



# **AVOIN KUITUVERKKO**

## **Pirkanmaan alueen esiselvityshanke**

Tytti Soininen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2013  
Tietotekniikka  
Tietoliikennetekniikka ja  
tietoverkot

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot

TYTTI SOININEN:  
Avoin kuituverkko  
Pirkanmaan alueen esiselvityshanke

Opinnäytetyö 39 sivua, joista liitteitä 1 sivu  
Huhtikuu 2013

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Pirkanmaan liitolle. Pirkanmaan liitto on 22 Pirkanmaan kunnan omistama kuntayhtymä, jonka tarkoituksena on kehittää maakuntaa. Opinnäytetyö oli osa Pirkanmaan liiton Avoin Kuitu sekä EKANET esiselvitysprojekteja. Esiselvitysten tarkoituksena oli lisätä ihmisten tietoutta valokuituverkon eduista ja tarpeellisuudesta. Lisäksi kartoitettiin talouksien ja yritysten halukkuutta tilata valokuitu.

Työssä on esitelty esiselvityshankkeen lisäksi valokuitutekniikkaa ja valokaapeliverkon rakennetta ja rakentamista. Näiden kolmen osa-alueen esittäminen on tärkeää, jotta ymmärretään valokuituverkon rakentamisen tarpeellisuus.

Esiselvityshankkeessa ihmisiä lähestyttiin useilla eri tavoilla, jotta tietoisuus lisääntyisi valokuituverkon tarpeellisuudesta. Tietoa hankkeesta on jaettu myös sosiaalisessa mediassa, lehdissä ja hankkeen Internet-sivuilla. Hankkeen yhtenä päätarkoituksena oli saada mahdollisimman paljon esisopimuksia, jotta verkon rakentaminen tulisi kannattavaksi.

Tämä opinnäytetyö esittää esiselvityshankkeen etenemistä toukokuuhun 2013 saakka, jolloin opinnäytetyön tekemisen osuus päättyi. Esiselvityshanke jatkuu kuitenkin vielä vuoden 2013 loppuun saakka, jonka aikana ja jälkeen valokuituverkkoja aletaan rakentaa.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
ICT Engineering  
Telecommunications Engineering and Networks

**TYTTI SOININEN:**  
Open Fiber network  
Preliminary study project of Council of Tampere Region

Bachelor's thesis 39 pages, appendices 1 pages  
April 2013

---

This thesis work was made to the Council of Tampere Region. It was part of the Open Fiber and EKANET preliminary studies. The meaning of the project was to inform people about the benefits of an optical fiber network. The meaning was also to gather people sign a preliminary agreement to take the optical fiber.

In this thesis there is also information about optical fiber technology and optical fiber networks. These two are important part of the thesis because it is important to understand the technology behind the project.

This thesis does not include the whole project. It is about the preliminary project until May 2013. The project itself continues to the end of 2013 during which the construction of the optical fiber networks begin.

---

Key words: open fiber, optical fiber, preliminary study

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	VALOKUITU JA VALOKAAPELI.....	7
2.1	Valokuidun historia.....	7
2.2	Valokuidun materiaali ja rakenne .....	7
2.3	Valokaapelin rakenne .....	8
2.3.1	Valokaapelin sydänrakenne .....	10
2.4	Valokuidun toimintaperiaate.....	11
2.4.1	Yksi- ja monimuotokuidut .....	13
3	KAAPELIVERKKO .....	15
3.1	Kaapeliverkon suunnittelu .....	15
3.2	Valokaapeliverkon osat.....	15
3.2.1	Runkoverkko.....	16
3.2.2	Optinen liityntäverkko .....	16
3.2.3	Ensiö- ja toisiojakamot.....	17
3.2.4	Talojakamo.....	17
3.2.5	Syöttö-, jako- ja talokaapelit .....	17
3.2.6	Kuitu kotiin –tekniikat .....	17
3.2.7	Valokaapeli- ja verkkopääte.....	18
3.2.8	Verkkotopologiat.....	19
3.3	Valokuituverkon rakentaminen.....	20
3.3.1	Valokuituverkon rakentamisen esityöt.....	21
3.3.2	Rakentaminen ja testaus .....	22
4	PIRKANMAAN ALUEEN ESISELVITYS .....	25
4.1	Päätös laajakaistahankkeesta .....	26
4.2	Hankkeen taustaa .....	27
4.3	Verkon rakentamisen kustannusten jakautuminen .....	28
4.4	Esiselvitys .....	28
4.4.1	Valokuidun markkinointi .....	28
4.4.2	Hankkeen tavoitteet ja vaikutukset .....	29
4.4.3	Valokuituhankkeet Suomessa .....	29
4.4.4	Saatavuuskyselyt operaattoreille.....	31
4.4.5	Esiselvityshankkeen jatkuminen .....	35
5	POHDINTA.....	36
	LÄHTEET.....	38
	LIITTEET .....	39
	Liite 1. Kuuskaistan liittymäsopimus .....	39

**LYHENTEET JA TERMIT**

Kvartsilasi	Seostamaton lasi, jonka ominaisuuksina ovat kimmoisuus ja ultraviolettivalon läpäisevyys.
Akryyli	Polymetyylimetakrylaatti. Valoa hyvin läpäisevä muovi. Valokuidun lisäksi akryyliä käytetään esimerkiksi rakennusmateriaalina ja maalin ainesosana.
Dispersio	Optiikassa dispersiolla tarkoitetaan sitä, kun valonsäteet taittuvat eri kulmissa riippuen siitä missä kulmassa valonsäteet tulevat kahden väliaineen rajapintaan.
FTTB	Fibre To The Building, kuitu-kiinteistöön. Tekniikka, jolla tuodaan valokuitu taloyhtiöön asti. Taloyhtiössä verkkoyhteys jatkuu taloyhtiön sisäistä kaapelointia pitkin.
FTTH	Fibre To The Home, kuitu-kotiin. Tekniikka, jolla valokuitu tuodaan talon sisällä olevaan päätelaitteeseen. Päätelaitteesta yhteys jatketaan talon sisäisellä verkkokaapelilla.
FTTN/FTTC	Fibre To The Node/Cabinet, kuitu liityntäsolmuun. Tekniikka, jossa kuitu on tuotu liityntäsolmuun saakka ja yhteys jatketaan tästä solmusta olemassa olevilla kuparikaapeleilla.
3G	Ns. ”kolmannen sukupolven” matkapuhelinteknologia.
4G	Yleisnimitys neljännen sukupolven matkapuhelinteknologiasta. Tiedonsiirtonopeudet ovat huomattavasti suuremmat kuin 3G tekniikassa.
5G	Kehitteillä oleva matkapuhelinteknologia, jonka tarkoitus on tulla 4G verkkojen tilalle.

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on käsitelty valokuitutekniikkaa, valokaapeliverkkoa ja Pirkanmaan liiton Avoin Kuitu -esiselvityshanketta. Hankkeen taustalla on valtioneuvoksen tekemä periaatepäätös, jonka mukaan Suomeen pitää rakentaa kattava valokuituverkko. Päätöksen mukaan valokuituverkkoja rakennetaan kaupallisesti rakennettavien alueiden ulkopuolelle ja näin pyritään saamaan nopeat yhteydet haja-asutusalueille.

Opinnäytetyö tehdään Pirkanmaan liitolle osana Avoin Kuitu hanketta ja sen alla toimivaa EKANET hanketta. Työn aikana tullaan tutustumaan valokuitutekniikkaan, esiselvityshankkeeseen, hankitaan tarvittavia materiaaleja ja tehdään käyntejä kylätilaisuuksiin ja valokaapelitehtaalle. Saatujen materiaalien sekä käyntien tarkoituksena on edistää esiselvityshankkeen etenemistä. Materiaalin pohjalta kirjoitetaan opinnäytetyö, joka esittelee valokuitutekniikkaa ja hankkeen etenemistä.

Valokuitutekniikasta ja valokaapeliverkosta käsitellään pääperiaatteita ja ominaispiirteitä, jotta saadaan selkeä kuva siitä mistä valokuituverkon rakentamisessa on kyse. Opinnäytetyön tarkoituksena on syventää tietoutta valokuitutekniikasta ja sen mahdollisuuksista tiedonsiirrossa. Aihe on erittäin ajankohtainen, sillä tiedonsiirtonopeudet ja tekniikka kehittyvät jatkuvasti. Nykyiset kuparikaapeliverkot alkavat olla vanhoja ja niiden tiedonsiirto-ominaisuudet eivät riitä kattamaan tiedonsiirron jatkuvaa kasvua. Teknologian kehittyminen asettaa paineita ja vaatimuksia kiinteälle verkolle, joten valokuituverkon laajentaminen on tärkeää.

## 2 VALOKUITU JA VALOKAAPELI

Valokuitu ja valokaapeli sekoitetaan helposti. Usein puhutaan valokuidusta tai pelkätään kuidusta, kun tarkoitetaan valokaapelia. Valokuidut ovat valokaapeleiden sisällä olevia lasiputkia, jotka kuljettavat tietoa. Kaapelirakenne on kuituja tukeva ja suojaava rakenne kuitujen päällä.

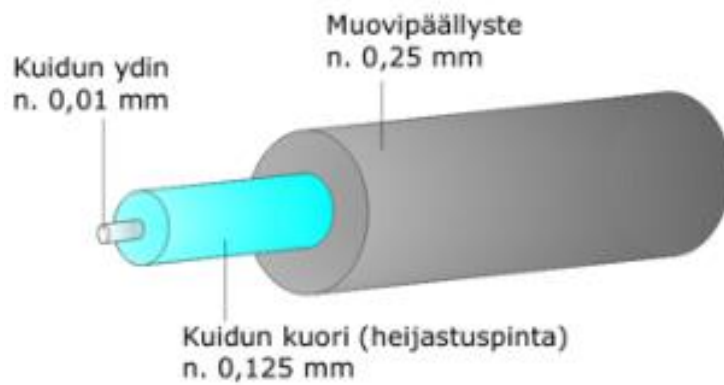
### 2.1 Valokuidun historia

Valoa on käytetty kommunikoinnissa vuosisatoja. Jo Rooman valtakunnassa vartiotornit viestivät toisilleen auringonvaloa heijastavilla peileillä. Varsinaisesti optisen tiedonsiirron historia alkoi 1700-luvulla. Tällöin otettiin käyttöön ensimmäisen kerran ranskalaisen Claude Chappen kehittämä optinen lennätin. Lennätin koostui torneista, joilla oli näköyhteys toisiinsa. Tornien katolla oli valaistuja palkkeja joiden asentoa muuttamalla pystyttiin muodostamaan jopa 192 erilaista merkkiä, kuten kirjaimia, sanoja ja jopa kokonaisia fraaseja. (Kuituinfo 2013)

Varsinainen läpimurto kuituoptiikan tekniikassa tapahtui kuitenkin vasta vuonna 1966, jolloin pystyttiin todistettavasti valmistamaan lasista tietoliikenteeseen soveltuvaa kuitua. Samoihin aikoihin kehitettiin myös ensimmäiset puolijohdelaserit. Näin oli koossa tarvittavat komponentit optisen järjestelmän rakentamiseen. (Kuituinfo 2013)

### 2.2 Valokuidun materiaali ja rakenne

Optinen kuitu koostuu kolmesta eri kerroksesta (Kuva 1). Keskimmäisenä on kuidun ydin, jonka halkaisija on noin 0,01 mm. Valoaallot kulkevat ytimessä. Ytimen päällä on heijastuspinta. Se on useimmiten valmistettu akryylimuovin ja kvartsilasin seoksesta ja sen tarkoituksena on heijastaa valo takaisin ytimeen. Heijastuspinnan paksuus on noin 0,125 mm. Päälimmäisenä kuidussa on pinnoite jonka tarkoituksena on suojata kuitua vaurioilta ja kosteudelta. Se on valmistettu muovista ja sen paksuus on noin 0,25 mm. (Nestor Cables, Kuituinfo 2013)



KUVA 1. Valokuidun rakenne. (Kuituinfo 2013)

Optista kuitua voidaan valmistaa kahdesta materiaalista: lasista tai muovista. Kuiduissa käytetty lasi on kvartsilasia ( $\text{SiO}_2$ ), koska se on erityisen puhdasta ja tasalaatuista. Nämä ominaisuudet tekevät kvartsilasista erityisen hyvän materiaalin tietoliikenteeseen, koska sillä saadaan aikaiseksi mahdollisimman pieni vaimennus. Tämä on tärkeää, koska kuidut saattavat olla jopa kilometrien pituisia ja sellaisella matkalla vaimennus ei saisi olla kovin suuri. (Kuituinfo 2013)

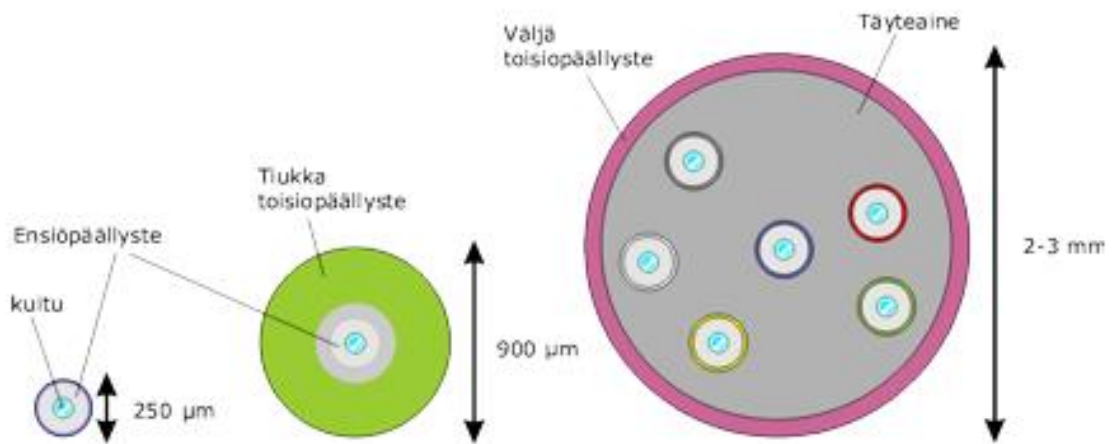
Muoviset kuidut valmistetaan akryylimuovista. Kuidut voivat olla joko kokonaan muovia tai niiden ydin voi olla lasia. Muovikuituja käytetään harvoin tiedonsiirtotarkoituksiin, sillä niiden laatu ei ole tarpeeksi tasaista pitkille siirtomatkoille. Muovikuituja käytetään ennemminkin koristeellisiin tarkoituksiin kuten valaistukseen. (Nestor Cables tehdaskäynti 16.4.2013)

### 2.3 Valokaapelin rakenne

Valokuituja ympäröi kaapelirakenne, joka suojaa kuituja rasitukselta ja ulkoisilta vaurioilta. Rakenne on suunniteltu kestäväksi jopa 30 vuotta, joten sen suunnittelussa on useita vaatimuksia. Kaapelissa on useita tukirakenteita, jotka suojaavat kaapelia kuljetuksen aikana, asennuksessa ja lopulta paikassa johon se on asennettu. Kaapelin elinikä on pitkän suunnittelutyön tulosta ja se kestää tarvittaessa ankariakin olosuhteita. Suomessa valmistetut kuidut sopivat nimenomaan Suomen ja muiden pohjoismaiden tarpeisiin (Nestor Cables tehdaskäynti, Kuituinfo 2013)



Optisessa kuitukaapelissa on useita kuituja. Niiden lisäksi kaapelissa on kuidun päällysteitä, täyteainetta sekä toisiopäällyste. (Kuva 2) Lisäksi erityyppisissä kuiduissa on erilaisia tukirakenteita riippuen siitä mihin kuitu on tarkoitettu.



KUVA 2. Valokaapelin rakenne. (Kuituinfo 2013)

Kaapelin suunnittelussa on otettu huomioon, että kaapelin tulee kestää äärimmäisiäkin olosuhteita: tuulta, jäätä, vettä, matalia ja korkeita lämpötiloja, kemikaaleja jne. (Kuituinfo, 2013)

Kaapelit jaetaan kolmeen eri luokkaan riippuen niiden käyttökohteesta; sisäkäyttö, ulkokäyttö, ja vesistöikäyttö. Sisä- ja ulkokaapeleiden eroja ovat mm. erilaiset materiaalit. Sisäkaapelit ovat usein metallittomia eikä niissä ole käytetty rasvaa. Tämä johtuu siitä, että sisäkaapelien palo-ominaisuudet ovat tarkkaan määritetyt. (Kuituinfo 2013)

Ulkokaapelit ovat taas vesitiiviitä, ne suojaavat kuituja UV-säteilyltä, ovat mekaanisesti kestävämpiä ja lisäksi niiden lämpötilan kestävyys on suurempi. Ulkokaapelit jaetaan itsessään vielä kahteen osaan: maakaapeleihin ja ilmakaapeleihin. Ilmakaapelit eroavat maakaapeleista siten, että niihin on lisätty ylimääräisiä tukirakenteita suojaamaan niitä venymiseltä. Ilmakaapelit joutuvat roikkuessaan tukipaaluissa, joka aiheuttaa herkästi venymiä kaapeleihin. Maakaapelit saavat tukea ympäröivästä maa-aineksesta, mutta routiva maa aiheuttaa rasitusta maakaapeleille. Sekä ilmakaapelit että maakaapelit sisältävät kosteudelta eristävää rasvaa (Nestor Cables, Kuituinfo 2013)

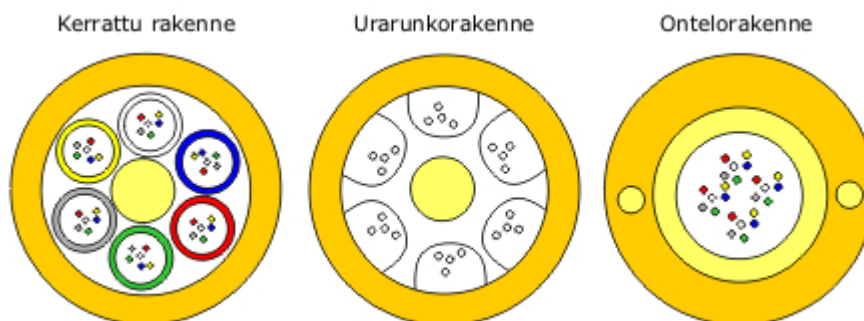
Vesistökaapelit ovat paljolti ulkokaapeleiden kaltaisia, mutta niiden vedenkestävyys on oltava ehdottoman hyvä. Vesistökaapelit sisältävät usein paljon rasvaa ja eristeitä, jotta veden eteneminen kaapelissa estyy mahdollisen kaapelivaurion yhteydessä. (Nestor Cables tehdaskäynti)

Valmistusvaiheessa kuidut suojataan hyvin kosteudelta. Ne päällystetään yleensä akrylaatilla, joka on tiiviisti kiinni kuidussa. Tätä päällystettä kutsutaan ensiöpäällysteeksi. Päällyste on helposti irrotettavissa kuidusta, jotta kuitua saadaan tarvittaessa jatketuksi. Päällyste on lisäksi värjätty eriväriseksi, jotta sisällä oleva kuitu erottuu hyvin päällysteestä. (Kuituinfo 2013)

Ensiöpäällysteen lisäksi kuitu voidaan suojata myös toisiöpäällysteellä. Toisiöpäällyste voi olla tiukka tai väljä (Kuva 2). Tiukka päällyste on suoraan kiinni kuidun ensiöpäällysteessä ja sen halkaisija on tyypillisesti noin 900 µm. Väljä päällyste on muoviputki, jonka sisällä on tyypillisesti useita ensiöpäällystettyjä kuituja. (Kuituinfo 2013)

### 2.3.1 Valokaapelin sydänrakenne

Valokaapelin sydänrakenteita ovat tiukka kerrattu rakenne, väljä kerrattu rakenne, urarunko- ja ontelorakenne. Kuvassa 3 on mallikuvat kaikista rakenteista. Kerratusta rakenteesta on ainoastaan yksi kuva sillä sen muoto on sama riippumatta siitä onko ensiöpäällyste tiukka vai väljä.



KUVA 3. Valokaapelin sydänrakennemallit (Kuituinfo. 2013)

Kerratussa rakenteessa toisiöpäällystetyt kuidut ovat vetoelementin ympärillä. Rakenne on joko tiukka tai väljä riippuen siitä onko kuitujen ensiöpäällyste tiukka vai väljä. Ker-

rattu rakenne on vanhin ja perinteisin kaapelirakenne. Kerrattu rakenne on yleisin kaapelityyppi jota käytetään runkoverkoissa. (Kuituinfo 2013)

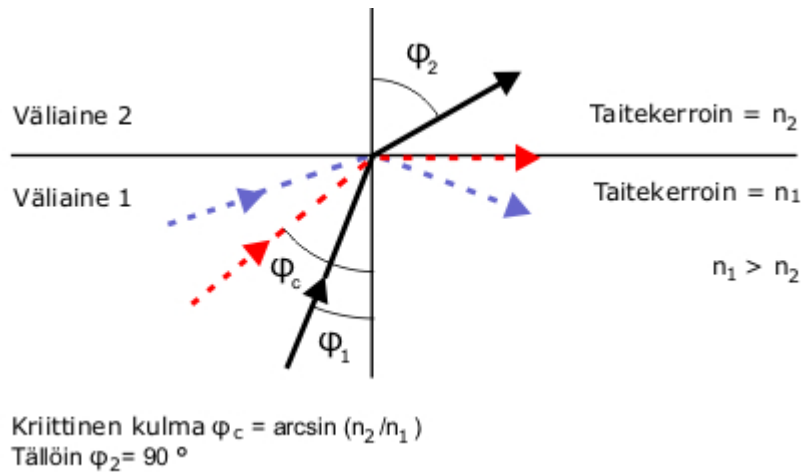
Urarunkorakenne puolestaan muodostuu muovitangosta, jossa on pituussuuntaisia uria. Urissa kulkee ensiöpäälystetyt kuidut ja urat toimivat samalla kuiduille väljinä toisiopäälysteinä. Tässäkin rakenteessa kaapelin keskellä kulkee vetoelementti. Urarunkorakenne on näistä neljästä vähiten käytetty rakenne Suomessa. (Nestor Cables 2011, 37)

Ontelorakenne eli keskiputkirakenne muodostuu yhdestä putkesta jonka sisällä ensiöpäälystetyt kuidut ovat. Ontelorakenteen kuori toimii tässä rakenteessa myös toisiopäälysteinä. Ontelorakenteella on hyvä puristuslujuus, joka saadaan aikaiseksi lujitekerroksella. Lujitekerros sijaitsee vaipan ja sydämen välillä. Myös vaipassa oleva vetoelementit lisäävät kaapelin vetolujuutta. Ontelorakenteisia kaapeleita käytetään paljon, kun valokuitua viedään kiinteistöihin. (Nestor Cables 2011, 37)

Kerratassa ja urarunkorakenteessa vetoelementti on yleensä keskellä. Se on valmistettu tavallisesti lasikuidulla vahvistetusta muovista (FPR). Lisäksi vaipan ja sydämen väliin voidaan sijoittaa lasikuitunauhoja tai aramidikuitukerros. Toisaalta vetoelementti voi olla myös metallinen. Tällöin materiaalina käytetään galvanoitua tai kuparipinnoitettua teräslankaa. (Nestor Cables 2011, 37)

## **2.4 Valokuidun toimintaperiaate**

Valokuidun toiminta perustuu valon heijastumiseen ja taittumiseen kahden aineen rajapinnassa. Kun valonsäde kohtaa kahden aineen rajapinnassa, se taittuu riippuen materiaalien taitekertoimista. Taittuminen voi tapahtua kolmella tapaa (Kuva 4).



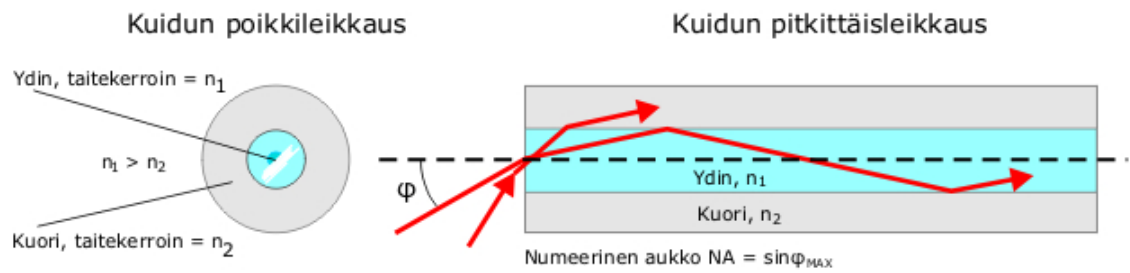
KUVA 4. Snellin laki ja valon taittumisen kriittinen kulma. (Kuituinfo 2013)

Kuvassa 4 on periaatekuva Snellin laista (yhtälö 1)

$$n_1 \sin \varphi_1 = n_2 \sin \varphi_2 \quad (1)$$

Kun väliaineesta 1 tulee valonsäde rajapintaan normaalin (kuvassa oleva x-akseli) kulmassa  $\varphi_1$ , se taittuu rajapinnassa niin että väliaineessa säde muodostaa normaalin pinnan kanssa kulman  $\varphi_2$ . Valonsäde kääntyy normaalista poispäin. Jos tulokulma on tarpeeksi suuri, valonsäde taittuu pinnan suuntaiseksi. Kuvassa 4 tätä tilannetta kuvaa punainen nuoli jonka tulokulma on  $\varphi_c$ . Sininen nuoli kuvaa puolestaan tilannetta, jossa tulokulma on niin suuri että valonsäde heijastuu kokonaan takaisin väliaineeseen yksi. Heijastuslain mukaan valonsäde taittuu rajapinnasta samassa kulmassa kuin se siihen on tullutkin. Ilmiötä kutsutaan kokonaisheijastukseksi. (Kuituinfo 2013)

Kuitutekniikassa käytetään hyväksi kokonaisheijastusta. Kuoren taitekerroin  $n_2$  on pienempi kuin ytimen taitekerroin  $n_1$ . Kun valonsäteen tulokulma pidetään tarpeeksi pieneenä kuidun akseliin nähden, kuidun sisällä tapahtuu kokonaisheijastumista ja näin tieto saadaan kulkemaan kuidussa (Kuva 5). Tulokulman ollessa liian suuri, valonsäteet heijastuvat valokuidun kuoriosaan. Kuvassa mainittu numeerinen aukko, NA, tarkoittaa suurinta sallittua tulokulman  $\varphi$  sinifunktiota. (Kuituinfo 2013)



KUVA 5. Optisen kuidun toimintaperiaate (Kuituinfo, 2013)

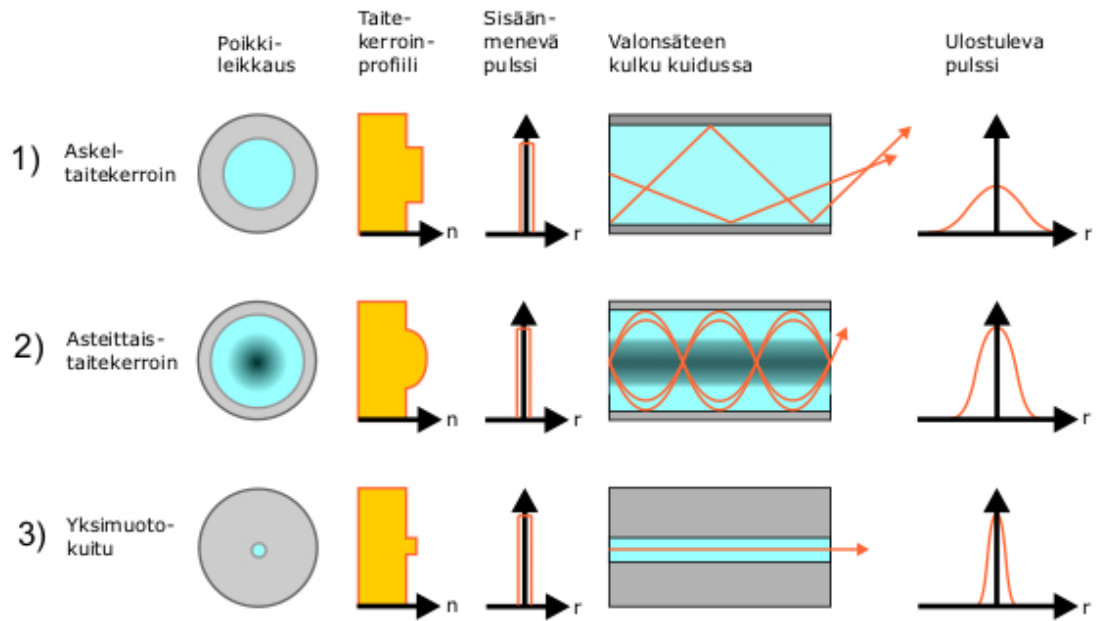
#### 2.4.1 Yksi- ja monimuotokuidut

Valokuitutekniikassa sähköinen signaali muutetaan valoimpulsseiksi LED- tai laserlähettimillä. Aikaisemmin kuvattiin valon etenemistapaa kuidussa. Valon etenemistavan mukaan valokuidut jaetaan yksimuotokuituun ja kahteen monimuotokuituun. (Kuituinfo 2013)

Yksimuotokuidun ydin on niin pieni, ettei heijastumista pääse tapahtumaan ja näin ollen muotodispersiota ei tapahdu ollenkaan. Yksimuotokuidun vaimennus on huomattavasti pienempi kuin monimuotokuitujen, koska siinä signaali etenee suoraan (kuva 6). Yksimuotokuidut ovat eniten käytettyjä kuituja. (Kuituinfo 2013)

Askelkuitu eli askeltaitekertoiminen kuitu on toinen monimuotokuitu. Sen ytimen halkaisija on huomattavasti suurempi kuin siinä käytetyn valon aallonpituus. Valon aallonpituudesta riippuen valo liikkuu kuidussa eri kulmissa (kuva 6). Taajuuseroista johtuen valonsäteet kulkevat kuidussa eri matkoja ja tämä synnyttää muotodispersiota ja pulssi levenee edetessään. (Kuituinfo 2013)

Toinen monimuotokuiduista on nimeltään asteittaiskuitu. Tässä kuidussa muodostuu huomattavasti vähemmän muotodispersiota sillä valonsäteet taittuvat vähitellen ja tästä johtuen valonnopeus on suurempi laidoilla kuin keskiosassa (kuva 6). (Kuituinfo 2013)



KUVA 6. Yksi- ja monimuotokuitujen signaalien muodot. (Kuituinfo 2013)

### **3 KAAPELIVERKKO**

Kaapeliverkoista puhuttaessa tarkoitetaan sitä valokaapeleiden muodostamaa kokonaisuutta, joka lähtee operaattorilta tai palveluntarjoajalta ja päättyy asiakkaan päätelaitteelle. Kaapeliverkot jaetaan osiin riippuen siitä mitä kaapeleita niissä käytetään ja millaiseen tarkoitukseen verkon osa on tarkoitettu.

#### **3.1 Kaapeliverkon suunnittelu**

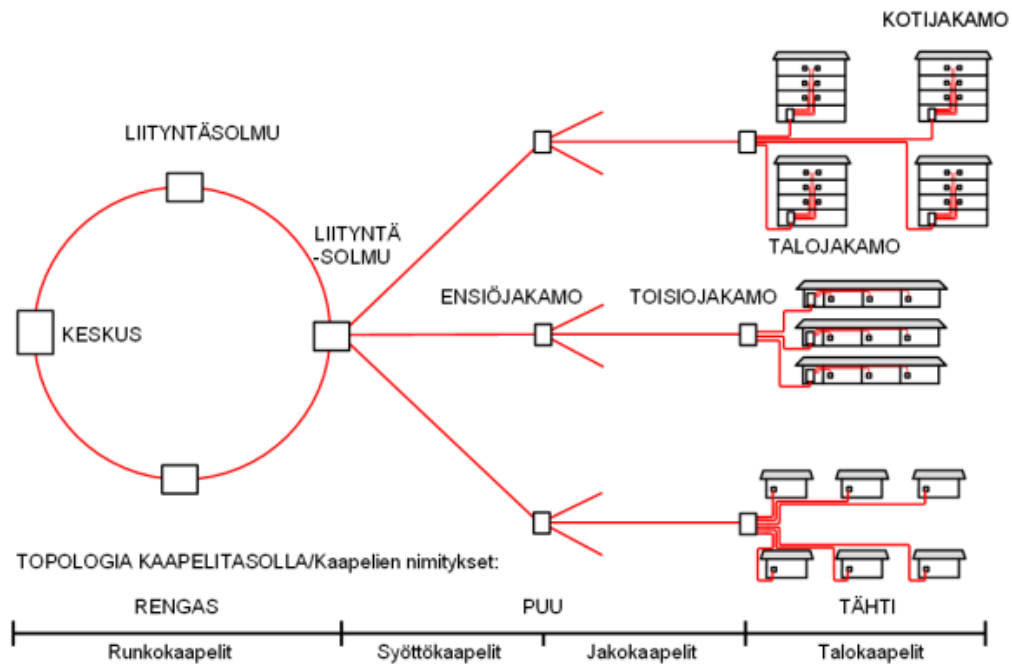
Kaapeliverkon suunnitteluvaihe on tärkeä, koska sillä on suuri vaikutus verkon lopulliseen rakenteeseen. Suunnittelun kustannukset ovat itsessään pienet, mutta sillä on keskeinen osa myöhempien vaiheiden kustannuksia. Näitä kokonaiskustannuksia ovat muun muassa käyttö- ja ylläpitokustannukset. (Nestor Cables 2007, 63)

Suunnittelussa kannattaa ottaa erityisesti huomioon kiinteistöjen muut rakennus- ja kunnostustyöt, joiden vaikutukset kaapelin asentamiseen ovat olennaiset. Näin taataan rakentamisen sujuva eteneminen ja vältytään yllättäviltä kustannuksilta. (Nestor Cables 2007, 63)

Suunnittelussa suositellaan erottamaan passiivinen valokaapeli-infrastruktuuri ja aktiiviset järjestelmät. Passiivisen infrastruktuurin kustannukset tulevat pääosin rakennustöistä, joiden jälkeen kaapeliverkon elinikä saattaa olla kymmeniä vuosia. Aktiiviset järjestelmät puolestaan kehittyvät jatkuvasti. Tämän vuoksi passiivinen valokaapeliverkko kannattaa suunnitella omana itsenäisenä infrastruktuurinaan, eikä sitä kannata optimoida senhetkisen aktiivisen tiedonsiirtojärjestelmän tarpeisiin. (Viestintävirasto 2009, 20)

#### **3.2 Valokaapeliverkon osat**

Valokaapeliverkko koostuu runkoverkosta, optisesta liityntäverkosta, verkkopäätteestä sekä rakennuksen tai kiinteistön sisäverkosta. Kuvassa 7 on periaatekuva valokaapeliverkosta. Verkon eri osiin perehdytään tarkemmin myöhemmin tässä kappaleessa. Kuvassa on mainittuna myös topologia kaapelitasolla. Tähän perehdytään tarkemmin kappaleessa 3.3. (Viestintävirasto 2009, 15)



KUVA 7. Liityntäverkon rakenne (Viestintävirasto 2009, 15)

### 3.2.1 Runkoverkko

Runkoverkko on valokaapeliverkon se osa, josta käyttäjille jakautuu optiset liityntäverkot. Runkoverkko rakennetaan pääosin isojen maanteiden varsille. Kuituhankkeiden runkoverkot suunnitellaan ja rakennetaan siten, että ne tuovat valokaapelin mahdollisimman kattavalle alueelle. Tilaajat voivat vaikuttaa olennaisesti runkoverkon rakentamiseen, sillä esisopimusten tekeminen vaikuttaa olennaisesti runkoverkon suunnitteluun. Runkoverkko rakennetaan kokonaan optisesta kaapelista. Runkoverkossa tiedonsiirtonopeus on nykyään jopa 10 Gt. (Viestintävirasto 2009, 16)

### 3.2.2 Optinen liityntäverkko

Optinen liityntäverkko on valokaapeleilla toteutettu verkko, joka lähtee liityntäsolmusta ja päättyy valokaapelipäätteeseen ennen kiinteistön verkkoa. Liityntäverkko koostuu liityntäsolmuista sekä tilaajakuiduista. Lisäksi tarvittaessa saatetaan käyttää vahvistimia sekä jaottimia. Verkossa voi olla useita liityntäsolmuja, jolloin niitä yhdistävä verkko kuuluu optiseen liityntäverkkoon. (Viestintävirasto 2009, 16)



### **3.2.3 Ensiö- ja toisiojakamot**

Ensiö- ja toisiojakamoita käytetään, jotta saadaan aikaiseksi verkkorakenne joka haaroittuu vaiheittain. Näin voidaan optimoida liityntäverkon kaapeloinnin toteutus. Ensiöjakamon tarkoitus on optimoida jako- ja syöttökaapelien pituudet. Lisäksi syöttökaapeleiden käyttö optimoidaan ensiöjakamossa sen mukaan, miten kuituliitännät aktivoituvat. (Viestintävirasto 2009, 16)

Toisiojakamon tehtävänä puolestaan on optimoida jako- ja talokaapelien pituudet sekä jakokaapeleiden kuitujen käyttö. Toisiojakamona voi toimia esimerkiksi taloyhtiön talojakamo. Toisiojakamo voidaan myös sijoittaa kortteliin, jossa se voi palvella useita saman korttelin kiinteistöjä. Tavallisesti toisiojakamo on katujakokaappi, jossa jakokaapelin ja talokaapelin väliset hitsausjatkokset sijaitsevat. (Viestintävirasto 2009, 16)

### **3.2.4 Talojakamo**

Talojakamo on kiinteistössä oleva jakamo, jossa yleinen viestintäverkko ja kiinteistön sisäinen viestintäverkko yhdistyvät. Talojakamossa on siis näiden kahden verkon välinen rajapinta. Optisen liityntäverkon talokaapelit päättyvät valokaapelipäätteeseen ja lisäksi talojakamoon sijoitetaan optisen verkon aktiivisia laitteita joita eri palvelut vaativat. (Viestintävirasto 2009, 16)

### **3.2.5 Syöttö-, jako- ja talokaapelit**

Verkon eri osien yhdistämiseen käytetään syöttö-, jako- ja talokaapeleita. Syöttökaapeleita käytetään liittämään ensiöjakamot liityntäverkkoon. Toisiojakamot yhdistetään ensiöjakamoihin jakokaapeleilla. Talokaapelit liittävätkin toisiojakamot talojakamoihin. Lisäksi käytössä on runkokaapeli, jota käytetään liityntäsolmujen tai liityntäsolmujen ja keskuksen yhdistämiseen. (Viestintävirasto 2009, 16)

### **3.2.6 Kuitu kotiin – tekniikat**

Kun optinen liityntäverkko ulottuu kiinteistöön saakka rivi- ja kerrostaloissa, puhutaan FTTB –verkkomallista. Kun kuitu ulottuu omakotitaloon tai rivitaloon ja kerrostaloon kiinteistön sisäisenä kaapelointina, puhutaan FTTH –verkkomallista. Olemassa on myös

ns. hybriditoteutuksia (FTTN, FTTC), joissa liityntäsolmulta tai aktiivilaitekaapilta eteenpäin verkko jatkuu olemassa olevilla puhelinverkon kupariparikaapeleilla. (Viestintävirasto 2009, 18)

### 3.2.7 Valokaapeli- ja verkkopäätteen

Kun kaapeli on tuotu rakennukseen, se päätetään valokaapelipäätteeseen. Valokaapelipäätteessä on seuraavat toiminnalliset osat:

- valokaapelin vedonpoisto
- metalliosien maadoitusmahdollisuus
- pidikkeet kuitujatkossuojille
- liittimellisten häntäkuitujen mekaaninen suoja
- ylimääräpituuden varastointitila
- rei'itetty levyrakenne liitinadaptereille. (Viestintävirasto 2009, 16)

Lopuksi verkossa on verkkopäätteen. Verkkopäätteen on asiakaspään aktiivinen laite, joka päättää kuituyhteyden ja muuntaa optisen signaalin sähköiseksi signaaliksi tai toisin päin. Tyypillisesti huoneistokohtaisessa verkkopäätteessä on mm. Ethernet liitäntä, antenniverkon yhteys ja puhelinverkkoliitäntä. Kuvassa 8 on Iskratelin valmistama verkkopäätelaite. (Viestintävirasto 2009, 16)



KUVA 8. Verkkopäätelaite. (kuvaaja: Tytti Soininen)

### 3.2.8 Verkkotopologiat

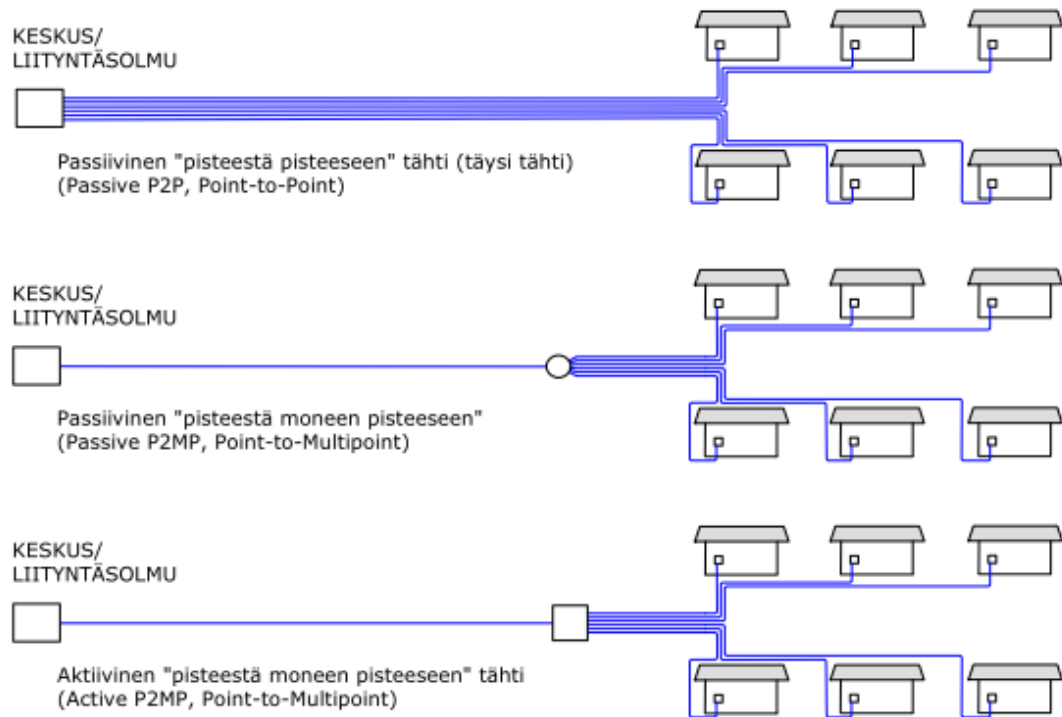
Valokaapeliverkossa verkkotopologiat jaetaan kahteen ryhmään: kaapeli- ja kuitutopologioihin. Kaapelitopologia ilmoittaa kaapelien reitityksen. Se on yhteydessä kanavien ja kaapelikaivantojen reititykseen sekä muuhun rakentamiseen ja maantieteelliseen sijaintiin. Kuitutopologia puolestaan kertoo miten optiset kuidut on kytketty toisiinsa kaapeleiden sisällä. Topologioita käytetään erityisesti kuvaamaan tiedonsiirtojärjestelmien kuitumääriä ja vaatimuksia. (Viestintävirasto. 2009, 17)

Kaapelitopologioita ovat rengas-, tähti- sekä puutopologiat. Näistä topologioista on esimerkit kuvassa 9. Rengastopologiassa laitteet yhdistetään toisiinsa niin että ne muodostavat renkaan. Jokainen verkon laite on yhteydessä muihin laitteisiin kahden viereisen laitteen kautta. Paketit kulkevat verkossa laitteelta toiselle, kunnes saavuttavat päämääränsä. Tähtitopologiassa laitteet yhdistetään keskuslaitteeseen, joka voi olla esimerkiksi kytkin ja keskitin. Tässä topologiassa kaikki paketit kulkevat keskuslaitteen kautta. Puutopologiassa keskussolmu on yhdistetty yhteen tai useampaan solmuun. Puutopologialla pystytään yhdistämään tähtiverkkoja toisiinsa. (Kuituinfo 2013)



KUVA 9. Kaapelitopologiat (Kuituinfo 2013)

Käytössä olevat verkkotopologiat on esitelty kuvassa 10. Kuvan jokaisessa kuitutopologiassa valokaapelipäätteelle on oma kuituyhteys joko passiiviselta jaottimelta, aktiiviselta tähtipisteeltä tai liityntäsolmulta. Normaalisti pitkissä yhteyksissä kuidut ovat joko yhden tai kahden kaapelin sisällä ja jakamossa ne hitsataan kiinni liittynöille menevien kaapeleiden kanssa. (Viestintävirasto 2009, 18)



KUVA 10. Verkkotopologiat. (Viestintävirasto 2009, 18)

Kuvan ensimmäinen topologia "Täysi tähti" on eniten käytössä oleva topologia, sillä siitä voidaan muodostaa tarvittaessa mikä tahansa toinen topologia. Sen mukaisessa verkossa aktiivilaitteet ja passiiviset jaottimet voidaan keskittää samaan pisteeseen, joka selkeyttää verkon hallintaa ja huoltoa. (Viestintävirasto 2009, 18)

### 3.3 Valokuituverkon rakentaminen

Valokaapiverkon rakentaminen koostuu useista eri osa-alueista. Kuten jo aikaisemmin tässä opinnäytetyössä mainittiin, verkon suunnittelulla on keskeinen osa verkon rakentamisessa. Myös verkon dokumentointi on erityisen tärkeää, sillä näiden tietojen käytettävyys määrää perustan tulevaisuudessa tapahtuvalle verkon kehitykselle ja ylläpidolle. Muita valokaapiverkon osa-alueita ovat mm. valokaapelin asennus sekä testaus.

### 3.3.1 Valokuituverkon rakentamisen esityöt

Ennen valokuituverkon rakentamista täytyy tehdä joitakin esivalmisteluita. Ensimmäkin rakennuttajan täytyy miettiä miten verkko suunnitellaan. Rakennuttaja voi suunnitella verkon itse tai tilata palvelun valokuituverkkojen suunnitteluun erikoistuneilta yrityksiltä. (Viestintävirasto 2009, 26)

Toiseksi täytyy valita urakoitsijat. Urakoitsijoiden valinnassa tulee olla tarkka, sillä halvin vaihtoehto ei aina ole välttämättä se paras. Lisäksi urakoista kannattaa tehdä kirjalliset sopimukset osapuolille väärinkäsitysten välttämiseksi. Kirjallisiin sopimuksiin suositellaan tehtäväksi selkeät kirjalliset ohjeet siitä miten urakka tehdään, jotta epäselvyyksiä ei tule. (Viestintävirasto 2009, 26)

Lopuksi täytyy hankkia tarvittavat luvat rakentamista varten. Luvat kannattaa hakea ajoissa, sillä toisinaan lupien saamiseen saattaa mennä paljon aikaa ja viivästymiset tulevat monesti kalliiksi. Lupia täytyy hakea mm. seuraavilta tahoilta:

- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
- Ratahallintokeskus
- kunnat ja kaupungit
- yksityisten teiden tienhoitokunnat
- taajama-alueilla tien kunnossapidosta vastaava taho

Kaikki luvat tulee olla kirjallisina, jotta epäselvyyksiltä vältytään. Lisäksi suositellaan ilmoittamaan kalastuskunnalle, jos kaapelia täytyy asentaa vesistöihin. (Viestintävirasto 2009, 26)

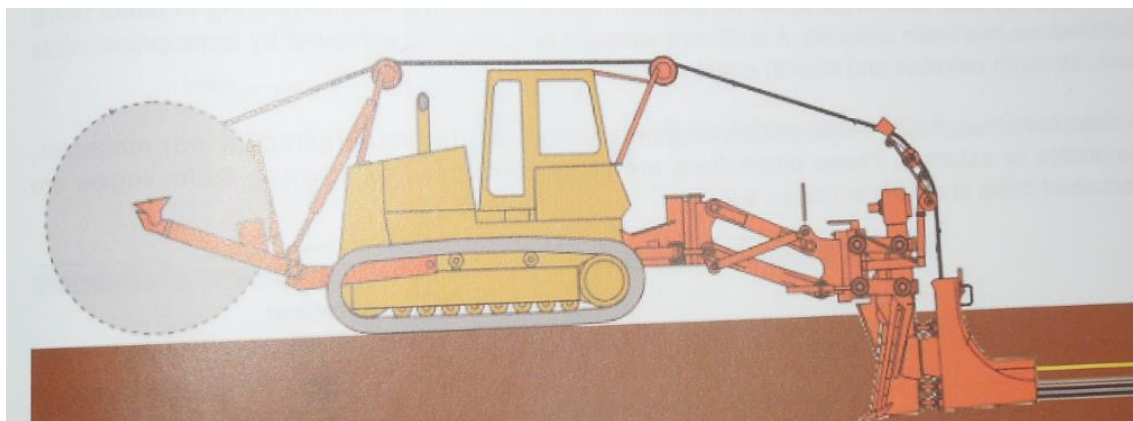
Suurin osuus valokaapeliverkon rakentamisessa on maanrakennustöillä. Maanrakennustöihin kuuluvat auraukset, teiden ym. alitukset, liityntäkaivojen asennukset jne. Monesti näitä urakoita tehdäänkin yhteistyössä vesi- ja viemäritöiden, kaukolämpöputkien, muiden operaattoreiden kaapeliasennusten ja muiden vastaavien töiden kanssa. (Viestintävirasto 2009, 28)

Kun verkon reitti on suunniteltu, samalla alueella toimivat rakentajat tulisi kartoittaa jotta yhteistyöstä voisi neuvotella. Tärkeää on myös selvittää nykyisten kaapelien si-

jainnit, ettei ojaa kaivaessa tule vahingossa tuhonneeksi esimerkiksi teleoperaattoreiden kaapeleita. Vaikka teleoperaattorit eivät anna verkkojensa tietoja mielellään ulkopuolisille, niiden on ollut pakko antaa ne rakennuttajille. Tämä johtuu siitä, että ilmoittamattomien kaapeleiden rikkoutuminen rakennustöiden aikana on kaapelin omistajan vastuulla.

### 3.3.2 Rakentaminen ja testaus

Valtaosa valokaapeleista asennetaan maahan. Maakaapeliä asennuksessa on otettava huomioon useita asioita. Kuitu voidaan asentaa muoviputken sisälle tai sinänsä maahan. Kaapelit kaivetaan noin 70 cm syvyyteen, joka on routarajan alapuolella. Näin varmistetaan, että maan routuminen ei vaurioittaisi kaapeleita. Kuvassa 11 on periaatekuva kaapelin asentamisesta maahan. (Nestor Cables 2013, 99-101)

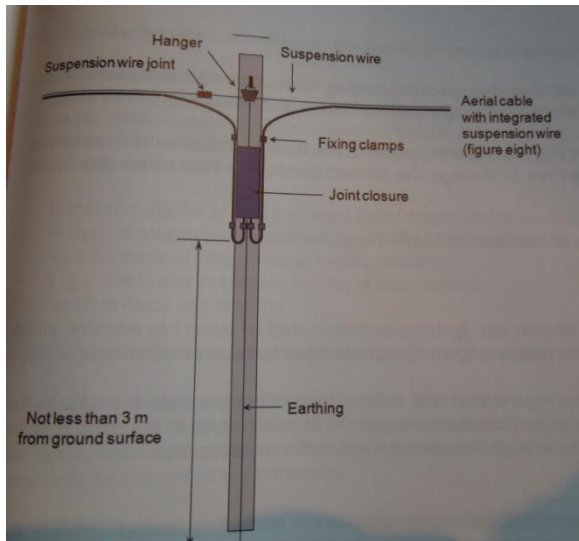


KUVA 11. Kaapelin asennus maahan (Nestor Cables 2010, 101)

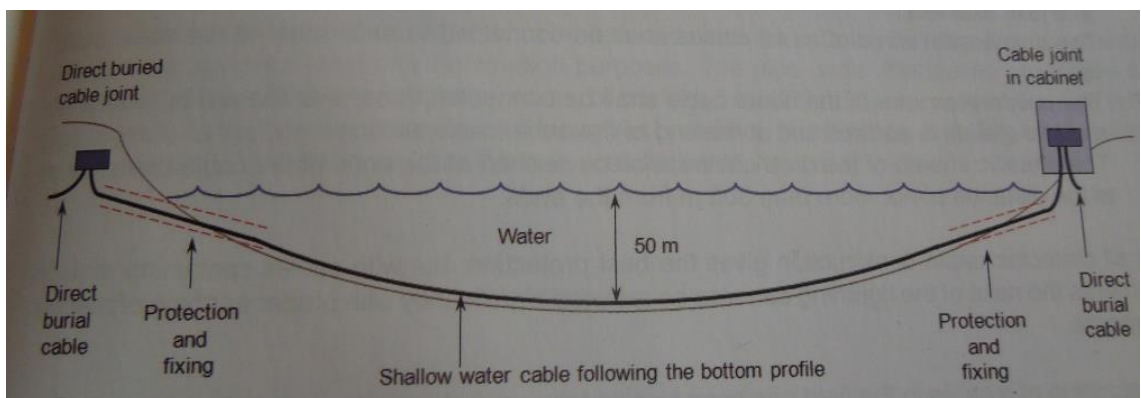
Kaapelin asennusympäristössä tulee ottaa huomioon, että kaapelin lähelle ei saa täyttövaiheessa laittaa suuria kiviä jotka voisivat vaurioittaa kaapelia. Kaapelin ympärille laitetaan toisinaan hiekkakerros, jotta kaapelia ympäröivä maa-aines olisi tasaista. Usein, kun asennuskuoppaa täytetään, kaapelin yläpuolelle asetetaan teippi ilmoittamaan kaapelin sijainnista. (Nestor Cables 2010, 99-101)

Toisinaan maasto aiheuttaa esteitä kaapelin asentamiselle maahan, joten kaapeleita on asennettava myös ilmaan ja vesistöihin. Ilmakaapeliä asennus on taloudellisin vaihtoehto kaapeliasennuksista, jos käytettävissä on valmiita asennustolppia. Ilmakaapelit

voivat olla joko itsessään tuettuja tai ne voidaan asentaa metallisen tuen kanssa pylväisiin. Vesistökaapelit puolestaan joutuvat toisinaan kovankin rasituksen alaisiksi, joten ne suojataan usein metallipäällysteillä. Kuvissa 12 ja 13 on periaatekuvat ilma- ja vesistökaapeleiden asennuksista. (Nestor Cables 2010, 103-105)



KUVA 12. Ilmakaapelin asennus (Nestor Cables 2010, 105)



KUVA 13. Vesistökaapelin asennus (Nestor Cables 2010, 105)

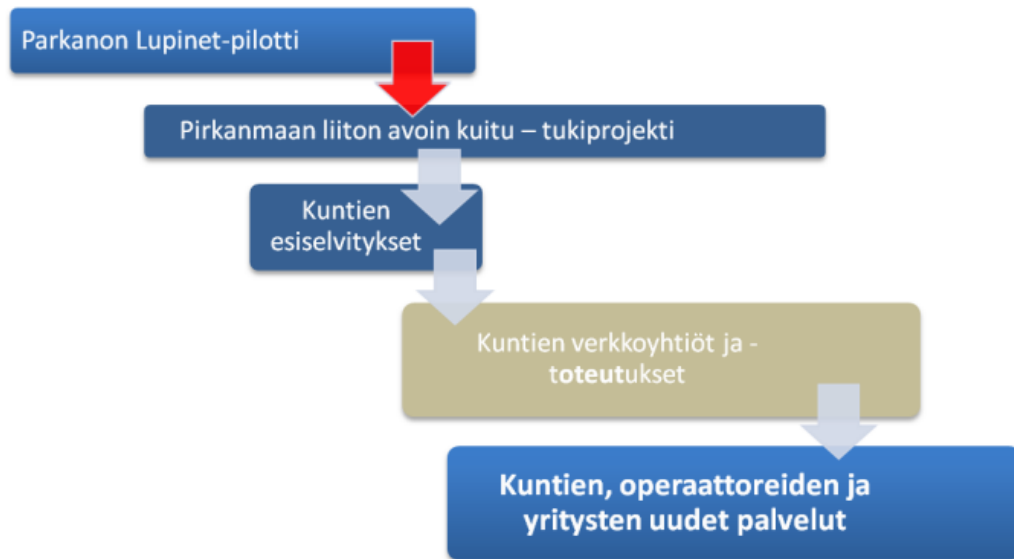
Valokuituverkon rakentaminen aloitetaan runkoverkon rakentamisesta. Runkoverkon reitti rakennetaan niin, että se kattaa mahdollisimman laajan alueen. Runkoverkon solmukohtista puolestaan lähtee optiset liityntäverkot kohti jakamoita joista ne jakautuvat talouksille. Runkoverkon ja optisten liityntäverkkojen kulkureitteihin vaikuttavat oleellisesti tehdyt esisopimukset, sillä kaapeleita rakennetaan sinne mihin niillä on kysyntää. (Viestintävirasto, Kuituinfo 2013)

Testaaminen on tärkeä osa verkon rakentamista, koska sillä varmistetaan yhteyksien toimivuus ja luotettavuus. Jokainen yhteys testataan erikseen kaapelin asennuksen jälkeen. Testauksissa mitataan kuitujen vaimennuksia, kuitujen pituuksia, kuidun loppupään puhtautta jne. (Nestor Cables 2010, 121)



#### 4 PIRKANMAAN ALUEEN ESISELVITYS

Esiselvityshanke on osa Pirkanmaan avoin kuitu – yhteistyökonseptia, jonka toisen osan muodostaa avoin kuitu – tukihanke. Tukihanke tukee kuntien ja muiden yhteisöjen esiselvityshankkeita ja edistää siten televerkkojen rakentamista Pirkanmaan kunnissa. Kuvassa 14 on Pirkanmaan avoin kuitu –yhteistyökonseptin etenemisvaiheet. (avoin kuitu –tukihanke 2013, 4)

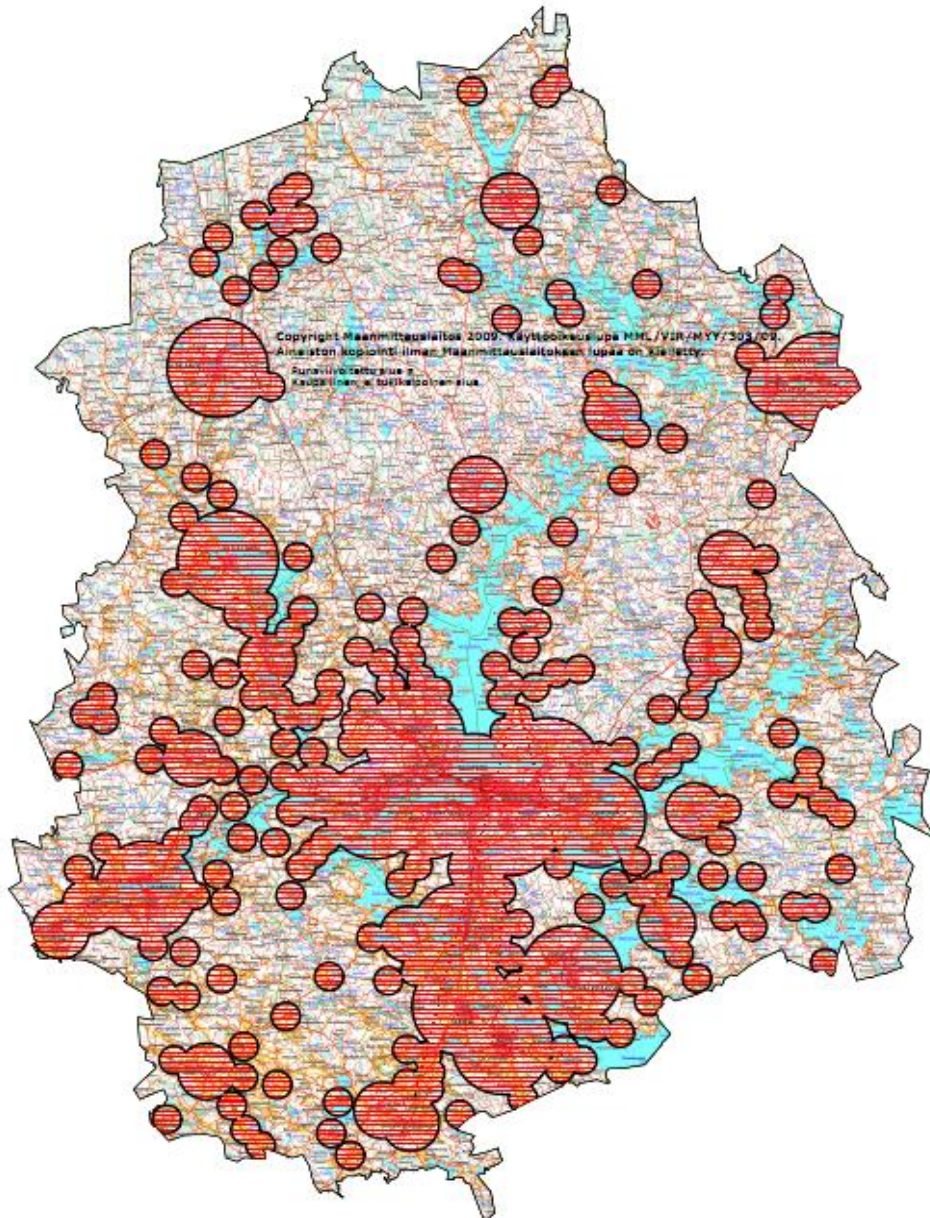


KUVA 14. Pirkanmaan hankkeiden eteneminen. (avoin kuitu –tukihanke 2013, 4)

Pirkanmaan alue jaetaan osiin esiselvitystöiden helpottamiseksi. Kun tätä opinnäytetyötä tehtiin, ensimmäisen alueen esiselvitystyö oli jo käynnissä. Hankkeen nimi on EKANET ja siihen kuuluu kuusi kuntaa: Akaa, Kangasala, Pälkäne, Urjala, Valkeakoski ja Vesilahti.

Opinnäytetyön tekemisen aikana käynnistettiin myös toinen vastaavanlainen hanke. Tämän hankkeen nimi on TOKANET ja siihen kuuluu Hämeenkyrö, Ikaalinen, Juupajoki, Kihniö ja Sastamala. Hankkeessa vastuujärjestämisorganisaationa toimii Länsi-Pirkanmaan koulutuskuntayhtymä. Hanke ei kuitenkaan ehtinyt edistyä suuremmin toukokuuhun 2013 mennessä, joten TOKANET hanketta ei tässä opinnäytetyössä suuremmin esitellä.

Pirkanmaan alueella, kuten muuallakin, valokuituhankkeet tehdään pääosin kaupallisen alueen ulkopuolelle. Kuvassa 15 on kartta Pirkanmaan alueen tukikelpoisista alueista. Kartassa punaviivoitettu alue on kaupallista, ei tukikelpoista aluetta.



KUVA 15. Kartta Pirkanmaan alueen tukialueista. (viestintävirasto 2013)

#### 4.1 Päätös laajakaistahankkeesta

Valtioneuvosto teki 4.12.2008 periaatepäätöksen valtakunnallisesta laajakaistahankkeesta. Hankkeen ideana oli, että vuoden 2015 loppuun mennessä 99 % väestöstä ovat enintään kahden kilometrin etäisyydellä valokuitu- tai kaapeliverkosta jonka nopeus on

100Mbit/s. Kuluttajat voivat hankkia sitten tilaajayhteyden omakustanteisesti valitsemaltaan teleyritykseltä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2008)

Taajama-alueille nopeat yhteydet rakennetaan markkinaehtoisesti teleyritysten toimesta. Tämä ei kuitenkaan riitä kattamaan 99 % väestöstä, joten tämän lisäksi haja-asutusalueille rakennetaan julkisella tuella yhteydet noin 130 000 kotitaloudelle. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2008)

## 4.2 Hankkeen taustaa

Valokuituverkko oli tarkoitus rakentaa ”open access” menetelmällä, eli sen kautta jokaisella operaattorilla olisi mahdollisuus tarjota palveluitaan. Näin taattaisiin, että tilaajien valinnanvapaus paranisi ja kilpailu säilyisi.

Operaattorit purkavat maastosta jatkuvasti kupariverkkoja. Useat kupariverkot alkavat olla jo elinikänsä loppupuolella ja niiden siirtoyhteydet ovat rajalliset. Tilalle tarjotaan pääosin langattomia yhteyksiä sekä joissakin paikoissa valokuituverkkoja.

Langattomien yhteyksien kapasiteetti on monesti hyvin rajallinen. Pahimmassa tapauksessa katvealueilla käyttäjät joutuvat kamppailemaan päivittäin langattoman verkon kuuluvuuksien kanssa. Yhteydet katkeilevat ja ovat hyvin hitaita. Tämä aiheuttaa huomattavia ongelmia asiakkaille sillä työnteko, laskujen maksaminen ja monet muut arjen perusasiat hankaloituvat huomattavasti heikoilla yhteyksillä. Pahimmassa tapauksessa huonot yhteydet aiheuttavat poismuuttoa pienistä kunnista ja haja-asutusalueilta.

Elämme nyt langattoman tiedonsiirron kehittyvää aikakautta. Langattomia verkkoja, kuten 3G:tä, 4G:tä ja kehitteillä olevaa 5G:tä markkinoidaan kuluttajille paljolti kiinteiden verkkojen tilalle. Käyttäjille tarjotaan yhä nopeampia langattomia verkkoja. Usein ei ajatella kuitenkaan sitä, että kaikki langattomat verkot tarvitsevat kiinteitä verkkoja toimiakseen. Nykyään toimivien langattomien järjestelmien pohjalla on jo usein kiinteä valokuituverkko.

Kaj Södermanin (2012) mukaan valokuituverkot ovat kiinteä sijoitus ainakin 30 vuodeksi eteenpäin, sillä niiden kapasiteetti riittää kattamaan tiedonsiirron jatkuvan kasvun.

Jos mobiiliyhteyksillä haluttaisiin päästä valokuidun tämänhetkisen yhteyksien tasolle, mastoja tulisi olla maastossa noin 400 metrin välein.

### **4.3 Verkon rakentamisen kustannusten jakautuminen**

Hankkeen julkinen tuki, joka kattaa kaksi kolmannesta, tulee valtiolta, kunnilta ja EU:lta. Teleyritykset kustantavat yhden kolmanneksen. Julkista tukea maksetaan ainoastaan niille hankkeille, jotka eivät ole toteutettavissa kaupallisesti. Nopeita yhteyksiä rakennetaan ainoastaan sellaisiin paikkoihin, joissa niille on kysyntää. Kokonaisuudessaan laajakaistahankkeille on myönnetty 130 miljoonan euron tuki. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2008)

Kuntien osuus kustannuksista vaihtelee riippuen kunnan taloudellisesta kantokyvystä, väestötiheydestä, laajakaistahankkeen laajuudesta, teknisestä toteutustavasta sekä asukasta kohden lasketusta kustannuksesta. Osuus on joko 8, 22 tai 33 prosenttia.

### **4.4 Esiselvitys**

Esiselvitys oli alkanut jo paljon ennen kuin opinnäytetyötä alettiin tehdä. Projektipäällikkö Kaj Söderman oli aloittanut hankkeessa jo huhtikuussa 2012 ja valinnut projektipäällikkö Erkki Mäkelän vetämään EKANET hanketta. Näin ollen hanke oli jo pitkällä. Esiselvitystyö on tarkoitus saada valmiiksi vuoden 2013 loppuun mennessä.

#### **4.4.1 Valokuidun markkinointi**

Esiselvityksessä keskeistä ovat tiedotustilaisuudet kylätilaisuuksissa, taloyhtiöiden kokouksissa ja yleisissä tapahtumissa. Näissä tilaisuuksissa lisätään ihmisten tietoisuutta hankkeeseen ja valokuidun hyötyihin. Tiedottamisessa on otettava huomioon erityisesti eri ihmisryhmien erilaiset tarpeet. Tiedottamista on tehtävä käyttäen kaikkia mahdollisia tiedotusvälineitä, jotta ihmiset saataisiin tavoitettua.

Esimerkiksi Karvian kunnassa rakennettu hanke saavutti suuren suosion asukkaiden keskuudessa, koska asiasta tiedottivat pienelle kylälle entuudestaan tutut henkilöt, jotka markkinoivat hanketta. Tiiviissä kyläyhteisössä tällainen lähestymistapa on toimiva. Tätä tietoa voidaan hyvin soveltaa nykyisissä hankkeissa: markkinointi on tehtävä kohderyhmää ajatellen, jotta tieto saavuttaisi ihmiset. Suuressa yhteisössä vastaavanlainen markkinointi ei välttämättä toimi, joten on käytettävä lisäksi muita keinoja. Tällaisia keinoja on mm. televisiomainonta, Internet, erilaiset tapahtumat jne.

#### **4.4.2 Hankkeen tavoitteet ja vaikutukset**

Pirkanmaan avoin kuitu – tukihankkeen, joka toimii samaan aikaan kuin muut esiselvityshankkeet, tarkoituksena on varmistaa maaseudun vetovoimaisuus sekä hyvät tietoliikenneyhteydet haja-asutusalueille. Hyvät tietoliikenneyhteydet edesauttavat asukkaiden halukkuutta pysyä asuinseuduillaan ja houkuttelevat yrityksiä. (avoin kuitu –tukihanke 2013, 3)

Hankkeiden yhteisenä tarkoituksena on se, että kunnilla on mahdollisuus tarjota asukkailleen, niin vakituisille kuin kesäasukkaille, tasapuolisesti hyviä tietoliikennepalveluita. Yhteydet lisäävät kuntien kilpailukykyä ja elinvoimaa. Muualla Suomessa vastaavanlaiset hankkeet ovat saaneet positiivisen vastaanoton niin medialta kuin asukkailtakin. (avoin kuitu –tukihanke. 2013, 3)

#### **4.4.3 Valokuituhankkeet Suomessa**

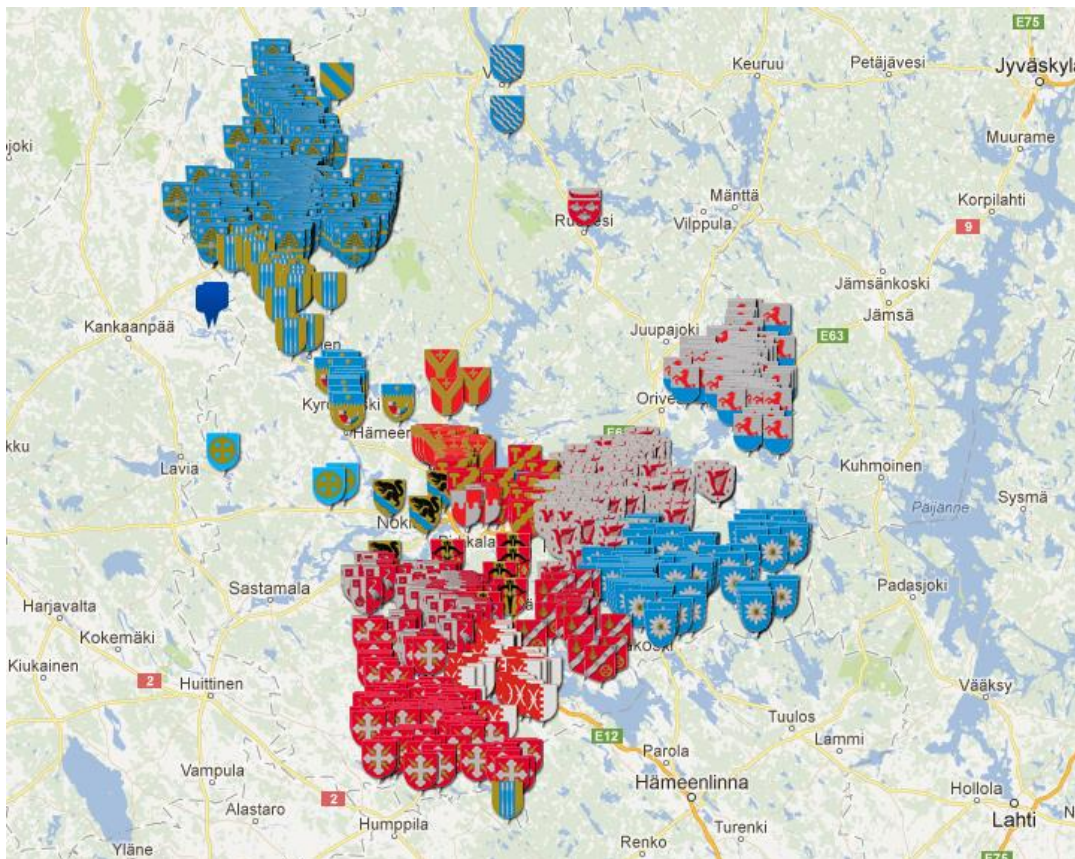
Vastaavia valokuituhankkeita on useita ympäri Suomea. Pirkanmaan liiton hankkeen esikuvana toimii Parkanon Lupinet hanke. Projektipäällikkö Kaj Södermanin mukaan Lupinet hanke on toimiva konsepti, jota voidaan käyttää muissakin valokuituhankkeissa ja sitä on käytetty esikuvana EKANET-valokuituhankkeessa.

Yksittäisiä valokuituhankkeita on Suomessa useita. Maakunnat ovat perustaneet osuuskuntia, jotka hoitavat alueidensa valokuituhankkeita. Näitä osuuskuntia ovat muun muassa Kuuskaista (Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa), Keskikaista (Keski-Pohjanmaa), Sadan megan Itä- ja Pohjois-Suomi (Kainuu, Etelä- ja Pohjois-Savo, Lappi), Valopiuha

(Pohjois-Karjala), Sadan megan maakunta (Etelä-Karjala, Kanta-Häme, Kymenlaakso, Päijät-Häme, Uusimaa) ja muutamia muita. Osuuskuntien kanssa yhteistyössä toimivat paikalliset palveluntarjoajat sekä vesiyhtiöt jotka rakentavat verkkoja.

Avoimen verkon rakentamishankkeet perustuvat ihmisten halukkuuteen saada nopea yhteys. Mitä enemmän alueella on halukkaita tilaamaan valokuidun, sitä todennäköisemmin kuituverkko rakennetaan. Tilaajien määrä vaikuttaa myös oleellisesti lopullisiin kustannuksiin jotka tilaajille tulevat. Tästä hyvänä esimerkkinä on Suupohjan seutuverkon rakentama valokuituverkko Karvialle. Alkuperäisessä suunnitelmassa tilaajien maksamaksi määräksi piti tulla noin 1500€ – 2000€, mutta lopullinen hinta putosi 1000€ - 1500 € koska tilaajia saatiin pieneen kuntaan jopa 650. (Tiedotustilaisuus Karvialla 5.3.2013)

Ihmisten halukkuutta valokuidun tilaamiseen selvitetään monella tapaa. Internetissä avoinkuitu.fi – sivustolla ihmiset voivat käydä merkitsemässä itsensä karttasovellukseen ja ilmaista näin halukkuutensa valokuidun saamiseen. Kuvassa 16 on kuvankaappaus tästä verkkosovelluksesta.



KUVA 16. Esiselvityksen karttasovellus. (avoinkuitu.fi 2013)

Karttasovelluksen yläreunassa olevaa painiketta painamalla pystyi kirjoittamaan osoitteen karttaan. Osoitteen merkkäamisen jälkeen sovellukseen ilmaantui kotikaupungin vaakuna. Itsensä merkitseminen kartalle ei velvoittanut vielä mihinkään. Kun esiselvitys on edennyt pidemmälle, tilaajille lähetetään sopimus joka sitoo tilaajan ottamaan valokuidun. Karttaan itsensä merkinneiden tilaajien määrä ei siis välttämättä vastaa lopullista tilaajamäärää. Karttasovelluksen lisäksi avoinkuitu.fi –sivustolla oli mahdollisuus tehdä esisopimus joka ei myöskään velvoittanut mihinkään, mutta antoi selkeämmän kuvan liittymän haluavista talouksista. Kuvassa 17 on kuvakaappaus esisopimuksesta.

## TEE ESISOPIMUS

Anna osoite.

Osoite:	<input type="text"/>
Postinumero:	<input type="text"/>
Paikkakunta:	<input type="text"/>
Kunta:	-- Valitse kunta -- <input type="button" value="v"/>
Käyttökohde:	Koti <input type="button" value="v"/>
Nimi:	<input type="text"/>
Puhelin:	<input type="text"/>
Sähköposti:	<input type="text"/>
<input type="button" value="Tallenna tiedot"/>	

KUVA 17. Esisopimuslomake (avoinkuitu.fi 2013)

Kun tilaajille lähetetään sitova sopimus, siinä tehdään myös selväksi että kuidun tilaaminen hankkeen jälkeen tulee todennäköisesti paljon kalliimmaksi. Kuitu kannattaa siis ottaa heti, jos mahdollista. Liitteessä 1 on kopio verkko-osuuskunta Kuuskaistan sitovasta liittymäsopimuksesta.

### 4.4.4 Saatavuuskyselyt operaattoreille

Esiselvityksen ohella tehtiin maan kattavaa selvitystä Suomen tämänhetkisestä verkon tilanteesta. Selvitystä tehtiin hakemalla tietoa Internetistä ja lähettämällä sähköpostikyselyitä laajakaistahankkeiden yhteyshenkilöille sekä operaattoreille. Sähköposteissa kyseltiin mm. maakuntien nykyisiä ja suunniteltuja valokuituverkkoja, niiden hintoja, laajuuksia sekä käyttäjämääriä. Kyselyssä pyydettiin myös tietoja olemassa olevista kupariverkoista ja niiden kattavuuksista.

Yhteyshenkilöistä toiset vastasivat kyselyihin perusteellisesti, mutta useiden kohdalla vastaukset jäivät saamatta tai olivat hyvin suppeita. Operaattoreista ainoastaan DNA:n yhteyshenkilö vastasi kyselyyn ja viesti oli selkeä: tietoja ei annettaisi. Tästä viisastuneena Pirkanmaan alueen saatavuuskyselyt päätettiin tehdä toisella tavalla. Kunnista otettiin satunnaisia osoitteita ja näistä osoitteista tehtiin kyselyitä siitä, mitä palveluita niihin on tarjota. Osoitteet valittiin listalta, joka on saatu karttasovelluksesta (Kuva 16) Näin saatiin kuva siitä, millaisia yhteyksiä kuidun haluavilla talouksilla oli.

Saatavuuskyselyitä tehtiin EKANET:n alueelle. Kuntien alueelta otettiin satunnaisia osoitteita ja niihin tehtiin saatavuuskyselyitä. Osoitteet otettiin niistä osoitteista joista on saatu alustavia ilmoituksia valokuidun haluamisesta. Saatavuuskyselyitä tehtiin soittamalla operaattoreiden asiakaspalveluihin.

Soitot asiakaspalveluihin aloitettiin Soneralta. Soneran asiakaspalvelusta tietoa sai hyvin heikosti, sillä asiakaspalvelijat eivät olleet erityisen kiinnostuneita pitkästä listasta saatavuuskyselyitä. Lopulta kolmen soiton jälkeen asiakaspalvelija antoi Internet-osoitteen josta katuosoitteisiin pystyi saamaan saatavuustietoja syöttämällä osoitteet hakukenttiin. Taulukossa 1 on sonera.fi – sivustolta hankittujen saatavuustietojen tulokset. Osoitteista on poistettu yksityisyydensuojan perusteella yksilöivät kadunnumerot.

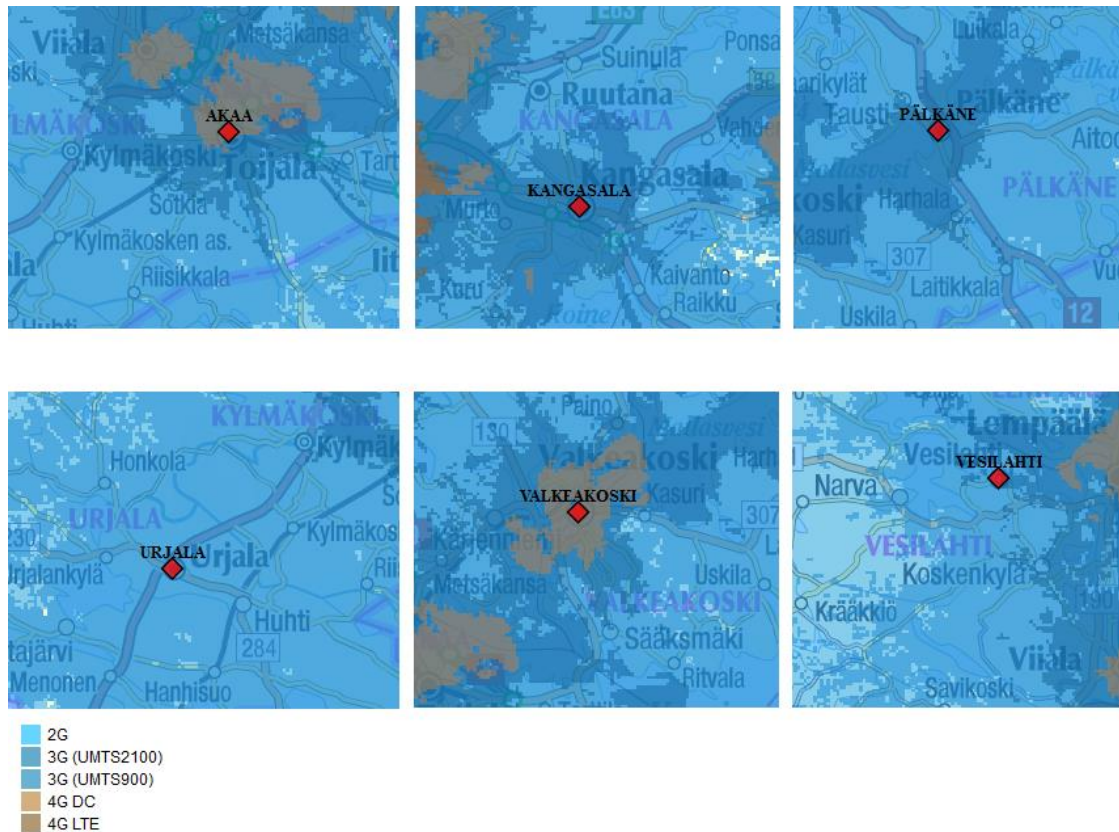
Taulukosta voidaan huomata, että jopa kolmannes osoitteista on kiinteän laajakaistan ulkopuolella. Moniin osoitteista tarjottiin langattomia yhteyksiä, mutta osaan ei saanut edes niitä. Vaikka otos on suhteellisen pieni, siitä saadaan jo hyvä kuva siitä millainen tilanne alueilla on. Valokuidulle on selkeästi tarvetta.



TAULUKKO 1. Soneran saatavuustiedot (Lähde: sonera.fi)

Kunta	Osoite	Saatava palvelu	Saatavien yhteyksien nopeudet (Mbit/s)	Sopimuskau- den pituus	Hinnat (€)
Akaa	Otavantie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus, Sonera laajakaista, Sonera viih- de+laajakaista	8 Mbit/s, 24 Mbit/s, 24 Mbit/s, 24 Mbit/s	24kk	19,90-39,90
	Kellaritie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus	8 Mbit/s	24kk	19,90-34,90
	Myllärinkuja	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus	8 Mbit/s	24kk	19,90-34,90
	Sotkiantie				
Kan- gasala	Kuujaantie				
	Laulurastaantie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus, Sonera laajakaista, Sonera viih- de+laajakaista	8 Mbit/s - 24 Mbit/s	24kk	19,90-39,90
	Saarenmaantie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus	8 Mbit/s	24kk	19,90-34,90
	Mutikontie				
Pälkäne	Syrjänharjuntie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus	8 Mbit/s	24kk	19,90-34,90
	Uutanantie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus, Sonera laajakaista, Sonera viih- de+laajakaista	10 Mbit/s - 100 Mbit/s	24kk	19,90-39,90
	Rautajärventie				
	Tommolantie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus, Sonera laajakaista, Sonera viih- de+laajakaista	8 Mbit/s - 24 Mbit/s	24kk	19,90-39,90
Urjala	Lahdentie				
	Kampparintie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus	8 Mbit/s	24kk	19,90-34,90
	Saarikontie				
	Ratalahdentie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus, Sonera laajakaista, Sonera viih- de+laajakaista	8 Mbit/s - 24 Mbit/s	24kk	19,90-39,90
Valkea- ke- koski	Haapaniementie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus	8 Mbit/s	24kk	19,90-34,90
	Mettiönkuja	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus, Sonera laajakaista, Sonera viih- de+laajakaista	8 Mbit/s - 24 Mbit/s	24kk	19,90-39,90
	Yrjölänkatu	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus, Sonera laajakaista, Sonera viih- de+laajakaista	8 Mbit/s - 24 Mbit/s	24kk	19,90-39,90
	Pyörönmaantie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus	8 Mbit/s	24kk	19,90-34,90
Vesi- lahti	Koivurannantie	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus, Sonera laajakaista, Sonera viih- de+laajakaista	8 Mbit/s - 24 Mbit/s	24kk	19,90-39,90
	Aräjärventie				
	Riehuntie				
	Veikkolanrinne	Sonera laajakaista, Tuplanetti plus	8 Mbit/s	24kk	

Seuraavaksi etsin tietoja DNA:n verkkosivuilta. Yhteenkään valituista 24 osoitteesta ei saa laajakaistapalveluita. Asia varmistettiin vielä soittamalla asiakaspalveluun ja sieltäkin vastaukseksi saatiin, että saatavuuksia ei annettuihin osoitteisiin ole. DNA tarjosi osoitteisiin ennemminkin langattomia yhteyksiä. DNA:n alueelta saatavuuskyselyiden sijasta on karttakuvat (Kuva 15), joissa näkyy näiden kuuden kunnan langattomien verkkojen kuuluvuudet.



KUVA 15. EKANET alueen kuntien kuuluvuus alueet DNA:n verkossa (www.dna.fi)

Kolmanneksi saatavuustietoja etsittiin saunalahden verkkosivuilta. Sivuilta löytyi hyvin tietoa saatavuuksista, joten asiakaspalveluun ei tarvinnut olla yhteydessä puhelimitse. Taulukossa 2 on Saunalahden osalta valittujen osoitteiden saatavuustiedot. Myös tässä taulukossa on kadunnumerot poistettu yksityisyyden turvaamiseksi. Taulukkoon on otettu ainoastaan laajakaistojen tiedot. Muutamiin osoitteisiin, joihin ei ollut tarjota kiinteää laajakaistaa, saunalahti tarjosi langattomia liittymiä. Kaikkiin osoitteisiin ei ollut mahdollista saada edes langattomia liittymiä.

TAULUKKO 2. Saunalahden kiinteän laajakaistan saatavuustiedot (Lähde: saunalah-ti.fi)

Kunta	Osoite	Saatavat palvelut	Nopeudet	Sopimuskauden pituus	Hinta (€)
Akaa	Otavantie	Saunalahti ADSL	1M/1M - 20M/1M	ei määräaikaista	22,90 -46,90
	Kellaritie	Ei saatavuutta			
	Myllärinkuja	Saunalahti ADSL	1M/1M - 20M/1M	ei määräaikaista	22,90 -46,90
	Sotkiantie	Ei saatavuutta			
Kangasala	Kuujaantie	Saunalahti ADSL	1M/1M		22,90
	Laulurastaantie	Saunalahti ADSL	1M/1M - 20M/1M	ei määräaikaista	22,90 -46,90
	Saarenmaantie	Saunalahti ADSL	1M/1M - 10M/1M	ei määräaikaista	22,90-36,90
	Mutikontie	Saunalahti ADSL	1M/1M - 4M/1M	ei määräaikaista	22,90 - 29,90
Pälkäne	Syrjänharjuntie	Saunalahti ADSL	1M/1M - 10M/1M	ei määräaikaista	22,90-36,90
	Uutanantie	Saunalahti ADSL	1M/1M - 20M/1M	ei määräaikaista	22,90 -46,90
	Rautajärventie	Ei saatavuutta			
	Tommolantie	Saunalahti ADSL	1M/1M - 4M/1M	ei määräaikaista	22,90 - 29,90
Urjala	Lahdentie	Ei saatavuutta			
	Kampparantie	Ei saatavuutta			
	Saarikontie	Ei saatavuutta			
	Ratalahdentie	Ei saatavuutta			
Valkeakoski	Haapaniementie	Ei saatavuutta			
	Mettiönkuja	Ei saatavuutta			
	Yrjölätkatu	Saunalahti ADSL	1M/1M - 10M/1M	ei määräaikaista	22,90-36,90
	Pyörönmaantie	Ei saatavuutta			
Vesilahti	Koivurannantie	Saunalahti ADSL	1M/1M - 20M/1M	ei määräaikaista	22,90 -46,90
	Arajärventie	Ei saatavuutta			
	Riehuntie	Ei saatavuutta			
	Veikkolanrinne	Saunalahti ADSL	1M/1M - 10M/1M	ei määräaikaista	22,90-36,90

#### 4.4.5 Esiselvityshankkeen jatkuminen

Opinnäytetyötä tehtiin kevään 2013 aikana. Avoin kuitu -esiselvityshanke jatkuu vielä vuoden 2013 loppuun asti, joten esiselvitystyötä on vielä paljon edessä. EKANET kuntien alueella rakennustyöt saadaan käyntiin todennäköisesti vielä vuoden 2013 aikana. TOKANET esiselvityshanke käynnistyy vasta tämän opinnäytetyön tekemisen jälkeen, joten siihen ei tässä työssä ole sen enempää perehdytty.

## 5 POHDINTA

Työn aikana tutustuttiin valokuitutekniikkaan ja Avoin Kuitu esiselvityshankkeeseen. Tutustumisen aikana pystyi selkeästi huomaamaan, että tekniikan kehittyessä tiedonsiirtonopeudet ja tiedon siirtomäärät kasvavat. Verkossa liikkuu jatkuvasti enemmän dataa ja tämän vuoksi vanhat järjestelmät ovat erittäin kuormitettuja. Tarvitaan siis uusia, moderneja tekniikoita kattamaan tulevaisuuden tiedonsiirron vaatimukset.

Työn aikana tutustuttiin tarkasti valokuitutekniikkaan ja sen mahdollisuuksiin tiedonsiirron välineenä. Teorian opiskelun ja käytännön tutustumiskäynnin valokaapelitehtaal-  
le tuloksena valokuitutekniikan ymmärtäminen on lisääntynyt huomattavasti. Valokuitutekniikka on erinomainen sijoitus tiedonsiirtotekniikan tarpeisiin, sillä sen kapasiteetti riittää pitkälle tulevaisuuteen. Nykyiset valokuitujärjestelmät on rakennettu ja rakennetaan niin, että tulevaisuudessa niiden kehittäminen on yksinkertaisempaa ja halvempaa. Kokemukset valokuituhankkeista ovat olleet erittäin positiivisia ja kannustavia.

Esiselvitystyön aikana selventyivät valokuidun rakentamisen edut ja tarpeet. Esiselvityksen saatavuuskyselyiden aikana tuli selväksi, että haja-asutusalueilla yhteydet ovat monesti heikot ja jopa kolmannes kyselyiden osoitteista oli laajakaistan ulkopuolella. Tämä osoittaa selkeästi sen, että valokuituverkkojen rakentaminen on tärkeää.

Kertasijoituksena Suomen kattava valokuituhanke on kallis, mutta sen kehittymismahdollisuudet ovat lähes rajattomat. Kunnille valokuidun rakentaminen on erinomainen keino lisätä kuntien vetovoimaisuutta. Kattava valokuituverkko helpottaa niin yksityisten kuin yritystenkin arkea. Valokuituyhteyden hinta, joka on noin 1000 – 2000€, saattaa kuitenkin olla tilaajille toisinaan ratkaiseva tekijä kuituyhteyden tilaamiseksi. Yhteyden tilaaminen rakennustöiden jälkeen tulee tilaajille hyvin kalliiksi. On siis ensiarvoisen tärkeää selvittää tilaajille heti otettavan yhteyden edut.

Esiselvityshankkeen yksi suurimmista hankaluuksista on ihmisten saavuttaminen. Eri kohderyhmien saavuttamiseksi mainontaa on tehtävä useita reittejä. Mainonnasta huolimatta tietoa ei saada jaettua tarpeeksi, minkä voi havaita esimerkiksi kyläkokousten vaihtelevista osallistujamääristä. Mainontaa olisi hyvä tehostaa esimerkiksi sosiaalisessa mediassa.

Langattomat tiedonsiirtojärjestelmät ovat loistava lisä kiinteiden verkkojen rinnalle, mutta kiinteiden verkkojen korvaaminen langattomilla verkoilla ei ole hyvä vaihtoehto. Tietyissä tilanteissa, kuten laskujen maksamisessa tai yrityksen asioiden hoitamisessa luotettavat ja nopeat yhteydet ovat elintärkeitä. Tällaisessa tilanteessa langattomat verkot eivät välttämättä riitä kattamaan asetettuja vaatimuksia.

Verkon rakentamisen jälkeen olisi hyvä tehdä tilaajilta tyytyväisyyskyselyitä ja käyttökokemuksia. Näitä tietoja voitaisiin käyttää kehittämään myöhemmin rakennettavia valokuituverkkoja. Koska Lupinet –hanke on toiminut tässä hankeessa esikuvana, myös tätä hanketta ja sen käyttäjäkokemuksia voidaan tulevaisuudessa käyttää muiden vastaavien hankkeiden mallina.

## LÄHTEET

Avoin kuitu –tukiprojekti. Luettu 4.4.2013

[http://www.pirkanmaa.eu/files/files/pdf/Innovaatiotyö/pirkanmaan\\_avoin\\_kuitu\\_tukiprojekti.pdf](http://www.pirkanmaa.eu/files/files/pdf/Innovaatiotyö/pirkanmaan_avoin_kuitu_tukiprojekti.pdf)

Kuituinfo. 2013. Luettu 17.2.2013.

<http://www.kuitu.net/portal/fi/kuituinfo>

Nestor Cables. 2010. FTTX. Principles, Technologies and Installation Solutions. Espoo/Oulu.

Nestor Cables Oy. Oulu. Tehdaskäynti 16.4.2013.

Pekka Koivisto. 2011. Kiinteistöjen optiset kaapeloinnit. Espoo/Oulu.

Polymetyylimetakrylaatti. Luettu 20.4.2013

[http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics\\_PMMA\\_FI.pdf](http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics_PMMA_FI.pdf)

Tiedotustilaisuus Karvialla 5.3.2013

Viestintävirasto. 2009. Optiset liityntäverkot v2. Luettu 8.4.2013

<https://www.viestintavirasto.fi/attachments/tyoryhmaraportit/TRaportti012006v2.pdf>

