



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Valtteri Loppi

# VALOKUITUVERKON RAKENNE JA SUUNNITTELUOHJE

Tekniikka  
2024

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Valtteri Loppi
Opinnäytetyön nimi	Valokuituverkon rakenne ja suunnitteluohje
Vuosi	2024
Kieli	suomi
Sivumäärä	31 + 1 liitettä
Ohjaaja	Antti Virtanen

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä, mistä eri komponenteista valokuituverkko rakentuu, sekä luoda perehdytysohje Insplan Oy:lle. Ohjetta tullaan käyttämään uusien työntekijöiden perehdytykseen.

Työ toteutettiin kartoittamalla Suomen valokuituverkon nykyistä tilaa ja saatavuutta. Työssä vertailtiin mikrokanavatekniikkaa ja perinteistä kuitukaapelointia. Työstä syntynyt suunnitteluohje toteutettiin KeyCom- sovelluksen avulla ja sieltä kerätty tieto dokumentoitiin huolellisesti ohjeeseen.

Työn tuloksena saatiin kuvaus valokuituverkosta, saatavuudesta ja nykyverkon tilasta. Lisäksi lukijalla on hallussaan yleiset peruseriaatteet valokuituverkon suunnitteluun: mitä suunnittelussa pitää ottaa huomioon ja mitä eri vaiheita suunnittelu pitää sisällään. Työn alussa on kerrottu yleistä tietoa valokuidusta ja lopussa on perehdytysohje liitteenä.

---

Avainsanat	valokuitu, mikrokanavatekniikka,	KeyCom, suunnittelu	valokuituverkko,
------------	-------------------------------------	------------------------	------------------

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Sähkötekniikka

## ABSTRACT

Author	Valtteri Loppi
Title	Fiber Optic Network Structure and Planning Guide
Year	2024
Language	Finnish
Pages	31 + 1 Appendices
Name of Supervisor	Antti Virtanen

---

The purpose of this thesis was to present the different components that make up a fiber optic network, as well as to create orientation instructions for Insplan Oy, to be used for the orientation of new employees.

The project was carried out by surveying the current state and availability of Finland's fiber optic network. The study compared microduct technology to traditional fiber cabling. The resulting design guidelines were implemented using the KeyCom application, and the gathered data was meticulously documented in the guideline.

The result of the thesis is a description of the fiber optic network, availability, and the state of the current network. In addition, the thesis provides in the general basic principles for the design of an optical fiber network and what must be considered in the design and what different stages the design includes.

---

Keywords	Fiber optic, KeyCom, fiber optic network, microduct technology, design
----------	--

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
2	YLEISTÄ VALOKUITUVERKOISTA .....	9
	2.1 Toimintaperiaatteet.....	9
	2.2 Valokuituverkon rakennustekniikat.....	9
	2.2.1 Mikrokanavatekniikka .....	9
	2.2.2 Perinteinen valokuitukaapelointi.....	11
	2.3 Toimintatavat rakennusvaiheessa .....	13
	2.3.1 Mikrokanavatekniikalla rakentaminen .....	13
	2.3.2 Valokuitumaakaapelilla rakentaminen .....	15
	2.3.3 Maanrakentajien menetelmät .....	15
	2.4 Topologiat .....	17
	2.5 Valokuituverkko Suomessa .....	19
	2.6 Kuidun saatavuus ja peitto. ....	19
3	SUUNNITTELU.....	21
	3.1 Suunnittelun eri vaiheet .....	21
	3.1.1 Haitta- ja taustakartat .....	22
	3.1.2 Maastokäynnit .....	22
	3.1.3 Luvittaminen .....	23
	3.1.4 Työpöytäsuunnittelu .....	24
	3.1.5 Katselmukset.....	24
	3.1.6 Työkuvat ja muu materiaali .....	24
	3.1.7 Dokumentointi .....	25
	3.2 Suunnittelun eri tekniikat .....	25
4	SUUNNITTELUOHJE.....	26
5	YHTEENVETO .....	28

LÄHDELUETTELO .....	29
LIITTEET .....	31

## LYHENTEET

ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
FTTH	Fiber to The Home, kuitu suoraan kiinteistölle
HPDE	Polyeteeni, mikrokanavissa käytettävä materiaali
OLT	Optical Network Terminal, optinen keskuspääte PON-verkossa
ONU	Optical Network Unit, optinen keskuspääte P2P-verkossa
PON	Passive Optical Network, rakennustyyli
P2P	Point to Point, rakennustyyli

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b> FIN 2012-värikoodauskäytäntö [3, s. 48]. .....	10
<b>Kuva 2.</b> Erilaisia mikrokanavanippuja [4]. .....	11
<b>Kuva 3.</b> Korkea kuitumääräinen syöttökaapeli [6]. .....	12
<b>Kuva 4.</b> Metalliton aurattava tilaajakaapeli [7]. .....	12
<b>Kuva 5.</b> Mikrokuitukanavissa käytettäviä liittimiä [3, s. 143]. .....	13
<b>Kuva 6.</b> Puhallustekniikka esiteltynä kuvana [3, sivu 140]. .....	14
<b>Kuva 7.</b> Urakoitsijat auraamassa kaapelia maahan [3, s. 146]. .....	16
<b>Kuva 8.</b> Urakoitsija tekemässä taloliittymää ketjusahalla [3, sivu 148]. .....	16
<b>Kuva 9.</b> Topologiat esitettynä kuvana [3, s. 81]. .....	18
<b>Kuva 10.</b> Valokuidun saatavuus maakunnittain vuonna 2023 ja saatavuuden kasvu [9]. .....	19
<b>Kuva 11.</b> Esimerkki syntyneestä ohjeesta. ....	27
<b>Kuva 12.</b> KeyComin valikko ohjeesta. ....	27
<b>Kuva 13.</b> Kuitupaneelin lisääminen. ....	27

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on käydä läpi yleisesti valokuituverkon rakennetta ja sen suunnitteluun liittyviä asioita ja vaiheita. Työssä käydään läpi yleiset Suomessa käytettävät rakennustyyli- ja topologiat. Lisäksi perehdytään myös lupasioiden hoitoon.

Valokuitu on suuressa kasvussa Suomessa. Kotitalouksissa ja yrityksissä tiedonsiirtotarve kasvaa koko ajan palveluiden siirtyessä verkkopohjaisiin ratkaisuihin entistä enemmän. Valokuitu on pitkäaikainen ratkaisu ja sen tiedonsiirtokapasiteetti on vanhassakin verkossa kilpailukykyinen uusien televerkkojen rinnalla.

Opinnäytteen lopputuloksena syntyi valokuituverkon suunnittelu- ja perehdytysohje Insplan Oy:lle. Ohjetta tullaan käyttämään uusien työntekijöiden perehdytysmateriaalina. Insplan Oy on vuonna 2014 perustettu energia- ja tietoliikenneinfran asiantuntija, joka työllistää tällä hetkellä noin 100 työntekijää. Insplan on koko Suomen laajuinen suunnittelutalo, jolla on toimipisteitä ympäri Suomea aina Helsingistä Rovaniemelle.

Työn tekeminen oli välttämätöntä, kun huomattiin, että Insplan Oy:lla oli puutteellinen ohjeistus mikrokanavatekniikalla suunnitteluun. Tällainen puute vaikuttaa suoraan uusien työntekijöiden perehdytykseen ja heidän kykyynsä integroitua tehokkaasti tiimiin. Lisäksi kunnollisen ohjeen puuttuminen vaikeuttaa suunnittelutyötä, mikä heikentää tuottavuutta ja voi johtaa virheisiin tai epäselvyyksiin työtehtävissä. Luomalla kattavan ja selkeän ohjeistuksen voidaan varmistaa, että kaikki työntekijät ymmärtävät yrityksen toimintatavat ja -periaatteet, mikä parantaa työn laatua ja tehokkuutta sekä vahvistaa yrityksen kokonaisvaltaista toimintaa. Ohjeesta on apua niin uusille kuin vanhoille työntekijöille.

## **2 YLEISTÄ VALOKUITUVERKOISTA**

### **2.1 Toimintaperiaatteet**

Valokuituverkon kattamalla alueella verkon fyysisesti näkyvät osat ovat laitetila ja jakokaapit, joiden koot vastaavat sähkönjakeluverkossa käytettäviä puistomuuntamoja ja jakokaappeja. Teleyrityksen omistamassa laitetilassa eli liityntäsolmussa sijaitsee keskuspääte ja yhteyden käyttöpaikassa sijaitsee verkkopääte. Edellä mainittujen laitteiden välillä määrittelemättömässä paikassa sijaitsee jaotin tai kytkin riippuen topologiasta. Valokuituverkossa tietoliikennesignaali liikkuu valonmuodossa, jota syötetään useimmiten laitetilasta laservalolla. [1]

### **2.2 Valokuituverkon rakennustekniikat**

Suomessa valokuituverkkoa rakennetaan pääosin kahdella eri tekniikalla, jotka ovat mikrokanavatekniikka ja perinteinen valokuitukaapeli [2]. Operaattorit käyttävät eri tekniikoita rakennuttaessaan verkkoaan. Operaattorien suosimat tyylit vaihtelevat rakennusalueen ja kysynnän mukaan. Osa operaattoreista saattaa käyttää molempia rakennusmenetelmiä. [1]

#### **2.2.1 Mikrokanavatekniikka**

Valokuituverkon rakentaminen mikrokanavatekniikalla on yleistynyt Suomessa viime vuosien aikana. Mikrokanavatekniikalla rakennettaessa edut ovat helppokäyttöisyys, laajennettavuus ja kustannustehokkuus. Mikrokanava kaivetaan ker- taalleen maahan ja jälkikäteen kaapelien asennustyössä tarvitaan enää harvoin kaivuutyötä.

Mikrokanavatekniikassa on kyse muoviputkista, jotka on tehty kovasta HDPE-muovista (”polyeteeni eli polyeteleeni on joukko polymeereja ja niistä valmistettavia

vahamaisen läpikuultavia kestmuoveja” [3, 4, s. 141] Verkon suunnittelussa käytetään usean värisiä ja kokoisia mikrokanavanippuja. Suomessa on käytössä FIN 2012 -värikoodausjärjestelmä mikrokanavanipuille ja -putkille (Kuva 1).

IEC/EN 60794-2	
Kuitu tai kuituryhmä	Kuidun tai kuituryhmän väri
1	sininen (SI)
2	keltainen (KE)
3	punainen (PU)
4	valkoinen (VA)
5	vihreä (VI)
6	violetti (VT)
7	oranssi (OR)
8	harmaa (HA)
9	turkoosi (TU)
10	musta (MU)
11	ruskea (RU)
12	vaaleanpunainen (VP)

**Kuva 1.** FIN 2012-värikoodauskäytäntö [4, s. 48].

Runkokaapeloinnissa käytettävät mikrokanavaniput sisältävät yleensä 2, 4 tai 7 mikroputkea, joiden koko on 14x10mm eli putken ulkohalkaisija on 14 mm ja sisähalkaisija 10 mm. Tilaajakaapeloinnissa käytettävät mikrokanavaniput sisältävät yleensä 4, 7 tai 12 mikroputkea, joiden koko on 7x3,5 mm eli putken ulkohalkaisija

on 7 mm ja sisähalkaisija 3,5 mm (Kuva 2). Kaikkia mikroputkia on saatavilla erikseen ja näitä pystytään sijoittamaan kaivuuojaan sellaisenaan tarpeen vaatiessa.



**Kuva 2.** Erilaisia mikrokanavanippuja [5].

Mikrokanavissa käytettäviä kaapeleita ovat syöttökaapeli ja tilaajakaapeli. Nämä kaksi kaapelia eroavat käyttötarkoitukseltaan toisistaan. Syöttökaapelia käytetään runkoyhteyksien luomisessa esimerkiksi jakokaappien välillä. Tilaajakaapelia käytetään tilaajayhteyksien luomisessa esimerkiksi jakamon ja tilaajan päätelaitteen välillä.

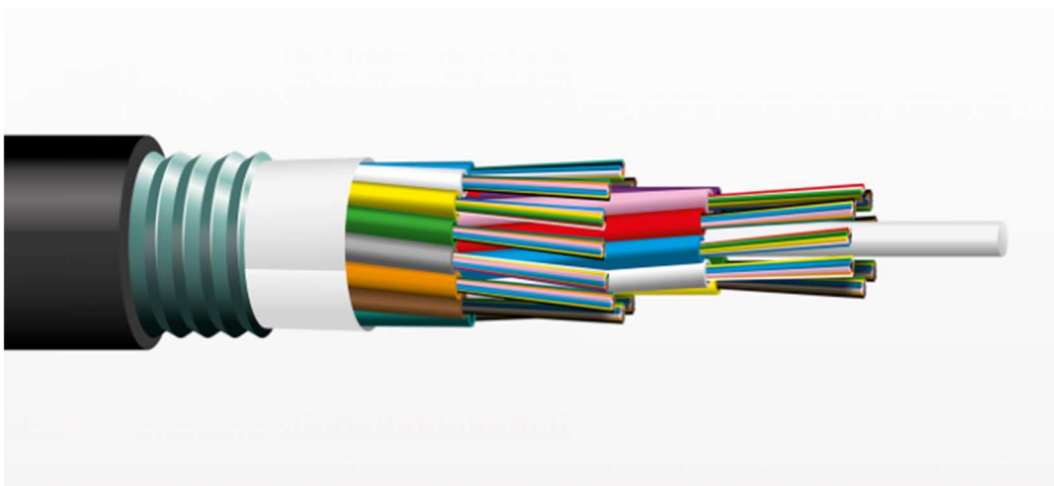
Runko- ja tilaajakaapelit puhalletaan erikseen niille tarkoitettuihin mikroputkiin kaivuutöiden jälkeen. Kaapelit puhalletaan putkiinsa yksitellen. Kaapeleita pystyy puhaltamaan myös erikokoisten mikroputkien välillä, jos rakennusvaiheessa on jouduttu kytkemään runko- ja tilaajaputki yhteen supistajan avulla [4, s. 142].

### **2.2.2 Perinteinen valokuitukaapelointi**

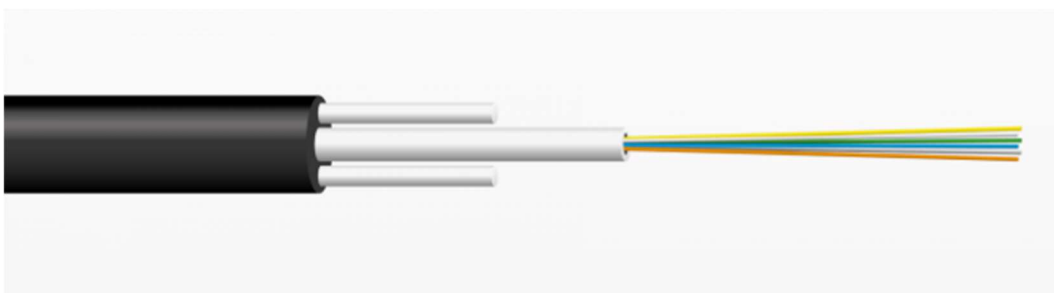
Perinteisellä valokuitukaapelilla verkon rakentaminen operaattorille ja urakoitsijalle on yksinkertaisempaa, koska komponentteja on vähän. Vaikka valokuidussa on suuret tiedonsiirtokapasiteetit, on suunnitteluvaiheessa otettava huomioon kaapelin kapasiteettirajoitukset. Kun rakennettu verkko on mitoitettu oikein, laajentuessa vanhat kaapelit ovat käyttökelpoisia eikä uusia tarvitse alueelle kaivaa.

Maahan asennettavista valokuitukaapeleista kaikki eivät tarvitse erillistä mekaanista suojaa ja ne voidaan asentaa sellaisenaan maahan. Kaapelinrakenteen ja ominaisuuksien tulee siksi olla kestävä. Kaapeleita on saatavilla eritasoisilla suo-  
jauksilla ja eri käyttötarkoituksiin. Kuten mikrokanavatekniikassa perinteisellä kaapelilla tehtäessä on käytössä syöttö- ja tilaajakaapelit. [6]

Syöttökaapelit kulkevat jakamoiden välillä ja tilaajakaapelit jakamoiden ja tilaajien välillä (Kuva 3 ja kuva 4.)



**Kuva 3.** Korkea kuitumääräinen syöttökaapeli [7].



**Kuva 4.** Metalliton aurattava tilaajakaapeli [8].

## 2.3 Toimintatavat rakennusvaiheessa

Valokuituverkkoa rakennettaessa eri tekniikoilla, täytyy ottaa huomioon erinäisiä seikkoja kussakin rakennusvaiheessa.

### 2.3.1 Mikrokanavatekniikalla rakentaminen

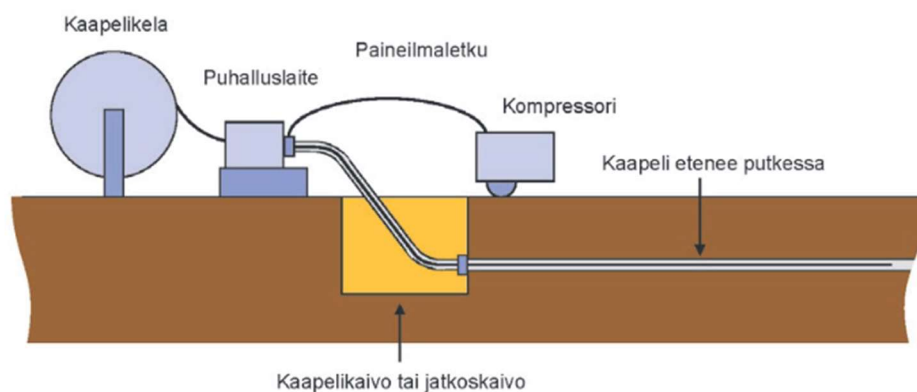
Mikrokanavatekniikalla rakennettaessa on ideana, että suunniteltavalle alueelle tehdään runkolinjat, joista jaotellaan jokaiselle asiakkaille oma putkensa. Asiakkaan kohdassa runkolinjassa olevan kanavanipun muovivaippa avataan ja nipusta katkaistaan putki, joka on ennalta määrätty suunnitelmassa. Liitokset tehdään putkille suunnitelluilla liittimillä. (Kuva 5) [4, s. 143]



**Kuva 5.** Mikrokuitukanavissa käytettäviä liittimiä [4, s. 143].

Tämän jälkeen putki kaivetaan asiakkaan tontilla parhaaksi katsottua reittiä ottaen huomioon esteet ja olemassa oleva infra. Kun rakennettavan alueen runkokanavat on saatu kaivettua maahan, on aika puhalttaa tilaajaputkeen kuitukaapeli. Puhallettava kuitukaapeli on halkaisijaltaan noin 2–8 mm. Kuitukaapeli puhalletaan jakamolta päin asiakkaan kiinteistölle, jonne putkireitti päättyy. Mikrokanavatekniikalla rakennettaessa puhaltamiseen käytetään paineilmaa ja puhaltamiseen tarkoitettua syöttölaitetta, joita on olemassa eri mallisia. Mikrokanavan tulee olla ilmatiivis ennen puhalluksen aloittamista. Mikrokanavaan ohjataan ensin paineilmaa kompressorilla, mikä aiheuttaa sinne syötettävälle kuitukaapelille leijumiseffektin. Tällöin kuitu ei törmäile putken seinämiin. Kompressorilla on oma paineensäätäjä, jolla pystytään lisäämään painetta putkessa. Kaapelinsyöttönopeutta säädetään puhalluslaitteen avulla ja riittävällä paineella varmistetaan kaapelin eteneminen putkessa. Puhalluslaitteessa on hihna, johon syötettävä kuitu on lii-

tettynä. Syöttölaitteessa olevaa liipaisinta painettaessa kuitukaapelia syöttyy putkeen. Syöttölaitteessa on mittari, josta käy ilmi kuitukaapelin syöttönopeus ja syötetyn kaapelin määrä. Kuidun syöttämisnopeudesta käytetään nimitystä metriä per sekunti eli m/s. Puhallukset kestävät yleensä vain muutaman minuutin (Kuva 6).



**Kuva 6.** Puhallustekniikka esiteltynä kuvana [4, sivu 140].

Puhallusta tehdessä on työntekijöiden oltava varovaisia. Putken pää tulee pitää vapaana ja kohdistettuna turvalliseen suuntaan. Vapaalla kädellä ei tule koittaa putken ilmavirtauksen toimivuutta. Putkeen on saattanut päätyä kanavaa kaivettaessa tai sen kelalla ollessa esim. pieni kivi, joka tulee ulos putkesta erittäin suurella nopeudella ja voi täten aiheuttaa pahoja vammoja. Tämän vuoksi putken päät on aina tulpattava putkeen tarkoitetulla tulppausliittimellä.

Puhalluksen jälkeen seuraava vaihe on kuitujen hitsaaminen eli valokuitukaapelin päättäminen. Aluksi hitsataan kuitukaapeli kuitujakamon päässä olevaan kytkentälevyyn, johon tulee syöttö laitetilalta. Asiakkaalla on asennettuna päätelaitteet, jonne kuitu hitsataan. Esimerkiksi omakotitalon tilaajakaapelia puhallettaessa on otettava huomioon, että kuitua syötetään riittävästi ylimääräistä hitsauksia varten. Yhdessä kuidussa on yleensä neljä eri kuitua ja näistä kaksi kuitua otetaan käyttöön hitsaamalla ja kaksi jätetään varalle mahdollisia ongelmatilanteita varten [9].

### 2.3.2 Valokuitumaakaapelilla rakentaminen

Tavallisessa valokuitumaakaapelissa ja mikrokanavatekniikassa rakentamisen peruspiireet ovat samat, mutta mikrokanavanippujen sijaan maahan kaivetaan perinteinen kuitukaapeli, joka on tarkoitettu maahan sijoitettaviksi sellaisenaan. Perinteisen kaapelin käytössä suurimpana erona mikrokanavatekniikkaan on sen laajennettavuus. Kuitukaapelilla rakennettaessa pitää jo suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon erityisesti kuitukapasiteetin riittävyys, koska kaapelilla on rajattu kapasiteetti, jota ei pysty jälkeempään enää lisäämään. Kuitukapasiteettia laskettaessa täytyy huomioida myös alueella olevat asukkaat, jotka eivät ole tilanneet valokuituliittymää. Heille tulee jättää kaapelivaraus kiepille tontin läheisyyteen. Kaapelin materiaalikustannukset ovat matalia, joten rakennusvaiheessa on suotavaa jättää kaikille kaapelivaraukset [2].

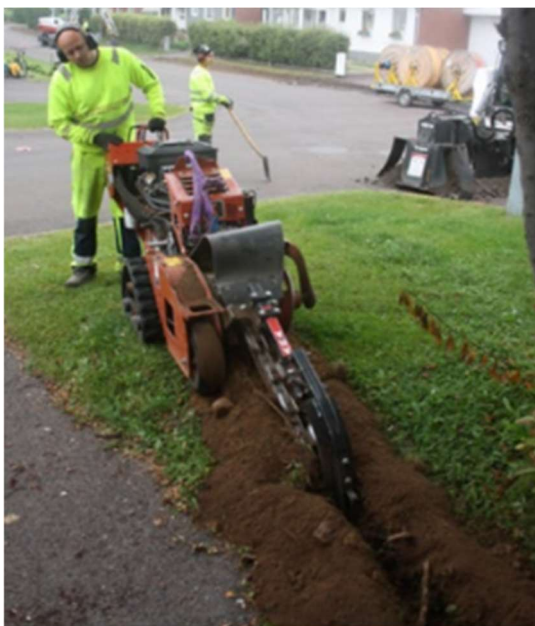
### 2.3.3 Maanrakentajien menetelmät

Maanrakentajilla on monia eri rakennustyyplejä. Peruskaivaminen tapahtuu erikoisilla kaivinkoneilla riippuen käyttökohteesta. Käytössä on tela- ja pyörämallisia kaivinkoneita. Kaivamisen sijaan mikrokanavaa ja kuitukaapelia voidaan sijoittaa maahan myös auraamalla. (Kuva 7.) Auraus on nopeampi, edullisempi ja kaivuu-jälki on huomattavasti siistimpi kuin normaalisti kaivettaessa. Ehtona auraamiselle on esteetön reitti, jossa olemassa oleva infra ei ole merkittävästi kaapelin sijoituksen esteenä. Auraamista helpottaa pehmeä maa-aines [4, s. 146].



**Kuva 7.** Urakoitsijat auraamassa kaapelia maahan [4, s. 146].

Taloliittymien kaapelien kaivuussa voidaan käyttää pientä kumitelaista kaivinkonetta tai vaihtoehtoisesti ketjusahaa. (Kuva 8) [4, s. 148].



**Kuva 8.** Urakoitsija tekemässä taloliittymää ketjusahalla [4, sivu 148].

Valokuitukaapelit tai mikrokanavaniput kaivetaan n. 70 cm syvyyteen. Mikäli standardin vaatimuksesta poiketaan, on kaapeli tai kanava suojattava mekaanisesti

suojaputkella tai kourulla. Sijoittamisessa on kunnilla ja kaupungilla erilaisia vaateita, osa ei vaadi suojausta lainkaan ja osassa kaapelia saa sijoittaa lähemmäs maan pintaa [5].

Mahdolliset alitukset reitillä tehdään joko tunkkaamalla, suuntaporaamalla tai kaivamalla. Tunkkausta käytetään yleensä lyhyillä matkoilla katujen, tie- ja taloliittymien alituksissa, joiden pituus on alle 25 metriä. Tunkkaaminen tapahtuu, siten alitettavan kohdan molemmille puolille tehdään kaivannot. Myyrällä tehdään alitus suoraan kaivantojen välille. Myyrän perään asetetaan alitukseen tuleva putki, jonka myyrä vetää perässään luomalla alituksen [4, s. 150].

Pidemmissä ja haastavimmissa kohteissa alituksiin käytetään suuntaporausta. Suuntaporaamalla pystytään saavuttamaan jopa useiden satojen metrien porauksia. Suuntaporauksen hyviä puolia on porausreitien ohjattavuus antureiden ja vastaanottimien avulla. Suuntaporauksessa pystytään hyvin kiertämään mahdolliset reitillä olevat esteet. Poraaminen alkaa pilottireiän teolla. Myöhemmin sitä laajennetaan avennusterällä. Avennusterä vetää lisättävän putken mukanaan alitusreitille [3, s. 150].

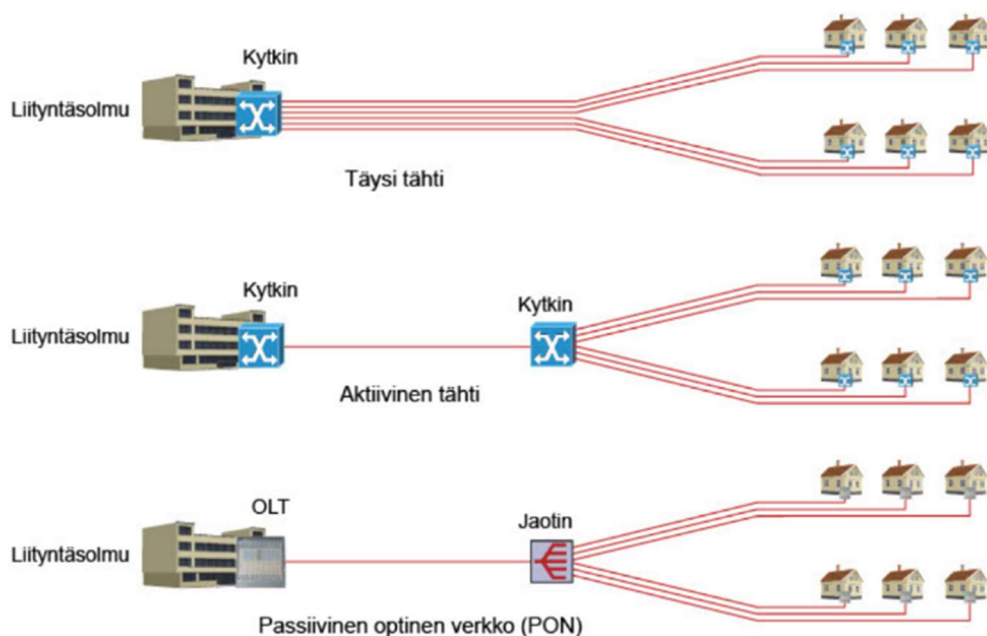
## 2.4 Topologiat

Topologialla tarkoitetaan valokuituverkon fyysistä ja loogista rakennetta ja sen geometristä muotoa sekä laitteiden keskinäistä järjestystä [4, s. 81]. Topologia määrittelee, miten laitteet ovat yhteydessä toisiinsa ja miten tieto liikkuu verkossa. Topologia vaikuttaa yhteyden luotettavuuteen, laajennettavuuteen ja tehokkuuteen. Yleisimmät valokuituverkoissa Suomessa käytetyt topologiat ovat PON ja Point to Point.

PON- topologiassa (Passive Optical Network) passiivisia komponentteja käytetään tietoliikenteen jakamiseen palveluntarjoajan ja asiakkaan välillä. Tässä valokuitukaapeli kulkee palveluntarjoajan laitetilalta OLT (Optical Line Terminal) asiakkaan päätelaitteelle ONU (Optical Network Unit) tai ONT (Optical Network Terminal).

PON-topologiassa on käytössä jakajia. Ne pystyvät jakamaan valokuidun useille eri asiakkaalle vaivatta ja mahdollistamaan monta käyttäjää samassa kuidussa samaan aikaan. PON-topologia ei vaadi sähköisiä komponentteja, koska PON-topologiassa käytetään passiivisia komponentteja. PON-topologian hyvänä puolena on myös matalat rakennus- ja ylläpitokustannukset. PON-topologia on suosittu malli FTTH-verkoissa (Fiber to the Home) sen matalien kustannusten vuoksi sekä sen helpon laajennettavuuden takia. [4, s. 81–91]

Point to Point -topologia on hyvin yksinkertainen tyyli. Point to Point -topologiassa on yksinkertaisesti kaksi laitetta, jotka ovat suorassa yhteydessä toisiinsa ilman välikomponentteja. Point to Pointia käytetään, jos tiedonsiirtomatkat ovat pitkiä ja tarvitaan varmatoiminen yhteys. Point to Point topologiassa on myös matalat kustannukset koska siinä on vain kaksi erillistä laitetta. Point to Pointissa on lisäksi myös se hyvä puoli, että tiedonsiirtonopeudet ovat suuria koska verkko ei sisällä ylimäärisiä laitteita, jotka veisivät verkon käyttö kapasiteettia. Point to Point on epäkäytännöllinen suurissa verkoissa (Kuva 9). [4, s. 81–91]



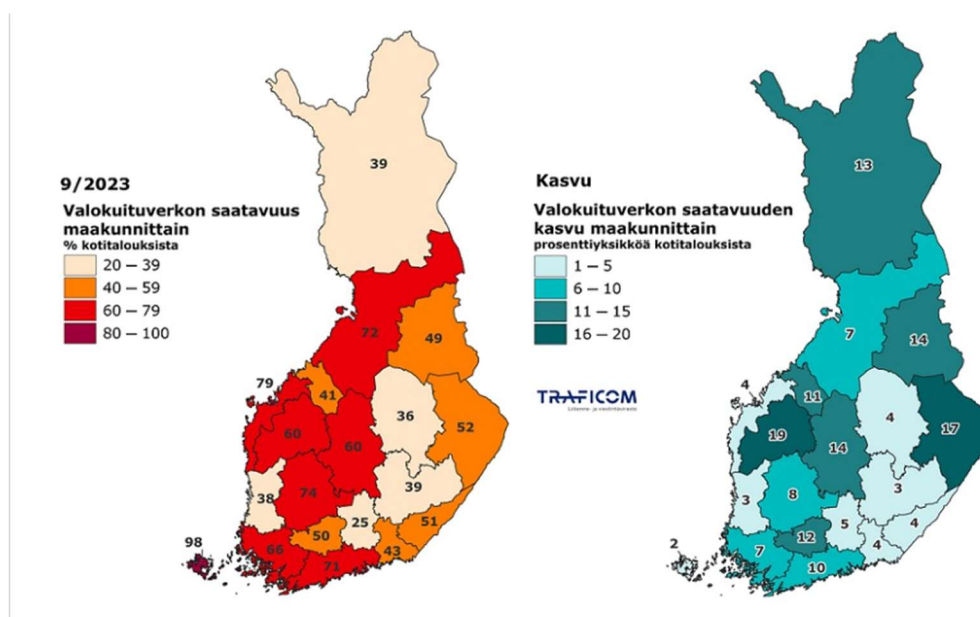
**Kuva 9.** Topologiat esitettynä kuvana [4, s. 81].

## 2.5 Valokuituverkko Suomessa

Suurimmat valokuituverkko-operaattorit Suomessa ovat tällä hetkellä Lounea Oy sekä Valokuitunen Oy, jotka rakentavat yhdessä eniten verkkoa vuosittain. Lisäksi DNA, Telia ja Elisa ovat suuria toimijoita Suomessa. Lisäksi isona toimijana on mainittava Cinia Oy, joka on valtion omistama teleoperaattoriyritys. Operaattorit käyttävät suunnittelussa ja rakentamisessa urakoitsijakumppaneita.

## 2.6 Kuidun saatavuus ja peitto

Suomessa vuonna 2020 oli 977 000 kuituliittymää. Siihen on laskettu kotitalouksien ja yritysten valokuituliittymät. Valtaosa liittymistä on käytössä kotitalouksissa. Numerollisesti esitettynä Suomessa oli 0,18 kpl kuituliittymää yhtä asukasta kohden. Ruotsissa vastaava luku on 0,28 asukasta kohti [8] (kuva 10)



**Kuva 10.** Valokuidun saatavuus maakunnittain vuonna 2023 ja saatavuuden kasvu [10].

Valokuituverkon rakentaminen operaattorien välillä samoilla alueilla on kilpailtua, koska kilpailevat operaattorit haluavat rakennusalueilla mahdollisimman suuren tilaajamäärän omaan verkkoonsa. Alueille saattaa tulla useampi kuin yksi operaattori rakentamaan verkkoa ja tällaisissa tapauksissa suoritetaan yhteiskaivuuta operaattorien kesken. Kilpailutilanne samoilla alueilla saattaa aiheuttaa viivästyksiä toisen operaattorin hankkeisiin, koska aikataulut ovat kullakin operaattorilla erilaiset. Osa kunnista ja kaupungeista vaatii myös yhteiskaivuuta samoilla osuuk-silla kaivettaessa.

### 3 SUUNNITTELU

#### 3.1 Suunnittelun eri vaiheet

Tässä luvussa kerrotaan valokuituverkonsuunnittelusta ja sen eri vaiheista. Suunnittelu tehdään usein KeyCom-nimisellä verkkosovelluksella, jota käytetään pääsääntöisesti tietokoneella. Sitä on mahdollista käyttää myös tabletilla tai puhelimella. Suunnittelu on vaihtelevaa, ja erilaiset suunnittelutyöt on hoidettava eri tavalla riippuen siitä, suunnitellaanko suuremmalle alueelle kokonaan uusi tietoliikenneverkko vai lisätäänkö jo rakennetulle alueelle myöhemmin liittyvä asiakas.

Suunnittelu alkaa alueeseen tutustumisella, minkälaista alueen maasto on ja onko alueella jo olemassa olevaa teleinfraa, jota pystytään hyödyntämään. Suuremmalle alueelle uuden rakentamisessa suunnittelu alkaa laittilan paikan valinnalla, jos sellaista ei alueella vielä ole. Useassa tällaisessa tapauksessa teleoperaattori on valmiiksi antanut laittilan sijoitusosoitteen tai piirtänyt sen valmiiksi KeyComiin. Uudella rakennusalueella pitää myös olla jakamoita, jotka jaotellaan alueelle järkevin välein, etteivät kaivuu- tai puhallusvälit kasva liian suuriksi.

Suunnittelun alussa on myös hyvä hakea alueelle haitta- ja taustakartat auttamaan suunnittelussa, jotta verkko tulisi kerralla suunniteltua hyvälle reitille, eikä olisi liikaa yhtäläisyyksiä olemassa olevan infran, kuten veden, sähkön tai maalämmön kanssa. Lisäksi taustakarttoja tarvitaan lupahakemusta varten. Niiden saapuminen voi kestää, joten ne on hyvä tilata alkuvaiheessa.

Alueelle suunnitellaan runkoreitti laittilan ja jakamoiden välille riippumatta siitä onko kyseessä mikrokanavatekniikalla vai perinteisellä kaapelilla toteuttava projekti, sillä peruseriaatteet ovat kussakin tyylissä samat. Runkoreitin tultua valmiiksi alueelle suunnitellaan syöttökaapelit laittilalta kaikille jakamoille.

Liittyvät asiakkaat lisätään myös verkkoon. Liittyvälle asiakkaalle suunnitellaan tontille mikrokanavaputki, joka erotellaan väreillä FIN2012-värikoodaustaulukon mukaan. Perinteisellä valokuitumaakaapeilla toteutettaessa jokaiselle tontille

suunnitellaan oma valokuitumaakaapeli, joka nimetään osoitteen mukaan. Asiakkaalle piirretään myös ulkojatkoskotelo kiinteistölle. Lisäksi kohteeseen lisätään tilaajapiste. Teleoperaattori voi myös itse lisätä tilaajapisteitä. Tilaajapisteellä tarkoitetaan KeyCom-sovelluksessa näkyvää pistettä tilaajan kohdalla.

Kun tämä kaikki on tehty, suunnitellaan asiakkaalle in/out-liitäntäkaapeli, joka lähtee tilaajapisteestä ja päättyy ulkojatkoskoteloon. Ulkojatkoskotelosta lähtee tilaajakaapeli. Jos kyseessä on mikrokanava, tilaajakaapeli puhalletaan lähimmälle jakamolle. Perinteisessä kaapelissa kuitu kaivetaan asiakkaan ulkojatkokselta jakamolle. Kun suunnitelma on valmiina, täytyy sille hakea sijoituslupa.

### **3.1.1 Haitta- ja taustakartat**

Haitta- ja taustakarttoja tarvitaan suunnittelussa luvituksen ja suunnitelman teko- vaiheessa. Haitta- ja taustakartat tilataan kaupungin/kunnan sähkö-, vesi- ja kaukolämpötoimijoilta. Lisäksi kartat pystytään tilaamaan [kaivulupa.fi](http://kaivulupa.fi) sivustolta, jonne on kerätty usean eri toimijan sähkö-, kaukolämpö- ja vesilinjojen tiedot. Haitta- ja taustakarttojen lisäksi tulee suunnittelualueella olevilta vesi-, sähkö- ja kaukolämpötoimijoilta pyytää lausunnot. Lausunnot pyydetään sen vuoksi, että jos on suunnitteilla infran uusimista samalla alueella tai myös toinen toimija kaivaa alueella, niin työ pystytään suorittamaan yhteiskaivuulla eikä samaa patkää tarvitse kaivaa useaan kertaan. Lisäksi lausunnoista käy ilmi toimijan kanta kaapelin sijoitukseen, onko ok sijoittaa vai tarvitseeko ottaa huomioon esim. turvaetäisyydet veteen, sähköön tai kaukolämpöön.

### **3.1.2 Maastokäynnit**

Kun otetaan suunnitteluun isompi alue, on alueelle hyvä tehdä maastokäynti. Hyvänä vaihtoehtona on laittaa auton kojelaudalle kamera ja ajaa aluetta läpi. Tällöin suunnitteluvaiheessa on aina pääsy tarkastamaan kohdetta, jos tilanne sitä vaatii.

Maastokäyntejä voi joutua tekemään, jos luvissa vaaditaan tarkempia kuvia hakemukseen. Tällaisia voivat olla esim. sillat, junanradat tai vilkkaampi risteysalue.

### 3.1.3 Luvittaminen

Kaapelireittien luvittamiseen kuuluu suuri osa suunnittelijan työajassa. Sijoituslupia pitää hakea käytännössä jokaiseen tehtyyn suunnitelmaan, oli kyseessä suuri alue-suunnittelu tai pieni yhden tilaajan lisäys. Sijoitusluvut haetaan kaupungin tai kunnan tekniseltä palvelulta, jonka alueella työ tehdään. Monella kaupungilla ja kunnalla on käytössä sähköisiä lupapalveluita, kuten Lupapiste ja Epermit. Monessa paikassa sijoituslupahakemukset lähetetään myös sähköpostilla suoraan kaupungin/kunnan toimihenkilölle. Lupia on monenlaisia, ja suunnittelijalla pitää oli tieto, mitä lupaa suunnitteilla olevassa kohteessa tarvitaan ja mistä se haetaan.

Yksityisen maanomistajan mailla verkkoa rakennettaessa pitää kaapelin sijoitus-sopimus solmia aina maanomistajan kanssa ennen kaivuuta. Yksityisteiden sijoitus-sopimuksista vastaa tienhoitokunta ja isännöitsijä. Myös yrityksen omistamilla kiinteistöillä kaapelia sijoitettaessa täytyy solmia kaapelin sijoittamissopimus. Yksityisen luvitus voi olla myös asiakkaan pihaosuuden luvittamista, jos suunniteltu reitti kulkee esim. naapurin pihan kautta. Yksityisten luvituksen hoitavat yleensä kaivinkoneurakoitsijat samalla kun he kaivavat asiakkaan pihassa, toki toimintatavat eroavat eri operaattoreilla. Myös suunnittelija saattaa joutua jalkautumaan ja luvittamaan suunnitelmiaan kohteita maastoon.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta (ELY) joudutaan myös usein hakemaan lupaa. ELY on valtion omistama organisaatio, jonka hallinnassa on tieosuuk-sia, vesistöjä sekä siltoja Suomessa. ELYltä lupaa kaapelinsijoittamista varten ote-taan huomioon maaperä, sillat, tulevat tiehankkeet ja pohjavedensuojaukset.

Väylävirasto vastaa junanrata-alueille sijoitettavista kaapelista ja laitteista. Väylä-viraston hyväksymiin suunnitelmiin sisältyy tarkat turvallisuussuunnitelmat.

Museoviraston suojelemalle alueelle kaapelia sijoitettaessa on otettava yhteyttä paikalliseen vastuumuseoon.

Lausunnot ovat tärkeä osa luvittamisprosessia. Lausunnoissa on kyse siitä, että kaapelit sijoitetaan viranomaisen vaatimusten mukaisesti alueelle. Lausuntoja kysytään yleensä tahoilta, joilla on alueella jo olemassa olevaa infraa, ettei kaapelinsijoittamisesta aiheudu yleistä haittaa olemassa olevalle infralle.

#### **3.1.4 Työpöytäsuunnittelu**

Työpöytäsuunnittelussa käytettävät työkalut ovat hyvin perinteiset perustoimistoon liittyvät tarvikkeet. Suunnittelua pystyy tekemään mistä vain. Maantieteellisellä sijainnilla ei ole väliä. Työtä voi firman toimistolta tai kotona etätöyönä. Suunnittelu tehdään tietokoneella.

#### **3.1.5 Katselmukset**

Katselmukset ovat osa työn aloitus- ja lopetusprosessia. Kun kaivinkoneurakoitsijat aloittavat kohteen rakentamisen, järjestetään aloituskatselmus. Aloituskatselmuksessa on paikalla kaupungin/kunnan edustaja, urakoijan edustaja ja mahdollisesti myös operaattorin toimija.

Suunnittelijan ei ole pakko osallistua aloituskatselmukseen, mutta jos se on mahdollista, olisi suotavaa osallistua. Aloituskatselmuksessa käydään läpi kaupungin/kunnan mahdolliset vaatimukset työn suorittamiselle. Urakoitsijalla on myös mahdollista kysyä kaupungin toimijalta tarkentavia kysymyksiä.

#### **3.1.6 Työkuvat ja muu materiaali**

Kun suunnitelma on saatu valmiiksi, tehdään työkuva, jonka tekemiseen käytetään PDF editor -sovellusta.

Työkuvat on tarkoitettu urakoitsijalle. Niistä työtä tekevä urakoitsija näkee, miten tekeillä oleva kohde on suunniteltu KeyCom-sovelluksella. Työkuvista tulee käydä ilmi seuraavat asiat: Asennusosoite, puhallus- tai kaivuumatkan pituus, suuntaa antava reitti, jakamo, jonne syöttö hitsataan ja minkä väristä putkea tilaajalle on käytetty, jos kyseessä on mikrokanavalla toteuttava työ.

### **3.1.7 Dokumentointi**

Kun suunnitelma on saatu valmiiksi, kartoitus on tehty ja valokuituyhteys on asiakkaalla toiminnassa, lähettää asentaja täytettynä erillisen tiedoston. Tätä vaihetta kutsutaan punakynädokumentoinniksi. Tiedostossa käy ilmi, kuinka rakentaminen on toteutettu suunnittelijan tekemään suunnitelmaan verrattuna.

Dokumentoija käy palautetun tiedoston läpi ja vertaa sitä KeyCom- sovelluksessa olevaan suunnitelmaan. Dokumentoija muuttaa KeyComin vastaamaan toteutunutta suunnitelmaa. KeyComissa dokumentoijan tulee siirtää runko ja kaapelit kulkemaan kartoitusviivaa pitkin, muuttaa kaikki suunnittelutilassa olevat komponentit valmiiksi ja käytössätilaisiksi. Lisäksi tulee muuttaa tieto putken väristä, jos sitä on muutettu työtä tehdessä. Myös jos kytkentöjä on muutettu työn aikana, tulee ne tehdä vastaamaan toteutunutta vastaavaksi. Kytkentöjä muutettaessa on otettava huomioon, että kytkentäkaavio muuttuu, kun kytkentöjä vaihtaa. Tämän jälkeen dokumentoija palauttaa tiedoston asiakkaalle, jolloin työ on valmis.

### **3.2 Suunnittelun eri tekniikat**

Suunnittelussa ei ole yhtä oikeaa tapaa tai järjestystä tehdä työvaiheita. Suunnittelijoilla perustyö on samanlaista kaikilla. Osalla suunnittelijoista on runsaasti kokemusta ja toiset ovat vasta aloittelevia ammattilaisia.

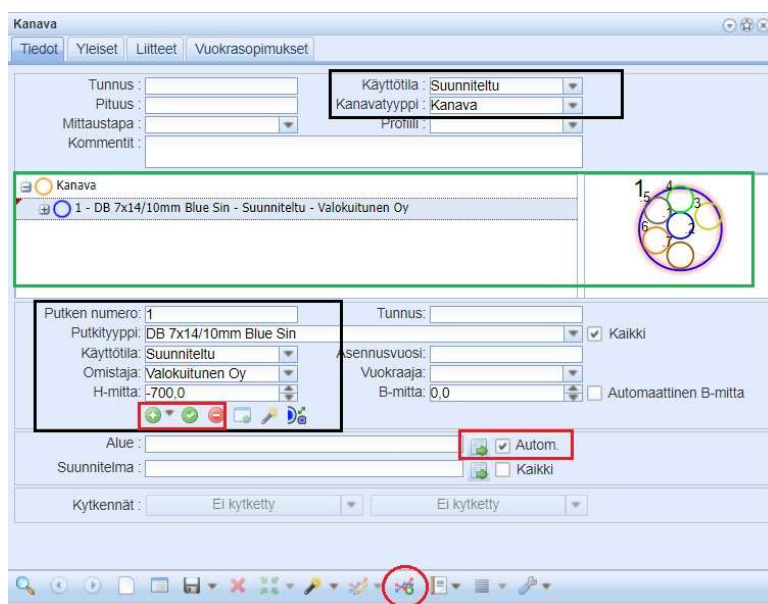
## 4 SUUNNITTELUOHJE

Insplan Oy:lle kehitetty perehdytysohje valokuituverkon suunnitteluun tarjoaa kattavan läpileikkauksen suunnitteluprosessista alusta loppuun. Ohjeen avulla Insplanin työntekijät voivat hahmottaa selkeästi, mitä vaiheita valokuituverkon suunnitteluun kuuluu ja mitä näkökulmia tulee ottaa huomioon kunkin vaiheen aikana. Ohjeesta tuli 47 sivuinen kokonaisuus.

Ohjeen avulla Insplanin suunnittelutiimit voivat tehostaa työskentelyään ja varmistaa, että suunniteltu valokuituverkko vastaa asiakkaan tarpeita ja toiveita mahdollisimman tarkasti. Selkeästi määritellyt vaiheet ja niiden sisältö auttavat välttämään turhia virheitä ja varmistavat sujuvan projektin etenemisen alusta loppuun.

Ohjeen sisällysluettelo antaa käsityksen siitä, mitä kaikkea ohje pitää sisällään. Se toimii käteväenä viitepisteenä suunnittelutiimille, joka voi tarvittaessa palata tiettyihin kohtiin tarkemman tiedon saamiseksi tai kertausta varten. Näin varmistetaan, että suunnitteluprosessi etenee systemaattisesti ja tehokkaasti, mikä puolestaan edistää projektin onnistumista ja asiakastyytyväisyyttä.

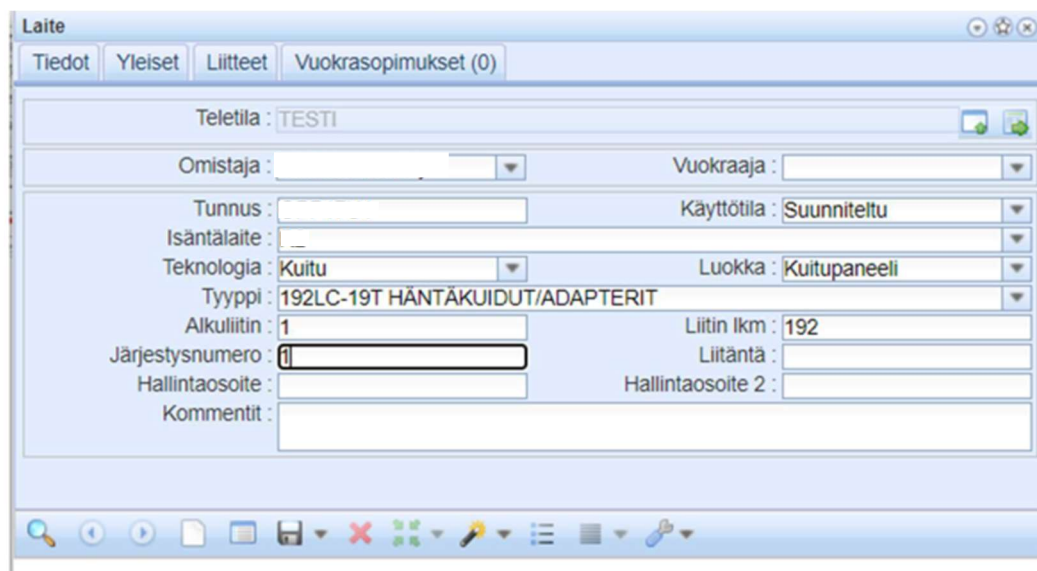
Kokonaisuudessaan Insplan Oy:n perehdytysohje valokuituverkon suunnitteluun on arvokas työkalu yrityksen suunnittelutiimeille, se mahdollistaa sujuvan ja ammattimaisen toiminnan asiakasprojekteissa. Ohjeessa käydään läpi yksinkertaisesti vaihe vaiheelta suunnittelun alla oleva työkohta. Suunnitteluohjeen teko toteutettiin ottamalla kuvakaappauksia KeyCom-sovelluksesta ja ympyröimällä tarvittavat kohdat eriväreillä tai muodoilla ja symbolit avattiin ohjeessa kuvastaen yhtä työvaihetta. Syntyneen ohjeen sisällysluettelo on nähtävissä työn lopussa, mutta muuten ohje on salattu. Esimerkki ohjeesta kuvassa 11 nähdään kanavien luonti KeyComissa (Kuva 11), kuvassa 12 nähdään KeyComin päätyökaluvalikko (Kuva 12) ja kuvassa 13 esitetään laitteen lisäämistä KeyComissa (Kuva 13).



Kuva 11. Esimerkki syntyneestä ohjeesta [10].



Kuva 12. KeyComin valikko ohjeesta [11].



Kuva 13. Kuitupaneelin lisääminen [11].

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli esitellä valokuituverkon rakennetta ja siinä käytettäviä rakennustyyplejä yleisellä tasolla. Työssä perehdyttiin myös maanrakennuksen tyyliin kevyellä otannalla. Opinnäytteen tuloksena syntyi perehdytysohje suunnittelun avuksi Insplan Oy:lle. Opinnäytteessä hyödynsin omaa ja kollegoiden tietotaitoa sekä internetistä jo valmiiksi asiaan liittyviä julkaisuja.

Työssä käytiin yleisesti läpi mikrokanavatekniikalla ja perinteisellä valokuitumaakaapelilla rakentamisen erot sekä kuinka rakentaminen fyysisesti tapahtuu. Työssä kerrottiin myös valokuituverkon suunnittelemisen eri työvaiheita yleisellä tasolla sekä erilaisten lupa-asioiden hoitamisesta. Työssä käsitellään sijoitusluvasta hakeemisesta kaupungin tai kunnan alueilla, yksityisalueen luvan hausta aina ELY-luvan hakuun saakka. Syntynyt ohje oli Insplanin mielestä onnistunut ja sitä tullaan käyttämään Insplanilla vielä pitkään. Lopussa on esitelty sisällysluettelo syntyneestä ohjeistuksesta.

Valokuituverkkoa rakennetaan Suomessa tällä hetkellä kovaa vauhtia ja se yleistyy koko ajan enenemässä määrin. Valokuitu on pitkäaikainen ratkaisu internetyhteyksiin, 40 vuotta vanha valokuituverkko toimii kilpailukykyisesti uusimpien 5G-yhteyksien rinnalla. Valokuidun parissa riittää työtä vielä useaksi vuodeksi. Vaikka muu infran rakentaminen on tällä hetkellä laskusuhdanteessa, valokuituverkon rakennus on suuressa nousussa!

## LÄHDELUETTELO

[1] Insplan Oy. Perehdytys sisäinen. [Intranet] [Viitattu 24.3.2024].

[2] Insplan Oy. Operaattorin ohje 1. [Intranet] [Viitattu 24.3.2024].

[3] Wikipedia polyeteeni [Internet] [Viitattu 24.4.2024]. Saatavilla:

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Polyeteeni>

[4] Nestor Cables. (2023). *FTTx - Optiset liityntäverkot*. Nestor Cables. [Internet][Viitattu 24.4.2024]. Saatavilla:

[https://www.nestorcables.fi/kaapelitietoutta/kirjat-ja-julkaisut\\_Nestor\\_Cables](https://www.nestorcables.fi/kaapelitietoutta/kirjat-ja-julkaisut_Nestor_Cables)

[5] Nestor Caples myyntikatalogi 2024a [Internet] [Viitattu 24.3.2024]. Saatavilla:

<https://www.nestorcables.fi/tuotteet/mikrokanavatekniikka/mikrokanavat/kannavaan-asennettavat-mikrokanavat.html>

[6] Insplan Oy. (2024). *Suunnitteluohjeistus-ONT 3*. Insplan Oy [Intranet][Viitattu 24.3.2024].

[7] Nestor Caples myyntikatalogi 2024 [Internet] [Viitattu 24.3.2024]. Saatavilla:

<https://www.nestorcables.fi/tuotteet/valokuitukaapelit/maakaapelit/fyo2rmu-35-kn-maakaapeli.html>

[8] Nestor Caples myyntikatalogi 2024a [Internet] [Viitattu 24.3.2024]. Saatavilla:

<https://www.nestorcables.fi/tuotteet/valokuitukaapelit/maakaapelit/fzovdmu-sd-maakaapeli.html>

[9] Uusiteknologia.fi. (19. 1 2024). Valokuitu kasvussa – nopea yhteys tarjolla entistä laajemmin.[Internet][Viitattu 24.3.2024]. Saatavilla:

<https://www.uusiteknologia.fi/2024/01/19/valokuitu-kasvussa-nopea-yhteys-tarjolla-entista-laajemmin/>

[10] Traficom. (2020). *Liikenne- ja viestintäviraston valokuitukatsaus*. Traficom. [Internet][Viitattu 24.3.2024]. Saatavilla:

<https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Liikenne-%20ja%20viestint%C3%A4viraston%20valokuitukatsaus.pdf>

[11] Mikrokanava suunnitteluohje. Insplan Oy. [Intranet] [Viitattu 27.3.2024].

## LIITTEET

### LIITE 1

#### LIITEAINEISTOT

1. Mikrokanavatekniikalla suunnittelu uudet alueet, laajennusalueet ja jälkiliittymät	
Jakamon nimeäminen ja lisääminen.....	3
Runko- ja tilaajanippujen lisääminen.....	7
Syöttökaapeleiden lisääminen.....	10
Paneelien lisäys.....	13
Alitukset.....	17
Tilaajien lisääminen.....	21
Kytkennät.....	35
Yhteydet.....	37