

Monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän pilotointi ja vertaaminen perinteiseen kaapelinsuojausjärjestelmään



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Syksy, 2023

Teemu Manninen

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Tekijä Teemu Manninen

Työn nimi Monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän pilotointi ja vertaaminen
perinteiseen kaapelinsuojausjärjestelmään

Ohjaajat Jukka Tiala (HAMK), Kyösti Ratia (YIT)

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Kaapelinsuojaputket ja betoniset kaapelikaivot yhdessä muodostavat perinteisen kaapelinsuojausjärjestelmän. Muoviset suojaputket suojaavat telekaapeleita maan alla ja mahdollistavat verkoston korjaukset ja täydennykset ilman laajamittaisia kaivuutöitä. Vaihtoehtona suojaputkille on käyttää monikanavaista järjestelmää.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän toimivuutta verrattuna perinteiseen suojaputkilla toteutettavaan kaapelinsuojausjärjestelmään. Työ pohjautuu Raide-Jokeri-allianssin Viikinkaaren osuudella vuonna 2020–2021 toteutettuun monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän kokeiluun, jossa saneerattavan kadun kaikki kaapelinsuojaputket korvattiin Rudus Oy:n maahantuomalla monikanavaisella Cubis-järjestelmällä. Opinnäytetyön tilaaja on Raide-Jokeri-allianssi.

Opinnäytetyössä tutkittiin Raide-Jokeri-allianssin eri osapuolten kokemuksia monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän käytöstä. Kokemuksia kerättiin avoimella haastattelulla muun muassa tuotannon, suunnittelun ja tilaajan edustajilta. Tutkimus antaa tietoa kaapelinsuojauksen vaihtoehtoista, sekä tietoa monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän käytöstä ja ominaisuuksista katurakentamisessa. Tutkimusmenetelmänä käytettiin haastattelun lisäksi työteho- ja kustannusanalyysiä, jolla selvitettiin monikanavaisen järjestelmän toteutuneita kustannuksia asennustyön ja materiaalin osalta. Toteutuneita kustannuksia verrattiin Raide-Jokeri-hankkeen toisen kadun kaapelinsuojaputkitöiden kustannusarvioon.

Tutkimuksen tulosten perusteella monikanavainen kaapelinsuojausjärjestelmä on perinteistä kaapelinsuojausjärjestelmää nopeampi asentaa ja se säästää tilaa ahtaassa katuymäristössä. Järjestelmä on kuitenkin kallis eikä korkeampi asennusnopeus kompensoi korkeampaa materiaalikustannusta. Monikanavainen kaapelinsuojausjärjestelmä toimii hyvänä vaihtoehtona perinteiselle kaapelinsuojausjärjestelmälle ahtaissa ja selkeälinjaisissa kohteissa. Perinteinen suojaputkiin perustuva kaapelinsuojausjärjestelmä on kuitenkin useimpiin kaapelinsuojauskohteisiin edelleen toimivin ratkaisu.

Avainsanat Kaapelinsuojaus, kaapelinsuojaputki, kadunrakennus, telekaapeli

Sivut 49 sivua ja liitteitä 3 sivua

Cable protection pipes with cable access chambers made of concrete together form the traditional cable protection system. Cable protection pipes that are made of plastic protect cables underground and enable repairing and supplementing the network without large scale excavation. A multiple duct cable protecting system is an alternative to the traditional system.

The objective of this thesis was to clarify the functionality of the multiple duct cable protecting system compared to the traditional system. The thesis is based on the piloting of a multiple duct cable protecting system that was implemented in the Jokeri Light Rail Alliance's section at Viikinkaari in 2020-2021. When the street was renovated all the cable protection pipes were replaced with a Cubis multiduct system that is imported by Rudus Oy. The thesis was commissioned by the Jokeri Light Rail Alliance.

The experiences of several professionals concerning the multiple duct system were collected and studied in this thesis. An open interview was used as a method and for instance representatives of production, planning and the customer organization were interviewed. The research gives information about the alternatives of cable protection as well as empiric and quantitative information concerning the multiple duct cable protection system. In addition, a work efficiency and cost analysis was made. The aim was to clarify the actual cost of the multiple duct cable protecting system and compare it to the estimated costs at another street in the Jokeri Light Rail project that was implemented in the traditional way.

The results suggest that the multiple duct cable protection system is faster to install saves space in the narrow and difficult urban environment when compared to the traditional cable protection system. On the other hand, it is more expensive and its faster installation time is not enough to compensate the higher material costs. The multiple duct cable protection system can be seen as a good and considerable alternative in narrow and well-defined spaces. Traditional cable protection is still the preferred option in most of the cases.

Keywords Cable protection, cable protection pipe, street construction, tele cable
Pages 49 pages and appendices 3 pages

Sisällys

Lyhenteet ja termit	2
1 Johdanto	1
1.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite	1
1.2 Tutkimusmenetelmät.....	2
2 Kaapelinsuojaus	3
2.1 Telekaapelit ja niiden sijoittaminen eri alueille.....	3
2.1.1 Kaapelisuojaus tarkoitus ja laatuvaatimukset.....	5
2.2 Yhteisrakentaminen	6
2.3 Suojaputkilla toteutettava perinteinen kaapelinsuojausjärjestelmä	8
2.4 Monikanavaiset kaapelinsuojausjärjestelmät	9
2.5 Raide-Jokeri ja Viikinkaari.....	13
3 Tutkimuksen suunnittelu, toteutus ja haastattelut	13
3.1 Tutkimuksen suunnittelu.....	13
3.2 Tutkimuksen toteutus	20
3.3 Haastattelut	25
3.3.1 Katutyönjohtaja	25
3.3.2 Tilaajan edustaja.....	27
3.3.3 Teleoperaattori Telian edustaja	31
3.3.4 Johtosiirtosuunnittelija	34
3.3.5 Johtosiirtotöistä vastaava	35
3.3.6 Kaapeliasentajat	38
3.3.7 Teleoperaattori DNA:n edustaja	39
4 Tulokset	43
5 Johtopäätökset	45
Lähteet	48

Liitteet:

Liite 1: Helsinki City -mallin kaapelikaivo

Liite 2: Rakenteellinen poikkileikkaus Viikinkaari. Kuvankaappaus suunnitelmasta numero 30933/32

Liite 3: Esimerkki tuntiapusta, josta työtehovertailun tiedot on kerätty

Lyhenteet ja termit

Helen Oy	Aiemmin Helsingin Energia. Yksi suurimmista energia-alan yrityksistä Suomessa
Helen Sähköverkko Oy	Helen Oy:n omistama sähkönjakeluyhtiö, jonka toiminta-alue on koko Helsinki
HKL	Helsingin kaupungin liikennelaitos (HKL). Vuonna 1945 perustettu kunnallinen liikelaitos.
HSY	Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY). Vastaa kunnallisista vesihuollon ja jätehuollon palveluista Espoossa, Helsingissä, Kauniaisissa ja Vantaalla.
Kaapelinsuojus	Tuote, joka suojaa kaapelia mekaanisilta rasituksilta. Kaapelinsuojuksia ovat esimerkiksi kaapelinsuojaputket, kaapelikourut ja kaapelinsuojalevyt
Kaupunkiliikenne Oy	Vuonna 2022 Helsingin kaupungin liikennelaitos (HKL) muutettiin osakeyhtiöksi ja nimi vaihtui Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:ksi eli lyhemmin Kaupunkiliikenne Oy:ksi.
Kuitusahaus	Suomen Kuitusahaus Oy:n nimestä johdettu kaapeliverkon rakentamisen muoto, jossa valokaapeliverkon mikroputkisto asennetaan sahaamalla asfaltin läpi tierakenteeseen. Menetelmää kutsutaan myös termillä Micro-trenching eli mikrosahaus
Peittosyvyys	Kaapelisuojausjärjestelmän ylimmän kohdan kuten kaapelisuojaputken yläpinnan ja maanpinnan välinen etäisyys
Raide-Jokeri-allianssi	Raide-Jokeri-allianssi on perustettu toteuttamaan Raide-Jokeri pikaraitiotielinja Espoon Keilaniemen ja Helsingin Itäkeskuksen

välille. Allianssin muodostavat tilaajakaupungit Helsinki ja Espoo, Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, urakoitsijat NRC Group Finland Oy sekä YIT Suomi Oy ja suunnittelutoimistot Ramboll Finland Oy, Sitowise Oy ja Sweco.

Rengasjäykkyys

Rengasjäykkyyden (SN) arvolla (B-luokan putkella $\geq 8 \text{ kN/m}^2$ ja A-luokan putkella $\geq 16 \text{ kN/m}^2$) kerrotaan muoviputken kyvystä kestää ulkoista painetta, kuten liikenteen aiheuttamaa kuormitusta

Teleyritys

Teleyrityksellä tarkoitetaan "...sitä, joka tarjoaa verkkopalvelua tai viestintäpalvelua ennalta rajaamattomalle käyttäjäpiirille eli harjoittaa yleistä teletoimintaa". (Laki sähköisen viestinnän palveluista 7.11.2014/917)

Tiedonsiirtokaapeli

Viestintäverkoissa käytettäviä johtimia kutsutaan tiedonsiirtokaapeleiksi (telekaapeli). Tiedonsiirtokaapelit jaetaan kolmeen ryhmään: koaksiaalikaapelit, symmetriset kaapelit ja valokaapelit. Koaksiaalikaapeli muodostuu koaksiaaliparista, joka koostuu sisä- ja ulkojohtimesta. Symmetrisessä kaapelissa on yksi tai useampi johdinpari, kansankielellä tämän tyyppisiä kaapeleita kutsutaan parikaapeleiksi. Valokaapelissa signaali etenee optista kuitua pitkin valon muodossa. Kuoresta ja ytimestä koostuva kuitu on tehty muovista tai kvartsilasista. (Prysmian Group, 2015)

Viestintäverkko

Viestintäverkolla tarkoitetaan "...toisiinsa liitetystä johtimista sekä laitteista muodostuvaa järjestelmää, joka on tarkoitettu viestien siirtoon tai jakeluun johtimella, radioaalloilla, optisesti tai muulla sähkömagneettisella tavalla". (Laki sähköisen viestinnän palveluista 7.11.2014/917)

yk-kaivo

Yhteiskäyttökaivo eli teleoperaattoreiden yhteiskäytössä oleva yleensä betoninen kaapelikaivo.

YKT-malli	Yhteinen kunnallistekninen työmaa -malli, Helsingin kaupungin ja paikallisten yhdyskuntateknisten verkostojen omistajien malli yhteisrakentamiseen
YKT-toimija	Yhteinen kunnallistekninen työmaa -mallin osapuoli. Osapuolia ovat Helsingin kaupunki, Helen Oy, Helen Sähköverkko Oy, HSY, Elisa Oyj, DNA Oyj, Telia Finland Oyj, Auris Kaasunjakelu Oy, Cinia Cloud Oy

1 Johdanto

Katualueilla, katseilta piilossa, sijaitsee merkittävä määrä yhteiskunnan kannalta tärkeää infrastruktuuria. Maan sisällä sijaitsee monen eri omistajan verkostoja, kuten vesijohtoja, jätevesi- ja hulevesilinjoja, sähkö- ja telelinjoja, sekä kaukolämpö- ja kaasulinjoja. Tietoliikennekaapelit mahdollistavat digitaalisen yhteiskunnan ja esimerkiksi mobiiliverkot. Lähes kaikki maailman tietoliikenne kulkee fyysisiä tietoliikennekaapeleita pitkin.

Kaapelinsuojaputket yksittäin tai useamman muodostamana patterina sekä betoniset kaapelikaivot muodostavat perinteisen kaapelinsuojausjärjestelmän. Muoviset suojaputket suojaavat herkkiä telekaapeleita maan alla ja mahdollistavat verkoston korjaukset ja täydennykset ilman laajamittaisia kaivuutöitä. Vaihtoehtona suojaputkille on käyttää monikanavaista järjestelmää, joka valmistajan mukaan säästää tilaa, asennusaikaa ja rahaa.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Raide-Jokeri-allianssi. Allianssi on muodostettu toteuttamaan 25 km pitkä pikaraitiotielinja Espoon Keilaniemen ja Helsingin Itäkeskuksen välille. Allianssin muodostavat tilaajakaupungit Helsinki ja Espoo, Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, urakoitsijat NRC Group Finland Oy sekä YIT Suomi Oy sekä suunnittelutoimistot Ramboll Finland Oy, Sitowise Oyj ja Sweco Finland Oy.

Ajatus opinnäytetyön toteuttamisesta syntyi, kun työskentelin aluevastaavana Raide-Jokeri-allianssin Viikinkaaren osuudella. Viikinkaarella toteutettiin osana Raide-Jokeri pikaraitiotiehankkeen rakennustöitä monikanavaisen suojaputkijärjestelmän pilotointi, jossa perinteinen yksittäisiin muovisiin kaapelinsuojausputkiin perustuva järjestelmä korvattiin monikanavaisella järjestelmällä. Pilotoinnin tarkoituksena oli selvittää monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän soveltuvuutta ahtaaseen katusaneerauskohteeseen.

1.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on verrata Raide-Jokerin Viikinkaaren osuudella kokeillun monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän toimivuutta verrattuna perinteiseen suojaputkilla toteutettavaan kaapelinsuojausjärjestelmään. Työssä tutkitaan Raide-Jokeri-allianssin eri osapuolten kokemuksia monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän käytöstä.

Kokemuksia kerätään muun muassa tuotannon, suunnittelun ja tilaajan edustajilta. Saatua tutkimustietoa lisää tietoa kaapelinsuojauksen vaihtoehtoista, sekä antaa tietoa monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän käytöstä ja ominaisuuksista katurakentamisessa.

Tutkimuskysymys on: Onko monikanavainen kaapelinsuojausjärjestelmä ahtaassa katutilassa toimivampi ratkaisu perinteiseen kaapelinsuojausjärjestelmään verrattuna? Toimivuutta mitataan järjestelmän rakennettavuuden ja rakenteen toimivuuden perusteella.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän soveltuvuutta telekaapeleiden suojaamisessa ahtaalla katusaneeraustyömaalla vertaamalla pilotoitavan järjestelmän ominaisuuksia perinteiseen suojaputkiin perustuvaan kaapelinsuojausjärjestelmään. Tutkimusmenetelmänä on käytetty haastattelua sekä työteho- ja kustannusanalyysia.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tämän opinnäytetyön varsinaisen tutkimusosuuden tutkimusmenetelmäksi valittiin avoin haastattelu. Haastattelun etuna verrattuna muihin tiedonkeruumenetelmiin on mahdollisuus säädellä aineiston keruuta halutulla tavalla. Haastattelun aiheiden järjestystä on mahdollista säädellä haastattelun aikana ja samoin vastaukset tarjoavat enemmän tulkinnanvaraa johtopäätösten tekoa varten. (Hirsjärvi ym. 2007, s.200)

Varsinainen tutkimus rajataan koskemaan Raide-Jokeri-allianssin eri osapuolten kokemuksia vertailtaessa monikanavaista ja perinteistä kaapelinsuojausjärjestelmää tietoliikennekäytössä toisiinsa. Tutkimuksen toinen osuus on analyysi, jossa verrataan monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän toteutunutta kustannusta verrattuna perinteiseen suojaputkilla toteutettavaan kaapelinsuojaukseen.

Tiedonhaku tapahtui tutkimalla Raide-Jokerin omia aineistoja, kirjallisuuslähteitä, sekä Helsingin kaupungin ja operaattoreiden ohjeita. Suurin osa lähteistä on ei painettua kirjallisuutta. Monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän maahantuoja, Rudus Oy, on

julkaissut internetsivuillaan Cubis-järjestelmän esitteitä suomeksi ja englanniksi. Työteho- ja kustannusvertailun osalta on tutkittu muun muassa työmaan tuntikirjanpitoaineistoa, materiaalitoimittajan laskutusta ja Raide-Jokeri-allianssin omia kustannusarviolaskelmia.

2 Kaapelinsuojaus

2.1 Telekaapelit ja niiden sijoittaminen eri alueille

Tietoliikennekaapeleiden sijoittamista katualueille ohjataan lainsäädännöllä, kunnan säännöillä ja ohjeilla, sekä muun muassa tietoliikennekaapeleiden omistajien (teleyritysten) laatimilla ohjeistuksilla. Lainsäädännön osalta tietoliikennekaapeleiden sijoittamista käsitellään Maankäyttö- ja rakennuslaissa (5.2.1999/132) sekä laissa sähköisen viestinnän palveluista (7.11.2014/917).

”Yleiset viestintäverkot ja -palvelut sekä niihin liitettävät viestintäverkot on suunniteltava, rakennettava ja ylläpidettävä siten, että: 2) ne kestävät normaalit odotettavissa olevat ilmastolliset, mekaaniset, sähkömagneettiset ja muut ulkoiset häiriöt ja tietoturvauhat.” (Laki sähköisen viestinnän palveluista 7.11.2014/917)

Kiinteistön omistajan oikeuksista ja velvollisuuksia johtojen sijoittamisessa säädetään Maankäyttö- ja rakennuslaissa (5.2.1999/132)

Kiinteistön omistaja ja haltija on velvollinen sallimaan yhdyskuntaa tai kiinteistöä palvelevan johdon sijoittamisen omistamalleen tai hallitsemalleen 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 5.2.1999/132)

Lain sähköisen viestinnän palveluista (7.11.2014/917) 229 § mukaan teleyrityksellä on, tietyin laissa kirjatuin ehdoin, oikeus sijoittaa toisen omistamalle tai hallitsevalle alueelle yleisiä tietoliikenneyhteyksiä palveleva telekaapeli, sekä siihen liittyvä laite, vähäinen rakennelma tai pylväs. Lain 234 § mukaan edellä 229 §:ssä mainittuja yleisiä tietoliikenneyhteyksiä palvelevan telekaapelin sijoittamisen edellytyksenä on, ettei sijoittamista voida järjestää muutoin tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Saman pykälän mukaan telekaapeli on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetussa laissa (503/2005) tarkoitettulle tiealueelle tai kiinteistönmuodostamislaisissa (554/1995) tarkoitettulle yleiselle alueelle.

Samoin lain 237 § mukaan ”kiinteistön omistajalla ja haltijalla, kunnalla yleisen alueen omistajana ja haltijana sekä valtiolla yleisen tiealueen omistajana ja haltijana on oikeus saada täysi korvaus haitasta ja vahingosta, joka on aiheutunut 229 §:n 1 momentin 1 kohdassa tarkoitettusta sijoittamisesta.” 240 § mukaan ”kunnan on tarvittaessa koordinoitava telekaapelien sijoittamista siten, että telekaapelien sijoittamisesta ja kunnossapidosta ei aiheudu sellaista haittaa tai vahinkoa, joka on kohtuullisin kustannuksin vältettävissä.” (Laki sähköisen viestinnän palveluista 7.11.2014/917)

Katu tarkoittaa kaupunkiseudun liikenneväylää ja monikäyttötilaa, jossa yhdistyy liikenne, oleilu ja liikkuminen. Katualueeseen sisältyvät maanpäällisten osien lisäksi kadun yläpuoliset, sekä maanalaiset johdot, laitteet ja rakenteet. Eri toimintojen jakautumiseen katutilassa vaikuttavat kadulle asetetut liikenteelliset, tekniset ja kaupunkikuvalliset vaatimukset, sekä kadun sijainti kaupunkirakenteessa. (Helsingin kaupunki, 2014)

Kadun suunnittelussa kadun poikkileikkauksen kokonaisleveydessä tulee huomioida kaikki kadulle tulevat johdot, kuten viemärit, kaapelit ja tuleville johdoille tehtävät varaukset. Johtojen sijoittelussa tulee huomioida johtojen keskinäisten etäisyyksien lisäksi niiden etäisyydet rakennuksiin, puihin, raitiotiehen, kaivoihin ynnä muihin kadun rakenteisiin. Johtojen sijoittelussa tulee huomioida esimerkiksi johtojen tulevat kaivamalla tapahtuvat ylläpitotyöt.

Telekaapelit sijoitetaan katualueella tyypillisesti suojaputkissa jalkakäytävän alle.

Suojaputkien minimipeitesyvyys on 600 mm. Telekaapelit tulisi sijoittaa vähintään 200 mm etäisyydelle muista katualueen putkista, johdoista ja rakenteista. Asuinalueilla suojaputkien etäisyys tontin rajasta tulee olla minimissään 1,0 m ja rakennuksen seinästä 2,0 m.

Katualueiden reunalle tulee varata riittävästi tilaa esimerkiksi jakokaapeille. (Helsingin kaupunki, 2014)

2.1.1 Kaapelisuojausjärjestelmien tarkoitus ja laatuvaatimukset

Kaapelinsuojausjärjestelmien tarkoitus on suojata kaapeleita muun muassa maan paineen, liikenteen ja roudan aiheuttamaa mekaanista kulutusta vastaan. Kaapelikanavat toimivat kaapelien asennusreitteinä, sekä varalla mahdollisesti tulevia vikatapauksia tai myöhempiä asennuksia varten. Kaapelinsuojausjärjestelmät soveltuvat kaapeleiden suojaamiseen monenlaisissa ympäristöissä kuten raskaasti liikennöidyillä kaupunkialueilla tai kevyemmän kuormituksen viheralueilla. (Uponor, 2008)

InfraRYL kohdan 33114.1.1 kaapelisuojausputket mukaan kaapelisuojausputkituksien tulee olla kaivualueen haltijan lupaehtojen ja tilaajan suunnitelmien mukaisia vesitiiviitä standardien SFS-EN 61386-24 ja SFS 5608 mukaisia muoviputkia. Telekaapeleiden suojaputkien tulee olla väriltään punaisia. (Rakennustieto Oy, 2023)

SFS 5608 Maahan asennettavat kaapelinsuojaukset ja varoitusnauhat -standardi tuli voimaan vuonna 1990. Standardilla määritetään PVC ja PE-putkien teknisiä ominaisuuksia, kuten rengasjäykkyys ja iskulujuus. Edellisten ominaisuuksien perusteella kaapelisuojausputket jaetaan lujuusluokkiin A ja B. B-luokan rengasjäykkyys tulee olla $\geq 8 \text{ kN/m}^2$ ja A-luokan putkien rengasjäykkyys tulee olla $\geq 16 \text{ kN/m}^2$. Standardi SFS 5608 on kumottu vuonna 2016, mutta sitä käytetään edelleen kaapelisuojausputkien laadun varmistuksessa yhdessä standardin SFS-EN 61386-24 kanssa (SFS 5608/1990)

Telian yleisohje maakaapelien ja putkitusten asentamiseen -ohjeen mukaan kaapelisuojausputkina käytetään polyeteenisuojausputkia, joiden sisähalkaisija on 95 mm ja ulkohalkaisija 110 mm. Käytettäessä 50 mm suojaputkia putken materiaali on PVC. Ohjeen

mukaan kaapelisuojauputkien rengasjäykkyyden tulee olla SN8 (luokka B) ja SN16 (Luokka A). SN8 jäykkyyden putkia käytetään maanvaraisputkituksissa raskaan liikenteen alueiden ulkopuolella sekä kevyen liikenteen väylien alituksissa, asennussyvyyden tulee kuitenkin aina olla alle 1,6 m. SN16 jäykkyyden putkia käytetään maanvaraisputkituksissa raskaan liikenteen alueilla sekä aina katujen ja teiden alituksissa, kun asennussyvyys on yli 1,6 m. Kaikissa putkissa tulee olla tiiviste. Kaapelisuojauputkien kaarresäteen tulee olla suurempi tai yhtä suuri kuin 300 kertaa putken ulkohalkaisija. Kaarresäteen ollessa edellä mainittua pienempi tulee käyttää 0–90 asteen taivutuskulmaa. (Telia Oy, henkilökohtainen tiedonanto, ohjedokumentti 12.8.2023.)

2.2 Yhteisrakentaminen

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) määrittää yhteisen rakennustyömaan tarkoittamaan työpaikkaa, jossa tehdään asetuksen tarkoittamaa rakennustyötä ja jolla samanaikaisesti tai peräkkäin toimii useampi kuin yksi työnantaja tai itsenäinen työnsuorittaja. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205)

Edellä esitetyn lain mukainen yhteinen työmaa mahdollistaa eri toimijoiden työskentelyn samanaikaisesti tai peräkkäin ilman, että kukaan koordinoi kokonaisuutta. Minun omien kokemusteni mukaan tämä voi johtaa epäloogiseen ja tehottomaan työskentelyyn.

On tyypillistä, että kadunrakentamishankkeissa samalla työmaalla toteutetaan useamman tilaajan töitä samanaikaisesti. Eri verkkojen kuten esimerkiksi vesihuolto-, tele-, sähköverkkojen maanrakennustyöt on järkevää suorittaa samanaikaisesti kaikkien yhteiseen kadunrakennushankkeeseen osallistuvien tahojen osallistuessa kustannuksiin. Edellä kuvailtua rakentamisen toimintamallia kutsutaan yhteisrakentamiseksi. Yhteisrakentamisen tärkeä peruste on rakentamisen aiheuttamien haittojen vähentäminen ympäristölle ja infraomaisuudelle. Yhteisrakentamisen lähtötilanne on usein kaupungin tai kunnan peruskorjaus- tai täydennystarve katuverkolla. Yhteisrakentamisen toimivuuden varmistamiseksi eri osapuolten tulee tehdä tiivistä yhteistyötä hankkeen alusta alkaen.

Yhteisrakentamisen hankkeiden tilaajien yhteistoiminta, sekä suunnitteluprosessin ja suunnittelun yhteensovitus on erittäin tärkeää. (Tienvieri, 2020)

Ennen yhteisrakennushankkeeksi määritellyn hankkeen suunnittelun aloittamista tulee käydä läpi kaikkien hankkeeseen tilaajina osallistuvien tarpeet ja sopia kuka toimii suunnittelun päätilaajana. Suunnittelun tarkoituksena on laatia kaikkien hankkeeseen osallistuvien tilaajien kannalta ristiriidattomat suunnitelma-asiakirjat. Rakentamista edeltää yhdessä sovitun hankkeen laajuuden, sisällön ja urakkarajojen määrittäminen, sekä urakkaohjelman luominen. Rakennushanke kilpailutetaan siten, että on vain yksi päätoteuttaja. Päärakennuttajana toimii useimmin kunta tai kaupunki ja se vastaa tarjouspyyntöasiakirjojen kokoamisesta muiden hankkeeseen osallistuvien avustuksella, sekä hankkeen kilpailuttamisesta. (Tienvieri, 2020)

Kustannusten jaossa toimivaksi malliksi on osoittautunut rakennusurakan rakentamisen valmistelu- ja hankintavaiheessa tilaajakohtaisesti eritellyt rakentamisen osuudet. Rakennuttamiskustannusten osalta toimiva malli on jakaa kustannukset suhteellisin osuuksin hankkeen eri osapuolille. Kaikki kustannuksiin liittyvät periaatteet tulee sopia etukäteen hankkeen valmisteluvaiheessa. (Tienvieri, 2020)

Helsingin kaupungin alueella yhteisrakentamista ohjataan Yhteinen kunnallistekninen työmaa -sopimuksen avulla. Sopimuksella sopimusosapuolet (Helsingin kaupunki, Helen Oy, Helen Sähköverkko Oy, HSY, Elisa Oyj, DNA Oyj, Telia Finland Oyj, Auris Kaasunjakelu Oy ja Cinia Cloud Oy) ovat sitoutuneet toimimaan sopimuksessa sovitulla tavalla. Sopimuksella edistetään sujuvaa yhteistyötä ja kustannustehokasta toimintaa sopijaosapuolten välillä, sekä tuotetaan kaupunkilaisille parempaa ja toimivampaa elinympäristöä. Sopimuksen periaatteilla sujuvoitetaan kaupungin alueella tapahtuvaa yhteisten alueiden rakentamista, sekä pyritään sovittamaan osapuolten erillishankkeet yhteisesti toteutettaviksi, kaupungin asuntotuotantotavoitteita ja maankäytön kehittämistä tukeviksi. Sopimuksen keskeisenä tavoitteena on kaivuutöiden haittojen vähentäminen ja työmaiden toteutusaikojen lyhentäminen, sekä kokonaistaloudellisesti parempien tulosten saavuttaminen rakentamishankkeiden suunnittelussa ja toteuttamisessa. (Yhteistoimintasopimus, 2017)

2.3 Suojaputkilla toteutettava perinteinen kaapelinsuojajärjestelmä

Perinteinen suojaputkilla toteutettava kaapelinsuojajärjestelmä koostuu Raide-Jokerin-allianssin omien kaapeliputkitusohjeiden mukaisesti muovisista suojaputkista sekä betonisista teleoperaattori- ja yhteiskäyttökaivoista. Raide-Jokerin toteuttamissa johtosiirroissa telekaapelisuojaputkien putkityyppi on teleoperaattorista riippuen 100 mm kova PVC-putki tai 110 mm pehmeä polyeteeniputki lujuusluokassa A tai SN16. Kaikkien operaattorien telekaapelien suojaputkien väri on punainen. Suojaputkien asennussyvyys eli etäisyys putken yläpinnasta maanpintaan on 700–800 mm ja useamman suojaputken pattereissa suojaputkien keskinäinen etäisyys on 50 mm (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto, hankkeen intranet 21.8.2023.)

Kaapelikaivot ovat Raide-Jokeri-allianssin sisäisen ohjeistuksen mukaisesti Helsingissä sisämitaltaan 1500 mm tai 2000 mm kokoisia. Kaivo koostuu pohjarenkaasta, mahdollisista välirenkaista, miehistöaukollisesta kannesta, kapeammasta miehistökulkurenkaasta ja valurautaisesta 40 tonnin kansistosta. Esimerkki kaapelikaivosta liitteenä 1. Kaivo asennetaan pohjamaan päälle levitetyn 200 mm murskearinan päälle. Kaivoon porataan tehtaalla tai työmaalla tarvittava määrä läpimenoja, joiden kautta muoviputket liitetään kaivoon. Putkiliitokset tiivistetään kumisella tiivisteellä, putken päät ovat kaivon sisäpuolella 30-50 mm pituisia. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto, hankkeen intranet 20.8.2023.)

Telian yleisohje maakaapelien ja putkitusten asentamiseen -ohjeen mukaan kaapelisuojaputki liitetään betonikaivoon tekemällä kaivon seinään timanttiporalla reikä. Asennettavaan putkeen asennetaan o-rengastiiviste, joka tiivistää liitoksen vesitiiviiksi. Putki työnnetään poratusta betonirenkaasta läpi ja putki vedetään takaisin sen verran, että tiiviste jää keskellä kaivon seinämää. Viimeistelytyönä kaapelisuojaputki lyhennetään sahaamalla kaivon sisäpuolelta 30–50 mm pituiseksi kuten kuvassa 1. (Telia Oy, henkilökohtainen tiedonanto, ohjedokumentti 12.8.2023.)

Kuva 1. Betoninen teleoperaattorikaivo. (Henkilökohtainen tiedonanto, Raide-Jokeri, 12.9.2023)



2.4 Monikanavaiset kaapelinsuojajärjestelmät

Multiduct on irlantilaisen CRH Companyn omistaman Cubis Systems:n monikanavaisten kaapelinsuojajärjestelmien tuoteryhmä. Maahantuojana Suomessa toimii CRH:n tytäryhtiö Rudus. Cubis Multiduct on valmistajan mukaan monikanavainen kaapelinsuojajärjestelmä, joka voidaan asentaa teiden, raiteiden ja tunneleiden alle sekä maanalaisten kunnallistekniikkalinjojen ja siltojen yhteyteen. Valmistajan mukaan Cubis-järjestelmän tuotteilla on suuri puristuslujuus, jonka ansiosta järjestelmän asennussyvyys voi olla matalampi tavanomaiseen kaapelinsuojajärjestelmään verrattuna. Valmistajan mukaan 9-paikkaisen elementin D400 kuormituksen eli normaalisti liikennöidyn katualueen kuormituksen alueella elementin peittosyvyys on minimissään 550 mm. Lisäksi valmistajan

kertomiin etuihin kuuluu kanaviston neliömuoto, jonka ansiosta yhteen kanavaan mahtuu pyöreää perinteistä kaapelisuojausputkea enemmän kaapeleita. (Rudus, n.d.-a)

Multiduct järjestelmä koostuu kuvan 2. mukaisesti 4-, 6- ja 9-paikkaisesta 1 m pituisesta kanavaelementistä, sekä 4-paikkaisesta XL-koon elementistä. Lisäksi järjestelmään kuuluu erilaisia putkisovittimia, kulmapaloja sekä haarakappaleita. Kanavajärjestelmän osat on valmistettu HDPE-muovista (High-density polyethylene), joka valmistajan mukaan takaa materiaalin keveyden ja kestävyys. Kanavaelementit painavat alle 20 kg jolloin ne ovat turvallisesti yhden ihmisen liikutettavissa ja asennettavissa. Kaapelikanavaelementtien liitos mahdollistaa kahden asteen suunnan muutokset. Suuremmat kaarteet tulee toteuttaa erillisillä kaarekappaleilla. (Rudus, n.d.-a)

Kuva 2. Erikokoisia Cubis elementtejä. (Rudus, n.d.-b)



Cubis-järjestelmään kuuluu monikanavaisten kaapelinsuojauskanavien lisäksi komponenteista koostuva modulaarinen STAKKAbOX ULTIMA Connect kaivojärjestelmä, joka näkyy asennettuna taustalla kuvassa 3. Järjestelmä koostuu kaksiseinämisistä lasikuitumuovisista kulmakappaleista ja suorista seinäkappaleista. Osat kiinnittyvät toisiinsa liitoskappaleilla, joilla muodostetaan erikokoisia ja muotoisia aukkoja kaivojen seinämiin läpivientien luomiseksi. Järjestelmä mahdollistaa erikokoisten suorakaiteen muotoisten kaivojen rakentamisen työmaan tarpeen mukaisesti. (Rudus, n.d.-c)

Kuva 3. STAKKAbbox kaapelikaivo (Henkilökohtainen tiedonanto, Raide-Jokeri, 12.9.2023)



Valmistajan mukaan ULTIMA Connect -kaivojen asennus on merkittävästi nopeampaa kuin tavanomaisten kaivojen kokoaminen. Kaivon yksittäiset osat painavat pääasiassa alle 25 kg ja ovat täten yhden henkilön käsiteltävissä ja kasattavissa. Valmistajan testien perusteella kaivojen sivujen kuormituksenkestävyys on samaa luokkaa betonisten kaivojen kanssa. Kaivojen kansistoiksi löytyy erilaisia vaihtoehtoja betonista, teräksestä ja erilaisista komposiittimateriaaleista. Cubis-järjestelmän kanavistoja ja kaapelisuoja-putkia varten löytyy erilaisia läpivientikappaleita. (Rudus, n.d-c)

OPI-kanaalijärjestelmä on Pipelife Finland Oy:n kaapeliputkikanaalijärjestelmä, joka koostuu standardimittaisista kaapelisuoja-putkista (100 mm, 110 mm ja 160 mm) ja näiden väliin

asennettavista pohja-, väli- ja tukikammoista, jotka näkyvät asennettuina kuvassa 4. Järjestelmä kootaan asentamalla halutun kokoiset kaapelinsuojaputket useamman päällekkäisen ja vierekkäisen putken kanaaliksi. Kokoamisen jälkeen kaapelikanava betonoidaan; tukikammoilla betoniteräksiset ja muottilevyt saadaan pysymään valun ajan paikoillaan. Valmistajan mukaan OPI-järjestelmä soveltuu kaapelikanaalin rakentamisen tiheään rakennetuille liikennealueille ja lentokentille. (Pipelife, 2020)

Kuva 4. Pipelife OPI-järjestelmä ennen betonivalua. (Pipelife, n.d.)



Valmistajan markkinointimateriaalissa putkijärjestelmän käyttäjä kertoi OPI-järjestelmän käyttämisen säästävän tilaa 60–75 % perinteiseen putkitukseen verrattuna. Järjestelmän asentajien mukaan tuote oli nopea ja helppo asentaa. Markkinointimateriaalissa esitellyssä Oulun Aittatorin kohteessa päädyttiin käyttämään OPI-järjestelmää tilahtauden vuoksi. (Pipelife, n.d.)

2.5 Raide-Jokeri ja Viikinkaari

Raide-Jokeri on Espoon Keilaniemen ja Helsingin Itäkeskuksen välille rakennettava pikaraitiotielinja. Radan kokonaispituus on 25 km, josta 9 km sijoittuu Espooseen ja 16 km Helsinkiin. Raideyhteydellä korvataan runkobussilinja 550, joka on Helsingin seudun vilkkaimmin liikennöity bussilinja. Raide-Jokerin rakentaminen on aloitettu kesäkuussa 2019, hanke valmistuu kesällä 2023 ja kaupallinen liikennöinti alkaa Kaupunkiliikenne Oy:n päätöksellä syksyllä 2023. (Raide-Jokeri, 2023)

Raide-Jokeri toteutetaan allianssihankeena, jossa kaupunkien (Helsinki ja Espoo) tilaajaorganisaatiot ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, suunnittelutoimistot (Sweco, Ramboll Finland ja Sitowise) sekä urakoitsijat (YIT Suomi Oy ja NRC Group Finland Oy) muodostavat yhteisen allianssiorganisaation. (Raide-Jokeri, 2023)

Viikinkaari on Helsingin Viikin kaupunginosassa sijaitseva katu, jonka uudelleen rakentaminen liittyi Raide-Jokerin pikaraitiotien toteutukseen. Viikinkaaren johtosiirtosuunnitelmien mukaisesti tietoliikennesuojaputket sekä HKL:n ja Raide-Jokerin kaapelisuojaputkien runkoreitit korvataan Cubis-Järjestelmän kaapelikanavilla liitteen 2 katupoikkileikkauksen mukaisesti pois lukien kiinteistöjen yhteydet. (Raide-Jokeri, henkilökohtainen tiedonanto, hankkeen intranet 19.8.2023)

3 Tutkimuksen suunnittelu, toteutus ja haastattelut

3.1 Tutkimuksen suunnittelu

Tämän opinnäytetyön tutkimusosuuden suunnittelu aloitettiin tammikuussa 2022 tutkimusmenetelmän valinnalla. Pääasiallisesti tutkimusmenetelmäksi valikoitui avoin haastattelu aiheen vaatiman tiedonkeruutarpeen vuoksi. Haastateltaviksi haettiin henkilöitä, jotka ovat olleet tekemisissä Cubis-kaapelinsuojausjärjestelmän kanssa Raide-Jokerin projektilla. Erilaisten näkemysten esiintuomiseksi haluttiin haastatella mahdollisimman kattavasti edustajia Raide-Jokeri allianssin tilaajalta, suunnittelusta ja tuotannosta, sekä

operaattorin edustajaa. Hankkeen eri osapuolien haastattelu oli tärkeää mahdollisimman kattavan haastatteluaineiston keräämiseksi.

Haastattelututkimuksen ensimmäisessä vaiheessa listattiin potentiaaliset haastateltavat henkilöt. Haastatteluiden tarkoituksena oli saada kattava kuva tutkittavan järjestelmän suunnittelusta ja käytöstä, sekä verrata sitä perinteiseen kaapelinsuojausmenetelmään. Ensimmäinen ajatus oli haastatella Cubis-järjestelmän kanssa Raide-Jokerilla tekemisissä olleista tuotannon työnjohtajaa, johtosiirtosuunnittelijaa, tilaajan edustajaa ja Raide-Jokerin johtosiirtotöistä vastannutta. Opinnäytetyön tilaajan kanssa käytyjen keskustelujen ja verkko-operaattorien yhteisen yhteyshenkilön kautta saatujen yhteystietojen ansiosta haastateltaviksi valikoituivat lisäksi operaattorien Telia ja DNA edustajat sekä Eltel Networks Oy:n työntekijät, jotka asensivat kaapeleita Cubis-kaapelinsuojausjärjestelmään.

Seuraavassa vaiheessa haastateltaviin oltiin yhteydessä puhelimitse. Kaikki ensimmäisessä vaiheessa sopiviksi haastateltaviksi valikoituneet olivat suostuvaisia haastateltaviksi. Haastattelut sovittiin tehtäviksi kevään 2022 aikana.

Lopullinen haastateltavien henkilöiden lista helmikuun lopussa 2022 (haastattelupäivämäärä lopussa).

1. Raide-Jokerin tuotannon työnjohtaja 24.2.2022
2. Tilaajan (Helsingin kaupunki) edustaja 8.3.2022
3. Operaattorin (Telia) edustaja 10.3.2022
4. Raide-Jokerin johtosiirtosuunnittelija 11.3.2022
5. Raide-Jokerin johtosiirtotöistä vastaava 18.3.2022
6. Cubis-järjestelmään johtoja asentaneet työntekijät 22.3.2022
7. Operaattorin (DNA) edustaja 5.4.2022

Kolmas vaihe haastatteluiden suunnittelussa oli valmistella haastattelukysymykset. Kaikille haastateltaville yhteisiä teemoja olivat muun muassa kokemukset kaapelisuojausputkiin perustuvasta kaapelinsuojausjärjestelmästä (niin sanottu perinteinen malli), sekä Cubis-kaapelinsuojausjärjestelmästä. Lisäksi oltiin kiinnostuneita selvittämään mitä hyvää ja tai

huonoa haastateltavat näkivät perinteisessä kaapelinsuojajärjestelmässä, sekä Cubis-kaapelinsuojajärjestelmässä ja miten haastateltavat kehittäisivät Cubis-järjestelmää.

Edellä mainittujen teemojen lisäksi haastattelussa hyödynnettiin tutkimuskysymystä: Onko monikanavainen kaapelinsuojajärjestelmä ahtaassa kaupunkirakenteessa toimivampi menetelmä telekaapeleiden suojaamisessa kuin perinteinen kaapelinsuojajärjestelmä?

Haastattelutilanteita varten tehtiin listaus kysymysmuotoon sen varmistamiseksi, että kaikki halutut asiat tulivat sanotuiksi tai ainakin käsitellyiksi. Kysymyslistauksen sisältö vaihteli jonkin verran haastateltavien välillä, mutta ydinkohdat olivat samat kaikilla.

Kaikilta haastatelluilta kysyttiin seuraavia kysymyksiä:

1. Miten Cubis-kaapelinsuojajärjestelmä eroaa vastaajan mielestä tavanomaisesta kaapelinsuojaputkijärjestelmästä?
2. Minkälaisia haasteita/hyötyjä vastaaja näkee perinteisessä kaapelinsuojajärjestelmässä?
3. Minkälaisia haasteita/hyötyjä vastaaja näkee Cubis-Järjestelmässä?

Lisäksi kysymysasettelua mukautettiin haastateltavan näkökulman mukaisesti kuten seuraavissa esimerkeissä:

4. Miten parantaisit Cubis-järjestelmää? (Raide-Jokerin tuotannon työnjohtaja)
5. Mitä ongelmaa kaupungin kannalta vaihtoehtoisella (monikanavaisella) järjestelmällä ratkaistaan? (Kaupungin edustaja)
6. Millaisissa tilanteissa monikanavainen järjestelmä koetaan/koettaisiin paremmaksi ratkaisuksi kuin perinteinen kaapelinsuojaputkiin perustuva järjestelmä? (Operaattori Telia)
7. Miten Cubis sopii telekaapeleiden suojaamiseen suunnittelijan näkökulmasta? (Suunnittelija)
8. Mitä ongelmaa Cubis-järjestelmällä haluttiin Raide-Jokerilla ratkaista? (Raide-Jokerin johtosiirtovastaava)
9. Millaista oli asentaa kaapeleita Cubis-järjestelmään? (Kaapeleiden asentajat)

10. Mitä hyvää/huonoa on nykyisessä järjestelmässä, jossa operaattorit omistavat omat suojaputkensa? Miten monikanavainen järjestelmä sopii tähän kuvaan? (Operaattori DNA)

Kysymysten asetteluun vaikutti myös edellisistä haastatteluista saadut vastaukset ja huomiot. Ensimmäisen ja viimeisen haastattelun kysymysasettelu eroaa siten jonkin verran viimeisistä. Tällä järjestelyllä pyrittiin saamaan mahdollisimman suuri hyöty avoimen haastattelun haastattelijalle antamista vapauksista.

Opinnäytetyön toinen tutkimusosuus koostui työteho- ja kustannusvertailusta. Työteholla tarkoitetaan tässä tapauksessa, kuinka monta metriä Cubis-järjestelmää asennetaan tunnissa. Työtehovertailulla selvitettiin Raide-Jokerin investointilaskelmassa arvioidun työtehon toteutumista työmaalla vertaamalla investointilaskelman työtehoa jälkilaskenta-aineiston toteutuneeseen työtehoon Cubis-järjestelmän kanavistojen ja Stakkabox-kaivojen osalta. Kustannusvertailulla selvitettiin investointilaskelmassa käytettyjen yksikköhintojen toteutumista vertaamalla työmaalla todellisuudessa käytetyn Cubis-järjestelmän kanaviston ja Stakkabox-kaivojen materiaalin määrää ja arvoa investointilaskelman yksikköhintoihin.

Työtehovertailuosuuden suunnittelu alkoi tutustumalla Raide-Jokerin Viikinkaaren tuntikirjanpitomateriaaliin. Tuntikirjanpitomateriaalista selvisi, että työmaalla on täytetty viikoittain ja työntekijäkohtaisesti paperista tuntiseurantadokumenttia. Dokumenttiin työntekijä on kirjoittanut jokaisen työskentelypäivän osalta päivämäärän, tekemänsä työtehtävät, työskentelyn alkamis- ja loppumisajankohdat, sekä kokonaistyötunnit. Työmaan työnjohto on työviikon päätteeksi litteroinut tehdyt tunnit työmaan litterointijärjestelmän mukaisesti, jonka jälkeen tuntikirjanpitodokumentti on toiminut aliurakoitsijoiden osalta laskutusperusteena ja omien työntekijöiden osalta tuntiseurantajärjestelmän kirjausperusteena.

Tuntikirjanpitomateriaalin perusteella ensimmäinen maininta Cubis-järjestelmästä löytyy päivämäärällä 18.8.2020, jolloin on purettu konteista satamasta saapuneita Cubis-järjestelmän osia. Kuorman purku on työmaan yleiskustannusten alaista työtä, joten sitä ei huomioida tässä tutkimuksessa. Ensimmäisen kerran Cubis-järjestelmää on asennettu

24.8.2020. Tuntikirjanpitoaineiston viimeinen maininta Cubis-järjestelmän asennuksesta on 24.5.2021. Ensimmäinen merkintä Stakkabox-kaivon asentamisesta löytyy 21.9.2020 ja viimeinen 17.5.2021. Tuntikirjanpitoaineistosta laadittiin excel-taulukko, johon kirjattiin tuntikirjanpitoaineistosta löytyvät Cubis-järjestelmän kanavien tai Stakkabox-kaivojen asentamiseen käytetyt miestyö- ja konetyötunnit.

Kirjatuista tunneista laskettiin vain suoraan asennustyöhön liittyvät tunnit, ei esimerkiksi työmaan yleiskoneena toimineen pyöräkuormaajan tunteja, mittamiehen tai työnjohdon tunteja. Mukaan laskettuihin töihin kuuluu tässä tutkimuksessa Cubis-kanavien osalta arinan rakentaminen, Cubis-järjestelmän asennus ja suojatäyttö, sekä liitokset kaivoihin (betonisiin ja muovisiin). Kuvassa 5. näkyy edellä mainitut työvaiheet toteutettuina. Kaivuutöitä ei ole laskettu mukaan, koska merkittävä osa Cubis-järjestelmän linjoista on tehty vesijohtokaivannon täyttöjen päälle.

Kuva 5. Cubis-järjestelmän asennusalusta, elementti asennettuna ja alkutäyttö tiivistettynä
(Henkilökohtainen tiedonanto, Raide-Jokeri, 12.9.2023)



Muovisten Stakkabox-kaivojen osalta mukaan laskettiin asennusarinan rakentaminen, kaivon asentaminen sekä ympärystäytöjen tekeminen. Kuvassa 8. näkyy Stakkabox-kaivo asennettuna vanhojen tässä vaiheessa käytössä olevien tele- ja sähkösuojaputkien viereen.

Kustannusvertailuosuuden Cubis-järjestelmän kanavien ja Stakkabox-kaivojen kokonaismäärät jaettiin saaduilla miestyö- ja konetyötuntien kokonaismäärillä, jolloin vastauksena saatiin miestyö- ja konetyön työteho per asennettu yksikkö.

Kuva 6. Stakkabox-kaivo asennettuna ja ympärystäyttö osittain tehtynä (Henkilökohtainen tiedonanto, Raide-Jokeri, 12.9.2023)



Kustannusvertailun suunnittelu aloitettiin perehtymällä Raide-Jokerin tekemään investointilaskelmaan, jolla on perusteltu hankkeen tilaajalle Cubis-järjestelmän pilotoinnin kustannuksia verrattuna tavanomaiseen suojausputkilla toteutettavaan kaapelinsuojaukseen. Investointilaskelmasta saatiin kaikkien käytettyjen Cubis-järjestelmän kanavakokojen (4-, 6- ja 9-paikkainen) maahantuojaan tarjoamat yksikköhinnat. Tämän jälkeen Raide-Jokerin Viikinkaaren osuuden johtosiirtosuunnitelmista laskettiin käytettyjen Cubis-järjestelmän kanavistojen määrät, sekä suunnitelmiin merkittyjen Stakkabox-kaivojen määrät. Lisäksi tutustuttiin materiaalitoimittajan, Rudus Oy, lähettämiin laskuihin ja hyvityslaskuihin. Edellä mainittujen perusteella pyrittiin määrittämään työmaalle saapuneen materiaalin määrä ja arvo, sekä työmaalta materiaalitoimittajalle palautetun materiaalin määrä ja arvo. Näin toimimalla pyrittiin laskemaan mahdollisimman tarkka hinta asennusmetrille, sisältäen muun muassa erilaiset asennusosat, kuten kulmapalat ja hukan.

Työteho- ja kustannusvertailun toteutuksen osuudessa vertailtiin monikanavaisen Cubis-järjestelmän eri kokoisten elementtien (4-, 6- ja 9-paikkainen) ja Stakkabox-kaivojen toteutunutta materiaali- ja asennushintaa Raide-Jokeri hankkeen Viikintien tavanomaisen suojausputkituksen ja kaapelikaivojen kustannusarviotason materiaali- ja asennushintoihin.

Kaikki tässä tutkimuksessa mainitut hinnat ovat arvonlisäverottomia hintoja.

3.2 Tutkimuksen toteutus

Haastatteluista neljä tapahtui etänä Microsoft Teamsin välityksellä ja kolme fyysisenä tapaamisena; yksi ravintolassa, yksi haastateltavan toimiston neuvotteluhuoneessa ja yksi Raide-Jokerin työmaatoimistossa. Ensimmäinen haastattelu pidettiin 24.2.2022 ravintolassa Hakaniemessä ja viimeinen Microsoft Teamsin välityksellä 5.4.2022.

Kaikki haastateltavat suostuivat haastatteluiden nauhoittamiseen. Yhtä haastattelua lukuun ottamatta kaikki haastattelut nauhoitettiin puhelimen VoiceRecorder-apilla. Yksi haastattelu nauhoitettiin Microsoft Teamsillä. Haastattelut kestivät reilusta puolesta tunnista noin puoleentoista tuntiin, keskiarvon ollessa alle tunnin.

Kysymyasattelun samankaltaisuudesta huolimatta haastattelutilanteet olivat keskenään hyvin erilaisia. Lähes jokainen haastateltava katsoi haastattelun aiheena olevaa asiaa tiukasti omasta perspektiivistään. Tämä tarkoitti sitä, että esimerkiksi kaapeliasennuksia tehneen EltelNetworks Oy:n työntekijän kanssa keskusteltiin kaapelien asennuksesta ja Cubis-järjestelmää arvioitiin tämän työn toteutumisen näkökulmasta. Cubis-järjestelmän varsinaisia asennustöitä vetäneen asennustyönjohtajan kanssa keskusteltiin pääasiassa järjestelmän asentamisesta ja operaattorien edustajien kanssa keskusteltiin järjestelmän soveltuvuudesta operaattoreiden käyttöön. Kaupungin edustaja katsoi asiaa kaikista haastateltavista yleisimmältä tasolta, hänelle Cubis-järjestelmä edusti uutta tapaa tehdä ja ajatella; katsoa asioita laatikon ulkopuolelta.

Haastattelut sujuivat etupäässä hyvin ja vastauksia esitettyihin kysymyksiin saatiin kiitettävästi. Haastattelutilanteet olivat luonnollisia, mieluummin keskustelunomaisia. Haastateltavat olivat hyvin avoimia ja pääasiassa haastattelut etenivät omalla painollaan; välillä aiheesta eksyttiin, mutta ei liian kauaksi. Haastatteluissa jouduttiin myös kiinnittämään erityistä huomiota haastattelijan pysymiseen mahdollisimman neutraalina ja ikään kuin ulkopuolisena

Haastatteluiden jälkeen alkoi haastatteluiden auki kirjoittaminen. Jokaisesta haastattelusta kirjoitettiin erillinen dokumentti, jonka alussa ovat listattuina haastattelun tueksi laaditut kysymykset. Aukikirjoitettua raakatekstiä syntyi yhteensä noin 15 sivua, enimmillään yhdestä haastattelusta noin 4 sivua.

Työteholaskennan osalta tutkimus alkoi keräämällä tutkimuksen suunnitteluvaiheessa määritetyn ajanjakson ajalta kaikki Cubis-järjestelmän asentamiseen kirjatut työtunnit. Excel-taulukkoon listattiin noin 9kk ajalta kunkin tuntikirjanpitodokumentin Cubis-järjestelmän asentamiseen viittaavan maininnan osalta viikkonumero, päivämäärä, yrityksen nimi, työntekijän nimi, tieto oliko kyseessä henkilötyö vai konetyö (vain kaivinkonetyöt), tuntikirjanpitoon kirjoitettu työtehtävä, sekä niiden tuntien kokonaismäärä, jotka liittyvät Cubis-järjestelmään tai Stakkabox-kaivoihin. Tämän lisäksi edellä mainitusta kokonaistuntimäärästä eroteltiin Cubis-kanavien ja Stakkabox-kaivojen asentamiseen käytetty aika toisistaan. Esimerkki tuntikirjanpitodokumentista löytyy liitteenä 3.

Tuntikirjausten osalta suurin ongelma oli tuntikirjausdokumenttien kirjausten tarkkuus. Työntekijöiden välillä oli huomattavia eroja kirjausten tasossa. Yhdellä työntekijällä saattoi olla hyvin tarkasti kirjattu tuntitarkkuudella eroteltuna kaikki päivän aikana tehdyt työt, kun taas toisella kerrottu kaikki päivän aikana tehdyt työt ilmaisulla ”Kaasuputkien esille kaivuu ja cubis”. Edellä mainitussa tilanteessa parhaan arvauksen periaatteella työtunnit puolitettiin ja 8 tunnin työvuorosta 4 tuntia merkittiin Cubis-linjan asennukseen. Tutkimuksen tässä vaiheessa oli huomattavissa, että Stakkabox-kaivojen asennustyöt oli kirjattu tuntikirjanpitodokumentteihin hyvin epäselvästi; useasti tunnit oli kirjattu erottelematta Cubis-linjan asennuksen yhteyteen. Edellä mainitun lisäksi tämän tutkimuksen kohteena olevia muovisia Stakkabox-kaivoja ei ollut eroteltu betonisista operaattoreiden yhteiskäyttökaivoista, molempiin oli viitattu ”Cubis-kaivo”-nimikkeellä. Tuntikirjauksien keräämisen yhteydessä yritettiin jättää pois betoniin kaivoihin liittyvät kirjaukset, joko sen perusteella, että asennetun kaivon sijainti oli merkitty tuntikirjausdokumenttiin tai tutkimuksen tekijä oli tarkistanut työmaapäiväkirjamerkinnöistä, mitä kaivoja milloinkin on asennettu. Kaivojen asennuksen osalta tämän tutkimuksen osalta saatavaan työtehoon tulee edellä mainituista syistä suhtautua varauksella.

Kaikkien suunnitellun ajanjakson tuntikirjanpitodokumenttien Cubis-järjestelmän asentamiseen liittyvien tuntikirjausten kirjaamisen jälkeen taulukosta voitiin laskea työteho Cubis-järjestelmän kanavien ja Stakkabox-kaivojen asennukselle (Taulukko 1). Keskiarvo työteho eli kuinka monta yksikköä (metriä) esimerkiksi Cubis-kanavaa rakennusammattihenkilö asentaa tunnissa on saatu jakamalla kaikkien eri kokoisten Cubis-elementtien kokonaismäärä (1293 metriä) kaikilla työhön käytetyillä miestyötunneilla (461 tuntia). Tulokseksi saadaan keskimääräinen miestyön työteho asennettua Cubis-järjestelmän elementtiä kohden eli 2,8 metriä tunnissa. Cubis-kanava asennustyön hinta miestyölle lasketaan jakamalla miestyötunnin hinta työteholla. Asennustyön kokonaishinta saadaan laskemalla vastaavat arvot myös konetyölle ja yhdistämällä se edellä saatuu miestyön kustannukseen.

Taulukko 1. Cubis-linjojen ja Stakkabox-kaivojen, sekä työtuntien kokonaismäärät ja näistä johdettu mies- ja konetöiden työteho, sekä asennustyönhinta

	määrä	yksikkö	Miestyötunnit	Konetöytunnit	Keskiarvo työteho (tth) mies	Keskiarvo työteho (tth) kone	Keskiarvo asennustyönhinta (€/yksikkö)
Cubis-linjat 4-9 kanavaa	1293	m	461	467	2,80	2,77	43,16
Stakkabox-kaivot	14	kpl	41,5	44	0,34	0,32	370

Miestyötunnin hinta on tässä laskelmassa 40 € ja konetyötunnin hinta 80 €. Hinnat edustavat kirjoittamisen hetkellä eli syksyllä 2023 suuntaa antavia aliurakoinnin tuntihintoja rakennusammattihenkilölle ja pyöräalustaiselle kaivinkoneelle noin 15 tonnin kokoluokassa. Stakkabox-kaivojen osalta taulukon arvot muodostuvat samalla tavalla kuin on Cubis-kanavien osalta edellä kuvattu.

Tutkimuksen kustannusvertailuosuuden toteutusvaihe aloitettiin käymällä läpi työmaalle tulleiden materiaalityötoimitusten laskut ja hyvityslaskut, jolloin selvisi työmaalle saapuneen Cubis-materiaalin kokonaismäärä (kanavat, kulmat yms. osat) ja arvo, sekä työmaalta palautetut tuotteet ja niiden hyvitysarvo. Materiaali tarkoittaa tässä yhteydessä maahantuojan toimittamia Cubis-järjestelmän osia eli ei siis esimerkiksi kiviaineksia, kuten kivituhka, tai pienasennustarvikkeita kuten uretaanivaahtoa.

Työmaalle toimitetuista määristä vähennettiin maahantuojalle palautetut ja maahantuojan hyvittämät määrät ja arvo, jolloin selvisi työmaalla käytetyn materiaalin kokonaismäärä ja arvo eli todellinen asennusmäärä sisältäen muut kuin suorat kanavat ja asennushukan. Jakamalla edellä mainittu summa suunnitelmista lasketuilla määrillä saatiin toteutunut kustannus per suunnitelmista laskettu yksikkö (Taulukko 2.).

Taulukko 2. Erikokoisten Cubis-elementtien toteutuneet kustannukset

tyyppi	määrä	yksikkö	kustannukset (€) suorat osat	kustannukset (€) kulmat yms.	kustannukset (€) ei-hyvitetty osuus palautuksista	kustannukset (€) yhteensä	toteutunut metrikustannus (€)
4way	7	m	288,4		218,8	507,2	72,46
6way	434	m	18183,42	2386,08	89,65	20659,15	47,60
9way	852	m	48884,48	3470,03	162,37	52516,88	61,64

Vertaamalla kunkin erikokoisen (4-, 6-, tai 9-paikkainen) Cubis-järjestelmän toteutunutta metrikustannusta maahantuojan tarjoamaan metrihintaan saatiin suhdeluku, joka ottaa huomioon lisäkustannuksia aiheuttavat tekijät pelkän suorien kappaleiden hankintahinnan lisäksi, kuten asennushukan, kulmakappaleet, sekä maahantuojalle palautetun materiaalin arvonaleneman. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Toteutunut metrikustannus

tyyppi	suoran kappaleen metrihinta (€)	toteutunut metrikustannus (€)	suoran kappaleen metrihinta vs. toteutunut metrikustannus
4way	28,84	72,46	2,51
6way	40,77	47,60	1,17
9way	57,92	61,64	1,06

Raide-Jokerin Viikintien osuuden suojaputki- ja kaapelikaivotöiden tiedot, kuten suojaputkimetrit ja kaapelikaivojen lukumäärä kerättiin Raide-Jokerin kustannusarviosta (Taulukko 4.). Vaikka kustannusarvio ei vastaa täysin toteutuneita kustannuksia, on se vakiintuneen käytön myötä varsin hyvin suuntaa antava ja vertailukelpoinen Cubis-järjestelmän lukujen kanssa.

Taulukko 4. Raide-Jokerin Viikintien kustannusarvion kaapeliputkien ja kaivojen asennustehot

	määrä	yksikkö	miestyötunnit	konetyötunnit	Keskiarvo työteho (tth) mies	Keskiarvo työteho (tth) kone
suojaputki 110mm (yksi putki)	2400	m	120	120	20	20
kaapelikaivo 1000mm-1500mm betoni	14	kpl	112	56	0,125	0,25

Saatua todellista Cubis-järjestelmän metrihintaa ja Stakkabox-kaivon asennushintaa verrattiin Raide-Jokerin Viikintien osuuden kustannuslaskelman perinteisen kaapelinsuojausjärjestelmän suojaputkitöiden ja kaapelikaivojen kustannuksiin sekä asennustehoon (Taulukko 5.)

Taulukko 5. 9-paikkaisen Cubis-elementin ja 9kpl kaapelisuoja patterin, sekä Stakkabox-kaivon ja betonisen kaapelikaivon materiaali- ja työtehovertailun tulokset

	Keskiarvo työteho (tth) mies	Keskiarvo työteho (tth) kone	asennustyönhin ta per yksikkö (€)	Materiaalin arvo (€) sis. osat + hukka	yhteensä (€)	lisätieto
cubis 9-paikkainen	2,80	2,77	43,2	61,6	104,8	
suoja putki 110mm	20,00	20,00	6,0	2,32	74,9	Suoja putkia 9kpl
kaapelikaivo Stakkabox	0,34	0,32	367,6	902,0	1269,7	
kaapelikaivo betoni	0,13	0,25	640,0	675,0	1315,0	

3.3 Haastattelut

Haastatteluiden tulokset on esitetty pääasiassa haastattelun mukaisessa kronologisessa järjestyksessä, mutta mikäli asia on ollut jotenkin irrallinen, on se siirretty asiaan liittyvään kappaleeseen lukemisen selkeyden vuoksi. Haastatteluista on saatettu jättää pois sellaisia kohtia, jotka ovat olleet tutkimuksen kannalta irrelevantteja. Tulokset käydään läpi yksi haastateltava kerrallaan.

3.3.1 Katutyönjohtaja

Ensimmäinen haastateltava oli Raide-Jokerin tuotannon työnjohtotehtävissä Viikinkaarella työskennellyt henkilö. Haastattelun hetkellä hän lienee ollut Suomen kokenein Cubis-järjestelmän asennustyönjohtaja.

Haastattelu aloitettiin tutkimuskysymyksellä. Haastattelun aikana katsottiin lisäksi valokuvia työmaalta; ajatuksena oli käyttää valokuvia muistin virkistykseen, koska tässä vaiheessa asennustöistä oli kulunut jo yli vuosi. Haastattelu eteni jouhevasti ja asiaa tuli runsaasti. Haastateltavan roolin takia haastattelu käsitteli pääasiassa teknisiä seikkoja.

Haastateltavalla ei ollut kokemuksia Cubis-järjestelmästä ennen Raide-Jokerin Viikinkaaren työmaata, tavanomaisia kaapelinsuoja putkia hän oli käyttänyt kaivoksilla ja katutyömailla. Cubis-järjestelmä sai haastateltavalta kiitosta asennusnopeudesta, vähäisestä tilantarpeesta ja järjestelmän muovikaivoista. Tavanomaista kaapelinsuojajärjestelmää huonommaksi haastateltava arvioi Cubis-järjestelmän kaapelinsuojaelementtien pistekuormakestävyyden, ilmatiiveyden, hinnan, tavarantoimituksen saatavuuden ja elementtien yhteen kiinnittävien muovisten

kiinnitysosien kestävyys tilanteessa, jossa elementtejä pitää irrottaa toisistaan. Vaikka haastateltava ei itse tuonut asiaa esille, on huomattava, että asennustyöt aloitettiin Covid-19-pandemian alkuvaiheessa, jolloin saattoi esiintyä materiaalien saatavuusongelmia.

Tavanomaisen kaapelinsuojajärjestelmän hyviä puolia olivat haastateltavan mielestä edullisuus ja ilmatiiveys, joiden lisäksi ne ovat kestäviä ja mahdollistavat linjojen muotoilun halutulla tavalla. Tavanomaisen kaapelinsuojajärjestelmän heikkouksina haastateltava näki suurten kaapelisuoja-putkipatteristojen tekemisen hitauden. Cubis-järjestelmän lavoille pakatut yhden metrin pituiset elementit haastateltava koki helpommiksi käsitellä työmaalla verrattuna ”häkeissä” kuljetettaviin kuuden metrin suoja-putkiin. Tavanomaisten kaapelisuojausputkien yhteydessä normaalisti käytettävät betonikaivot haastateltava koki painon ja työstettävyyden kannalta hankalimmiksi verrattuna Cubis-järjestelmän muovikaivoihin.

Haastateltavan puheissa Cubis-järjestelmän muovikaivot saivat osakseen paljon positiivista huomiota. Kaivojen muovimateriaaliin oli helppo tehdä reikiä putkien läpivientejä varten ja tuotteen keveys oli selkeä työturvallisuusasia verrattuna painaviin betonikaivoihin. Emme puhuneet haastateltavan kanssa asiasta, mutta huomiona, että betonikaivon pohjaosa saattaa painaa useita tonneja verrattuna muovisten Stakkabox-kaivojen korkeintaan kymmenien kilojen painoon. Epäilyksiä herätti muovikaivojen osalta kaivojen pohjattomuus eli epäily kaivon painumisesta maan sisään ajan kuluessa, ratkaisuksi tähän hän ehdotti esimerkiksi betonilaattoja kaivon nurkkiin. Muovikaivoihin hän ehdotti lisäkiekkoja, jotta työmaalla voitaisiin helpommin säätää kaivojen asennuskorkeutta sekä kaivojen tilausta työmaalle ”sokeina” eli ilman valmiiksi tehtyjä liitoskappaleita. Haastateltava ei asiaa maininnut, mutta kaapelikaivot tilattiin kohteeseen suunnitelmien mukaisina mittatilaus-kaivoina. Haastateltava oli lisäksi kuullut kommentteja operaattoreiden edustajilta asennustyöhön liian pienistä kaivoista.

Cubis-kaapelisuoja-järjestelmän elementtien asennus oli haastateltavan mielestä yksinkertaista ja nopeaa. Viikinkaarella oli paikoitellen niin ahdasta, että kaikkia suoja-putkia ei olisi välttämättä saatu tavanomaisella kaapelisuojausjärjestelmällä mahtumaan. Haastateltavan mukaan linjojen naruttamisessa ja kaapelinvetämisessä oli ongelmia.

Elementtien yksittäiset kanavat eivät olleet ilmatiiviitä vaan puhallettaessa ilmaa karkasi muihin kanaviin tai elementtien ulkopuolelle.

Narun puhaltamisessa kanavan sisään muovipussin sijaan käytettiin eristepalasta narun vedossa. Jousella kaapeleita vedettäessä oli jousi jäänyt jyrkkiin mutkiin kiinni.

Haastateltavan kanssa asiasta ei suoraan keskusteltu, mutta selvyyden vuoksi todettakoon, että yleensä tavanomainen suojaputkeen asennetaan kaapelinvetonaru sitomalla naru muovipussimyttyyn ja puhaltamalla mytty naruineen putken läpi esimerkiksi lehtipuhaltimella, Viikinkaarella tarvittiin peräkärrykompressoria ja vetojousta Cubis-järjestelmään asennettaviin vetonaruhiin. Loppukaneetteina järjestelmän toimivuuden kannalta haastateltava esitti mahdollisimman suoria linjoja, maltillisia kaivovälejä, suoralla osuudella korkeintaan 150 m ja kulmallisella osuudella korkeintaan 100 m sekä mahdollisimman loivia kaarteita.

3.3.2 Tilaajan edustaja

Toinen haastateltava toimi aiemmin Helsingin kaupungilla ja oli tuolloin tekemässä päätöstä Cubis-järjestelmän pilotoinnista Raide-Jokerilla. Hänen tehtävänkuvaansa kuului muun muassa katutöiden haittojen vähentäminen, sekä yhteisrakentamisen kehittäminen.

Haastattelu pidettiin WSP Pasilan toimitiloissa Pasilassa. Haastattelussa keskusteltiin merkittävässä määrin myös Helsingin YKT-mallista (Yhteinen kunnallistekninen työmaa)

Haastattelu aloitettiin keskustelemalla Helsingin YKT-mallista. Haastateltavan mukaan tämä Helsingin kaupungin käytössä oleva yhteisrakentamisen malli on hyvä ja toimiva, mutta sitä tulisi edelleen kehittää. Yleisellä tasolla haastateltava linkitti Cubis-järjestelmän kokeilun keinoksi katutöiden haittojen vähentämiseksi.

Haastateltavan mukaan nykyinen lainsäädäntö ei tue uusien järjestelmien, kuten monikanavaisen Cubis-järjestelmän käyttöönottoa. Haastateltavan mielestä kadunpitäjiltä on poistunut rohkeus sanoa ei ja rohkeus käyttää omaa asemaansa estääkseen esimerkiksi operaattoreita kaivamasta kaduilla heidän halutessaan. Aikaisemmin Helsingin kaupungilla aluevastaavat ovat voineet määrätä operaattoreille kaivuuajankohdat viikkojen tai jopa

vuosien päähän. Nykysysteemissä kadun avaavat toimijat tulevat kiireellä, jolloin kaupungin toimijoilla ei ole aikaa suunnitella omaa toimintaansa. Haastateltava ei tätä suoraan sanonut, mutta oletettavasti hän tarkoitti esimerkiksi kadun saneeraussuunnittelua. Tilanne olisi ratkaistavissa kaupungin sisäisessä toiminnassa sopimuksilla, mutta ulkopuolisten kaivajien kanssa asia on hankalampi, koska tilanne on haastateltavan mukaan juridisoitunut eli kadun avaajat, kuten operaattorit perustelevat toimintaansa puhtaasti lainsäädännöllä.

Haastateltavan mukaan Helsingin kaupungin on nykyisellään vaikeaa päättää, että tietyllä kaupungin alueella siirryttäisiin Cubiksen kaltaisen monikanavaisen kaapelinsuojajärjestelmän käyttöön. Nykyisessä organisaatiossa ja toimintamallissa päätöksentekoprosessi on todella pitkä. Haastateltava koki tärkeäksi uusien asioiden ja innovaatioiden kokeilemisen mahdollistamisen. Haastateltava mainitsee, että saaduista hyvistä kokemuksista huolimatta katutöiden haittojen vähentäminen läpiajoliikenteen kielloilla on nykyisellään hankalaa. Haastateltava kertoi esimerkkinä Runeberginkadulla kesällä 2021 Helenin toimesta tehdyistä kaukolämpötöistä, jossa työmaan läpimenoaika saatiin lyhennettyä puoleen ja asukkaiden valituksilta säästyttiin sulkemalla katu läpiajoliikenteeltä kokonaan.

Haastateltavan mielestä kaupunki on suurissa raidehankkeissa, kuten Raide-Jokeri unohtanut, että kaikki rakentaminen Helsingissä on yhteisrakentamista ja sitäkin kriittisempää mitä tiiviimmässä ja vanhemmassa kaupunkirakenteessa rakentamista tehdään. Haastateltavan mukaan kaupunki ei ole keskustellut isojen YKT-toimijoiden, kuten HSY:n ja Helenin kanssa kunnolla ennen suurten raidehankkeiden aloitusta. Tämä on haastateltavan mukaan aiheuttanut yhteistyöongelmia.

Haastateltavan mukaan ongelmia päätöksenteossa ilmenee myös, mikäli YKT-hankkeen osapuolina on kaupunki ja kaupungin omistamia liikelaitoksia. Haastateltavan mielestä suurten hankkeiden kuten Raide-Jokerin valmisteluvaiheessa tulisi vieläkin paremmin tehdä yhteistyötä ”muiden kaivajien tai muiden infraomistajien kanssa” jotta välttyttäisiin yllätyksillä toteutusvaiheessa. Vastuu tästä on haastateltavan mukaan kaupungin organisaatiolla. Allianssin käynnistyessä kaupungin tulisi ottaa huomattavasti aktiivisempi rooli suurien YKT-toimijoiden kanssa.

Haastateltava on keskustellut kaupungilta lähtönsä jälkeen muun muassa Helenin ja HSY:n kanssa siitä, että toiminnan tulisi olla huomattavasti nykyistä strategisemmalla tasolla, jolloin mietittäisiin yhdessä mitä tehdään ja minne tehdään. Haastateltava ehdottaa YKT-toiminnan vetovastuun hajauttamista siten että esimerkiksi vuosittain YKT-hankkeissa vetovastuussa oleva osapuoli vaihtuisi, millä saataisiin sitoutettua toimijoita kyseiseen toimintamalliin. Tämän hetken tilanne on, että kaupunki on koko ajan vetovastuussa.

Haastateltavan mukaan yksi YKT-mallin heikkous on, että toimijoilla kuten teleoperaattoreilla on mahdollisuus kieltäytyä hankkeen suunnitteluvaiheessa asentamasta suojaputkia tietyllä alueella, mikäli yritys kokee, että tarvetta suojaputkille saneerattavalla tai kokonaan uudelleen rakennettavalla kadulla ei juuri sillä hetkellä ole. Operaattoreilla on kuitenkin mahdollisuus myöhemmässä vaiheessa rakentamisen jälkeen tulla avaamaan katu ja asentamaan tarvitsemansa suojaputket, jolloin aiheutetaan haittaa muille kadun käyttäjille.

Haastateltava peräänkuulutti asioiden pohtimista riittävän korkealla tasolla. Esimerkiksi tulisi miettiä miten tulevaisuuden tietoliikenneverkko Helsingissä toteutetaan ja miten sitä hallinnoidaan. Tulisi miettiä mitä kaikkea katutilaan tulevaisuudessa sijoitetaan, tarvitaanko lisäkapasiteettia ja kuinka paljon, tuleeko uusia toimijoita, joilla on omat tarpeensa.

Haastateltavan mielestä lainsäädäntöä (Kirjoittajan huomio: Kuten Maankäyttö ja rakennuslaki) tulisi muuttaa, sillä nykyisellään operaattoreilla on liian vahva asema johtojen sijoittamisessa. Haastateltavan mukaan tulisi pohtia voisiko kaupunki toimia suojaputki-infran omistajana. Tietyillä ehdoilla näitä saisivat operaattorit joko käyttää tai vuokrata. Haastateltava ei kannattanut katujen auki kaivamisen kieltämistä, koska aina voi tulla jokin tärkeä syy auki kaivamiselle. Haastateltavan mukaan kaupungin tulee olla elinvoima-alusta ja tukea liiketoimintaa. Haastateltava ei myöskään kannata katusaneerauksen tai kadun rakentamisen jälkeistä niin sanottua rauhoitettua aikaa, jonka aikana kadulla ei saa tehdä kaivuutöitä.

Haastateltava kannattaa kaikkien YKT-hankkeen osapuolten toiminnan ohjelmoimista infran hallinnan osalta siten, että ylimääräistä kaivamista olisi mahdollisimman vähän.

Haastateltavan mukaan asian eteen ei tee kukaan aktiivisesti töitä. Hänen näkemyksensä oli, että olisi syytä miettiä mitä maahan laitetaan, mutta myös tavat kaiken maahan laitettun omistamiseen ja hallinnointiin.

Haastateltavan omien kokemusten mukaan operaattorit eivät pelaa hankkeissa samaan maaliin muiden toimijoiden kanssa, vaan menevät oma etu edellä perustellen toimintansa lainsäädännöllä. Haastateltavan näkemyksen mukaan operaattorit eivät lähtökohtaisesti mielellään vuokraa tai osta suoja-putkia toisilta operaattoreilta. Hänen mukaansa edelleen löytyy uusia alueita, joiden kunnallisteknisten töiden valmistuttua operaattorit tulevat vuorotellen kaivamaan kadun auki ja asentamaan suoja-putkia, kaapelikaivoja ja telekaapeleita.

Uusista televerkon rakentamisen menetelmistä haastateltava mainitsee ongelmalliseksi kuitusahauksen. Haastateltava kokee ongelmalliseksi kuitusahaajien työnjäljen ja työn dokumentoinnin, jotka eivät vastaa sovittua. Haastateltavan mukaan kadunpitäjä on joutunut paikoitellen kieltämään kuitusahauksen menetelmänä televerkon rakentamisessa. Haastateltavan mukaan katurakentamisen suurin ongelma 2020-luvulla on, että kadun alla olevia rakenteita ei täysin tunneta. Samaan aikaan ei kuitenkaan varmisteta, että 50 vuoden päästä tiedettäisiin varmasti mitä kadun alle on asennettu 2020-luvulla.

Haastateltava ei suoraan pitänyt hyvänä ratkaisuna, että kaupunki itse olisi suoja-putki-infran omistaja. Vaihtoehtona voisi olla myös teleoperaattoreiden oma yhteenliittymä.

Suoja-putkien omistajuuden siirtyminen pois operaattoreilta voisi helpottaa esimerkiksi lupamenettelyä ja alueidenkäytön valvontaa; yhteiskunnan kokonaishyöty kasvaisi.

Operaattorit eivät haastateltavan mukaan todennäköisesti hyväksyisi edellä mainittua järjestelyä. Haastateltavan mielestä malli tulisi jollain konstilla pakottaa käyttöön esimerkiksi uudisrakennusalueiden myötä. Haastateltavan mielestä järjestelmä voisi koostua kadun kokoomalinjoista ja yhteiskäyttökaivoista.

Haastateltava kertoi kuulleensa monikanavaisesta Cubis-järjestelmästä ensimmäisen kerran, kun Raide-Jokerilta lähestyttiin ja esiteltiin järjestelmää ratkaisuna Raide-Jokerin Viikinkaaren osuuden kaapelinsuojauksen toteuttamiseen. Järjestelmä havaittiin

kokeilemisen arvoiseksi. Nopeasti kävi myös selväksi, että operaattorit eivät ole kokeilusta innoissaan.

Haastateltava koki monikanavaisen Cubis-järjestelmän olevan mahdollisuus ravistella käytössä olevaa toimintamallia. Haastateltavan mukaan monikanavainen kaapelinsuojajärjestelmä oli ratkaisu Raide-Jokerin Viikinkaaren osuudella tilanahtauteen, mutta haastateltava pohti myös, että monikanavainen järjestelmä voisi olla uusi tapa taklata tulevaisuuden yhteisrakentamishankkeiden ongelmia.

Haastateltavan mielestä perinteisen suojaputkiin perustuvan suojaputkijärjestelmän etuina on edullisuus ja työn toteutuksen helppous, mutta suojaputkia ei kuitenkaan tulisi sijoittaa sinne tänne vaan toiminnan tulisi olla suunnitelmallista, koska jossain vaiheessa alueella kaivetaan. Haastateltavan mielestä on hankekohtaista mikä kaapelinsuojausmenetelmä kuhunkin hankkeeseen sopii. Lisäksi hankekohtaisesti tulee perustella, tuleeko kaikkien telekaapeleiden olla suojaputkissa vai voisiko kohteen telekaapeliyhteydet rakentaa esimerkiksi kuitusahaamalla ilman suojaputkia. Lisäksi haastateltavan näkemyksen mukaan perinteisten suojaputkien siirreltävyys on kaivuutilanteessa helpompaa kuin jäykästä materiaalista muodostuvan Cubis-järjestelmän siirtäminen kaivuutilanteessa.

Haastateltavan mukaan Helsingissä ei lasketa systemaattisesti yhteiskunnan kokonaishaittaa katusaneerausten haitoista. Haastateltavan näkemyksen mukaan vain HSL laskee tällä hetkellä mitä haitat, kuten katualueiden kaivuutyöt joukkoliikenteelle todella maksavat. Tällaista laskentaa tulisi haastateltavan mukaan kaikkien toimijoiden tehdä.

3.3.3 Teleoperaattori Telian edustaja

Kolmas haastateltava oli teleoperaattori Telian edustaja. Hän oli käynyt Viikinkaaren työmaalla kerran Cubis-järjestelmän asennuksen aikaan ja kirjoittanut silloin aiheesta muistion Telian omaan käyttöön. Haastattelussa käytiin aluksi läpi muistiossa kerrottuja asioita. Lisäksi haastattelun aikana käytiin läpi 6. haastattelun asennustyöntekijöiden kokemuksia; esille nousseet asiat olivat niin samankaltaisia 6. haastattelun kanssa, joten niitä ei tässä osuudessa käsitellä.

Cubis-järjestelmän kaivojen muodon ja muunneltavuuden haastateltava koki positiiviseksi Helsingissä yleisen tilanahtauden vuoksi. Tällä haastateltava viittaa siihen, että kaivon suorakulmainen muoto on helpommin sovitettavissa ahtaaseen katurakenteeseen. Toisaalta muovisen kaivon materiaalin kestävyys aiheutti epäilyksiä varsinkin yksittäisten pidempien kaivojen pidemmän sivun osalta, samoin kaivojen neliömuodon haastateltava koki hankaloittavan johtojen kiepittämistä kaivon sisälle. Kaivojen pohjattomuuden haastateltava koki ongelmalliseksi katualueen ulkopuolella tai esimerkiksi pyörätien reunalla, missä pohjaolosuhteita ei tunneta. Katualueella ongelmaa ei pitäisi olla, mikäli kaivo perustetaan kadun rakennekerrokseen. Telia on toteuttanut myös betonikaivoja pohjattomina, mutta tällöin alle on laitettu kyllästettyjä lankkuja jakamaan betonikaivon kuormaa.

Haastateltavan mukaan yhteiskäyttökaivot ovat lisääntyneet ja tämä on aiheuttanut sen, että kaivoissa voi olla aikaisempaa useamman operaattorin johtoja ja jatkoja.

Yhteiskäyttökaivot eivät saisi olla ainakaan nykyistä pienempiä, koska jatkokset vaativat paljon tilaa. Kolmen operaattorin johtoja sisältävä risteysalueella sijaitseva kaivo täyttyy nopeasti jatkoksista. Aikaisemmin yhteiskäyttökaivoihin ei ole saanut tehdä jatkoja, vaan jatkoja varten on pitänyt olla yhteiskäyttökaivon vieressä operaattorin oma kaivo.

Haastateltava näkee, että nykyisten yhteiskäyttökaivojen koko ei saisi pienentyä. Hän koki erityisen tärkeäksi, että kaivoihin merkitään kunkin putken tai kanaalin omistaja, jotta tulevaisuudessa kukaan ei epähuomiossa ottaisi toisten omistamia kanavia käyttöönsä.

Haastateltava esitteli Teams-sovelluksen välityksellä Telian johtokarttoja ja sieltä, miten Viikinkaaren Cubis-järjestelmän merkintätapaa karttoihin; 9-paikkaiset Cubis-kanavistot oli merkitty karttoihin 3x3 suojaputkina, joissa oli kunkin kanavan omistajatiedot.

Tavanomaiseen kaapelinsuojaputkeen verrattuna Cubis-järjestelmän kanavistot tuntuvat haastateltavan mielestä jäykiltä ja vaativat erilliset kulmakappaleet kaarteisiin. 45 asteen kulmien haastateltava arvioi olevan liian jyrkkiä; on mahdollista, että kuitukaapeli ottaa ”vaimennusta” hangatessaan kanavan reunaan. Cubis-järjestelmän tiivisteettömyyden hän koki mahdollisesti ongelmaksi hienoaineen kertymisen kannalta ja totesi, että Telian omissa suojaputkissa pitää olla tiivisteet. Haastateltava pohti tilannetta, jossa Cubis-järjestelmää käytettäessä jää yksi tai useampi kanava käyttämättä; kuka tällöin maksaa tämän tyhjän kanavan osuuden? Tällaista ongelmaa ei tule tavanomaisella suojaputkituksella

rakennettaessa. Haastateltavan mielestä Cubis-järjestelmä soveltuu ahtaisiin paikkoihin. Hän epäili kuitenkin, että uusista tuotteista tulee lisäkustannuksia operaattoreille. Haastateltava kysyi Cubis-järjestelmän hintaa ja kerrottaessa, että 9-paikkainen Cubis-elementti maksaa noin 60 € metriltä (alv0%) haastateltava piti hintaa korkeana ja epäili, että asennushinta ei kumoa kalliimpaa materiaalikustannusta.

Tavanomaisilla suojaputkilla ja taipuisilla kulmilla on helppo tehdä erimuotoisia linjoja. Toisaalta tavanomaisten suojaputkituksen huonona puolena haastateltavan mukaan on heikko siirrettävyyden kesto katusaneerauksien yhteydessä; putket irtoavat toisistaan, jonka seurauksena putkilinja ei ole enää yhtenäinen. Tässä yhteydessä haastateltava totesi, että Cubiksen osalta tilanne auki kaivuun yhteydessä on myös heikko; kanavistot eivät joustu yhtään, joten kaivuutyöt tulee tehdä Cubis-järjestelmän pysyessä paikoillaan. Yleisesti haastateltava kommentoi suojaputkien ehjänä pitämisen tärkeyttä katusaneerausten yhteydessä.

Haastateltava pohdiskeli, että kenties kaupunki voisi rakentaa Cubis-linjoja kaduille ja vuokrata niitä operaattoreille, korosti kuitenkin, että mielipide on hänen henkilökohtainen, ei Telian. Haastateltava koki, että jonkin uuden alueen rakentamiseen Cubis-järjestelmä sopisi oikein hyvin ja oletettavasti hintakin laskisi suuremman käytön myötä. Uudella alueella pitäisi tietysti saada kaikki operaattorit osallistumaan järjestelmän käyttöön. Haastateltavan pohtii, että mikäli haluttaisiin luoda esimerkiksi Cubis-järjestelmään perustuva kokonaisuus niin kaupungin tulisi olla vetovastuussa tämän kehittämisestä, lisäksi myös muut kaupungin ja sen liikelaitosten tyhjät suojaputket voisivat olla toimijoiden käytössä. Haastateltavan mielestä operaattorit haluavat kuitenkin omistaa erityisesti runkolinjojensa suojaputket.

Haastateltava epäili miten kylkiötöt onnistuvat Cubis-järjestelmässä, erityisesti 9-paikkaisen Cubis-elementin keskimmäisen kanavan osalta, sekä kylkiöton tekeminen kiinteistön vastakkaiselta puolelta. Haastateltava koki kylkiötöt ongelmallisiksi kylkiötöt eli tilanteet, joissa esimerkiksi kaapelisuojaputken kyljestä tehdyn reiän kautta otetaan kaapeli ulos suojaputkesta, myös perinteisten suojaputkipatterien kanssa.

Cubis-järjestelmän hyväksi puoleksi haastateltava mainitsi yksittäisen kanavan suuremman pinta-alan tavanomaiseen pyöreään suojaputkeen verrattuna, jolloin kaapeleita mahtuu useampi samaan suojaputkeen. Suojaputkien kokonaistarpeen hän ei uskonut enää kasvavan vaan mieluummin vähenevän; ihmetystä herätti tietyissä kohteissa toisten operaattoreiden suuret suojaputkimäärät. Haastateltavan mukaan Cubis-järjestelmällä saadaan aikaan siisti kokonaisuus mutta lopullista mielipidettä Cubis-järjestelmästä hän ei ollut vielä muodostanut. Haastateltava koki, että hinta nykyisellään on liian kova ja että tarvittaisiin vielä tarkempia laskelmia.

3.3.4 Johtosiirtosuunnittelija

Neljäs haastateltava toimi johtosiirtosuunnittelijana Viikinkaarella. Katualueen johtosiirtosuunnitelmat oli alkujaan tehty käyttäen tavanomaista suojaputkijärjestelmää muoviputkineen ja betonikaivoineen. Kesällä 2020 suunnittelija sai toimeksiannon suunnitelmien muuttamiseksi monikanavaiselle Cubis-järjestelmälle, alkuperäiset johtosiirtosuunnitelmat oli tehnyt toinen suunnittelija.

Suunnittelutoimeksianto alkoi ottamalla yhteyttä tuotteen maahantuojaan Ruduksella, jolta suunnittelija sai aineistoa suunnittelutyön tueksi. Maahantuoja esitti suosituksensa kullekin osuudelle sopivista Cubis-järjestelmän tuotteista ja kaivoista. Kaivokokoihin vaikuttivat myös alkuperäisten betonikaivojen koot. Ruduksen ehdottamien kaivokokojen sopivuuden haastateltava tarkisti mallintamalla kaivot suunnitelmiin. Cubis-järjestelmälle suunnittelu ei juurikaan eronnut tavanomaisen suojaputkijärjestelmän suunnittelusta, järjestelmä tulee kuitenkin mitoittaa suunnitelmiin tavanomaista järjestelmää tarkemmin johtuen järjestelmän jäykästä rakenteesta. Haastattelussa asiaa ei käsitelty, mutta tavanomaiselle suojaputkitukselle tehdyt suunnitelmat ovat usein niin sanotusti suuntaa antavia esimerkiksi kaarteiden osalta.

Haastateltavan mielestä Viikinkaarella olisi ollut osuuksia, joissa tavanomaisten kaapelinsuojaputkien käyttö olisi ollut perusteltua Cubis-järjestelmän sijasta, kuten osuudella, jossa Cubis-järjestelmällä jouduttiin kiertämään useita jätevesikaivoja. Suunnittelijan mukaan Viikinkaaren johtosiirrot olisi ollut toteutettavissa tavanomaisella

suoja-putkijärjestelmällä, mutta tila suoja-putkille olisi ollut ahdas, jonka lisäksi osa putkista olisi jouduttu asentamaan epäedullisesti katupuiden kantavan kasvualustan alle.

Tärkein kriteeri Cubis-järjestelmän käytölle on haastateltavan mukaan tilanahtaus. Muita hyviä paikkoja järjestelmän käyttöön ovat suorat osuudet ja sellaiset osuudet, joissa ei tarvitse väistellä muuta tekniikkaa kuten jätevesikaivoja. Cubis-järjestelmä sopii lisäksi osuuksille, joissa todennäköisesti ei kaiveta kerralla pidempää osuutta sen alapuolelta.

Haastateltavan mielestä kokemus Cubis-järjestelmällä suunnittelusta oli positiivinen, järjestelmää hän piti hyvänä erityisesti rautatiekohteisiin. Haastattelun tiedossa ei ollut haastatteluhetkellä, että järjestelmää olisi vastaavalla tavalla kuin Raide-Jokerilla käytetty muualla Suomessa. Suunnittelija oli ehdottanut kollegoilleen Raide-Jokerin kaltaisissa hankkeissa Cubis-järjestelmän käyttöä; kiinnostusta tuotetta kohtaan kyllä löytyi, mutta haastattelun hetkellä ei ollut tiedossa oliko kiinnostus johtanut pidemmälle. Haastateltava ei ollut itse suunnitellut johtosiirtoja tehtäväksi Cubis-järjestelmällä minnekään muualle, koska tarvetta tai tilanpuutetta kohteissa ei ollut ollut.

Haastateltava oli tyytyväinen yhteistoimintaan tuotteen maahantuojaan kanssa. Viikinkaarelle valittu Cubis-järjestelmä, jossa kaivoissa ei ollut pohjalevyjä tai tiivistettä Cubis-elementtien välillä oli maahantuojan ehdotus, johon suunnittelija ei puuttunut. Suunnittelija ei nähnyt pohjattomien kaivojen painumista ajan kuluessa todennäköisenä. (Kirjoittajan huomio: Edellä mainittuja asioita kysyttiin Raide-Jokerin tuotannon työnjohtajan kommenttien perusteella)

3.3.5 Johtosiirtotöistä vastaava

Viidentenä haastateltu Raide-Jokerin johtosiirtotöiden tekniikkalajivastaava kertoi tulleen Raide-Jokeri hankkeelle keväällä 2019, uransa hän on tätä ennen tehnyt ratapuolella. Ratapäivillä 2019 haastateltava tutustui ensimmäisen kerran Cubis-järjestelmään, jossa Ruduksen emoyhtiö CRH:n edustaja esitteli tuotteita. Järjestelmä muistui mieleen Viikinkaaren johtosiirtoja suunniteltaessa; perinteinen kaapelinsuoja-putkitus olisi vienyt tilaa katupuiden kasvualustalta tai vaihtoehtoisesti kaapelinsuoja-putket olisi pitänyt sijoittaa

osittain kasvualustan alapuolelle. Haastateltavan mielestä Viikinkaaren suojausputkituksia ei olisi ollut mahdollista tehdä perinteisellä kaapelisuojausputkiin perustuvalla järjestelmällä.

Raide-Jokerilla haluttiin kokeilla Cubis-järjestelmää. Operaattorit eivät olleet kuitenkaan valmiita maksamaan kokeilusta ylimääräistä; operaattorit saatiin kokeiluun mukaan, kun luvattiin, että operaattoreille kokeilusta koituvat kustannukset ovat samat kuin Raide-Jokeri-allianssin normaalit operaattoreiden maksettavaksi koituvat suojausputkikustannukset, loput kustannukset kattoi kaupunki hankkeen laajuudenmuutoksena. Kaupungin osalta oli alkuun hankala löytää sopiva henkilö ottamaan kantaa asiaan. Oikean henkilön löydyttyä homma eteni kuitenkin nopeasti.

Haastateltavan mukaan Helsingin kaupungilla ollaan valmiita ottamaan uusia toimintatapoja käyttöön, jos ne ovat todistetusti alentaneet kustannuksia, mutta ”kyllähän sen kaikki tietää, että jos kehitystyötä ei joku tee niin eihän ne asiat koskaan tule tietoisuuteen”.

Haastateltava kuitenkin pohtii, että kehittämisen esteenä on kehitystyöstä aiheutuvat kustannukset. Operaattorit puhaltavat haastateltavan mukaan hyvin yhteen hiileen, kun on kyse ylimääräisistä kustannuksista. Rintama kuitenkin rakoili ja oli havaittavissa DNA:n lievä innostus kokeilua kohtaan.

Haastateltavan mielestä pelkkiin kustannuksiin keskittyminen peittää alleen mahdollisesti lyhyemmän läpimenoajan ja tätä kautta pienemmän kokonaishaitan. Läpimenoaika on kuitenkin ensisijainen asia, joka näyttäytyy kaupunkilaiselle eikä muutaman euron hintaero metrillä. Kaupunkilaisille tärkein asia on, kuinka kauan jokin katuverkon työ häiritsee liikennettä ja kulkua.

Cubis-järjestelmän tärkein ominaisuus haastateltavan mielestä on tilan säästäminen. Tämän lisäksi tärkeimpiä ominaisuuksia järjestelmässä on se, että samalla asennusvaivalla voi tehdä muutaman ylimääräisen kaapelireitin tulevaisuuden varalle. Haastateltava näkee monikanavaisen järjestelmän selkeyttävän katurakennetta, jolloin jokaisen ei tarvitse vuorollaan vetää omia suojausputkia alueelle. Haastateltavan mukaan katualueilla valitettavan usein kaapelisuojausputket risteilevät siellä täällä. Haastateltavan mielestä tavanomaisen

suojaPUTKEN vahvuudet ovat kohteissa missä menee yksi tai kaksi suojaPUTKEA eli kohteissa, joissa on vain vähän kaapeleita.

Haastateltavan mukaan Raide-Jokerilla olisi ollut muitakin kohteita, joissa monikanavainen järjestelmä olisi ollut käyttökelpoinen. Espoossa Maarinrannantien ja Vaisalantien risteysalueella telekaapeleiden paljoutta olisi selventänyt monikanavainen järjestelmä sillä alueelle tuli rakentamisen aikana lisätarpeita, joista olisi selvitty mahdollisilla Cubis-järjestelmän lisäkanavilla. Alberganpromenadilla Espoossa käytettiin Cubis-järjestelmän kaivoja ja tarkoituksena oli käyttää myös kanavia, mutta kansirakenteen päällä ei ollut lopulta riittävästi tilaa Cubis-järjestelmän kanaviston käyttöön. Helsingissä Eliel Saarisen tien ja Nuijamiehentien risteyksessä olisi voinut olla tilanahtauden vuoksi sopiva kohde Cubis-järjestelmän käyttämiselle.

Haastateltavan mielestä koottu järjestelmä, jossa uudisalueille tai katusaneerauskohteisiin tehdään operaattoreiden kanssa sovittu määrä suojaPUTKIA tai monikanavaista järjestelmää ja jossa kiinteistöjen kohdilla olisi valmiina yhteiskäyttökaivot olisi kannatettava.

Haastateltavan mielestä on ”ihan päätöntä hommaa”, kun operaattorit vuorotellen kaivavat katu auki ja hän nostaa esiin myös ilmastonäkökulman; kuinka järkevää on vuorotellen käydä kaivamassa katu auki ja asfaltoida uudelleen? Haastateltava ehdottaa, että suojaPUTKI-infra voisi olla esimerkiksi kaupungin hallinnassa ja osuus yk-kaivolta kiinteistölle kiinteistön omistuksessa. Operaattorit voisivat käyttää suojaPUTKIA kertakorvauksella tai vuokraamalla. Erityisen helppoa tämä olisi kokonaan uusilla alueilla. Haastateltava muisteli, että Tukholmassa suojaPUTKien runkoreitit omistaisi kaupunki tai operaattoreiden yhteisö.

Haastateltavan mielestä lainsäädännössä on vikaa, kun operaattorit saavat sijoittaa suojaPUTKensa katurakenteisiin tahtomallaan tavalla. Operaattorit ovat tottuneet sijoittamaan suojaPUTKensa lain mukaisesti eivätkä suosiolla luovu tästä oikeudesta.

Haastateltavan mukaan operaattorit haluavat omistaa suojaPUTKensa. Operaattorit vuokraavat aktiivisesti toistensa putkia, mutta vain jos kyseessä on hankala tai kallis paikka suojaPUTKien asennuksen kannalta.

Raide-Jokerilla tehdyssä investointilaskelmassa Cubis-järjestelmää verrattiin tavanomaisilla suojaputkilla toteuttamisen rakentamisajan kustannuksiin. Investointilaskelman perusteella Cubis-järjestelmällä toteutettuna suojaputkitus ei ole halvempi kuin tavanomainen kaapelisuojaputkiin perustuva suojaputkitus. Haastateltavan mielestä pitäisi kuitenkin enemmän kiinnittää huomiota esimerkiksi kadun elinkaaren aikaisten muutostöiden haittoihin ja kaikkien osapuolien kustannuksiin kuin hetkelliseen rakentamisen aikaiseen investointikustannukseen. ”Kumulatiivisesti kaikkien tahojen kustannukset samaan pottiin, se on se minkä se yhteiskunnalle maksaa”.

3.3.6 Kaapeliasentajat

Kuudentena haastattelin EltelNetworks Oy:n kahta Viikinkaarella johtoasennuksia tehnyttä työntekijää. Haastattelu pidettiin Raide-Jokerin Viikinkaaraen työmaakopeilla. Haastattelun varsinaisena aiheena olivat käytännön kokemukset johtojen asentamisesta Cubis-järjestelmään.

Haastateltujen mielestä kaapelien asentaminen Cubis-järjestelmään vetojousen avulla sujui samalla tavalla kuin tavanomaisellakin suojaputkijärjestelmällä. Sen sijaan muovipussin puhaltaminen lehtipuhaltimella tai kompressorilla ei onnistunut missään vaiheessa minkään mittaisella osuudella. Haastateltujen mielestä ongelmat vetonarujen asentamisessa perinteisellä lehtipuhallin-muovipussimenetelmällä ei tee Cubis-järjestelmästä huonompaa verrattuna perinteiseen suojaputkijärjestelmään. Vetojousen käyttämisessä ei ilmennyt mitään ongelmia, ei edes silloin kun yhdessä kanavassa oli jo neljä tai viisi kaapelia entuudestaan.

Viikinkaarella olevat syvällä sijaitsevat kaapelikaivot koettiin haastateltujen mielestä liian mataliksi ja täten ahtaiksi. Haastateltavien kanssa asiasta ei puhuttu, mutta Viikinkaaren ratapaalulaatan alitusten päissä olevat betoniset kaivot ovat matalia, koska kaivon välikannen päällä sijaitsee toinen Cubis-linja. Kaivojen toivottiin olevan sen verran korkeita, että siellä mahtuisi istumaan. Tiedusteltaessa ovatko kaivot aina liian ahtaita haastateltavien vastaus oli, että se riippuu täysin jatkosten määrästä. Lisääntyvät yhteiskäyttökaivot koettiin ongelmallisiksi, koska kaikki kaapeliasentajat eivät asettele jatkoja kaivoihin huolellisesti.

Jatkoksissa ylimääräiset kaapelit tulisi kiertää järjestelmällisesti kaivon kehälle. Kaivojen keskinäiset etäisyydet koettiin haastateltujen mielestä onnistuneiksi ja sopivan mittaisiksi.

Haastateltavien mukaan tavanomaisella kaapelisuojausjärjestelmällä toteutettavassa kaapelinsuojauksessa kaivoissa näkyvästä putken mallista voi päätellä putken omistajan; Elisalla kova 100 mm putki, DNA:lla ja Teliällä pehmeä 110 mm putki, lisäksi Telian kaapeleihin tehdään reittinumeromerkinnät kaikkiin kaivoihin. Viikinkaarella Cubis-järjestelmän kaivoihin on tehty kaivon sisäseinään tussilla merkinnät kunkin operaattorin omistamista linjoista. Haastateltavien mielestä selkeät merkinnät helpottavat asentajien työtä. Aiemmin käytössä ollutta kaivokortti-systeemiä kaivattiin takaisin; siinä jokaisesta kaapelikaivosta oli olemassa kortti kaivoon tulevista ja lähtevistä linjoista ja tieto niiden omistajista. Viikinkaarella haastateltavat kritisoivat osittain heikkoa viimeistelyä Raide-Jokerin tekemissä kaapelikaivojen läpivienneissä, kaivossa sojottavien putkien koettiin häiritsevän asennustyötä. Cubis-järjestelmän muovikaivojen valmiit läpiviennit koettiin hyviksi. Viikinkaarella asentajat pääsivät aloittamaan kaapeli-asennukset tyhjiin linjoihin, jolloin he täyttivät ensin alimmat kanavat ylimpien kanavien jäädessä tyhjinä varalle.

Haastateltavien mielestä Cubis-järjestelmän ilmatiiveyden puute saattaa aiheuttaa veden kertymistä kanaviin. Vesi voi muodostua ongelmaksi, mikäli se jäätyy tukkien kanavat. Kaapelikaivoissa on haastateltavien mukaan aina vettä ja sitä ei sinänsä koettu ongelmaksi. Kiintoaineksen kertymistä putkiin ei pidetty merkittävänä ongelmana, sillä putket eivät merkittävässä määrin tukkeudu kiintoaineksesta. Ongelmana perinteisessä suojaputkijärjestelmässä haastateltavat pitivät suojaputkien hajoamista auki kaivuun yhteydessä, uudet äskettäin asennetut suojaputket ovat hajalla harvoin.

3.3.7 Teleoperaattori DNA:n edustaja

Viimeisenä haastattelin teleoperaattori DNA:n edustajaa. Viimeistä haastattelua edeltävien kuuden haastattelun myötä oma käsitys aiheen monipuolisuudesta oli vahvistunut ja tällä haastattelulla halusin saada erityisesti näkökulmia toisena haastatellun kaupungin edustajan sekä kolmantena haastatellun operaattori Telian edustajan esittämiin näkemyksiin.

Haastateltava kertoi, että kaapelisuojaPUTKET ovat operaattoreiden kannalta kriittisen tärkeitä. Suurin osa operaattoreiden kaapeleista asennetaan katurakentamisen yhteydessä rakennettuihin suojaPUTKIIN. Kunnat ja kaupungit haluavat, että PUTKITUKSET tehdään kadunrakentamisen tai katusaneerauksen yhteydessä kuten muunkin kunnallistekniikan rakentaminen. Mikäli operaattorilla ei ole suojaPUTKIA jossain kadulla, rakentavat operaattorit verkon kustannuksellaan tai vuokraavat PUTKET muilta operaattoreilta. Historian saatossa asennettujen kaapeleiden ja kaivojen järjestelyä ja siirtoja tehdään katusaneerausten yhteydessä.

Viime vuosina on haastateltavan mukaan korostunut teleoperaattoreiden (Telia, Elisa, DNA, Globalconnect ja Cinia) yhteissuunnittelu, jossa Eltelnetworks Oy toimii operaattoreiden välisenä organisaattorina. Järjestely vaatii enemmän suunnittelulta, mutta haastateltavan mielestä toimii paremmin, kun toiminta on keskitettyä. Helsingin YKT-mallia haastateltu pitää hyvänä.

Haastateltava toteaa, että suuret allianssihankeet kuten Raide-Jokeri ovat operaattoreille haastavia. Asennettavien suojaPUTKIEN hinnoittelu on kallista ja hankkeet vaativat suuren määrän kokouksia. Haastateltavan mukaan operaattorit kokevat allianssihankeet kalliiksi ja raskaiksi mutta hankkeista ei kuitenkaan silti voida jäädä pois. Allianssihankeiden kalleus johtuu muun muassa kalliimmista suojaPUTKIKUSTANNUKSISTA kuin tavanomaisissa YKT-hankkeissa. Raide-Jokeri eroaa tämän hetken suurista allianssihankeista edukseen.

Haastateltavan mukaan allianssihankeet, joissa myös operaattorit ovat allianssin jäseniä eivät herätä positiivisia ajatuksia. Raide-Jokerin kaltainen järjestely, jossa operaattorit eivät ole allianssin jäseniä, sopii hänen näkemyksensä mukaan operaattoreille paremmin. Esimerkkinä haastateltava käyttää Kruunusillat allianssia, jossa operaattoreiden osallistumisesta allianssiin koituu operaattoreille liian suuret kustannukset.

Katusaneerauksen yhteydessä tapahtuvaa putkilinjojen siirtämistä ja niihin liittyviä laatuongelmia haastateltava piti suurena ongelmana. Operaattorit eivät juuri koskaan saa haluamaansa laatutasoa. Katutöiden jälkeen PUTKET eivät ole enää tiiviitä eivätkä välttämättä

pysy auki, kun niihin kertyy kiintoainesta. Siirreltyjen kaapeleiden viat voivat tulla esille vasta vuosien kuluttua.

Haastateltavan mielestä Cubis ei eroa operaattoreiden käytön kannalta mitenkään tavanomaisesta kaapelisuojausjärjestelmästä. Järjestelmä soveltuu hyvin suunniteltuna kohteisiin, joissa on useamman operaattorin putkia. Järjestelmään pitää olla tarkasti sovittu ja merkitty mikä kanava on kunkin operaattorin. Cubis-järjestelmän ja perinteisen suojaputkijärjestelmän rinnakkaiselossa haastateltava ei nähnyt ongelmaa, hän kuitenkin korosti dokumentoinnin tärkeyttä. Cubis-järjestelmän haittapuolena haastateltava koki kylkiottojen ottamisen hankaluuden tai jopa mahdottomuuden, esimerkiksi 9-kanavaisessa Cubis-järjestelmässä keskimmäisten kanavien osalta mutta toteaa, että sama ongelma on mahdollinen myös tavanomaisessa suojaputkipatterissa. Haastateltavan mielestä hyvä suunnittelu tarkoittaa myös välikaivojen järkevää suunnittelua siten, että kylkiottoja ei tarvittaisi lainkaan.

Kaapelikaivojen suhteen on hankekohtaisia eroja kuten jatkosten tekeminen yhteiskäyttökaivoihin vai operaattoreiden omiin kaivoihin, haastateltavan mukaan jatkokset tulisi tehdä operaattoreiden omiin kaivoihin. Peruskaivon koko on sisämitaltaan 1500 mm, mutta mikäli tilaa on, käytetään sisämitaltaan 2000 mm kaivoja. Pienempiä sisämitaltaan 1000 mm kaivoja voidaan käyttää välietokaivoina, mutta niihin ei tulisi tehdä jatkoja.

Haastateltava koki, että Cubis-järjestelmä ei sovellu esimerkiksi omakotitaloalueelle vaan isompien kiinteistöjen muodostamalle alueelle. Haastattelijan kysymyksen kiinteistökohtaisten telekaivojen järkevyydestä haastateltava korosti tulevan kiinteistökannan huomioimista jo suunnitteluvaiheessa. Cubis-järjestelmän haastateltava koki erityisesti sopivan ahtaisiin kohteisiin. Perinteisen suojaputkituksen hyvänä puolena haastateltava pitää suojaputkien määrän vapaata valintaa. Perinteinen putkilla toteutettava kaapelinsuojaus sopii hyvin kohteisiin, jossa on yhden operaattorin yksi tai kaksi suojaputkea. Järjestelmä on kallis, mikäli tarvittavat kaapelireittimäärät ovat pieniä.

Haastateltava kertoi, että lähtökohtaisesti operaattorit omistavat käyttämänsä kaapelisuojaputket. Putkien vuokraamista esimerkiksi toiselta operaattorilta tehdään lähinnä

pakkotilanteessa, koska vuokrahinnat ovat monesti kalliita. DNA tekee laskelmia, joilla perustellaan vuokraamisen tai rakentamisen kannattavuutta. Haastateltavan mukaan operaattori vuokraa mielellään kohtuuhintaisia suojaputkia, koska tällöin rakentaminen on nopeampaa. Helsingin kaupungin omia tai sen liikelaitosten suojaputkia DNA ei ole vuokrannut.

Cubis-järjestelmän omistajuutta haastateltava ei kokenut ongelmalliseksi operaattoreiden kannalta, tärkeänä hän piti sitä, miten kunkin operaattorin omat putket saapuvat Cubis-järjestelmän alkupäähän ja selkeitä toimintamalleja esimerkiksi jatkosten tekemisen suhteen. Haastateltava suhtautui kaupungin tai operaattoreiden omistamaan Cubis-järjestelmään perustuvaan suojaputki-infraan positiivisesti, mikäli järjestelmä olisi järkevästi hinnoiteltu; kaupunki suojaputki-infran omistajana toimisi hänen mielestään parhaiten. Tällaisessa tilanteessa operaattorit voisivat vuokrata suojaputkia silloin, kun siihen on tarvetta. Jonkun muun toimijan omistama suojaputki-infra helpottaisi operaattoreiden toimintaa, kun suojaputkituksia ei tarvitsisi suunnitella etukäteen. Haastateltava ei kuitenkaan nähnyt ratkaisua todennäköiseksi, koska nykytilanteessa kaikilla operaattoreilla on jo niin paljon suojaputkia omistuksessaan.

Kysymykseen soveltaisiko systeemi käytettäväksi uudisalueilla haastateltava vastasi kyllä. Järjestelmän tulisi tällöin olla hyvin ja moneen tilanteeseen suunniteltu siten että tarvitsisi tehdä vain pieniä muutoksia järjestelmän elinkaaren aikana. Tämä tarkoittaisi kaavan mukaan suunnittelua ja tulevaisuuden muutosten ennakointia mahdollisimman hyvin. Operaattoreiden kannalta tilanteessa, jossa yksittäinen operaattori ei saa myytyä yhtään liittymää johonkin kaupunginosaan, olisi vuokraputkisto operaattorille taloudellisesti hyvä asia.

Haastateltavan mukaan operaattorien verkonrakennuskuluista valtaosa menee suojaputkituksien rakentamiseen. Suojaputkien vuokraaminen joltain toiselta toimijalta toimisi keinona hallita operaattorin riskiä, kun putket voisi vuokrata tarpeen mukaan. Yleisesti ottaen operaattoreilla ei ole haastateltavan mukaan erityistä intohimoa omistaa omia suojaputkia. Hinta on kuitenkin kaikista ratkaisevin asia; operaattorin kannalta mahdollisen kolmannen osapuolen omistaman vuokraputkiston tulisi olla hinnoittelultaan

kilpailukykyinen, hintojen muodostumisen läpinäkyvää ja ennakoitavaa, sekä hintojen kehitys sidottu johonkin ennalta sovittuun, kuten indeksiin. Runkoverkkonsa operaattorit haluavat todennäköisesti omistaa tulevaisuudessakin, mutta kaupunginosien putkituksilla ei ole niin suurta merkitystä omistajuuden kannalta; pääasia on, että putket löytyvät.

Haastateltava viittaa haastattelun aikana haastattelun hetkellä ajankohtaiseen Ukrainan tilanteeseen. Ukrainan tilanteen eli käytännössä tuhotut asutuskeskukset haastateltava näki mahdollisuutena kehittää systeemi, jossa koko katujen kunnallistekninen infrastruktuuri suunnitellaan ja rakennetaan kerralla kuntoon. Tämän kaltaisessa tilanteessa haastateltava näkisi esimerkiksi kaupungin omistaman ja operaattorien vuokraaman suojaputki-infran parhaana vaihtoehtona.

4 Tulokset

Haastattelujen perusteella tavanomaisen suojaputkiin perustuvan kaapelisuojausjärjestelmän muovisten kaapelisuojaputkien etuna on edullisuus, kestävyys, ilmatiiveys ja linjojen kaarteiden tekemisen helppous. Suojaputki on erityisen hyvä ratkaisu tilanteessa, jossa asennetaan vain yksi tai kaksi suojaputkea. Kaapelisuojaputkien määrä voidaan valita vapaasti. Perinteisen kaapeliputkituksen huonoina puolina mainittiin suurten kaapelisuojausputkireiden rakentamisen hitaus, sekä linjojen hajoaminen auki kaivuun yhteydessä.

Monikanavaisen Cubis-järjestelmän eduiksi koettiin asennusnopeus, vähäinen tilantarve, elementtien helppo käsiteltävyys, yksittäisen kanavan suurempi poikkipinta-ala, sekä mahdollisuus asentaa samalla asennuskerralla kanavia tulevaisuuden varalle. Cubis-järjestelmän huonoiksi puoliksi listattiin järjestelmän korkeaksi koettu hinta, heikko iskunkestävyys, tiivistettömyys, joka vaikuttaa veden kertymiseen linjoihin, sekä kylkiottojen hankaluus ja asennuksen yhteydessä mukana tulevat mahdolliset ylimääräiset kanavat, joille ei löydy maksajaa.

Stakkabox-kaivojen hyväksi puoliksi koettiin työturvallisuutta lisäävä elementtien keveys ja läpivientien tekemisen helppous, sekä mahdollisuus rakentaa erimuotoisia kaivoja ahtaiden

paikkojen ehdoilla. Stakkabox-kaivojen huonoiksi puoliksi mainittiin epäily pohjattoman kaivon painumisesta ajan myötä maan sisään, sekä neliönmuotoiseen kaivoon johtojatkoskiepin tekeminen.

Kaapelireittien suunnittelussa Cubis-järjestelmä vaatii osien jäykkyyden vuoksi tarkempaa mallintamista, mutta muuten se ei eroa tavanomaisen järjestelmän suunnittelusta. Kaapeleiden asentamisen kannalta Cubis-järjestelmä ei olennaisesti eroa perinteisestä järjestelmästä. Kaapeleiden asentaminen Cubis-järjestelmään onnistui parhaiten vetojousella. Yhteiskäyttökaivot koettiin yleisellä tasolla ahtaiksi ja osittain liian mataliksi.

Tilaajalle monikanavainen Cubis-järjestelmä edusti tapaa tehdä asiat eri tavalla tavanomaiseen verrattuna. Monikanavainen Cubis-järjestelmä edusti yhtä mahdollisuutta hallita katutöiden haittoja.

Nykysysteemi, jossa operaattorit voivat lainsäädännön turvin sijoittaa vapaasti suojaputkia katurakenteeseen koetaan tilaajapuolella ongelmalliseksi. Tilaajan kannalta oleellista olisi saada telekaapelien ja suojaputkien sijoittamisen tarkempaan kontrolliin ja suunnitelmallisemmaksi. Helsingin kaupungin tulisi olla aktiivisempi yhteisrakennushankkeiden johtamisessa, jolloin koordinaatio ja suunnittelu paranisi ja katurakentamisen haitat kaupunkilaisille vähenisivät.

Operaattoreiden näkökulmasta esimerkiksi kaupunkivetoinen suojaputki- ja kaapelikaivojärjestelmä, jossa operaattorit vuokraisivat suojaputkia tarpeen mukaan voisi olla kannatettava. Tällaiseen järjestelmään siirryttäessä se tulisi tehdä esimerkiksi uusilla asuinalueilla, lisäksi järjestelmän hinnoittelun ja hintakehityksen tulisi olla kilpailukykyinen ja ennakoitava operaattoreiden omiin suojaputkituksiin verrattuna. Runkoverkon suojaputket operaattorit haluavat omistaa itse. Operaattoreille tällä hetkellä suurin ongelma Cubis-järjestelmässä on perinteistä kaapelisuojausjärjestelmää korkeampi hinta.

Työteho- ja kustannusvertailun perusteella Cubis-järjestelmä on perinteistä suojaputkiin perustuvaa kaapelisuojausjärjestelmää merkittävästi kalliimpi. Perinteiseen kaapelisuojausputkella toteutettavaan yhdeksän 110 mm suojaputken asennukseen verrattuna 9-paikkainen Cubis-linja on kokonaiskustannuksiltaan noin 40 % kalliimpi.

Asennusnopeus on Cubis-järjestelmällä noin 25 % parempi verrattuna suojaputkilla toteutettavaan perinteiseen järjestelmään. Stakkabox-kaivot ovat kokonaiskustannuksiltaan perinteisiä betonisia kaapelikaivoja aavistuksen verran edullisempia, mutta eivät merkittävästi hintaeron ollessa muutaman prosentin luokkaa Stakkabox-kaivon eduksi.

5 Johtopäätökset

Monikanavaisen Cubis-järjestelmän maahantuojan mukaan järjestelmä säästää tilaa, asennusaikaa ja rahaa. Tämän tutkimuksen perusteella kaksi kolmesta väitteestä pitää paikkansa; tilaa ja asennusaikaa säästyy, mutta rahaa sen sijaan ei näytä säästyvän arvioitaessa suoria investointikustannuksia. Järjestelmä on merkittävästi kalliimpi kuin perinteinen kaapelinsuoja-putkilla toteutettu kaapelinsuojajärjestelmä.

Tutkimuskysymykseen, Onko monikanavainen kaapelinsuojajärjestelmä ahtaassa katutilassa toimivampi ratkaisu perinteiseen kaapelinsuojajärjestelmään verrattuna? ei saatu suoraa vastausta; molemmille järjestelmille on edelleen paikkansa myös ahtaissa kohteissa. Monikanavainen järjestelmä on parhaimmillaan ahtaissa, selkeälinjaisissa kohteissa, joissa suoja-putkia tarvitaan paljon. Perinteinen kaapelinsuoja-putkiin perustuva kaapelinsuojajärjestelmä on monin paikoin paras ratkaisu erityisesti kohteissa, joissa suoja-putkia on vähän tai tilaa on runsaasti.

Tutkimusmenetelmät (haastattelu, sekä työteho- ja kustannusvertailu) olivat tähän tutkimukseen sopivia työkaluja. Haastateltavia oli riittävän monta ja tietoa tuli runsaasti. Haastatteluiden ohjaaminen oli haastavaa ja välillä aiheesta eksyttiin. Avoin haastattelu tutkimusmenetelmänä mahdollisti kuitenkin aiheen laajemman käsittelyn; valmiilla kysymyksillä haastattelu olisi tuskin onnistunut.

Työteho- ja kustannusvertailuosuuden tuloksiin sisältyy epävarmuustekijöitä; työmaalla tuntikirjauksia ei ollut tehty kokonaisuudessaan riittävällä tarkkuudella, mikä heikentää tulosten luotettavuutta. Tuntikirjaukset tulisi tehdä kokonaisuudessaan yhden työmaatoimihenkilön toimesta reaaliaikaisesti, jolloin kirjausten tarkkuus paranisi. Tutkimustulokset on saatu yhdestä kohteesta ja niitä on verrattu kustannusarviotason

hintoihin perinteisestä kaapelisuojausputkituksesta hankkeen toisella kadulla, joka ei ole olosuhteiltaan täysin vertailukelpoinen edellisen kanssa. Optimaalinen tutkimusasetelma olisi ollut verrata kahden samankaltaisen katuosuuden kaapelisuojausjärjestelmän toteutuksia, joista toinen olisi tehty monikanavaisella ja toinen perinteisellä kaapelinsuojausjärjestelmällä. Tällaisen kohteen löytäminen lienee kuitenkin vaikeaa.

Työteho- ja kustannusvertailuosuuden tuloksia tulkittaessa on huomioitava, että saadut luvut koskevat kyseessä ollutta Viikinkaaren työmaata, eikä niitä voi sellaisenaan yleistää edustamaan asiaa kokonaisuudessaan. Esimerkiksi nelikanavaista Cubis-järjestelmää asennettiin kohteeseen erittäin pieni määrä, jolloin kustannuksia metriä kohden tulee merkittävästi enemmän, eikä todellista vertailua 6- tai 9-kanavaiseen voida tehdä. Haastattelututkimuksen tuloksissa esimerkiksi Cubis-järjestelmän iskunkestävyyteen liittyen tulee huomioida, että kommentti heikosta iskunkestävyydestä on yhdeltä henkilöltä yhdeltä työmaalta. Kommentin perusteella ei voi vetää johtopäätöstä, että koko tuote olisi heikkorakenteinen.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää pohdittaessa monikanavaisen kaapelinsuojausjärjestelmän käyttöä vaihtoehtona perinteiselle suojausputkiin perustuvalle kaapelinsuojausjärjestelmälle. Haastatteluiden perusteella kävi ilmi, että kaapeleiden suojaaminen ja kaapelisuojausjärjestelmien sijoittaminen katualueille koetaan osaksi suurempaa keskustelua katutöiden kansalaisille ja muille toimijoille aiheuttamista haitoista.

Lisätutkimusta tarvitaan tämän tutkimuksen tulosten epävarmuustekijöiden poistamiseen eli huolellisemmin työvaiheessa dokumentoidun monikanavaisen ja perinteisen kaapelisuojausjärjestelmän vertailun toteutusta. Laajemmassa kontekstissa tarvitaan lisää tutkimusta katutöiden haittojen vähentämiseksi, esimerkiksi selvitystä kaapelisuojausjärjestelmän suunnittelua, rakentamisesta ja hallinnoinnista siten, että operaattorit vuokraavat suojausputkioperaattorilta suojausputkia tarpeen mukaan. Myös se, onko suojausputkioperaattoriksi paras vaihtoehto kaupunki, operaattorien yhteenliittymä vai jokin muu toimija, tulisi selvittää.

Kaapeliputkituksia on tehty valtavia määriä ja niitä rakennetaan jatkuvasti lisää.

Monikanavainen Cubis-kaapelinsuojajärjestelmä toimii hyvänä vaihtoehtona perinteiselle kaapelinsuojajärjestelmälle tietynlaisten kriteerien täytyessä. Perinteinen suojaputkiin perustuva kaapelinsuojajärjestelmä on useimpiin kohteisiin kuitenkin edelleen toimivin ratkaisu. Muoviset Stakkabox-kaivot ovat erittäin hyvä ja monipuolinen vaihtoehto betonisille kaapelikaivoille niin teknisten ominaisuuksien kuin liki samansuuruisen investointikustannuksen puolesta.

Lähteet

Helsingin kaupunki. (2014). *Katutilan mitoitus – Suunnitteluohjeet Helsingin kaupungille*.

https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/katutila_mitoitus.pdf

Helsingin kaupunki. (n.d.). *Yhteistoimintasopimus, Yhteinen kunnallistekninen työmaa*.

https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2017/ykt_yts_web.pdf

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2007). *Tutki ja kirjoita*. Tammi.

Laki sähköisen viestinnän palveluista 7.11.2014/917.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140917>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Pipelife. (2020). *Pipelife tuotetietokanta: OPI-kanaalit väli- ja tukikammat*. Haettu 10.9.2023

osoitteesta <https://catalog.pipelife.com/fi/kaapelinsuojajärjestelmat-181159/opi-kanaalit-vali--ja-tukikammat-181189>

Pipelife. (n.d.). *OPI-kanaalijärjestelmä on ratkaisu ahtaisiin kaapelinsuojauskohteisiin*.

[Pipelife referenssi: OPI-kanaalijärjestelmä ahtaisiin kohteisiin](#)

Prysmian Group. (2015). *Valokaapelit ja televerkon kuparikaapelit*. Haettu 23.8.2023

osoitteesta <https://fi.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Valokaapelit-ja-televerkon-kuparikaapelit.pdf>

Raide-Jokeri. (2023). *Mikä Raide-Jokeri?* <https://raidejokeri.info/mika-raide-jokeri/>

Rakennustieto Oy. InfraRYL. (2023). *33114.1.1 Kaapelinsuojaputket*. Haettu 4.9.2023

osoitteesta https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/InfraRYL/2023_1/33110.html#id33114

Rudus. (n.d-a). *Cubis MULTIduct -kaapelinsuojajärjestelmä*. Haettu 2.9.2023 osoitteesta <https://www.rudus.fi/tuotteet/infraelementit/cubis-kaapelisuojarjestelma>

Rudus, (n.d.-b). Kaapelinsuojajärjestelmät. [MULTIduct™ | Cable Protection System | Cubis Systems \(cubis-systems.com\)](https://www.rudus.fi/tuotteet/infraelementit/cubis-kaapelisuojarjestelma)

Rudus. (n.d-c). *Cubis STAKKAbbox -kaivot*. Haettu 2.9.2023 osoitteesta <https://www.rudus.fi/tuotteet/infraelementit/cubis-kaapelisuojarjestelma>

SFS 5608. (1990). *Maahan asennettavat kaapelinsuojukset ja varoitusnauhat. Rakenne ja koestus*. SFS Online. [SFS 5608](https://www.sfs.fi/sfs/5608)

Tienvieri, A. (2020). *Yhteisrakentaminen*. Katu2020: Kadun suunnittelun ohjeet. Haettu 4.9.2023 osoitteesta [2.6 Yhteisrakentaminen \(katu2020.info\)](https://www.katu2020.info/)

Uponor. (2008). *Kaapelinsuojauksen suunnittelu- ja asennusohje* <https://www.uponor.com/fi-fi/infra/tuotejarjestelmat/kaapelinsuojaus>

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

Liite 1: Helsinki City -mallin kaapelikaivo





