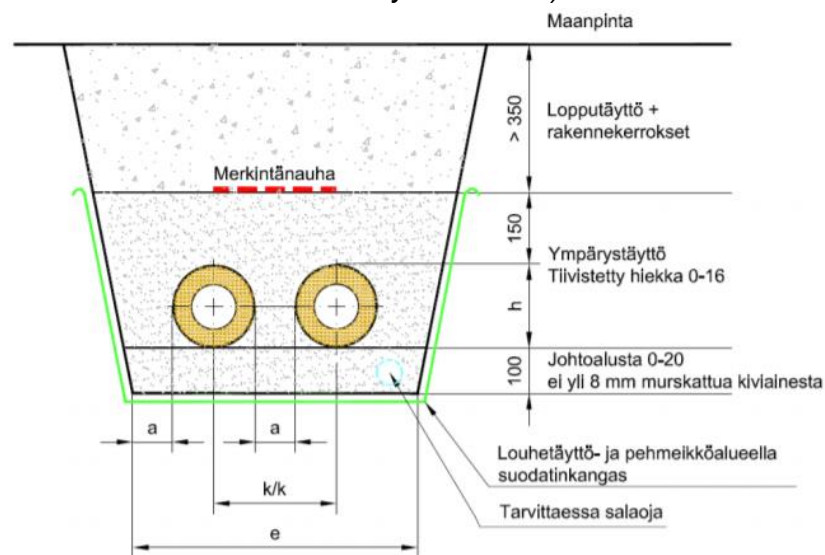
## **2.2 Putkien ja johtojen kaivannot, peitesyvyydet ja etäisyysvaatimukset**

### **Kaukolämpöverkostot**

Kaukolämpöjohdot asennetaan yleensä 100 mm johtoalustan päälle. Johtoalustan materiaalina käytetään 0–20 mm soraa. Saumaustyöt ja lämpölaajenemiset otetaan huomioon kaukolämpöputkien kaivannoissa varaamalla putkien ympärille vapaata tilaa. Johtojen liitos-, tasaus-, kulma- ja haaroituskohdissa vapaata tilaa pitää olla vähintään 200 mm. Putkien ympärystäytössä käytetään 0–16 mm luonnonhiekkaa ja täyttö ulotetaan vähintään 150 mm putken suojakuoren yläpinnan yläpuolelle. (Energiateollisuus ry 2013 s. 22) Kuvissa 3 ja 4 on esitetty kaukolämpöputkien kaivannon poikkileikkaus Mpuk ja 2Mpuk-rakenteissa. Kuvissa esiintyvät putkikaivannon mitat vaihtelevat putkikoon mukaan.



**Kuva 3.** Mpu-johtokaivannon poikkileikkauksen tyyppiirustus. (Energiateollisuus ry 2013 s. 46)



**Kuva 4.** 2Mpu-johtokaivannon poikkileikkauksen tyyppiirustus. (Energiateollisuus ry 2013 s. 45)

Kaukolämpöjohdot sijoitetaan yleensä kadun, jalkakäytävien tai kevyenliikenteen väylien alle 0,5–1,0 metrin syvyyteen (Liikenne- ja viestintäministeriö 2015). Kaukolämpöjohdon vähimmäispeitesyvyys riippuu putken koosta. Pääkaupunkiseudulla alle DN300 kokoisten putkien peitesyvyys on vähintään 0,7 metriä. Yli DN300 kokoisilla johdoilla peitesyvyys on vähintään 0,8 metriä. Vaakasuntainen etäisyys muista putkista pitää olla vähintään 0,3 metriä. Vesijohdoista ja viemäreistä etäisyyden pitää olla vähintään 0,5 metriä. (Helsingin kaupunki 2014, s. 40)

## Maakaasuverkostot

Maakaasuputkikaivannon täytyy olla riittävän leveä, että putki pystytään laskemaan paikoilleen rikkomatta sen pinnoitetta. Kooltaan alle DN500 putkille kaivannon leveyden pitää olla vähintään 400 mm putken halkaisijaa leveämpi ja yli DN500 putkille kaivannon leveyden pitää olla 600 mm putken halkaisijaa leveämpi. (VNa 551/2009)

Putki voidaan asentaa suoraan perusmaan varaan tai asennusalustalle. Perusmaalle asennettaessa pitää varmistaa perusmaan kivettömyys 150 mm syvyyteen kaivannon pohjasta. Asennusalustan tulee olla vähintään 150 mm paksu. Sen materiaalina käytetään kivetöntä kitkamaata, hiekkaa tai mursketta, jonka raekoko on 0–20 mm. Putken asentamisen jälkeen putken ympärille tehdään alkutäyttö, joka ulottuu vähintään 300 mm putken laen yläpuolelle ja vähintään 200 mm putken sivuille. Alkutäytön materiaalina käytetään kivetöntä kaivumaata tai mursketta, jonka raekoko on 0–20 mm. Lopuksi kaivanto täytetään lopputäytöllä, jonka materiaalina käytetään ensisijaisesti kaivumaita, mutta se voidaan tehdä myös raekooltaan 0–150 mm:stä murskeesta. (VNa 551/2009)

Maakaasuputken suojaetäisyyksiin vaikuttavat putken käyttöpaine ja koko. Suojaetäisyydet muihin kohteisiin kasvavat käyttöpaineen ja koon kasvaessa. Lisäksi suojaetäisyyksiin vaikuttaa se, minkä rakenteen vierestä putki sijaitsee. Ne kohteet, joissa maakaasuputken rikkoutuminen voi aiheuttaa suurinta haittaa, vaativat suurimmat suojaetäisyydet.

Maakaasuputken käyttöpaineen ollessa alle 4 baaria vähimmäispeitesyvyys on 0,8 metriä. Käyttöpaineen ollessa suurempi on vähimmäispeitesyvyys 1,0 metriä. Peitesyvyydet voivat olla myös suurempia, jos putki sijaitsee radan tai viljelyiden alla. (Suomen kaasuyhdistys 2014 s. 37).

Vähimmäisetäisyys samansuuntaisiin putkiin on 1,0 m ja risteäviin putkiin on 0,5 m, kun käyttöpaine on yli 8 bar tai jos putki on paineeton viemäri tai suljettu putkikanava. Käyttöpaineen ollessa alle 8 bar vähimmäisetäisyydet samansuuntaisiin putkiin ovat 0,2 m ja risteäviin putkiin 0,1 m. (Suomen kaasuyhdistys 2014)

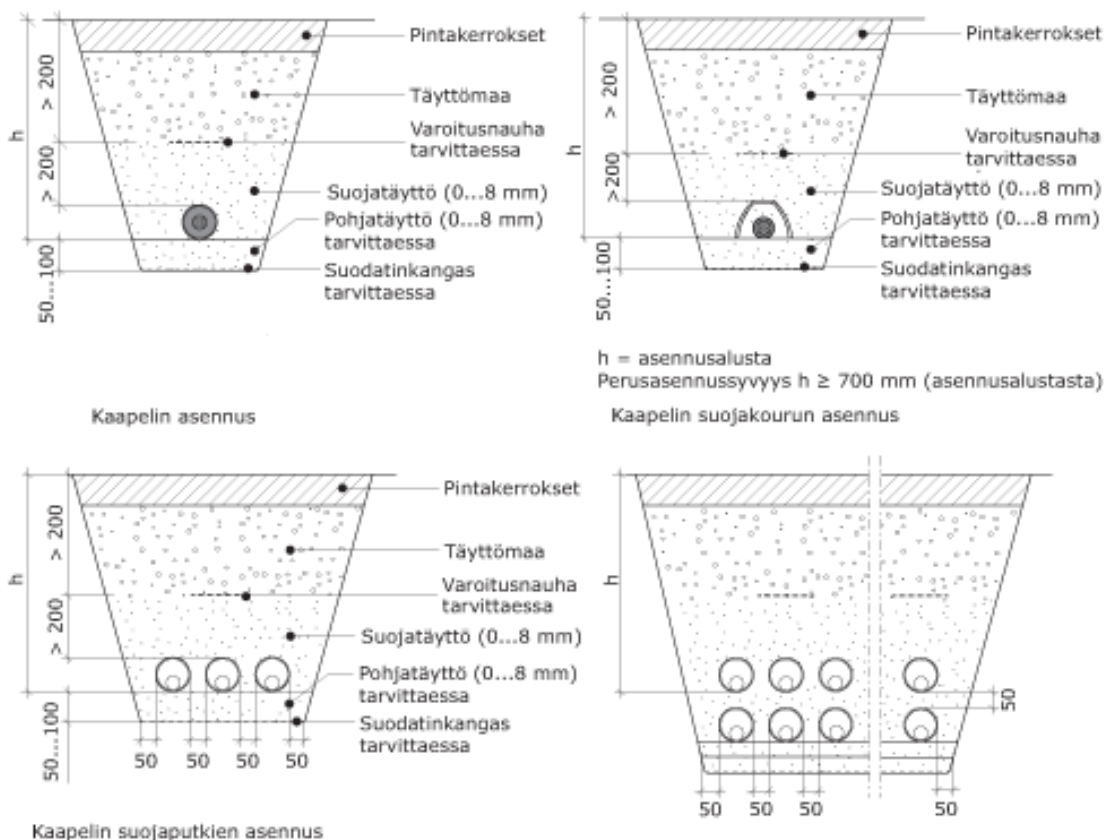
Valtioneuvoston asetuksen maakaasun käsittelyn turvallisuudesta (551/2009) suojaetäisyyksistä kertovan liitteen 3.3 mukaan rakennukset jaetaan kahteen luokkaan suojaetäisyyden määrittämiseksi. Luokkaan A kuuluvat yleiset rakennukset, joissa saattaa olla paljon ihmisiä samaan aikaan. Näitä ovat esimerkiksi hotellit, sairaalat, koulut ja elokuvateatterit. Luokkaan A kuuluvat lisäksi räjähteitä tai vaarallisia kemikaaleja valmistavat tai säilyttävät laitokset. Luokkaan B kuuluvat esimerkiksi asuinhuoneistot ja työpaikka-huoneistot. Asetuksissa määritellyt suojaetäisyydet kohdeluokittain on esitetty taulukossa 2.

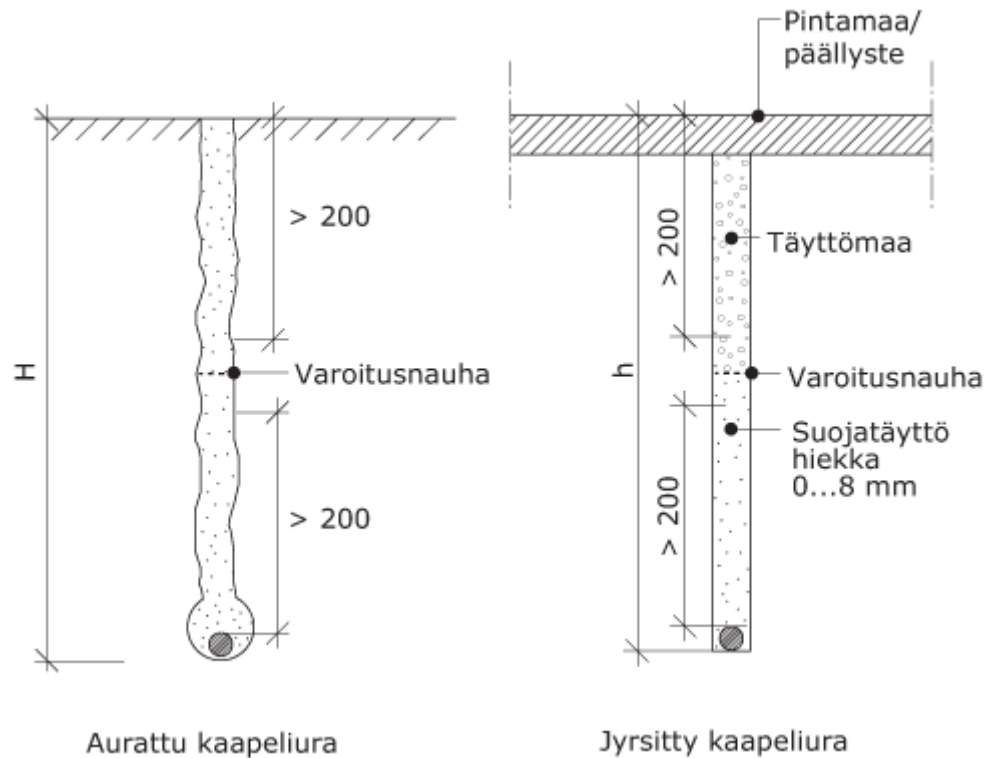
**Taulukko 2. Rakennusten suojaetäisyydet maakaasun siirtoputkissa (VNa 551/2009)**

Putken nimelliskoko (DN)	Etäisyys ryhmän A kohteista (m)	Etäisyys ryhmän B kohteista (m)
DN < 200	10	5
200 < DN < 500	16	8
DN > 500	20	10

### Sähkö-, tele- ja tietoliikenneverkostot

Kaapeleiden kaivannot tehdään yleensä kaivamalla, auraamalla tai jyrsimällä. Kaivamalla tehtyjen kaivantojen poikkileikkauksia on esitetty kuvassa 5 ja jyrsimällä ja auraamalla tehtyjen kaivantojen kuvassa 6. Kaivamalla asennettujen kaapeleiden tai kaapelisuojuputkien alle tehdään tarvittaessa pohjatäyttö ja asennetaan suodatinkangas. Kaapeleiden ja suojuputkien ympärille tehdään ohjeiden mukainen suojetäyttö vähintään 200 mm kaapelin tai kaapelisuojuputken yläreunan yläpuolelle. Suojetäytön jälkeen kaapeleiden päälle asennetaan varoitusnauha tai -verkko. Loppukaivanto täytetään kaivumailloilla ja pintaosa ennallistetaan kohteen ympäristöön sopivaksi. (InfraRYL 33115 2019)

**Kuva 5. Erilaisia kaivamalla tehtyjä kaapelikaivantoja (InfraRYL 33115 2019)**



**Kuva 6.** Auraamalla ja jyrsimällä tehtyjä kaapelikaivantoja (InfraRYL 33115 2019)

Sähkökaapelit asennetaan yleensä 0,7 m syvyyteen, mutta ne voidaan asentaa myös pienempään syvyyteen suojaamalla kaapeli (Liikennevirasto 2012a, s. 40). Tele- ja viestintäkaapelit voivat sijaita 0,2–1 m syvyydessä, mutta normaalisti niiden asennussyvyys on 0,6–0,7 m (DNA et al.). Vaaka- ja pystysuuntainen vähimmäisetäisyys toisiin sähkö-, tele- tai viestintäkaapeleihin on 50 mm (Infra Ryl 33114.3 2019). Muihin putkiin vaaka-suuntainen vähimmäisetäisyys on 200 mm. Pääkaupunkiseudulla kaapeleiden etäisyys tontin rajasta on oltava vähintään 1 m ja etäisyys rakennuksen reunasta 2 m (Helsingin kaupunki 2014, s. 40).

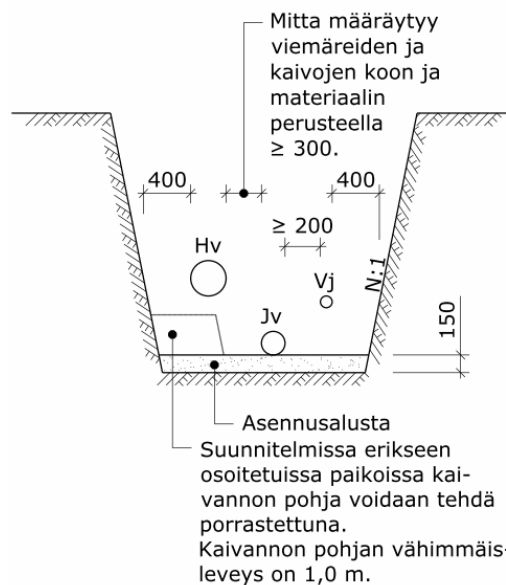
### Valaistus- ja liikennevalokaapelit

Valaistus- ja liikennevalokaapelit sijoitetaan 0,7 m syvyyteen kadun pinnasta. Suojaputket asennetaan 100 mm asennusalustalle. Suojaputket asennetaan siten, ettei niiden ympärille kerääntynyt vettä, ja ne niiden sisälle asennetaan vetolanka kaapelin vetämistä varten. Lopuksi kaivanto täytetään kaivumaalla, joka ei saa sisältää louhetta tai murskettä. (InfraRYL 32621 2019).



## Vesihuoltoverkostot

Yhdistelmäkaivannoissa vesihuoltoputket pyritään sijoittamaan niin, että ylimpänä on hu-  
levesiputket ja alimpana jätevesiputket (Helsingin kaupunki 2014, s. 39). Jätevesiputket  
sijoitetaan yhteiskaivannoissa yleensä alimmaisiksi, jotta talousveden pilaantumisriski  
on pieni mahdollisten putkirikkojen yhteydessä. Lisäksi yleensä kiinteistöjen kellaritaso  
määrää jätevesiputken korkeuden yleensä melko alas. Viemäreiden sijoittamiseen vai-  
kuttavia asioita ovat pituuskaltevuudet, puusto, tonttirajat, maaperä ja routimaton syvyys.  
(RIL 237-2-2010, s. 100–102) Kuvassa 7 on esitetty luiskatun vesihuoltoverkoston yh-  
distelmäkaivannon ohjeelliset vähimmäisetäisyydet.



**Kuva 7.** Vesihuoltoputkien yhdistelmäkaivannon periaatepiirustus ja putkien vähimmäisetäisyydet. (InfraRyl 31000 2019)

Vesihuoltoputkien asennusalusta riippuu putken materiaalista. Betoniputkien asennusalustan materiaalina käytetään enimmäisraekooltaan 8–32 mm mursketta, soraa, hiekkaa tai kaivumaata. Teräs- ja muoviputkien asennusalustan materiaalina käytetään hiekkaa tai soraa, jonka enimmäisraekoko on 10 % putken nimellimitasta. Asennusalustan paksuus on yleensä 150 mm. Alkutäyttö tehdään putken ympärille ja sen tulee ulottua vähintään 300 mm putken laen yläpuolelle. Alkutäytön materiaalina käytetään helposti tiivistyvää routimatonta hiekkaa, soraa tai mursketta. Alkutäytön materiaalien enimmäisraekoko ei saa ylittää putkikoosta ja -materiaalista riippuvaa suurinta sallittua arvoa. Lopputäyttö voidaan tehdä tiivistämiskelpoista kaivumaata käyttäen tai standardin SFS-EN 13242 (Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset) mukaisesta materiaalista. Lopputäyttö tehdään tien rakenekerrosten alapintaan asti ja se tiivistetään niin etteivät putket vaurioidu. (InfraRYL 18300 2019)

Vesijohdot asennetaan roudattomaan syvyyteen, etteivät ne pääse jäätymään. Roudan syvyyteen vaikuttavat maalajit, lumen määrä ja alueen sijainti. Suomessa vesijohdon asennussyvyys vaihtelee tavallisesti 2,0–2,6 metrin välillä. (RIL 261-2013, s. 141) Pääkaupunkiseudulla vesijohdon vähimmäispeitesyvyys halkaisijaltaan alle 400 mm putkille on 2,0 m putken laesta mitattuna ja sitä suuremmilla putkilla 2,0 m putken keskeltä mitattuna. Hulevesi- ja jätevesiviemäreillä vähimmäispeitesyvyys on 1,8 m putken vesijuok- susta mitattuna. (Helsingin kaupunki 2014, s. 39) Hulevesi- ja jätevesiputkilla vähimmäis- peitesyvyyden lisäksi pitää suunnitella pituuskaltevuudet, siten että painovoimalla toimi- vat hulevesi- tai jätevesiputket viettävät riittävällä kaltevuudella haluttuun paikkaan. Tämä johtaa siihen, että toisinaan viemärit joudutaan rakentamaan syväälle maanpinnan alle. Vesihuoltoputkien etäisyydet eri rakenteisiin on esitetty taulukossa 2. (InfraRyl 31000 2019)

**Taulukko 3.** Vesihuoltoputkien suojaetäisyydet eri rakenteisiin. (InfraRYL 31000 2019)

Rakenne	Vähimmäisetäisyys (m)
Kaukolämpöputki (ilman lämmöneristystä)	0,5
Maakaasuputki	2,5
Maakaasuputki risteämässä	0,5
Sähkökaapelit (suojaputkeen)	0,2
Telekaapelit (suojaputkeen)	0,2
Puut	1,5
Kaivot	0,1
Vesijohtoputket	0,2
Viemäriputket	0,3
Risteävät johdot	0,1

### 2.3 Putkien omistajat ja sijaintitiedon saanti

Kadun alle sijoitetulla kunnallistekniikalla ei ole vain yhtä omistajaa, vaan lähes jokaisella tekniikkalajilla on oma omistaja ja joillain useita omistajia. Putkien lähtötiedot saadaan yleensä verkon omistajalta tai jostain palvelusta, johon on koottu maan alle rakennettu- jen putkien ja johtojen sijaintitietoja. Sijaintitietojen tarkkuuteen vaikuttavat kohteen si- jainti ja putken ikä. Putkien ja johtojen sijaintitiedon lisäksi johtosiirtosuunnittelussa tar- vitaan myös muita lähtötietoja, kuten maanpinta-, kalliopinta- ja maaperätiedot.

## **Kaukolämpöverkostot**

Suomessa kaukolämpöä tuotetaan yleensä sähköä ja lämpöä tuottavat kunnalliset voimalaitokset. Esimerkiksi Helsingissä kaukolämpöverkostoa omistaa Helen Oy, Espoossa Fortum Oyj, Tampereella Tampereen sähkölaitos Oy ja Turussa Turku energia Oy. Kaukolämpöverkon omistaja riippuu siis rakennuskohteen sijainnista.

Kaukolämpöverkoston sijaintitietojen paikkansapitävyys on johdon omistajan vastuulla. Sijaintitiedot esitetään alueella sijaintitietopalvelussa ennestään käytössä olevan koordinaatti- ja korkeusjärjestelmän mukaisesti. Sijaintitietopalvelu voi olla aluekohtainen paikkatietopalvelu tai internetin kautta toimiva palvelu. (Energiateollisuus 2006, s. 2)

Sijaintitietoja saa käyttää kuka tahansa, ellei johdosta olla annettu salassapitomääräystä. Salaisia tietoja ovat esimerkiksi maanpuolustukseen tai valtakunnalliseen turvallisuuteen liittyvät putket. Näiden sijaintitietojen saamiseksi tarvitaan erillinen lupa toimialaan kuuluvalta ministeriöltä. (Energiateollisuus 2006, s. 2)

Kaukolämpöputket merkitään karttaan tietyillä piirrosmerkinnöillä. Johtojen sijaintikartat piirretään erillisinä johtopiirroksina tai suoraan pohjakartan päälle piirrettyinä kuvina. Johtopiirroksen lisäksi johdon merkitsemiseen on suositeltu käytettäväksi pituusleikkauspiirrosta. Piirroksissa johtojen epävarmat sijaintitiedot on merkattu niin, että piirroksista käy ilmi, minkä johdon sijainnissa on epävarmuutta. (Energiateollisuus 2006, s. 11–12)

## **Maakaasuverkostot**

Suomen kaasumarkkinat vapautuivat kilpailulle vuonna 2020. Sitä ennen Suomen maakaasuverkoston omisti Gasum Oy. Uudistuksen jälkeen kantaverkon omistaa Gasgrid Finland Oy, joka eriytettiin Gasum Oy:stä. Gasum Oy on merkittävässä osassa Suomen maakaasumarkkinoita, mutta kilpailun avautumisen myötä se saa kilpailijoita ainakin Baltiasta. (Sallinen 2019)

Maakaasuputket on merkitty maastoon merkintäpaaluilla tahattoman vahingon välttämiseksi. Kaava-alueilla kaasuputket voidaan merkitä merkintäpaalun lisäksi myös kiintopiste- tai karttamerkinnällä. Merkintäpaalun kilvestä saa tietoa putken omistajasta ja omistajan puhelinnumerosta. Kuvassa 8 on esitetty, mitä tietoja merkintäpaalussa yleensä esitetään. Putken omistajalla on velvollisuus selvittää putken tarkka sijainti maakaasulinjalla tai sen läheisyydessä työskenteleville toimijoille. (Elenia)



**Kuva 8.** Maakaasuputken merkintäkilpi (Tukes)

## Sähkö

Suomen sähkön kantaverkon omistaa Fingrid Oyj. Suomen valtio omistaa yrityksestä 53 % ja keskinäinen eläkevakuutusyhtiö Ilmarinen 20 %. Jakelu- ja alueverkot ovat eri sähköverkkoyhtiöiden omistuksessa. Suurimmat sähköverkkoyhtiöt ovat Caruna Oy, Elenia Oy ja Helen Oy. (Energiateollisuus ry)

Sähkökaapelien sijaintitiedot saadaan verkon omistajilta tai kiinteistön haltijalta. Omistajan täytyy antaa maassa olevasta kaapelista karkea sijaintitieto kartta- tai koordinaattimuodossa. Tarkempi sijainti määritetään paikkakohtaisesti paikannuslaitteilla maastossa. Joiltakin verkonhaltijoilta sijaintitieto saadaan keskitetystä kaapelitietopalveluista. Sijaintitiedon tarkkuus riippuu verkonhaltijasta, kaapelin peitesyvyydestä sekä kohteen sijainnista. Taajamissa sijaintitieto on yleensä tarkempaa kuin maaseudulla. (Liikennevirasto 2012a, s. 41–42)

Kaapelien sijaintitiedot merkitään yleensä 1:500 mittakaavaiseen karttaan. Kaapelien sijainnista ei vielä saada kovin tarkkaa koordinaattitietoa. Tavanomaisissa koordinaateilla merkityissä kaapeleissa sijaintivirhe on yleensä 2 m luokkaa. (Liikennevirasto 2012a, s. 41–42) Verkonhaltijan on pystyttävä ilmoittamaan, onko jollakin kohdalla kaapeleita. Jos kaapeleiden kohdalla tehdään kaivuutöitä, tulee niiden sijainti näyttää maastossa. Tarvittaessa laitteen omistajan pitää näyttää kaapelin sijainti  $\pm 20$  cm tarkkuudella. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2015 s. 44)

## Tele- ja viestintäverkot

Suomen tietoliikenneverkon kaivuhankkeita toteuttavat teleoperaattorit, kunnat ja maakuntaliitot (Liikenne- ja viestintäministeriö 2010). Suomessa suurimmat televerkkotoimijat ovat kaupalliset teleoperaattorit DNA Oyj, Elisa Oyj, Finnet-liitto ry ja Telia Finland Oyj.

Telekaapelien sijaintitiedot saadaan verkon omistajilta. Ne ovat yleensä saatavana digitaalisessa muodossa. Karttoihin merkittyjen kaapeleiden sijaintitarkkuus on yleensä  $\pm 0,5$  m. Teleoperaattoreiden on huolehdittava siitä, että sijaintitiedot on mahdollista saada keskitetysti yhdestä paikasta. Sijaintitiedot ovat alue- ja paikkakohtaisia ja niitä saa siksi eri palveluista, mutta myös suoraan verkon omistajalta. Tällaisia sojaintiselvityspalveluita ovat esimerkiksi Johtotietopankki, Kaivulupa ja Verkkoselvitys. (DNA et al.)

Tarvittaessa kaapelin sijaintitiedon selvittämiseksi voidaan tehdä maastonäyttö, jossa kaapelin sijainti selvitetään sijainnin hakulaitteella. Maastonäytössä kaapelinnäyttäjät tekee maahan merkintöjä yleensä maalimerkinnöin, mutta tapauskohtaisesti myös merkikepillä. (DNA et al.)

## Vesihuoltoverkot

Suomen vesihuoltoverkostoja hallinnoi noin 1500 eri vesihuoltolaitosta. Määrä on huomattavasti suurempi kuin minkään muun Suomen kunnallisteknisen verkoston hallitsijoiden määrä. (Berninger et al. 2018, s. 2) Näistä 20 suurinta laitosta hoitaa asukasmäärällisesti 80 % koko Suomen vesihuollosta, mutta näiden suurimpien laitosten verkostojen pituus ei ole edes kolmasosaa koko Suomen vesihuoltoverkostosta (Berninger et al. 2018, s. 27). Vesihuoltoverkkojen sijaintitiedon saa putken haltijalta. Helsingissä vesihuoltoverkostoja hallitsee HSY (Helsingin seudun ympäristöpalvelut), Tampereella Tampereen vesi ja Turussa Turun vesihuolto Oy.

Berninger et al. ovat tehnyt analyysin kymmenen erikokoisen vesihuoltolaitoksen verkostotiedon hallinnasta. Analyysissä tutkittiin, miten vesihuoltoverkostojen nykytilan tiedot oli tallennettu KeyAqua-verkkotietojärjestelmään. Verkkotietojärjestelmästä tarkasteltiin sijaintitiedon merkitsemisen lisäksi putkien materiaalin, koon ja rakennusvuoden merkintöjä.

Analyysistä selvisi, että putken materiaali- ja kokotiedot oli dokumentoitu pääosin hyvin lähes kaikilla laitoksilla. Verkkojen sijaintitieto oli merkitty huomattavasti heikommin. Tarkastelussa mukana olleiden laitosten vesijohtoverkkoja oli kartoitettu alle kahdesta prosentista 50 prosenttiin. Viemäriverkostoja taas oli kartoitettu muutamasta prosentista 70

prosenttiin. Putket kartoitettiin takymetrin ja gps-paikantimen avulla putkesta tai peitetyn kaivannon päältä. Myös putkien korkeustietojen tallennuksessa oli suuria eroja. Vesijoh-toverkostoilla korkeustietoja oli heikommin saatavilla kuin viemäriverkoilla. (Berninger et al. 2018, s. 36-47)

Analyysi ei kerro dokumentoinnista koko Suomen osalta, mutta se antaa suuntaa antavan kuvan Suomen vesihuoltoverkkojen ajantasaisesta sijaintitiedosta. Vaikka verkkojen sijaintitietoja oli kartoitettu melko vähän, niistä voi olla olemassa epätarkempaa tietoa mm. rasterikartoissa, digitoituna tai suunnitelmissa (Berninger et al. 2018, s. 44).

Tulevaisuudessa kaikkien kunnallisteknisten järjestelmien sijaintitietoon kiinnitetään enemmän huomiota ja sen tarkkuutta pyritään parantamaan. Sijaintitieto olisi hyvä saada siirrettyä tietomalleihin, joissa niiden sijainti selviäisi tarkemmin kuin 2D-dokumenteissa.

## **3. PUTKI- JA JOHTOSIIRTOJEN KULKU**

### **3.1 Siirtoihin valmistavat toimenpiteet ja lähtötietojen tarpeet**

Putki- ja johtolinjojen siirtämisessä ja sijoittamisessa otetaan huomioon lainsäädäntö, asemakaavoitus sekä kadunpidon vaikutukset. Kaavoitusvaiheessa käydään läpi verkostojen tilanvaraukset ja tarpeet johtojen sijoittamiselle ja siirtelylle. Tarveselvitykseen osallistuvat kunnallistekniikkaan liittyvät laitokset ja yritykset. Kaavoituksen yhteydessä voidaan laatia verkostojen yleissuunnitelma ja johdoille voidaan asettaa erityismääräyksiä. (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 21–22)

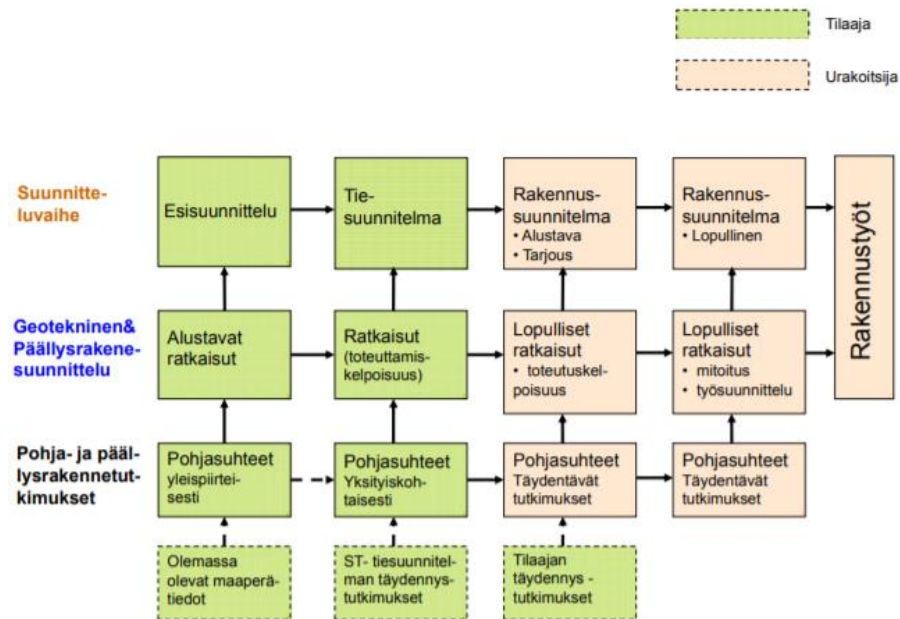
Johtosiirtosuunnitelmaa varten pitää kerätä paljon erilaisia tietoja muun muassa katuun, johtoihin, maaperään ja kaavoitukseen liittyen. Kadunsuunnitteluun ja edelleen johtosiirtosuunnitteluun tarvitaan erilaisia lähtötietoja, jotka on koottu taulukoon 4. Johtojen sijoittamisen ja siirtojen kannalta tärkeimpiä ovat kadun tasaukseen liittyvät tiedot, nykyisiin ja tuleviin johtoihin liittyvät tiedot, korkeustietoihin liittyvät tiedot ja maaperätiedot.

**Taulukko 4.** Kadunsuunnitteluun tarvittavat lähtötiedot (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 43)

Suunnitelma / asiakirja	Sisältö katusuunnittelun kannalta
Kantakartta	Olemassa olevat rakenteet
Johtokartta	Nykyiset putket, johdot ja kaapelit
Asemakaava	Katualueen rajat ja määräykset (ajoratojen leveydet, korkeusasema, istutukset, melusteet, muut määräykset)
Liikennesuunnitelmat ja -määrät	Liikenteellinen ratkaisu
Katujen yleissuunnitelma	Alueellinen tasaus ja poikkileikkaukset
Vesihuollon yleissuunnitelma	Vesijohtojen ja viemäreiden mitoitus ja korkeusasemat
Vanhat katusuunnitelmat	Aiemmin toteutetut kadun osat ja tasauksen lähtökohdat
Viemäriiituskorkeudet	Tonttien asettamat rajoitukset viemäreiden ja kadun tasauksen suunnittelulle
Teknisen huollon yleissuunnitelma	Johtojen ja kaapeleiden reitit.
Melusteiden yleissuunnitelma	Esteiden tyyppi ja korkeusasema
Lähiympäristösuunnitelma	Tonttien liitokset katuun, istutukset ja kadun kalusteet
Annetut tonttikorkeudet	Tonteille ilmoitetut kadun korkeusasemat
Tonttien suunnitelmat	Tonttiliittymien paikat ja korkeusasemat
Maaperätiedot	Kadun ja putkien perustamistavat, pohjan vahvistus tarpeet
Maanpinnan korkeustiedot ja maastomalli	Nykyinen maanpinta
Joukkoliikenteen suunnitelmat	Pysäkkien sijoitus
Valokuvat ja ilmakuvat	Nykytilanne maastossa

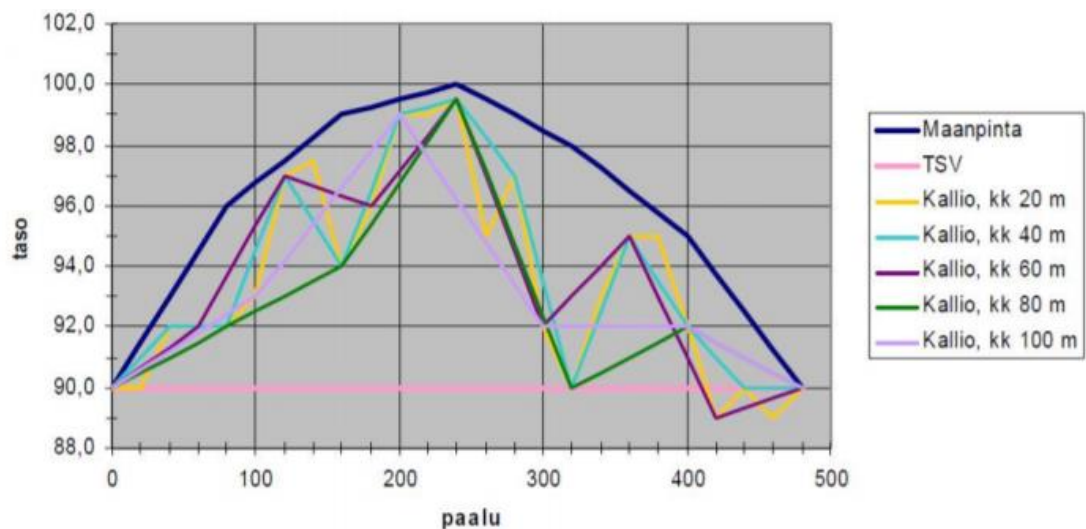
Tilaajan ja urakoitsijan suunnittelun ja pohjatietojen keruun vastuut ST-urakassa on esitetty kuvassa 9. Pohjatiedot ovat hankkeen eri vaiheissa eritasoisia ja rakennussuunnitelmaan saakka ne kuuluvat tilaajan vastuulle. Suunnittelun laatu riippuu vahvasti pohjatutkimuksista, siksi pohjatutkimusten tulee täyttää tiettyjä vaatimuksia. Pohjatutkimusten pitää olla riittävän kattavia ja yksityiskohtaisia. Niiden pitää sisältää ylläpidettävien rakenteiden tutkiminen ja ne pitää olla merkitty riittävän selkeästi ja ymmärrettävästi. Tarkat pohjatiedot helpottavat riskien arviointia ja niiden avulla voidaan välttää urakkariitoja. (Liikennevirasto 2012)





**Kuva 9.** Tilaajan ja urakoitsijan vastuut, kun urakoitsija laatii rakennussuunnitelman (Liikennevirasto 2012b, s. 12)

Mitä tarkempia mittauksia lähtötietojen saamiseen tehdään, sitä enemmän ne maksavat. Siksi yksi syy lähtötietojen puutteille voi olla kustannussäästöjen saavuttaminen mittausvaiheessa. Kuvassa 10 on havainnollistettu mittaustiheyden vaikutusta kalliopintatiedon tarkkuuteen. Kuvasta 10 nähdään, että tiheällä mittausvälillä määritetty pinnankorkeus saattaa vaihdella paljon lyhyelläkin matkalla. Pidemmällä mittausvälillä nämä vaihtelut jäävät huomaamatta ja silloin kallion pinnan huiput voivat tulla rakennusvaiheessa vastaan odotettua korkeammalla.



**Kuva 10.** Kalliopinnan tulkinnan vaihtelu eri tutkimustiheyksillä. (Rantanen et al. 2006 s. 26)

### 3.2 Suunnittelu

Putkiin ja johtolinjojen suunnittelu alkaa kaavoitus- ja yleissuunnitteluvaiheesta. Vaiheessa suunnitellaan kaikki teknisen huollon verkot yleissuunnitelmatasolla. Tämä tarkoittaa verkostojen muotoa ja laajuutta, johtojen sijainteja poikkileikkauksessa ja johtojen tarvitsemia tilanvarauksia katualueella. Näin varmistetaan, että katualueella on riittävästi tilaa sinne tuleville johdoille ja kaapeleille. Kaavoitus- ja yleissuunnitteluvaiheessa osapuolia ovat maankäytön suunnittelija, katusuunnittelija ja kunnallistekniikkaan liittyvät laitokset ja yritykset. (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 135)

Suunnittelun seuraava vaihe on rakennussuunnittelu. Johtosiirtojen rakennussuunnittelu tehdään samanaikaisesti ja yhteistyössä katusuunnittelun kanssa. Yhteistyön avulla varmistetaan johtojen ja kaivojen yhteensopivuus katusuunnitelman kanssa. Suunnittelualueella olevien nykyisten johtojen kohdalla selvitetään käytöstä poistuvat ja siirtoa vaativat johdot. Lopuksi suunnitelmat lähetetään tarkastettaviksi ja hyväksyttäväksi kadunpitäjälle ja muille sovituille yhteistyökumppaneille. Rakennussuunnittelun yhteydessä sovitaan myös rakentamisen ajoituksesta ja yhteistyöstä rakentajien kanssa. (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2003 s. 135–136)

### 3.3 Rakentaminen

Siirtotyöt aloitetaan merkitsemällä putki-, johto- ja kaapelireitit maastoon. Merkinnät eivät saa hävitä ennen kaivuutöiden alkamista. Merkinnöistä pitää käydä ilmi, jos kaapelilinjan asennussyvyys on alle 0,5 m. Myös uuden linjan paikka merkitään ennen siirtotyön aloittamista. Merkitsemisen jälkeen selvitetään vielä, onko alueella merkitsemättömiä tai linjasta poikkeavia kaapeleita tai johtoja ja ilmoitetaan mahdolliset poikkeamat niiden omistajille. (InfraRYL 11212.3.2 2019)

Tämän jälkeen merkityille paikoille rakennetaan uusi putkilinja niin pitkälle kuin se on mahdollista purkamatta vanhoja rakenteita. Kun uusi linja on paikallaan, mahdolliset nykyiset sähkökaapelit tehdään jännitteettömiksi ja putket, johdot ja kaapelit kaivetaan varovasti esille. Kaivaminen tapahtuu pääosin koneella, mutta kaapeleiden lähistöllä ja tarvittavissa kohdissa käsityönä lapiolla. Konekaivun saa ulottaa vain puolen metrin päähän putken tai johdon oletetusta sijainnista ennen kaapelin tai putken sijainnin varmistamista. Kaapelit ja johdot kaivetaan näkyviin riittävän pitkältä matkalta, että ne saadaan siirrettyä tarpeeksi kauas työskentelyalueesta. (InfraRYL 11212.3.2 2019)

Maasta kaivetut johdot ja kaapelit sijoitetaan ja säilytetään riittävän kaukana työskentelyalueesta ja niin etteivät ne eivätkä pääse vaurioitumaan työn aikana. Uusia putkia, johtoja

ja kaapeleita varten tehdään tarvittavat kaivu-, perustamis-, ja asennustyöt vanhojen rakenteiden kohdalta. Uudet johdot liitetään olemassa oleviin putkilinjoihin. Uusien putkien ja johtojen sijaintitiedot kartoitetaan ja merkitään toteuma-asiakirjoihin. Lopuksi kaivanto täytetään ohjeiden mukaisesti ja katualueella rakennetaan kadun rakennekerrokset. (Inf-raRYL 11212.3.2 2019)

## 4. HAASTATTELUT

### 4.1 Tutkimuksen toteutus

Haastatteluosion tarkoituksena oli saada laajempaa näkökulma aiheeseen. Haastateltaviksi valittiin kokeneita putki- ja johtosiirtojen kanssa työskennelleitä henkilöitä, jotta saatiin aiheeseen kokemuseräistä tietoa ja näkemystä. Haastattelut tehtiin sähköposti-haastatteluna.

Haastattelukysymykset laadittiin etukäteen ja kysymykset lähetettiin sähköpostilla neljälle henkilölle. Vastausaikaa oli aluksi kaksi viikkoa ja vastauksia tuli kahden viikon aikana yksi. Kahden viikon jälkeen muille haastateltaville lähetettiin muistutus ja vastausaikaa pidennettiin vielä kahdella viikolla. Pidennetyn vastausajan aikana saatiin kysymyksiin toinen vastaus.

Vastaukset saatiin rakennuttajakonsultti Pentti Häkkiseltä (Ramboll Finland Oy) ja suunnittelija Eino Kattilakoskelta (Sweco infra & rail Oy). Molemmilla haastateltavilla on suunnittelukokemusta putki- ja johtosiirtoista. Kattilakoskella putki- ja johtosiirtoihin liittyvää työkokemusta on kuusi vuotta. Häkkisellä on vuosien suunnittelukokemusten lisäksi myös rakennuttajakonsultin näkökulma aiheeseen.

### 4.2 Tutkimuksen tulokset

Tässä osiossa käydään läpi tutkimuskysymykset ja vastaukset yksi kerrallaan.

*Miten lähtötietojen laatu vaikuttaa putki- ja johtosiirtojen suunnitteluun/rakentamiseen?*

Kattilakoski kertoi, että nykytila on suunnittelun lähtökohta ja suunnittelu perustuu nykytilaan. Mitä tarkempia ja oikeampia lähtötiedot ovat, sitä luotettavampia suunnitelmia pystytään tekemään. Tarkat lähtötiedot auttavat suunnittelun laadunhallinnassa ja luotettavuudessa. Luotettavat suunnitelmat vähentävät laatu-, aikataulu ja kustannusriskejä. Häkkisen mukaan lähtötietojen laadun saa selville käyttämällä selvitystyöhön aikaa. Lähtötietojen laatu pitää huomioida ennakkoon suunnittelussa ja rakentamisessa.

*Miten suuressa osassa putki- ja johtosiirrot ovat eri hankkeissa?*

Molemmat haastateltavat olivat sitä mieltä, että putki- ja johtosiirtojen merkitys vaihtelee eri hankkeiden välillä. Kattilakoski kertoi putki- ja johtosiirtojen olevan aina osa tie-, katu- ja aluesuunnittelua, mutta niiden osuus on normaalisti melko pieni. Johtosiirtojen rooli korostuu erityisesti pikaraitiotiehankeissa. Pikaraitiotiehankeissa päällysrakenteen

alle ei haluta jättää rakenteita, jotka vaativat säännöllistä saneeraamista tai joiden vaurioituminen aiheuttaisi haittaa raitiotien liikennöinnille tai ylläpidolle. Siksi pikaraitiotien rakentaminen valmiiksi rakennettuun ympäristöön aiheuttaa huomattavan johto- ja putkisiirtotarpeen.

*Miten suuressa osassa lähtötiedot ovat johtosiirtoprosessissa? (kustannukset, aikataulu)*

Häkkinen kertoi, että lähtötietojen saaminen ja niiden tarkkuuden selvittäminen vaatii paljon työtä ja tietojen tarkastamista. Kattilakoski kertoo, että tarkat ja oikeelliset lähtötiedot mahdollistavat tarkan suunnittelun ja laadukkaan yhteensovituksen. Virheellisten tai puutteellisten lähtötietojen kustannus- ja aikatauluvaikutukset ilmenevät rakentamisessa ja vaikutukset saattavat olla huomattavia. Lähtötiedoista poikkeavat putkien ja johtojen sijainnit vaikuttavat myös muuhun rakentamiseen ja ne kuormittavat myös suunnittelua suunnitelmarevisioiden ja työmaapalvelun muodossa.

*Mitkä ovat erityisiä ongelmia lähtötietojen saannissa/tarkkuudessa?*

Ongelmiksi Kattilakoski kertoi johtokarttojen pitkästä päivitysvälistä ja että johtokarttojen tiedot saattavat perustua suunnitelmiin eikä toteutukseen. Suunnittelun ja toteutetun sijaintitiedon välillä saattaa olla eroja. Lisäksi ongelmia tuo se, että kaikkien johtojen ja putkien sijaintia ei voida varmistaa lisämittauksilla, koska rakenteet ovat maan alla. Myös sijaintitietojen saanti saattaa olla vaikeaa, koska osa operaattoreista ei pysty tai halua luovuttaa tarkkoja tietoja omista järjestelmistään tai niiden saamisessa voi kestää pitkään. Häkkinen kertoi, että ongelmana ovat sijaintitietojen tarkkuus. Sijaintitietojen olisi hyvä olla yhtä tarkkoja x-, y- ja z-suunnissa.

*Miksi lähtötietojen laatua pitäisi kehittää?*

Kattilakoski kertoi että, uusien putkien ja johtojen sekä siirtojen suunnittelu yksinkertaistuu ja nopeutuu ja tästä muodostuu kustannussäästöjä suunnitteluun. Suunnitelmien luotettavuus paranee ja työmaalla tulee vähemmän yllätyksiä. Rakentamisen ennakoitumisen parantuessa aikataulut, resursointi ja kustannusarvion tekeminen helpottuu ja tarkentuu.

*Miten putkien sijaintitiedon merkitsemistä voitaisiin kehittää tulevaisuudessa?*

Kattilakoski vastasi, että sijaintitietojen tulisi perustua toteumatietoihin ja -mittauksiin. Aineiston päivitysvälien tulee olla tarpeeksi tiheä, että lähtötietojen oikeellisuus pysyy

suunnittelun ja rakentamisen perässä. Lähtötietokarttojen lisäksi olisi hyvä olla olemassa toteumamittauksiin perustuvat tietomallit olemassa olevista rakenteista. Rakentamisen aikana tehdään jo valmiiksi paljon toteumamittauksia laadunvarmistukseen. Näitä mittauksia tulisi kerätä laajasti luovutusaineistona kaikenkokoisista hankkeista, jotta tietomallipohjaiset toteumatiedot muodostaisivat ajansaatossa kattavan lähtötietoaineiston.

*Mitä onnistunut johtosiirtotyö vaatii eri osapuolilta?*

Häkkinen kertoo onnistuneen johtosiirtotyön vaativan hyvää suunnittelua ja ennakointia työn toteuttajalta. Kattilakoski toteaa onnistuneen johtosiirtotyön vaativan hyviä lähtötietoja, avointa kommunikointia ja tehokasta tiedon siirtoa eri toimijoiden välillä, yhteistyötä, ennakointia sekä rajapintojen niiden ja vaikutusten tunnistamista.

*Mitä yllättäviä asioita johtosiirtoihin voi liittyä?*

Häkkinen kertoo, että yllätykset riippuvat mistä johdosta tai kaapelista on kyse. Yllätykset saattavat liittyä sijaintitietoihin, putkikokoon, materiaaliin, työturvallisuuteen ja siirto- tai katkaisumahdollisuuteen. Kattilakoski kuvasi yllättäviksi asioiksi lähtötietojen virheellisydet ja puutteet, salaiset rakenteet, olemassa olevien putkien ja johtojen rikkoutumiset, asennusvirheet, laatupoikkeamat, eri toimijoiden toimintakulttuurin väliset erot ja resurssit sekä lainsäädännölliset vaatimukset.

### **4.3 Tulosten tarkastelu**

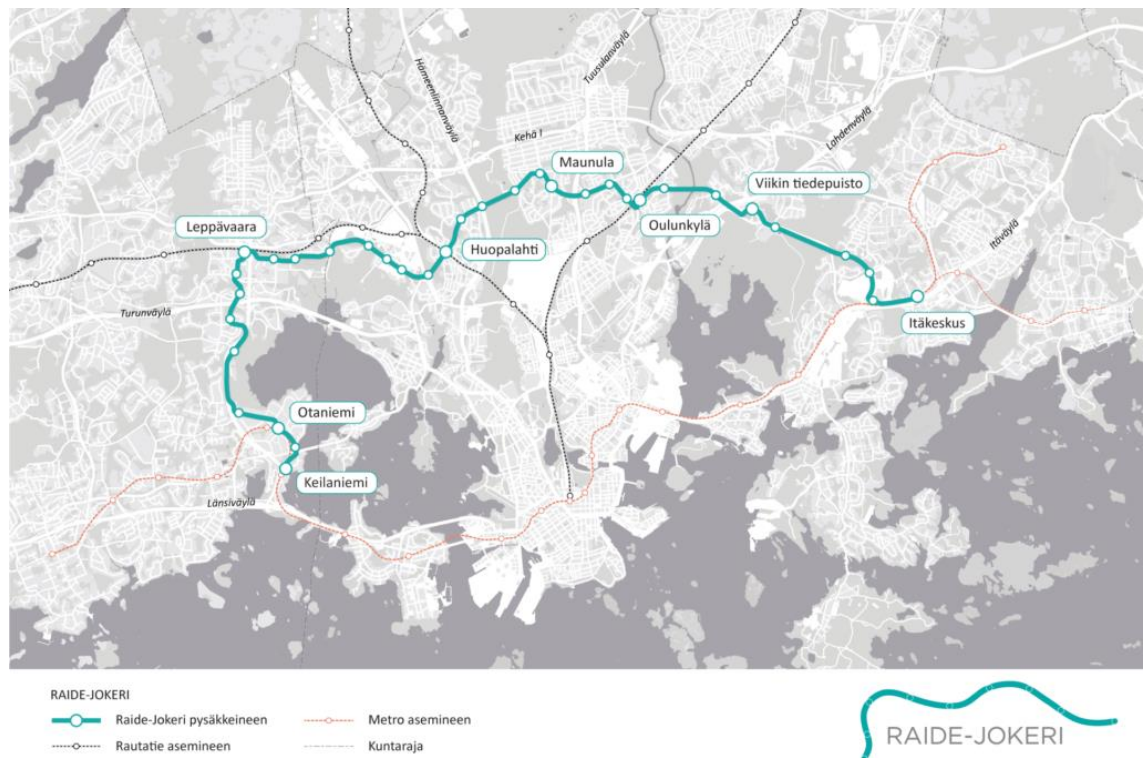
Haastattelututkimuksen vastaukset olivat samansuuntaisia, kun kirjallisuustutkimuksesta saadut tiedot eli molemmat osiot tukivat toisiaan. Haastatteluosiosta saatiin kuitenkin myös jonkun verran uutta tietoa tutkimusaiheeseen. Vastaukset siis tukivat ja täydensivät kirjallisuustutkimuksesta saatua käsitystä. Haastateltavien näkökulmat erosivat hieman toisistaan ja siksi haastateltavien vastaukset olivat osin melko erilaisia.

Haastattelututkimuksesta saatiin vastauksia kaikkiin tutkimuskysymyksiin ja vastauksista saatiin yksityiskohtaista ja kokemusperäistä tietoa lähtötietoihin ja johtosiirtoihin liittyen. Haastatteluosion vastaajamäärään nähden vastaukset olivat kattavia ja kaikkiin haastattelukysymyksiin saatiin vastaus. Haastattelututkimusosiota voidaan siis pitää onnistuneena.

## 5. CASE: RAIDE-JOKERI, T800-RUNKOVESIJOHDON SIIRTO

### 5.1 Esimerkkikohteen esittely

Tarkasteltava esimerkkitapaus on osa Helsingin ja Espoon uuden raitiotielinjan Raide-Jokerin rakentamiseen. Rakennushanke toteutettiin allianssimallilla, jossa eri osapuolten välinen yhteistyö on sujuvampaa kuin muissa toteutusmuodoissa ja tavoitellaan oman edun sijasta hankkeen etuja. Raide-Jokerin rata on 25 km pitkä ja se kulkee Espoon Keilaniemen ja Helsingin Itäkeskuksen välillä. Raitiotielinjan reitti on esitetty kuvassa 11. Raide-Jokeri korvaa Helsingin seudun vilkkaimmin liikennöidyn bussilinjan 550, jolla tehdään arkipäivisin yli 40 000 matkaa. (Raide-Jokeri)

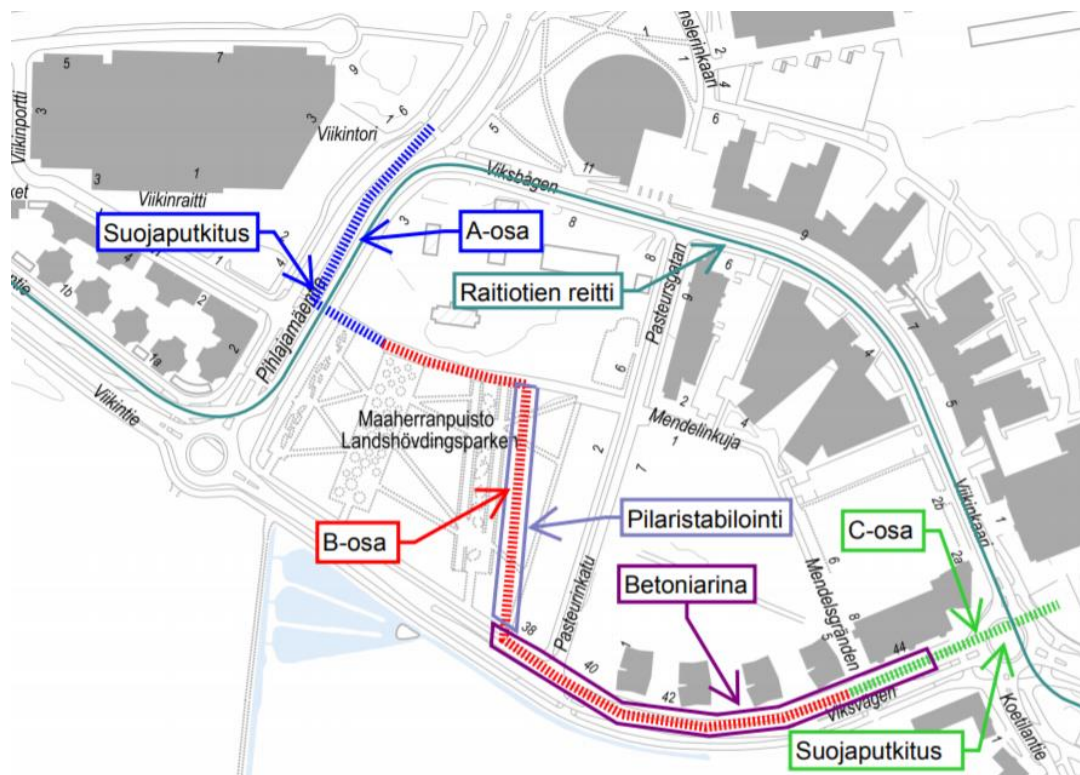


**Kuva 11.** Raide-Jokerin reitti kartalla (Raide-Jokeri)

Kohde sijoittuu raitiotielinjan Itä-osaan Helsingin Viikin alueelle, kuvassa 11 esitetty Viikin tiedepuisto. Tapauksessa tarkastellaan T800-runkovesijohtojon siirtämistä Pihlajamäentien ja Viikintien välillä. Raide-Jokerin raitiotien reitti rakennetaan Viikinkaarelle, jossa nykyinen johto sijaitsee. Kuvassa 12 on esitetty raitiotielinjan reitti sekä uuden vesijohtolinjan sijainti ja sen jakautuminen eritavoin toteutettaviin osiin.

Ennen uuden raitiotielinjan rakentamista teräksinen runkovesijohto piti siirtää uuteen sijaintiin, sillä se ei enää mahtunut Viikinkaaren katualueelle. Katualueelle oli sijoitettu monia putkia, kuten kaasu-, kaukolämpö-, tele- ja tietoliikenne-, sähkö-, hulevesi-, jätevesi- ja talousvesiputkia. Runkovesiputki ei olisi ristennyt raitiotien kanssa, mutta katualueen muita johtoja jouduttiin siirtämään radan alta uuteen sijaintiin. Paineellisen runkovesiputken paikallaan pitäminen olisi vaikeuttanut koko katualueen rakentamista ja muiden johtojen sijoittamista katualueelle. Ahtaan katutilan takia osa johdoista olisi jouduttu sijoittamaan osittain runkovesijohdon päälle. Pällekkäin sijoitetut johdot olisivat haitanneet ja vaarantaneet johtojen korjaus- ja huoltotoimenpiteitä. (Mäkinen 2020, s. 9–10)

Runkovesijohto päätettiin erilaisten tarkastelujen jälkeen siirtää kulkemaan Pihlajamäentietä pitkin Maaherranpuiston kautta Viikintielle, josta se liittyi olemassa olevaan vesijohdoverkostoon. Uusi linja piti rakentaa ja suunnitella ensimmäisenä varsinaisena rakennustoimenpiteenä, koska veden virtausta ei saa pysäyttää pitkäksi aikaa. Runkovesijohdon uusi sijainti on esitetty kuvassa 12. (Mäkinen 2020 s. 50–51)



**Kuva 12.** Uuden runkovesijohdon sijainti kartalla (Mäkinen 2020 s. 51)

## 5.2 Siirtoon tarvittavat lähtötiedot

Ennen siirtoa tarvittiin tietoja maaperästä, kadun rakenteesta ja sen alla kulkevista putkista ja johdoista. Näiden tietojen jälkeen päätettiin mitä putkia ja johtoja siirretään ja minne. Viikinkaaren katualueen maaperä- ja pohjavesitiedot saatiin Raide-Jokeri



hanketta varten tehdyistä pohjatutkumuksista ja näytteenotoista. Kadun rakenne saatiin tutkimalla alueen vanhoja katu- ja rakennussuunnitelmia. Nykyisten johtojen sijainnit saatiin niiden omistajilta. Nykyiset sähkö- ja kaukolämpöjohdot omisti Helen Oy, kaasuputket Suomen kaasuenergia Oy, tele- ja tietoliikennekaapelit useat eri operaattorit ja vesijohdot ja -viemärit Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY). Lisäksi alueella oli Helsingin yliopiston omistamia tele- ja tietoliikennekaapeleita. (Mäkinen 2020 s. 9)

Siirrettävän putken sijainnista ei ollut tarkkaa mittausaineistoa, joten sen sijainti vaakatasossa jouduttiin arvioimaan vanhoista suunnitelmista ja peitesyvyys päättämään silloisten suunnitteluohjeiden minimivaatimusten perusteella. (Mäkinen 2020 s. 9)

Maaperästä runkovesijohdon uuden sijainnin kohdalta ei ollut tehty Raide-Jokerin aikana pohjatutkimuksia. Tästä johtuen kallio- ja maaperätiedot saattoivat olla epäluotettavia ja hidastaa rakentamista. Maaherranpuiston läpi on myös kulkenut maantie 1970-luvulle saakka. Entisen maantien ja vesihuollon rakenteet saattoivat siis olla jätetty maan alle. (Mäkinen 2020 s. 44) Maan alle hylättyihin rakenteihin törmääminen haittasi työn kulkua ja aiheutti rakentamiselle lisää kustannuksia.

### **5.3 Ongelmat**

T800-runkovesijohdon siirtotyössä lähtötiedoista löytyi puutteita kolmessa eri kohdassa. Ensimmäinen ongelma kohdattiin heti runkolinjan alussa paaluvälillä 0 – 30, jossa kallio-pinta nousi putken suunnitellun perustamistason yläpuolelle. Tuentatavaksi oli ajateltu tukielementeillä tuettua kaivantoa, joka on esitetty kuvassa 13. Kohta sijaitse Pihlajamäntiellä T800 runkoputken T-haaran kohdalla eli kuvassa 12 sinisellä merkityn A-osan pohjoispäässä. (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)



**Kuva 13.** *Kaivannon tukeminen tuentaelementillä, joka oli valittu alustavaksi tuentatavaksi paaluvälillä 0-30 (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 15.5.2020)*

Toinen ongelma ilmeni runkoputken toisessa päässä putken C-osassa, liikenneympyrän kohdalla, kuvan 12 vihreällä merkityssä C-osassa. Putken kohdalta löytyi hylätty betoninen rakenne, joka aiheutti rakennustyön keskeyttämisen. Hylätty rakenne näkyy kuvassa 14. (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)



**Kuva 14.** *Maasta löytynyt hylätty betonirakenne (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)*

Kolmas lähtötietojen puutteellisuudesta johtuva ongelma liittyi kaivannon lähellä sijaitsevan putken perustamistapaan. Kohta sijaitsee kuvan 12 punaisella merkityn B-osan eteläpuolella. Ongelma liittyi T800-runkovesijohdon vieressä sijaitsevaan olemassa olevaan

jätevesiviemäriin. Jätevesiviemäri oli perustettu teräsbetoniarinan päälle. Kuvassa 15 näkyy osa teräsbetoniarinaa kaivannosta kuvattuna. Teräsbetoniarina oli liian lähellä suunniteltua T800-runkovesijohtoa eikä rakentamista pystytty jatkamaan suunnitellulla tavalla. (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)

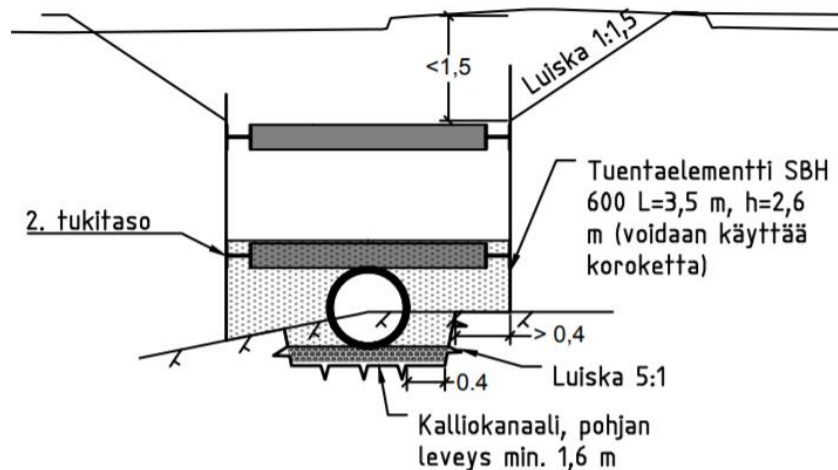


**Kuva 15.** Jätevesiviemärin alla sijaitseva teräsbetoniarina kaivannosta kuvattuna (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 15.5.2020)

## 5.4 Ratkaisut ja vaikutukset

Geosuunnittelussa oli varauduttu siihen, että kalliopinnan tullessa vastaan arvioitua ylempänä, muutetaan T800-runkovesijohdon tuentatapaa. Runkovesijohto oli suunniteltu A-osan kohdalla perustettavaksi 150 mm asennusalustan päälle ja kaivannon tuentatavaksi tuettua kaivantoa, mutta kalliopinnan ollessa odotettua korkeammalla oli perustamis- ja tuentatapaa muutettava. Geosuunnittelija laati uudet suunnitelmat tuentatavan muuttamiselle ja tilaaja hyväksyi ne nopeasti. (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)

Tuenta muutettiin tehtäväksi tuentaelementillä. Uusi tuentatapa on esitetty kuvassa 16. Kalliopinnan irrotus tehtiin putken kohdalta ilman räjähdysaineita rammeroimalla. (Raide-Jokeri 2019)



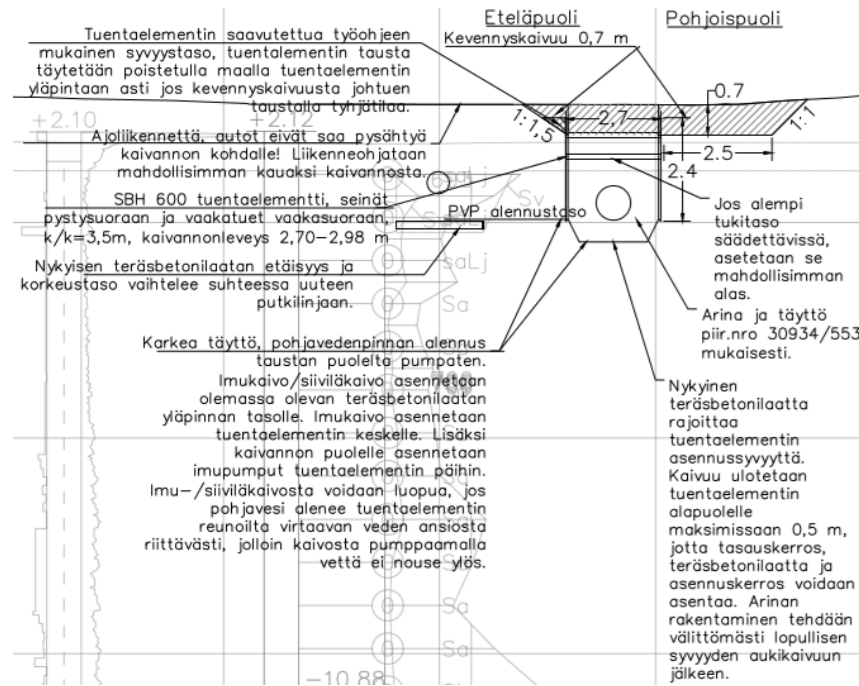
**Kuva 16.** Poikkileikkaus uudesta tuentatavasta (Raide-Jokeri 2019)

Kallionpinnan virheellisen arvioinnin takia rakentaminen keskeytyi ja rakennustapa muuttui, mikä vaikutti kustannuksiin ja aikatauluun. Geosuunnittelijan ja tilaajan nopean toiminnan ansiosta lähtötiedon puutteellisuus ei kuitenkaan johtanut suuriin kustannus- tai aikatauluhaittoihin. (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)

Hylättyyn rakenteeseen törmääminen johti rakentamisen keskeytykseen siksi ajaksi, kun selvitettiin, mikä hylätty rakenne oli. Hylättyä rakennetta ei löytynyt vanhoista suunnitelmista, ja selvitystyöhön jouduttiin käyttämään siksi normaalia enemmän aikaa. Selvitystyössä päädyttiin kuitenkin siihen tulokseen, että rakenne oli hylätty vesihuoltorakenne. (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)

Hylätty rakenne johti rakentamisen keskeytyksen lisäksi henkilövahinkoon sen purkamisen yhteydessä. Purkamisen aikana hiomakoneella tehtiin harjateräksen katkaisutyötä ja katkaisutyössä hiomakoneen laikka osui ristikkäiseen harjateräkseen, jonka seurauksena laikka vääntyi ja sirpaloitui palasiksi. Sirpaleet lensivät ympäristöön, ja osa laikan paloista osui työntekijään. Työntekijään osuneet palat tekivät halkeaman kypärään, naarmun suojalaseihin ja haavan poskeen. (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)

Viikintiellä teräsbetoniarinan läheisyys aiheutti sen, ettei ensimmäiseksi tuentatavaksi suunnitellun ponttiseinäkaivannon käyttö onnistuisi sen vieressä. Geosuunnittelija laati uuden suunnitelman ja tuentatavaksi vaihdettiin tuentaelementit. Kuvassa 17 on esitetty, miten putken tuenta toteutettiin teräsbetoniarinan vieressä. Lähtötietojen puutteellisuus ei aiheuttanut tässäkään tapauksessa suuria kustannus- tai aikatauluhaittoja geosuunnittelijan ja tilaajan nopean toiminnan takia. (Mäkinen, henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020)



## 6. YHTEENVETO

Tutkimuksesta ilmeni, että putki- ja johtosiirrot vaativat kattavia ja luotettavia tietoja nykyisistä ja tulevista rakenteista, maaperästä, kaavoituksesta ja muista suunnitelmista. Putket täytyy sijoittaa ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti katu- tai puistoalueelle. Suunnittelussa pitää ottaa huomioon alueen ympäristö sekä kadun ja putkien huolto- ja kunnossapitomahdollisuudet.

Lähtötietojen vaikutus putki- ja johtosiirroissa on hyvin merkittävä. Hyvät lähtötiedot lisäävät suunnittelun varmuutta, helppoutta ja nopeutta, kun taas huonot lähtötiedot tekevät suunnittelusta epävarmaa ja osittain arvauksiin perustuvaa. Huonot lähtötiedot saattavat aiheuttaa suunnitelman muutoksen kesken rakentamista, mikä käytännössä aina tarkoittaa rakentamisen pysähtymistä ja aikataulun viivästystä. Hyvät lähtötiedot nopeuttavat rakentamisvaihetta, niiden perusteella rakentamisvaihe onnistutaan tekemään ilman lähtötietojen puutteista johtuvia keskeytyksiä. Huonot lähtötiedot taas tekevät rakentamisesta hidasta ja väärin tai puutteellisten lähtötietojen takia rakentaminen voi keskeytyä.

Lähtötietoja saadaan monista eri paikoista, ja niiden tarkkuudet vaihtelevat. Putkien ja johtojen lähtötiedot saadaan niiden omistajilta, maaperätiedot saadaan maan omistajalta tai tekemällä pohjatutkimuksia ja tiedot ympäristöstä saadaan suunnitelmista ja maastosta. Taulukossa 5 on esitetty eri putkien omistajia sekä sijaintitiedon saatavuutta.

**Taulukko 5. Teknisten infrastruktuurien omistajat ja putkien sijaintitietojen tarkkuudet**

<b>Tekninen infrastruktuuri</b>	<b>Omistaja</b>	<b>Putkien sijaintitiedon merkintätapa/tarkkuus</b>
Kaukolämpö	Sähköä ja lämpöä tuottavat voimalaitokset (Esim. Helen Oy, Fortum Oyj, Tampereen sähkölaitos Oy)	Johtokartat, pituusleikkaukset
Kaasu	Kaasuyhtiöt (kantaverkon omistaa Gasgrid Finland Oy)	Merkintäpaalut, kiintopiste- tai karttamerkinnot
Sähkö	Kantaverkko Fingrid Oy, jakelu ja alueverkot sähköverkkoyhtiöiden omistuksessa (Esim. Caruna Oy, Elenia Oy, Helen Oy)	Sijaintikartat, tarvittaessa tarkempi sijainti maastomittauksilla
Tele ja viestintä	Teleoperaattorit (Esim. DNA, Elisa, Finnet, Telia)	Sijaintikartat, tarkkuus ± 0,5 m, tarvittaessa tarkempi sijainti maastomittauksilla
Vesihuolto	Vesihuoltolaitokset (Esim. HSY, Tampereen vesi, Turun vesihuolto)	Sijaintikartat

Tietojen tarkkuuteen vaikuttavat putkien rakentamisajankohta, sijainti ja omistaja. Maaperätietoihin vaikuttavat pohjatutkimusten tarkkuus ja toteutustapa. Putkien ja johtojen sijaintitiedot ovat yleensä saatavissa kartalta. Joidenkin putkien sijaintitiedosta on saatavilla pituusleikkauksia. Putkien sijaintitarkkuudet riippuvat tiedon antajasta. Tiedot vaihtelevat hyvin tarkoista sijaintitiedoista sijaintitiedottomiin putkiin.

Kokoneiden asiantuntijoiden haastattelut vahvistivat kirjallisuustutkimuksessa esille tulleita asioita lähtötiedoista ja putki- ja johtosiirroista. Putki- ja johtosiirtojen merkitys eri hankkeissa vaihtelee hankekohtaisesti. Lähtötietojen laadun ja tarkkuuden merkitys johtosiirtoprosessissa on suuri. Tarkat ja kattavat lähtötiedot tekevät suunnittelusta helpompaa ja tarkempaa sekä parantavat yhteensovitusta ja laatua. Tarkat ja laadukkaat suunnitelmat tekevät rakentamisesta varmempaa ja vähentävät aikataulu- ja kustannusriskejä.

Case-tapauksen kautta saatiin käytännön esimerkkejä siitä, millaisia lähtötietojen puutteet voivat olla ja millaisia ongelmia tietojen puutteista voi seurata. Case-tapauksen erikohdista ilmeni lisäksi, miten ongelmia voitiin ratkaista ja miten tietoisuus lähtötietojen puutteista edisti nopeaa reagointia ongelmakohdissa. Kaikkien hankkeen osapuolten nopea reagointi vähentää puutteellisten lähtötietojen haitallisia vaikutuksia kustannuksiin ja aikatauluihin.

## LÄHTEET

DNA, Elisa, Finnet & Telia. Maanrakennustyöt ja teleoperaattoreiden tietoliikennelaitteet. 5 s. Saatavissa (viitattu 21.3.2020): [https://johtotietopankki.fi/files/5167/11032019\\_Kai-vuohje\\_v.\\_2.1.pdf](https://johtotietopankki.fi/files/5167/11032019_Kai-vuohje_v._2.1.pdf)

Berninger, K., Laakso, T., Paatela, H., Virta S., Rautiainen, J., Virtanen, R., Tynkkynen, O., Piila, N., Duboik, M. & Vahala, R. (2018). Tulevaisuuden kestää vesihuolto – ennakointi ohjaus, ja järjestäminen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 56/2018. Valtioneuvoston kanslia. 116 s. + liit. 14 s. Saatavissa (viitattu 5.4.2020): <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161028/56-2018-Tulevaisuuden%20kestava%20vesihuolto.pdf>

Elenia. Ohjeita maakaasulinjalla työskenteleville. Saatavissa (viitattu 29.2.2020): <https://www.elenia.fi/sites/default/files/Ohje%20maakaasulinjalla%20ty%C3%B6skenteleville%202013.pdf>

Energiateollisuus ry (2006). Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkon dokumentointi. Helsinki. 12 s. + liit. 8 s. Saatavissa (viitattu 29.2.2020): [https://energia.fi/files/829/SuositusL9\\_2006\\_Dokumentointi.pdf](https://energia.fi/files/829/SuositusL9_2006_Dokumentointi.pdf)

Energiateollisuus ry (2013). Kaukolämpöjohtojen suunnittelu ja rakentamishjeet. Helsinki. 38s. + liit. 10 s. Saatavissa (viitattu 5.3.2020): [https://energia.fi/files/2353/SuositusL11\\_2013\\_KI-johtojen\\_suunnittelu-\\_ja\\_rakentamishjeet\\_paivitetty\\_20180130.pdf](https://energia.fi/files/2353/SuositusL11_2013_KI-johtojen_suunnittelu-_ja_rakentamishjeet_paivitetty_20180130.pdf)

Energiateollisuus ry (2019). Kaukolämpötilastot 2018. Helsinki. 69 s. Saatavissa (viitattu 29.2.2020): <https://energia.fi/files/3935/Kaukolampotilasto2018.pdf>

Energiateollisuus ry. Sähköverkkoyhtiöt. Saatavissa (viitattu 10.3.2020): <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/sahkoverkot/sahkoverkkoyhtiot>

Helsingin kaupunki (2014). Katutilan mitoitus, Suunnitteluohjeet Helsingin kaupungille 05/2014. Helsinki. 58 s. + liitt. 18 s. Saatavissa (viitattu 15.2.2020): [https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/katutila\\_mitoitus.pdf](https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/katutila_mitoitus.pdf)

InfraRYL 11212.3.2 (2019). Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2019. Johto-, putki- ja kaapelirakenteiden siirtäminen (2019). Rakennustieto Oy. Helsinki. Saatavissa (viitattu 1.3.2020): [https://ryl-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/InfraRYL/11212.3.2?version=2019\\_1](https://ryl-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/InfraRYL/11212.3.2?version=2019_1)

InfraRYL 33114 2019. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2019. Televerkon maakaapelit. (2019). Rakennustieto Oy. Helsinki. Saatavissa (viitattu 14.3.2020): [https://ryl-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/InfraRYL/33114?version=2019\\_1](https://ryl-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/InfraRYL/33114?version=2019_1)

InfraRYL 33115 2019. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2019. Sähköverkon maakaapelit (2019). Rakennustieto Oy. Helsinki. Saatavissa (viitattu 9.3.2020): [https://ryl-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/InfraRYL/33115?version=2019\\_1](https://ryl-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/InfraRYL/33115?version=2019_1)

Liikenne- ja viestintäministeriö (2009). Toimintavarmojen televerkkojen tarjonnan edistäminen. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 26/2009. Helsinki. 35 s. Saatavissa (viitattu 14.3.2020): [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)



Liikenne- ja viestintäministeriö (2010). Kaapelitietojen hallinnan kehittäminen. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 32/2010. Helsinki. 17 s. + liit. 3 s. Saatavissa (viitattu 21.3.2020): [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78167/Julkaisu\\_32-2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78167/Julkaisu_32-2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Liikenne- ja viestintäministeriö (2015). Laajakaistan yhteisrakentamisdirektiivi. Teknista-loudellinen selvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 8/2015. 78 s. + liit. 28 s. Saatavissa (viitattu 12.5.2020): [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78428/Julkaisu\\_8-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78428/Julkaisu_8-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Liikennevirasto (2012a). Sähköjohdot ja maantiet. Liikenneviraston ohjeita 4/2012. Hel-sinki. 64 s. + liit. 27 s. Saatavissa (viitattu 11.2.2020): [https://julkai-sut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2011-04\\_sahkojohdot\\_maantiet\\_web.pdf](https://julkai-sut.vayla.fi/pdf3/lo_2011-04_sahkojohdot_maantiet_web.pdf)

Liikennevirasto (2012b). Pohjatutkimusten hankinnan kehittäminen. Liikenneviraston tut-kimuksia ja selvityksiä 33/2012. Helsinki. 33 s. Saatavissa (viitattu 2.5.2020): [https://jul-kaisut.vayla.fi/pdf3/lts\\_2012-33\\_pohjatutkimusten\\_hankinnan\\_web.pdf](https://jul-kaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2012-33_pohjatutkimusten_hankinnan_web.pdf)

Liikennevirasto (2018). Vesihuoltoverkostot ja maantiet. Liikenneviraston ohjeita 6/2018. Helsinki. 104 s. + liit. 15 s. Saatavissa (viitattu 23.2.2020): [https://julkai-sut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-06\\_vesihuoltoverkostot\\_maantiet\\_web.pdf](https://julkai-sut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-06_vesihuoltoverkostot_maantiet_web.pdf)

Mäkinen, T. (2020). Kriittisten infrastruktuurien ja työturvallisuusvaarojen tunnistaminen. Case: runkovesijohdon siirto Viikissä. Tampere. 80 s. + liit. 65 s.

Mäkinen, T. (2020). Insinööri (AMK) ja Diplomi-insinööri, Suunnittelija, Sweco Infra Rail Oy, Tampere, Henkilökohtainen tiedonanto 6.4.2020.

Mäkinen, T. (2020). Insinööri (AMK) ja Diplomi-insinööri, Suunnittelija, Sweco Infra Rail Oy, Tampere, Henkilökohtainen tiedonanto 15.5.2020.

Rantanen, T., Patjas, E. ja Arkima, O. (2006). Tarjouspyyntövaiheen pohjatutkimusten ja tierakenteiden selvitysten määrän ja laadun optimointi ST-urakoissa. Tiehallinnon sel-vityksiä 47 / 2006. Saatavissa (viitattu 2.5.2020): <https://www.doria.fi/bitstream/han-dle/10024/139338/4542tie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Raide-Jokeri. Mikä Raide-Jokeri?. Saatavissa (viitattu 7.4.2020): <https://raidejo-keri.info/mika-raide-jokeri/>

Raide-Jokeri (2019). Geotekniset suunnitelmat nro. 30932/512, 30934/556. Helsingin kaupunki. Viitattu 26.4.2020

RIL 261-2013. 2013. Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet. Suomen Rakennus-insinöörien Liitto RIL ry. 257 s.

RIL 237-2-2010. 2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Mitoitus ja suunnittelu. Helsinki, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 162 s.

Sallinen, P. (2019). Maakaasu mahdollistaa muutoksen. Energiauutiset. Saatavissa (viitattu 21.3.2020): <https://www.energiauutiset.fi/tuotanto/maakaasu-mahdollistaa-muutoksen.html>

STUK (2019). Sähkönsiirto ja -jakelu. Saatavissa (viitattu 9.3.2020): <https://www.stuk.fi/aiheet/sahkonsiirto-ja-voimajohdot/sahkonsiirto-ja-jakelu>

Suomen kaasuenergia. Maakaasu ja biokaasu. Saatavissa (viitattu 16.2.2020): <https://suomenkaasuenergia.fi/maakaasu-ja-biokaasu/>

Suomen kaasuyhdistys (2014). Maakaasukäsikirja. 119 s. Saatavissa (viitattu 16.2.2020): <https://www.kaasuyhdistys.fi/julkaisut/maakaasun-kasikirja/>

Suomen kuntatekniikan yhdistys ry (2003). Katu 2002. Kadun rakennuksen tekniset ohjeet. Jyväskylä. 251 s. + liitt. 28 s.

VNa 551/2009. Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. Saatavissa (viitattu 16.2.2020): <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090551>

Tiehallinto (2009). Johtotietojen hallinta. Tiehallinnon selvityksiä 03/2009. Helsinki. 29 s. Saatavissa (viitattu 3.3.2020): [https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/3201117-v-johtotietojen\\_hallinta.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/3201117-v-johtotietojen_hallinta.pdf)

Tiehallinto & Energiateollisuus ry (2006). Kaukolämpöjohdot ja maantiet. Helsinki. 25 s. + liit. 14 s. Saatavissa (viitattu 5.3.2020): [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100032-v-05kaukol\\_ja\\_maant.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100032-v-05kaukol_ja_maant.pdf)

Tukes. Muista maakaasulinja. Ohjeita maakaasulinjalla työskenteleville. Saatavissa (viitattu 29.2.2020): <https://tukes.fi/documents/5470659/6410676/Muista+maakaasulinja+ohjeita+maakaasulinjalla+ty%C3%B6skenteville/8fbfc3ae-abe8-4ccb-899d-7b6017180f2d/Muista+maakaasulinja+-ohjeita+maakaasulinjalla+ty%C3%B6skenteville.pdf>