



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Kuituverkon rakentamis- menetelmät

Liikenne- ja viestintäministeriön

visio

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

toiminta-ajatus

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

arvot

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

Julkaisun päivämäärä  
14.1.2014

Julkaisun nimi  
Kuituverkon rakentamismenetelmät

Tekijät  
Susanna Nurmi, Orbion Consulting Oy  
Toni Kettunen, Orbion Consulting Oy

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä  
Liikenne- ja viestintäministeriö

Julkaisusarjan nimi ja numero

Liikenne- ja viestintäministeriön  
julkaisu 2/2014

ISSN (verkkojulkaisu) 1795-4045  
ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-381-7  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-381-7>  
HARE-numero

Asiasanat  
Kuituverkko, rakentamismenetelmät

Yhteyshenkilö  
Antti Kohtala  
Liikenne- ja viestintäministeriö

Muut tiedot

Tiivistelmä

Tämä selvitystyö kuvaa valokuituverkon eri rakennusmenetelmiä ja niihin liittyviä tehtäviä sekä kustannusvaikutuksia. Edellä mainittujen asioiden lisäksi esille tuodaan kokemuksia eri menetelmien rakentamisesta sekä näiden menetelmien soveltuvuudesta ja rajoituksista.

Itse rakentamisen lisäksi selvitetään koko kuituverkkohankkeen vaiheita, osapuolia ja vastuita. Tavoitteena on antaa tausta- ja perustietoja valokuituverkosta päättävälle ja muille valokuituverkon rakentamisesta kiinnostuneille.



Publiceringsdatum  
14.1.2014

Publikation  
Utbyggnad av fibernät

Författare  
Susanna Nurmi, Orbion Consulting Oy  
Toni Kettunen, Orbion Consulting Oy

Tillsatt av och datum  
Kommunikationsministeriet

Publikationsseriens namn och nummer  
Kommunikationsministeriets  
publikationer 2/2014

ISSN (webbpublikation) 1795-4045  
ISBN (webbpublikation) 978-952-243-381-7  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-381-7>  
HARE-nummer

Ämnesord  
Fibernät, utbyggnadsmetoder

Kontaktperson  
Antti Kohtala  
Kommunikationsministeriet

Rapportens språk  
Finska

Övriga uppgifter

Sammandrag

Utredningsarbete beskriver olika modeller för utbyggnad av fibernät och därtill hörande uppgifter samt deras kostnadspåverkan. Erfarenheter från olika genomföranden, deras lämplighet och eventuella begränsningar.

För utom själva utbyggnaden, utreds fibernätsprojektets delmoment, parter och ansvarsområden. Målsättning är att ge beslutsfattare och andra intresserade av fibernätsutbyggnad grundläggande bakgrundsinformation.

Date  
14 January 2014

Title of publication  
Construction methods of fiber-optic network

Author(s)  
Susanna Nurmi, Orbion Consulting Oy  
Toni Kettunen, Orbion Consulting Oy

Commissioned by, date  
Ministry of Transport and Communications

Publication series and number

Publications of the Ministry of  
Transport and Communications  
2/2014

ISSN (online) 1795-4045  
ISBN (online) 978-952-243-381-7  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-381-7>  
Reference number

Keywords  
fiber-optic network, construction methods

Contact person  
Antti Kohtala  
Ministry of Transport and Communications

Language of the report  
Finnish

Other information

Abstract  
This study describes different construction methods of fiber-optic network and tasks related to them, including costs implications. In addition to the above-mentioned, experiences of different methods, suitability of methods and their limitations are taken into consideration, Project phases, parties and responsibilities are described in addition to describing construction methods. The objective of the study is to provide background and basic information to the decision makers and to others that are interested in the construction of fiber-optic network

## ESIPUHE

Tämä selvitys liittyy liikenne- ja viestintäministeriön sarjaan laajakaistatutkimuksia. Hallitusohjelman mukaan tällä hallituskaudella edistetään huippunopean laajakaistan tarjontaa ja käyttöä, jotta Suomi nousee Euroopan johtavaksi laajakaistamaaksi. Hallitusohjelmakirjauksen toteuttamiseksi liikenne- ja viestintäministeriö on valmistellut toimenpideohjelman huippunopean laajakaistan edistämiseksi sekä jatkettu 'Laajakaista kaikille 2015' -hanketta edistämään valokuituverkkojen rakentamista alueille, joissa sen rakentaminen kaupallisesti ei ole kannattavaa.

Valokuituverkkojen rakentamisessa rakennuskustannusten on arvioitu muodostavan jopa 80 % kokonaiskustannuksista. Siksi rakennusmenetelmien kehittäminen on tärkeää edistettäessä kuituverkkojen rakentamista. Selvitys sisältää erilaisten rakennusmenetelmien soveltuvuutta erilaisissa ympäristöolosuhteissa, rakennusmenetelmien kustannusvaikutusta ja muita huomioon otettavia asioita kuitukaapelien rakentamisessa.

Selvityksen tavoitteena on kuiturakentamisen edistäminen antamalla päätöksille taustaa mm. rakennuslupien antajille sekä perinteisille teleyrityksille että uusille osuuskuntamallisille rakentajille.

Selvityksen tekijänä oli Orbion Consulting Oy, vastuullisina tekijöinä Susanna Nurmi ja Toni Kettunen. Liikenne- ja viestintäministeriö kiittää tekijöitä hyvin tehdystä työstä.

Helsingissä tammikuussa 2014



Antti Kohtala  
Viestintäneuvos

## Sisällysluettelo

1.	Johdanto .....	2
2.	Kuituverkon rakentaminen ja käyttö .....	2
2.1	Verkkohankkeen periaateaikataulu .....	2
2.2	Ennen toteutusta .....	3
2.3	Verkon suunnittelu .....	3
2.4	Verkon rakentaminen.....	5
2.4.1	Valokuitukaapelin jatkaminen .....	5
2.4.2	Valokuitukaapelin testaaminen.....	6
2.4.3	Dokumentointi .....	7
2.4.4	Katselmukset.....	7
2.4.5	Rakentamisen aikataulu .....	8
2.5	Verkon käyttö ja ylläpito .....	8
2.5.1	Verkkodokumentaatio .....	9
2.5.2	Verkonhallinta .....	9
2.5.3	Asiakastuki.....	10
2.6	Verkkohankkeen osapuolet .....	10
2.7	Verkkohankkeen hankintaprosessi .....	11
2.7.1	Verkkohankkeen kilpailutus .....	12
2.8	Verkkohankkeen kustannukset.....	15
3.	Kuituverkon rakentamismenetelmät .....	19
3.1	Auraaminen.....	19
3.2	Kaivaminen .....	21
3.3	Sahaus .....	24
3.4	Louhinta.....	26
3.5	Kaapelin laskeminen vesistöön.....	27
3.6	Yhteenveto eri rakentamismenetelmien kustannuksista .....	29
3.7	Täydentävät menetelmät.....	30
3.7.1	Teiden alitukset .....	30
3.7.2	Radan alitukset ja ylitykset.....	31
3.7.3	Siltakiinnitykset .....	31
3.8	Olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntäminen.....	32
3.8.1	Olemassa olevien kuitukaapeleiden käyttö (kuitujen osto/vuokraus) .....	32
3.8.2	Olemassa olevan kaapelireittien vuokraaminen (kaapeliputket/-kanavat) ..	32
3.8.3	Yhteiskäyttöpylväät (esim. energiayhtiöt) ilmakaapeliverkoille .....	33
3.9	Yhteisrakentaminen .....	33
3.10	Teletekniset työt .....	34
4.	Yhteenveto.....	35
	Lähteet	
	Taulukot	

## 1. Johdanto

Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) pyrkii osana Laajakaista 2015 hanketta edistämään valokuituverkkojen rakentamista. Kuituverkkoja voidaan rakentaa eri menetelmillä, joiden soveltuvuus riippuu kohdealueesta ja muista tekijöistä. LVM:ssä on valmisteltu lisäksi huippunopean laajakaistan toimenpideohjelmaa, jonka tavoitteena on edistää tasapuolisesti sekä kiinteitä että langattomia yhteyksiä niin, että uusia digitaalisia palveluja tarjotaan ja hyödynnetään nykyistä laajamittaisemmin. Toimenpideohjelma huomioi erityisesti pientaloalueisiin, jotka jäävät huippunopeiden yhteyksien runsaan kaupallisen tarjonnan ja julkisesti tuettujen laajakaistahankkeiden ulkopuolelle.

Kuituverkkohankkeista päättävillä osapuolilla ei aina ole tietoja kuituverkon rakentamismenetelmä ja niiden kustannusvaikutuksista. Tämän selvitystyön tarkoituksena on kuvata käytännönläheisesti kuitukaapelin rakentamismenetelmiä, kokemuksia eri menetelmistä sekä näiden menetelmien soveltuvuutta ja rajoituksia. Lisäksi tavoitteena on tuoda esiin erityiskysymyksiä ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä. Itse rakentamisen lisäksi selvitetään koko kuituverkkohankkeen vaiheita, tehtäviä, osapuolia ja vastuita.

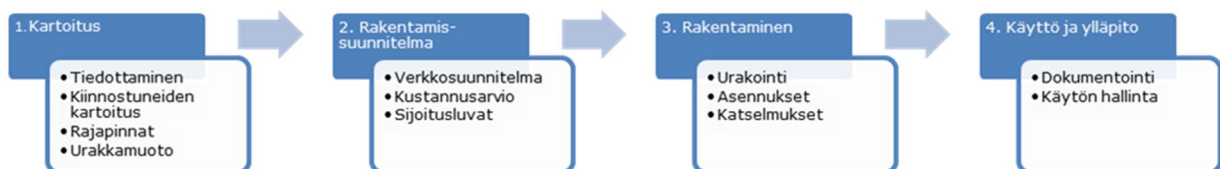
Selvitystyö koostuu neljästä osasta. Johdanto kappaleen jälkeen, kappaleessa kaksi, käydään läpi kuituverkon suunnittelua, rakentamiseen liittyviä työvaiheita, hankkeen osapuolia ja hankintaprosessia. Lisäksi kappaleessa käsitellään hankkeeseen liittyviä kustannuselementtejä. Verkon eri rakentamismenetelmiä sekä niihin liittyviä kustannuksia käsitellään kolmannessa kappaleessa. Viimeisessä kappaleessa on selvitystyön yhteenveto.

## 2. Kuituverkon rakentaminen ja käyttö

Tässä kappaleessa kerrotaan kuituverkon rakentamisen ja käytön tyypillisiä vaiheita, osapuolia ja tehtäviä.

### 2.1 Verkkohankkeen periaateaikataulu

Verkkohanke etenee vaiheittain. Päävaiheet ovat kartoitus, verkon suunnittelu, verkon rakentaminen ja verkon käyttö ja ylläpito. Kuvassa 1 kuvataan verkkohankkeen eri vaiheet.



Kuva 1 Verkkohankkeen 4 eri vaihetta

Hankkeeseen on syytä varata aikaa riittävästi. Sen kesto vaihtelee muutamasta kuukaudesta muutama vuoteen, riippuen hankkeen laajuudesta, sisällöstä ja tavoitteesta. Lupahakuprosessi yksistään voi kestää kuukausia.



## 2.2 Ennen toteutusta

Verkon toteutusta edeltää pääsääntöisesti aina kartoitusvaihe potentiaalisista asiakkaista. Kiinnostuneiden kotitalouksien, yritysten ja loma-asuntojen kartoituksen voi toteuttaa esimerkiksi järjestämällä tiedotustilaisuuksia tai lähettämällä infomateriaalin ja kyselylomakkeen postitse mahdolliselle verkon alueelle. Kartoittamalla potentiaaliset liittymätilaajat voidaan verkko suunnitella asiakastarpeiden ja heidän liittymäsijaintien mukaisesti. Liittymämääriltään tiheimmät alueet on järkevää rakentaa ensimmäisenä, koska sitä kautta saadaan verkkoon nopeimmin asiakkaita.

Valokuitutekniikalla toteutettu laajakaistaverkko mahdollistaa moninaisten palvelujen saannin ja käytön ja siksi jo kartoitusvaiheen aikana on hyvä arvioida millaisia palveluja mahdolliset asiakkaat verkon kautta haluavat ja tarvitsevat. Verkko rakennetaan yleensä avoimen palvelumallin (Open Access) periaatteella, jolloin verkko ei tarjoa vain yhden operaattorin palveluita, vaan se on avoin myös muille palvelun tuottajille. Verkon omistaja tekee yhteistyösopimukset eri palveluntarjoajien kanssa. Verkon palveluntarjoajat on syytä kilpailuttaa säännöllisesti, tai vaihtoehtoisesti annetaan kaikille palveluntarjoajille tasapuoliset mahdollisuudet tarjota palveluitaan verkossa. Verkon kautta toteutettavia palveluita ovat mm. (suluissa esimerkki palvelusta) hyvinvointi- ja terveyspalvelut (lääkäri vastaanottaa potilaan webbikameran avulla), verkko-opetuspalvelut (kurssi järjestetään suoraan verkkoyhteyden avulla), turvapalvelut ja valvontakamerat (kiinteistöjen valvonta), viihdepalvelut (elokuvien vuokraus ja tallennus), sähköinen asiointi (kunnan palvelut) sekä muut internet-liittymien peruspalvelut (sähköposti, verkkosivut ym.).

Kartoituksen ohella ennen verkkohankkeen toteutusvaihetta on aiheellista miettiä mitkä ovat rajapinnat tulevassa verkkohankkeessa rakennuttajan, urakoitsijan ja loppukäyttäjän välillä. On mietittävä, kuka vastaa rakennuttamisesta, kuka hoitaa tiedottamisen, verkon suunnittelun, lupien hakemisen, rakennuttamisen, käytön aikaisen ylläpidon, uusien asiakkaiden liittämisen verkkoon sekä verkon konfiguroinnin. Tällaiset asiat tulee huomioida verkkoliiketoimintaa koskevassa liiketoimintasuunnitelmassa. Lisätietoa laajakaistahankkeen liiketoimintasuunnitelmasta löytyy esimerkiksi LVM:n sivulta [http://www.lvm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=2120000&name=DLFE-18525.pdf](http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=2120000&name=DLFE-18525.pdf).

Ennen suunnittelua on jo myös järkevää miettiä mikä on toteutettavan verkkohankkeen urakkamuoto. Vaihtoehtoina ovat rakentaminen toteutuneiden kustannusten mukaisesti tai rakennettavan verkon toteuttaminen kiinteällä tarjouksella, jolloin taloudelliset riskit siirtyvät tilaajalta urakoitsijalle. Toteutustavan päättäminen vaikuttaa myös tehtäviin tarjouspyyntöihin.

Suunnittelussa ja rakentamisessa tulee mahdollisuuksien mukaan huomioida myös yhteisrakentamismahdollisuudet. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että suunnitelmien laadinta tulisi aloittaa jo edellisen budjettikauden aikana, jolloin myös mahdolliset yhteistyökumppanit ehtivät budjetoimaan ja suunnittelemaan omat tarpeensa rakennettavalle alueelle.

## 2.3 Verkon suunnittelu

Hyvällä verkon suunnittelulla ja tarvekartoituksella saadaan aikaiseksi optimaalisesti toimiva verkko sekä tarkempi kustannusarvio verkon rakentamisesta. Suunnitelmien muuttaminen, esimerkiksi uusien tilaajien lisääminen, rakennusvaiheessa aiheuttaa lisäkustannuksia.

Verkkohankkeen ensimmäisen vaiheen suunnitelma on järkevää tehdä suuntaa-antavaksi, jossa valokuituverkon runkoverkko hahmotellaan karttapohjalle. Tämän suunnitelman jälkeen kannattaa tehdä maastosuunnittelu kentällä, jonka perusteella suunnitelmaa voidaan tarkentaa tehtyjen havaintojen perusteella. Hyvä suunnittelija kykenee arvioimaan maastosuunnittelun perusteella onko suunniteltu reitti järkevä taloudellisen toteutuksen kannalta. Esimerkiksi maasto voi olla kallioista tai kivikkoista, jolloin on taloudellisesti kannattavaa suunnitella reitti uutta reittiä pitkin. Suunnittelija voi arvioida maastosuunnittelun perusteella millä toteutustavalla varsinainen valokaapeliverkon rakennustyö voidaan tehdä.

Kustannusarvion kannalta toteutustavan huomiointi on erityisen tärkeää, sillä suuri osa verkonrakennuskustannuksista muodostuu nimenomaan maanrakennustyöstä.

- Mikäli verkko oletetaan rakennettavan pelkästään auraamalla, on erittäin todennäköistä, että kustannukset aliarvioidaan rajusti.
- Tiettyä kuituverkon rakentamismenetelmää ei voida valita käytettäväksi menetelmäksi, vaan vaihtoehtoina olevien menetelmien joukosta tulee valita kohteelle tai osuudelle teknistaloudellisesti edullisin vaihtoehto.

Maastosuunnittelun jälkeen voidaan tehdä tarkennettu verkkosuunnitelma. Tarkennettuun verkkosuunnitelmaan tehdään muutokset reittiin tehtyjen havaintojen perusteella. Suunnittelija lisää verkkosuunnitelmaan tarvittavat jakamot, kaivot ja laittilojen sijainnit, tien alitukset sekä mitoittaa kaapelien kuitumäärät. Suunnitteluvaiheessa on myös hyvä olla tiedossa, aiotaanko valokuitu sijoittaa suojaputkeen vai asennetaanko se sellaisenaan maahan. Mitä tarkemmaksi verkkosuunnitelma laaditaan, sitä tarkemmaksi ja luotettavammaksi kustannusarvio voidaan laatia.

Verkkosuunnittelu toimii pohjana liittymähinnoittelulle. Sen perusteella voidaan arvioida ja päättää verkon käyttäjien liittymismaksun (kertamaksu, joka maksetaan kun kotitalous tai yritys kytketään valokuituverkkoon) ja kuitukaapelien ylläpidosta veloittavan kuukausimaksun taso.

Verkon suunnittelussa tulee huomioida myös verkon toimintavarmuus. Toimintavarmuuteen voidaan vaikuttaa kahdentamalla aktiivilaiteverkon yhteydet mahdollisten kaapelikatkosten varalta sekä asentamalla varavoimalaitteita sähköverkonkatkosten aiheuttamien ongelmien ennaltaehkäisemiseksi.

Verkkosuunnitelman perusteella haetaan valokuitukaapelille sijoitusluvut. Sijoituslupia myöntävät eri toimijat sen mukaan, mihin kaapelia sijoitetaan. Verkkohanketta suunniteltaessa on myös huomioitava, että lupaprosessit saattavat kestää kuukausia, joten lupien hakeminen kannattaa ajoittaa niin, että verkkoa voidaan rakentaa mahdollisimman tehokkaasti maan ollessa sulana, koska talvella verkon rakentaminen on kalliimpaa maan ollessa roudassa.

Sijoitusluvan myöntäjä voi olla:

- Elinkeino, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) hallinnoimiensa tieosuuksien osalta. ELY-keskukselta lupaa haettaessa lupaprosessin kesto on noin 1–2 kuukautta. ELY-keskukselta kannattaa hakea luvat hyvissä ajoin ennen rakentamista ruuhkapiikkien välttämiseksi. Lupahakemukset voi toimittaa ELY-keskukseen jo edellisenä syksynä. Suositus on, että kesän lupahakemukset olisivat ELY-keskuksen käsiteltävissä viimeistään talvella. (Seppänen)
- Pirkanmaan ELY-keskus ([www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-pirkanmaa](http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-pirkanmaa)) keskitetysti valtion tiealueille.
- Kyseinen kunta taajama-alueella.
- Aluehallintovirasto vesistökaapeleille. Vesistökaapelille lupaa haettaessa lupahakemus on toimitettava aluehallintovirastolle, jonka toimialueella hanke

sijaitsee. Vesistökaapelin luvan myöntäminen kestää Aluehallintovirastolla keskimäärin 4–5 kuukautta.

- Liikenneviraston radan- ja turvalaitteiden kunnossapitäjä junaradan alituksia tai ylityksiä koskevissa osuuksissa. Junaradan alitukseen tai ylitykseen tarvitaan risteämälupa, joka täytyy toimittaa radan- ja turvalaitteiden kunnossapitäjälle viimeistään neljä viikkoa ennen töiden suunniteltua aloitusajankohtaa. Ilman tätä menettelyä työ tulkitaan laittomaksi.
- Tieosuuskunta tai yksityinen maanomistaja. Sopimusneuvotteluihin tulee varata aikaa, sillä sijoitusosoikeuden myöntäminen voi kestää, mikäli yhteisymmärrystä osapuolten välillä ei heti löydy.

Lisätietoa haku- ja sopimusmenettelyistä löytyy mm. seuraavilta verkkosivuilta:

- Maantievalueelle sijoitettavien telekaapeleiden haku- ja sopimusmenettelystä löytyy lisätietoa ELY-keskuksen verkkosivuilta osoitteesta: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/sahkojohdon-telekaapelin-kaukolampojohdon-ja-maakaasuputken-sijoittaminen>. Lisäksi kannattaa perehtyä vuonna 2009 julkaistuun dokumenttiin "Telekaapelit ja maantiet 2009", joka on saatavilla osoitteesta: [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000026-v-09\\_telekaapelit\\_ja\\_maantiet\\_2009.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000026-v-09_telekaapelit_ja_maantiet_2009.pdf).
- Junaradan alituksia tai ylityksiä koskien kannattaa perehtyä Ratahallintokeskuksen (nykyisin osa Liikennevirastoa) julkaisemaan dokumenttiin "Yleisohje johdoista ja kaapeleista ratahallintokeskuksen alueella", joka on saatavilla osoitteessa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk\\_b13\\_yleisohje\\_johdoista\\_kaapelista.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b13_yleisohje_johdoista_kaapelista.pdf)
- Vesistökaapelille lupaa haettaessa kannattaa perehtyä Ympäristöhallinnan kirjoittamaan ohjeeseen "Luvan hakeminen vesistöön sijoitettaville johdoille ja kaapeleille", joka on saatavilla osoitteessa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B18132765-55EB-4BFF-B024-815EB70CB231%7D/37104>
- Lupa kaapelin maahan sijoittamiseen tulee hakea myös tieosuuskunnilta ja yksityisiltä maanomistajilta. Joskus näiden tahojen löytäminen voi olla hankalaa. Voi myös olla, että lupaehtoihin sisältyy esimerkiksi ehto tien parantamisvelvoitteesta, jotta kaapeli voidaan sijoittaa tien läheisyyteen.

## 2.4 Verkon rakentaminen

Verkon rakentamiseen kuuluu maanrakennustöiden ja kaapelin maahan laskemisen ohella useita eri työvaiheita.

### 2.4.1 Valokuitukaapelin jatkaminen

Valokuitukaapeleiden välille täytyy tehdä jatkoksia, jotka tyypillisimmin tehdään hitsaamalla. Hitsausjatkoksessa kuidunpäät kohdistetaan toisiinsa ja sulatetaan valokaaren avulla. Kohdistus ja hitsaus tehdään automaattisella hitsauslaitteella. Ulkokaapelijatkoksissa käytetään tarkoitukseen sopivaa koteloa ja siihen kuuluvia tarvikkeita. Kotelo suojaa kuituja ympäristön vaikutuksilta sekä antaa riittävän tilan kuitujatkoksille ja kuitujen taivutussäteille. Jatkoskoteloita on erityyppisiä, jotka

soveltuvat erilaisiin asennusolosuhteisiin, kuten maahan, kaapelikaivoon, kaappiin, pylvääseen tai veteen. Kuvassa 2 on esitetty erilaisia kaapelijatkoskoteloita.



Kuva 2 Jatkoskoteloita (Helkama)

#### 2.4.2 Valokuitukaapelin testaaminen

Valokuituverkko on testattava ennen käyttöönottoa. Käyttöönottomittaukset voidaan tehdä valokaapelitutkalla. Valokaapelitutkalla voidaan mitata:

- Kuidun vaimennus ja sen jakautuminen pitkin kuitua
- Jatkoksien ja liitoksien vaimennukset ja sijaintikohdat
- Kuidun pituus
- Mahdollisten kuitukatkosten kohdat

Kuvassa 3 on esitetty valokaapelitutka.



Kuva 3 Valokaapelitutka (Helkama)

### 2.4.3 Dokumentointi

Tiehallinnon mukaan (nykyinen Liikennevirasto) teleyritykseltä edellytetään, että sillä on omistamansa kaapeliverkon sijaintitiedot. Viestintämarkkina-alaissa teleyritys veloitetaan antamaan maksutta tietoja telekaapeleidensa sijainnista järjestämänsä sijaintitietopalvelun kautta. Tämä velvoite voidaan täyttää kartalla tai numeerisella sijaintitiedolla. Mikäli sijaintitieto ei ole riittävän tarkka, teleyritys näyttää kaapelin sijainnin maastossa. (Tiehallinto)

Kaapelin kartoitus voidaan toteuttaa esimerkiksi GPS-laitteistolla, jolla kaapelin paikkatieto tallennetaan ja arkistoidaan myöhempää tarvetta varten. Kaapelikaivot ja tien alitusputket merkataan sondeilla. Sondit ovat "antennipalloja", joilla voidaan myöhemmin tunnistaa kaapelikaivojen ja putkien päiden sijainnit maastossa. Kartoitustiedot viedään verkkotietojärjestelmään.

Rakentamisvaiheessa suunnitelmiin tulleet muutokset tulee kirjata muistiin. Tämän perusteella suunnitelmat voidaan päivittää sellaisiksi, kuten ne on rakennettu. Pelkät kaapelireittisuunnitelmat eivät kuitenkaan riitä verkon lopulliseksi dokumentaatioksi, vaan verkosta täytyy tehdä myös kuitukaavio. Kuitukaavioon tulee dokumentoida kuinka kuidut on kytketty verkon toteuttamiseksi. Kuitukaavio voidaan toteuttaa erilaisilla verkon dokumentointijärjestelmillä. Dokumentointijärjestelmästä voidaan esimerkiksi tarkastaa asiakasyhteys aina kytkimelle asti millaista reittiä pitkin yhteys kulkee.

### 2.4.4 Katselmukset

Verkon rakentamiseen liittyy myös katselmuksia, joita tehdään luvan myöntävän tahon, esimerkiksi ELY-keskuksen, kanssa. Ennen hankkeen aloittamista pidetään

aloituskatselmus ja hankkeen päätteeksi loppukatselmus. Mikäli kaapelireittiin tulee muutoksia, on pidettävä myös välikatselmus. (Seppänen)

#### 2.4.5 Rakentamisen aikataulu

Verkkohankkeen pitkäkestoisin työ ajallisesti on rakennusvaihe. Urakoitsijan kannalta rakentaminen etenee kilpailutuksesta verkon määrittelyyn, jonka jälkeen alkaa rakentamisen toteutus. Riippuen kohteen laajuudesta, voi verkon rakennusvaihe viedä aikaa kuukausista muutamaan vuoteen.

Alla oleva taulukko 1 kuvaa erään projektin työvaiheita ja ajallista kestoa.

Tehtävä	Kesto /pv	Aloitus	Lopetus	07/13	08/13	09/13	10/13	11/13	12/13	01/14	02/14	03/14	04/14	05/14	06/14	07/14	08/14	09/14	10/14	11/14	12/14	01/15	02/15	03/15	04/15	05/15	06/15	07/15	08/15	09/15	10/15	11/15		
Esiselvitys	16	Mon 8.7.13	Mon 29.7.13	■																														
Osaillistumishakemus	0	Mon 8.7.13	Mon 8.7.13	■																														
Projektiaikataulus	2	Mon 15.7.13	Tue 16.7.13	■																														
Resurssikartoitus	3	Wed 17.7.13	Fri 19.7.13	■																														
Tarjousasiakirjat	5	Mon 22.7.13	Fri 26.7.13	■																														
Määrittely	169	Mon 19.8.13	Thu 10.4.14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Projektikokous	1	Mon 19.8.13	Mon 19.8.13	■																														
Projektsuunnitelma	2	Tue 20.8.13	Mon 31.3.14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Resurssivaraukset	2	Thu 22.8.13	Fri 23.8.13	■																														
Alihankintasuunnitelma	5	Mon 19.8.13	Fri 23.8.13	■																														
Rakentaminen	590	Mon 26.8.13	Mon 30.11.15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Aloituskatselmus	11	Mon 26.8.13	Fri 1.5.15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Projektikokous	63	Mon 26.8.13	Thu 9.10.14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Toteutus	565	Mon 2.9.13	Fri 30.10.15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Pilottikohhteiden toteutus	44	Mon 2.9.13	Thu 31.10.13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Maanrakennus/kohteet	205	Mon 12.5.14	Fri 30.10.15										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Teletekniset työt	160	Mon 30.6.14	Fri 16.10.15																															
Kartoitus ja mittaukset	180	Mon 30.6.14	Fri 30.10.15																															
Dokumentointi	295	Mon 6.10.14	Mon 23.11.15																															
Lähtötiedot	30	Mon 6.10.14	Fri 30.10.15																															
Kartoitustiedot	29	Thu 20.10.14	Fri 20.11.15																															
Punakynätiedot	20	Mon 3.11.14	Fri 20.11.15																															
Loppukatselmus ja osaluovutus	11	Fri 1.11.13	Fri 27.11.15																															
Luovutus	0	Mon 30.11.15	Mon 30.11.15																															◊
Seuranta	591	Mon 26.8.13	Mon 30.11.15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Raportointi	329	Mon 26.8.13	Fri 27.11.15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Laadunvarmistus	329	Mon 26.8.13	Fri 27.11.15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Taulukko 1 Rakentamisurakan vaiheet, aikataulu - mukaellen (Lähteinen, Valli)

Rakentamisvaiheen lopussa urakoitsija luovuttaa verkon omistajalle ja vastuu kuituverkon ylläpidosta ja huollosta siirtyy siten omistajalle.

#### 2.5 Verkon käyttö ja ylläpito

Kuituverkon rakentamisen jälkeen on tärkeää, että verkkoa ylläpidetään ja huolletaan. Omistaja vastaa hallitsemansa kuituverkon käytöstä ja ylläpidosta. Tavoitteena on, että kuituverkko on häiriötön ja hyväntasoinen. Jo verkon esiselvitysvaiheessa on hyvä arvioida ja päättää organisoidaanko käyttö ja ylläpito omalla henkilöstöllä vai hankitaanko se ostopalveluna. Ylläpitokustannusten hallinta on osa kannattavuuden hallintaa ja siten käytön ja ylläpidon tehokkuutta ja kustannuksia on hyvä seurata säännöllisesti.

Käyttö ja ylläpito toimii osana koko organisaatiota. Se vastaa teknisestä asiakastuesta, verkon valvonnasta ja verkko-ongelmien käsittelystä. Sen kustannukset muodostuvat

mm. henkilökuluista, laitehankinnoista sekä huolto- ja ylläpitosopimuksista. Alla kuvassa 4 esitellään miten Käyttö ja ylläpito sijoittuu organisaatiossa.



Kuva 4 Käyttö ja ylläpito organisaatiossa (esimerkki)

### 2.5.1 Verkkodokumentaatio

Verkon rakentamisen jälkeen käytön ja ylläpidon kannalta tärkein osa-alue on ajantasainen verkkodokumentaatio. Verkon dokumentoinnissa tulee huomioida kaikki, mitä verkon rakentamiseen on liittynyt. Verkkodokumentaatiosta tulee löytyä kaapeleiden sijainnit, valokuitujen määrät yhteysväleillä, kaivot, jatkokset, kytkentätelineet, verkon aktiivilaitteet sekä asiakasyhteydet ja näiden reitit.

Verkkodokumentaation ollessa kunnollinen ja sen vastatessa sitä tilannetta, joka verkossa oikeasti vallitsee, helpottaa se monia asioita tulevaisuudessa. Esimerkiksi uuden asiakkaan reitin suunnittelu on vaivatonta, kun se voidaan tehdä luotettavasti dokumentaatiojärjestelmän avulla. Dokumentaatiojärjestelmä helpottaa myös vianhallintatilanteita. Kunnollisen verkkodokumentaation avulla voidaan myös helposti suunnitella tulevia verkonlaajennushankkeita, kun on tiedossa mahdolliset kuitujen tai kytkimen liityntäporttien loppumiset.

### 2.5.2 Verkonhallinta

Verkonhallinnan päämääränä on ennaltaehkäistä ja korjata vikoja, hallita käyttöä, toiminnallisia asetuksia ja turvallisuutta. ISO:n (International Organization for Standardization. Kansainvälinen standardisointiorganisaatio) FCAPS-mallin (Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security Management) mukaisesti verkkonhallinnassa tulee huomioida seuraavat kokonaisuudet:

- Vikojen hallinta
- Kokoonpanon hallinta
- Käytön hallinta
- Suorituskyvyn hallinta
- Turvallisuuden hallinta

Vikojen hallinnan tarkoituksena on ongelmien paikallistaminen, eristäminen ja korjaaminen.



Kokoonpanon hallinnalla parannetaan ylläpidon kontrollia verkon laitteiden konfiguroinneista, jotka määrittelevät tietoliikenneverkon toimintaa ja käyttäytymistä.

Käytöhallinta on verkonhallinnan osa-alue, jonka tarkoituksena on tarkastella verkon resursseja ja niiden käyttöä käyttäjätasolla. Käytöhallintaan kuuluu myös käyttöoikeuksien hallinta. Käytöhallinta antaa mahdollisuuden mitata ja raportoida käyttötietoa, joka on eritelty yksittäisiin käyttäjiin.

Suorituskyvyn hallinnalla tarkoitetaan, että verkosta löydetään ne laitteet, joiden suorituskyky ja kuormitus ovat äärirajoilla. Mitattavia asioita ovat esimerkiksi liikennemäärät, käyttöasteet, virheiden määrät ja vasteajat. Suorituskykyä mittaamalla voidaan ennakoita mahdolliset ongelmakohdat.

Turvallisuudenhallinnalla tarkoitetaan luottamuksellisen tiedon suojaamista ja verkossa olevien laitteiden pääsyn rajaamista tuohon tietoon.

### 2.5.3 Asiakastuki

Verkon käyttöön ja ylläpitoon liittyy myös asiakkaille tarjottava tuki. Vaikka verkko on varmatoiminen, ei se kuitenkaan ole käyttäjävarma, joten verkkopalveluita tarjottaessa on järjestettävä myös asiakastukea. Tuen tarve voi olla teknistä tai liittyä laskutukseen. Asiakastuen voi toteuttaa omalla henkilöstöllä tai palvelun voi ostaa ulkoiselta palveluntarjoajalta. Asiakastuen toteutus tulee miettiä jo verkkotoimintaa koskevassa liiketoimintasuunnitelmassa. Asiakastuella tulee olla pääsy edellä mainittuihin verkkodokumentaatio- ja verkonhallintajärjestelmiin.

## 2.6 Verkkohankkeen osapuolet

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti verkkohankkeen eri osapuolia.

*Omistaja* rakentaa ja omistaa verkon ja aktiivilaitteet sekä operoi sitä (esimerkiksi osuuskunta). Omistaja vastaa verkkohankkeen toteutuksesta ja ylläpidosta.

*Käyttäjät* ovat kuituverkon asiakkaat eli kuituverkkoon liittyvät kotitaloudet ja yritykset.

*Ylläpitäjä* vastaa verkon muutoksista sekä häiriöiden ja vikojen korjauksesta.

*Urakoitsija* vastaa verkon rakentamisesta projektisuunnitelman mukaan.

*Verkkopalvelujen tuottaja* välittää talouksille suunnattuja palveluitaan valokuituverkon kautta. Tällaisia palveluita voivat olla esimerkiksi etähoitopalvelut ja erilaiset turvapalvelut.

*Viranomaiset* myöntävät luvat kaapeleiden, putkien ja johtojen sijoittamiseen. Valtion tiealueelle luvan myöntää Elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus (ELY), vesistökaapeliluvan myöntämisestä vastaa Aluehallintovirasto (AVI). Pirkanmaan ELY-keskus myöntää luvan valtion tiealueelle. Kunnalta tai kaupungilta haetaan aina sijoituslupa suunnitteluvaiheessa riippumatta siitä onko maa yksityisen tai kunnan/kaupungin omistama (Ekholm, Karinen). Sijoitussopimus tulee tehdä myös yksityisen *maanomistajan*, tiehoitokunnan tai vesiosuuskunnan kanssa.



## 2.7 Verkkohankkeen hankintaprosessi

Hankeprosessi lähtee aina tarpeesta. Verkkohankkeen keskeisimpiä hankintoja ovat maarakointi, kaapelien hitsausurakointi, aurattavat ja/tai puhallettavat kaapelit, putket sekä keskuslaitteet ja liittyjien päätelaitteet. Edellä mainittujen lisäksi tarvitaan esimerkiksi jatkoskoteloita, merkkipaaluja, suojakouruja, maadoituskuparia ja keskuskaappeja.

Hankintaprosessia voidaan kuvata toisiaan seuraavina vaiheina. Hankintatapahtuma lähtee liikkeelle hankintatarpeesta ja hankintakohteen yksityiskohtaisesta määrittelystä. Määrittelyn jälkeen laaditaan tarjouspyyntö ja toteutetaan kilpailutus. Tarjousten ja käytyjen neuvottelujen perusteella valitaan hankintakohteelle sopivin toimittaja, jonka kanssa tehdään hankintasopimus. Toimittajavalinnan jälkeen tilataan tuote tai palvelu. Olennaisena osana prosessiin kuuluu valvoa, että tuote tai palvelu vastaa tilausta.

Kuva 5 kuvaa hankintaprosessin eri vaiheita.



Kuva 5 Perinteinen kuvaus hankintaprosessista (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, 62)

Mikäli rakennuttajana on yksityinen taho, kuten osuuskunta, kyläyhdistys tai osakeyhtiö, voidaan kilpailuttaminen tehdä rakennuttajan parhaaksi katsomalla tavalla. Mikäli omistajana on kunta tai muu julkinen toimija tai jos hankkeen rahoituksessa käytetään EU-rahoitusta, valtion tai kuntien tukea, on rakennuttajan velvollisuutena silloin noudattaa hankintalakea. Julkiset hankinnat tulee tehdä hankintalainsäädännössä säädettyjä menettelytapoja noudattaen. Hankintalain kynnysarvossa määritellään se, missä laajuudessa kilpailutus on suoritettava: 1) kansallinen hankintamenettely, 2) EU-hankintamenettely tai 3) kynnysarvon alittava hankinta. Hankinnat on kilpailutettava avoimesti ja tehokkaasti, ja kilpailuun osallistuvia yrityksiä on kohdeltava tasapuolisesti ja syrjimättömästi.

Hankintalakiin voi tutustua Finlexin sivulla

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070348>.

Tarkempia säännöksiä (hankinta-asetus) hankintalaista löytyy Finlexin sivulta

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070614>.

Julkiset hankinnat ilmoitetaan keskitetysti HILMA -portaalissa, osoitteessa

<http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/>.

Tarkempaa tietoa hankinnoista löytyy myös Kuntaliiton ja työ- ja elinkeinoministeriön yhteisen julkisten hankintojen neuvontayksikön kotisivuilta [www.hankinnat.fi](http://www.hankinnat.fi).

On suositeltavaa, että ennen hankinnan käynnistämistä varmistetaan suunniteltujen toimenpiteiden lainsäädännön mukaisuus ja sen mukaan käytettävä hankintamenettely. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta (JUHTA) on julkaissut ohjeen "Neuvottelumenettelyjen käyttö ICT-hankinnoissa" (JHS suositukset, 2013). Ohjeen tarkoituksena on tukea julkishallinnon ICT-hankintoja koskevaa hankintamenettelyn valintaa. Ohjeessa keskitytään lähinnä kahteen hankintamenettelyyn: neuvottelumenettelyyn ja kilpailulliseen neuvottelumenettelyyn.

### 2.7.1 Verkkohankkeen kilpailutus

Hankinta alkaa valmistelulla. Prosessia edistää, että hankkeen keskeiset tavoitteet on määritelty, hankkeella on realistinen aikataulu ja erityisesti laajassa verkkohankkeessa on hyvä kartoittaa riskit ja tehdä niihin varautumissuunnitelma. Edellytyksenä on myös, että hankkeelle on olemassa rahoitussuunnitelma, joka mahdollistaa hankinnan. Verkkohankkeen ulkoiset ja sisäiset sidosryhmät ovat kiinnostuneita hankkeen etenemisestä, joten tiedotuskäytännöistä on myös hyvä sopia.

Verkkohankkeelle on mahdollista saada kunnan, valtion tai EU:n tukea. Tuki suunnataan maantieteellisesti syrjäisimpien alueiden yhteyksien saatavuuden parantamiseen. Tukikelpoiset alueet on määritelty Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksella. Kunnat on jaettu kolmeen eri maksuluokkaan riippuen kunnan taloudellisesta kantokyvystä, väestötiheydestä, laajakaistahankkeen laajuudesta ja teknisestä toteutustavasta sekä asukasta kohden lasketuista kustannuksista. Tukea voi hakea sen jälkeen kun maakunnan liitto on julistanut julkisen tuen haettavaksi ja valitsee tarjousten perusteella hankkeelle toteuttajan. (Viestintävirasto 2013.)

Lisätietoa Laajakaista 2015 tuista löytyy Viestintäviraston sivulta <https://www.viestintavirasto.fi/ohjausjavalvonta/laajakaista2015-tuet.html>.

Hankintatarpeiden kartoitus ja hankinnan suunnittelu on hyvä tehdä yhteistyössä sidosryhmien kanssa. Lisäksi on syytä määrittää hankintalaji eli ostetaanko palvelua vai tavaraa. Tämän jälkeen valitaan hankintamenettely, joka julkisissa ICT-hankinnoissa tarkoittaa neuvottelumenettelyä tai kilpailullista neuvottelumenettelyä. Yksityiset yritykset voivat tätä vaihtoa soveltaa tai jättää sen väliin.

On suositeltavaa kartoittaa markkinat ja esiselvittää mitä vaatimusmäärittelyjä hankinnalle on. Markkinakartoituksen tavoitteena on selvittää vaihtoehtoisia hankintamalleja ja toteutustapoja sekä arvioida potentiaalisia toimittajia ja niiden halukkuutta vastata tarjouspyyntöön. Markkinakartoituksessa voi kartoittaa alustavasti myös kustannustasoa.

Vaatimusmäärittely on syytä tehdä huolella ja siihen on hyvä varata riittävästi aikaa. Kelpoisuusehtoina voivat olla taloudelliset vaatimukset, esimerkiksi taloudellinen ja rahoituksellinen tilanne, ja tekniseen suorituskykyyn ja ammatilliseen pätevyyteen liittyvät vaatimukset kuten henkilöstön osaaminen, organisaation sertifikaatit ja referenssit ja materiaalihankinnassa laatuvaatimukset ja tekniseen suorituskykyyn liittyvät asiat. Valmisteluvaiheessa on hyvä aloittaa myös sopimusluonnoksen ja -ehtojen määrittely.

Hankintaa koskevat keskeiset vaatimukset kerrotaan hankintailmoituksessa, mm.

- hankinnan valinta- ja vertailuperusteet
- onko tarkoitus rajoittaa menettelyyn osallistujien määrä ja sitä koskevat perusteet
- onko tarkoitus käydä neuvotteluja tai vuoropuhelua vaiheittain vähentämällä osallistujien määrää
- sallitaanko vaihtoehtoiset tarjoukset (JHS 2013).

Osallistujat esikarsitaan osallistumishakemuksen jättäneiden joukosta ja ainoastaan vähimmäisvaatimukset täyttävät ehdokkaat voidaan kutsua neuvotteluihin.

Hankintalaissa säädellään teknisistä vaatimusmäärittelyistä. Yleisperiaatteena on, että hankinnan sisältöä kuvaavat tekniset eritelmät on esitettävä hankintailmoituksessa tai tarjouspyynnössä ja teknisten eritelmien on mahdollistettava tarjoajille yhtäläiset mahdollisuudet osallistua tarjouskilpailuun. Tekniset eritelmät eivät lisäksi saa

perusteettomasti rajoittaa kilpailua julkisissa hankinnoissa. (Finlex 2013.) Neuvottelukutsussa, alustavassa tarjouspyynnössä tai hankekuvauksessa kerrotaan ne seikat, jotka ovat ehdottomia vaatimuksia ja ne seikat, joista voidaan neuvotella. Ehdottomia vaatimuksia ovat yleensä esimerkiksi hankinnan kohteen vaatimusmäärittely ja sopimusehdot. (JHS 2013.)

Neuvottelujen tarkoituksena on tarjousten mukauttaminen alustavassa tarjouspyynnössä tai hankekuvauksessa esittämiin vaatimuksiin ja siten parhaan tarjouksen valinta. Neuvottelut voivat koskea kaikkia hankintasopimuksen toteuttamiseen liittyviä ehtoja. Teknisiä ratkaisuja koskeissa neuvotteluissa täsmennetään vaatimusmäärittelyjä, palvelujen tuottamista ja projektin toteuttamiseen liittyviä asioita. Neuvotteluja voidaan käydä useampia kierroksia, joissa kussakin osapuolet täsmentävät aiemmin esittämiään vaatimuksia, ehtoja tai antamia asiakirjoja. (JHS 2013.) Hinta- ja toimitusehtojen tinkimistä, joita käytetään yleisesti yksityissektorilla, ei voida julkisissa hankinnoissa käyttää.

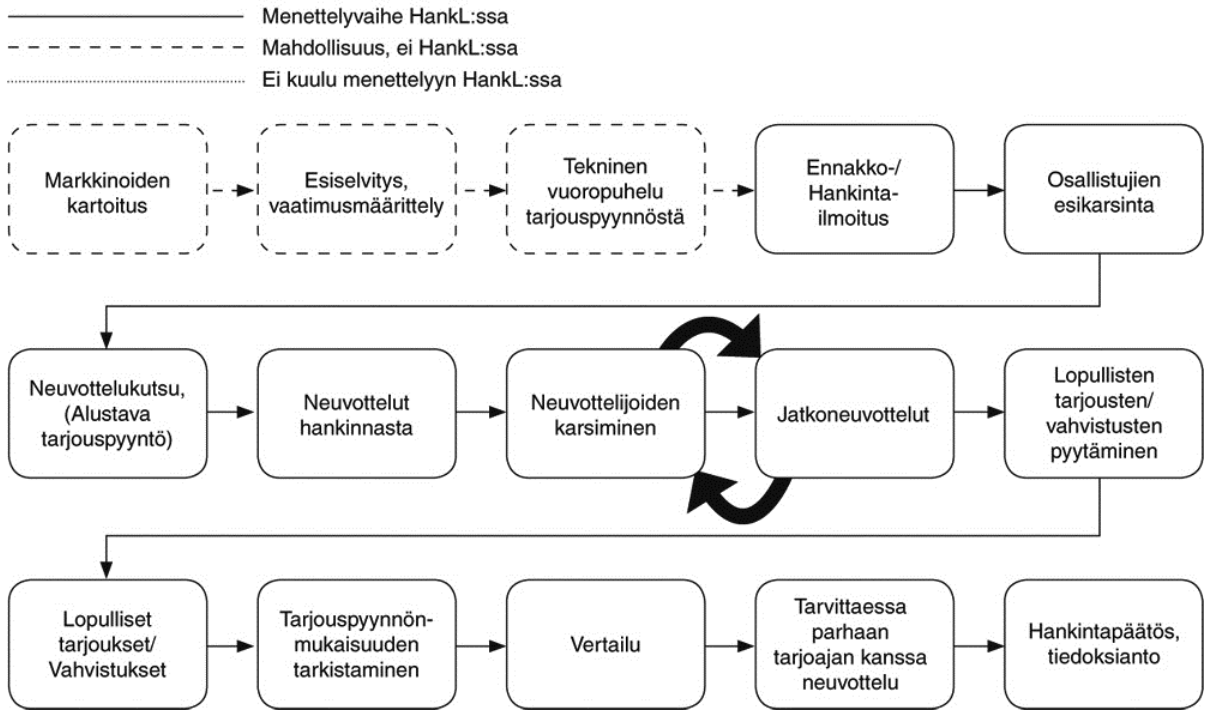
Lopullinen tarjouspyyntö laaditaan kun neuvotteluja on käyty riittävässä määrin ja todetaan, että tietoa ratkaisumallista on riittävästi. Lopullisten tarjousten on täytettävä kohteen vaatimat vähimmäisvaatimukset. Yrityspuolella toimittajan kelpoisuus voidaan tarkistaa esimerkiksi toimittajan taustatietoja analysoimalla.

Tarjousten vertailu tehdään yleensä vertailutaulukon avulla. Tällöin tarkistetaan, että tarjoukset täyttävät hankintailmoituksessa tai hankekuvauksessa vaaditut ehdot, joita on mahdollisesti täsmennetty lopullisessa tarjouspyynnössä, ja että siinä on tarvittavat asiakirjat mukana. On suositeltavaa, että vertailuperusteet ovat selkeät ja, että niihin ei jää tulkintavaraa.

Vertailun perusteella tehdään hankintapäätös, josta käy ilmi ratkaisuun vaikuttaneet seikat. Julkisen hankinnan päätös perusteluineen sekä muutoksenhakuohjeineen annetaan tiedoksi menettelyyn osallistuneille. (JHS 2013.) Hankinnasta tehdään tarvittaessa hankintasopimus tai puitesopimus.

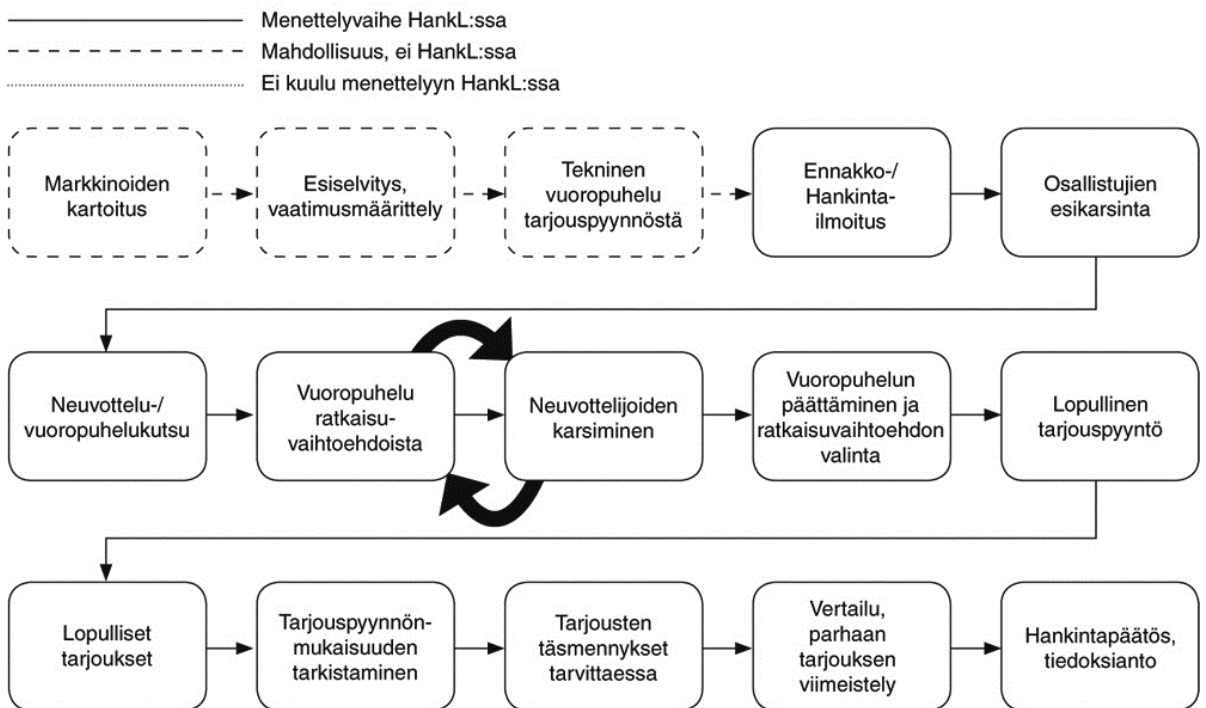
Alla on kuvattu (kuva 6 ja kuva 7) neuvottelumenettelyyn ja kilpailulliseen neuvottelumenettelyyn liittyvä julkisen hankinnan hankintaprosessi.

### Neuvottelumenettely



Kuva 6 Neuvottelumenettely (JHS suositukset 2013)

### Kilpailullinen neuvottelumenettely



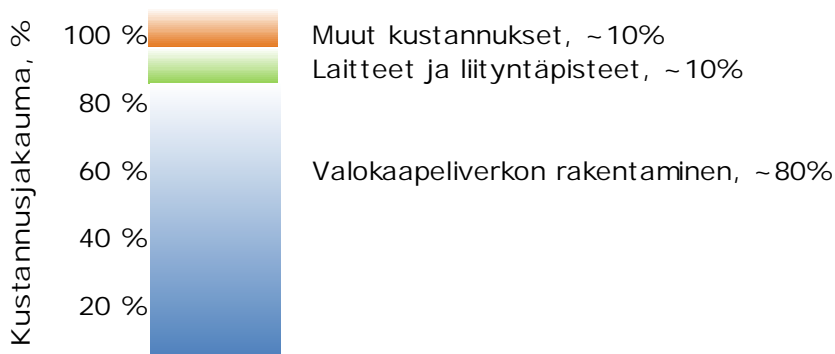
Kuva 7 Kilpailullinen neuvottelumenettely (JHS suositukset 2013)

## 2.8 Verkkohankkeen kustannukset

Verkkosuunnittelun lähtökohtana on pyrkimys optimoida verkon kokonaiskustannuksia pitkällä aikavälillä. Verkkohankkeen kustannukset muodostuvat verkon suunnittelusta, laitetiloista, laitteista ja materiaaleista, lupien hakemisesta, maanrakennusurakoinnista, teiden alituksista, dokumentoinnista sekä projektin hallinnoimisesta (suunnittelu, projektin johto, tiedottaminen yms.).

Yleinen perusohje on, että suurin kustannus verkkohankkeesta – noin 80% - kohdistuu verkon rakentamiseen. Noin 20% kustannuksista muodostuu materiaalista ja muista kustannuksista.

Kuva 8 alla havainnollistaa kustannusten jakautumisen valokaapeliverkkohankkeessa.



Kuva 8 Kustannusten jakaantuminen valokaapeliverkkohankkeessa

Taulukossa 2 alla on laskettu esimerkinomaisesti verkkohankkeen eri kustannustekijöiden osuus kyseisen tekijän kokonaiskustannuksista ja koko verkon kustannuksista. Suurin kustannuserä, 87 prosenttia, tässä esimerkihankkeessa muodostuu verkon kaapeloinnista, laitetilojen ja liittymäpisteiden kustannuksen muodostaessa 4 prosentin, päättämisen, mittauksen ja laitteiden 4 prosentin kuluera. Muut kustannukset tässä hankkeessa ovat 6 prosenttia kokonaiskustannuksista.

	Määrä	Osuus vaiheen kokonaiskustannuksista	Osuus verkon kokonaiskustannuksista
<b>KAPELOINTI</b>		100 %	87 %
Tien alitus (poraaminen)	10	3 %	
Kaapeliliinjat ja asennustapa	44600	97 %	
<b>LAI TETILAT JA LIITTYMÄPISTEET</b>		100 %	4 %
Aktiivilaitetila, sisätila	2	21 %	
Aktiivilaitetila, ulkokaappi	1	22 %	
Passiivilaitetila-jatkoskaappi (2)	3	11 %	
Passiivilaitetila-jatkoskotelo (9)	18	46 %	
<b>PÄÄTTÄMINEN, MITTAUS JA LAITTEET</b>		100 %	3 %
A-alue (kiint. 48, tilaajia alkuvaiheessa 25)		46 %	
B-alue (kiint. 27, tilaajia alkuvaiheessa 11)		30 %	
C-alue (kiint. 27, tilaajia alkuvaiheessa 12)		23 %	
	määrä		
<b>MUUT KUSTANNUKSET</b>		100 %	6 %
Dokumentointi	1,50 %	23 %	
Muut kustannukset	5 %	77 %	

Taulukko 2 Eri kustannustekijöiden osuus verkkohankkeessa, esimerkki.

Urakoinnin kustannukset muodostuvat eri rakennusmenetelmien käytöstä (auraaminen, kaivaminen, louhinta, asennus pylväisiin, tien alitukset, vesistön ylitykset). Liityntä- ja runkoverkon yhteysurakoinnin kustannustekijöitä on kuvattu Taulukossa 3.

MENETELMÄ	KUSTANNUSTEKIJÄ
<i>Auraaminen €/m</i>	Auraustyö Kaapeli Jatkos 3 km välein
<i>Kaivaminen, asennettuna putkeen €/m</i>	Kaivuutyö Kaapelikaivo 500 - 1 000 m välein Putki + asennus Kaapeli (36 kuitua) ja vetotyö Täyttö Jatkos 3 km välein
<i>Kaivaminen, asentaminen maahan €/m</i>	Kaapeli Kaivuutyö + kaapelin asennus Täyttö Jatkos 3 km välein
<i>Louhinta kallioon €/m</i>	Louhinta Kaapeli (36 kuitua) Louhinta- ja räjäytystyö Täyttö
<i>Asennus pylväisiin (pylväät valmiina)</i>	Kaapeli Kaapelin veto ja asennus Jatkos 3 km välein
<i>Asennus pylväisiin (pylväät asennettava)</i>	Pylväiden asennus Kaapeli Kaapelin veto ja asennus Jatkos 3 km välein
<i>Tien alitus (poraaminen) €/m</i>	Kaivaminen +kaivot molempiin päihin Poraustyö ja putken asennus
<i>Tien alitus (kaivaminen) €/m</i>	Kaivaminen +kaivot molempiin päihin Kaivaminen ja jälkihoito Putken asentaminen Asfaltointi
<i>Vesistön ylitys (talviasennus, kaapeli painoilla jään päälle)</i>	Kaapeli + painot Kaivot molempiin päihin ja asennustyö vesirajaan

Taulukko 3 Urakoinnin kustannuselementit/liityntä- ja runkoverkot

Laitteisiin ja materiaalikustannuksiin kuuluvat esimerkiksi kaapelit, kaapelikaivot, putket, laitetilat ja -kaapit, räkit, hyllyt, pistorasiat ja jatkokset.

Esimerkki laitetilojen ja tilaajaliittymien kustannustekijöistä on kuvattu Taulukossa 4.

LAITETILA	KUSTANNUSTEKIJÄ
<i>Aktiivilaitetila, lämmin sisätila</i>	Laitekaappi (lukittava) Tarvikkeet (räkit, hyllyt, pistorasiat) Asennus tasainen virransyöttö lyhyissä katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa. Se liitetään virtalähteen ja virtaa käyttävän laitteen väliin. Muut tarvikkeet (esim. kytkentäkuidut, valokuitujen kytkentäpanelit) Sähköliittymä
<i>Aktiivilaitetila, ulkokaappi (sähköt, UPS, lämmitys, tuuletus)</i>	Laitekaappi IP56 (lukittava, eristetty) Tarvikkeet (räkit, hyllyt, pistorasiat, lämmitin, tuuletin) Asennus UPS (Uninterruptible Power Supply). Laite, jonka tehtävänä on taata tasainen virransyöttö lyhyissä katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa. Se liitetään virtalähteen ja virtaa käyttävän laitteen väliin. Muut tarvikkeet (esim. kytkentäkuidut, valokuitujen kytkentäpanelit) Sähköliittymä
<i>Passiivilaitetila-jatkoskaappi</i>	Jatkoskaapin perustukset (tai kaivo tai tolppa) Jatkoskaappi (2-osainen kondenssivettä vastaan)
<i>Passiivilaitetila-jatkoskotelo</i>	Jatkoskaapin perustukset (tai kaivo tai tolppa) Kotelo tarvikkeineen

Taulukko 4 Laitetilojen ja tilaajaliittymien kustannustekijät

Kuvassa 9 on esitetty lämmin laitetila (pieni) ja kuvassa 10 ulkojakokaappi.



Kuva 9 Lämmin laitetila (Esari Oy)



Kuva 10 Ulkojakokaappi (Mecafer Oy)

Verkkohankkeen muut kustannukset muodostuvat dokumentoinnista, projektin hallinnoinnista, kilpailutuksesta, lupahakuprosessista, suunnittelusta ja raportoinnista.



Lisäksi tulee usein myös oheiskustannuksia, jotka eivät liity varsinaiseen rakentamiseen, mutta rakentamisen järjestelyihin. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi liikenteen ohjauksen järjestäminen kaapelin auraamisen tai kaapeliojan kaivutöiden yhteydessä.

### 3. Kuituverkon rakentamismenetelmät

Kustannusten ja projektin sujuvuuden kannalta ei ole sama minkä rakentamismenetelmän valitsee urakalle. Tarkoituksenmukaisinta on valita aina kyseiseen maastoon sopivin menetelmä. Näin ollen yksi projekti voi sisältää monta eri rakennusmenetelmää. Hyvällä ja ammattitaitoisella suunnittelulla voidaan vaikuttaa myös projektin kustannustasoon suotuisasti.

Tässä kappaleessa kuvataan eri rakentamismenetelmiä, niiden käyttökohteita, etuja ja haittoja sekä arvioidaan kustannustasoa. Menetelmän kustannukset ovat suuntaa-antavia, sillä jokainen verkkohanke on yksilöllinen ja hinta määräytyy markkinatilanteen mukaan.

#### 3.1 Auraaminen

Auraus on sopiva valokuitukaapeliverkon rakentamismenetelmä, mikäli valokuituverkkoa rakennetaan taajaman ulkopuolella. Taajamassa joudutaan pääsääntöisesti rakentamaan verkkoa muilla tavoin kuin auraamalla. Taajamassa auraamista rajoittavat esimerkiksi muu maahan rakennettu infrastruktuuri sekä sidotut pinnat, kuten asfaltti. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Aurauksessa tehdään muutaman senttimetrin levyinen viilto maahan, jonka syvyys on riippuvainen viranomais määräyksistä. Tyypillinen kaapelin asennussyvyys on 70 senttimetriä. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Aurauksessa aurakone auraa annetun linjan mukaan. Kaapeli tai putki sekä merkkinauha syötetään auran kautta samalla auran tekemään viiltoon. Mikäli yhdellä kertaa ei päästä vaadittavaan syvyyteen, voidaan ensin suorittaa esiauraus, jonka jälkeen tehdään varsinainen kaapelin auraus. Aurauksen jälkeen kaapelia maahan sijoittamista varten tehty viilto peitetään ja jäljet peitetään kaivinkoneella. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kaivinkone painaa kauhan sileällä osalla viillon tasaiseksi. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Kuvassa 11 on esitetty auraustyömaa.



Kuva 11 Valokuidun maahan laskemista auraamalla (Lähteinen)

Auraamalla tehtyä valokuituverkon rakennushanketta voidaan kuvata seuraavasti:

1. Aloituskatselmus
2. Liikenteen järjestelyt
3. Auraus, tarvittaessa esiauraus, ja kaapelin asennussyvyyden seuranta
4. Aurausjälkien peittäminen
5. Loppukatselmus
6. Kartoitus ja kaapelin asennussyvyyden seuranta
7. Suunnitelmien ja dokumentoinnin päivittäminen kartoituksessa tehtyjen huomioiden perusteella (Heusala, Lähteinen, Valli)

Auraamista suositetaan pääsääntöisesti haja-asutusalueella. Aurausta voi kuitenkin rajoittaa kaluston raskaus pienemmillä teillä, joissa tien kantavuus saattaa olla esteenä auraukselle. Auraus on muihin verkon rakentamistapoihin verrattuna nopea rakennusmenetelmä, jonka myötä se on myös edullinen. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Auraaminen ei sovellu kaikkiin paikkoihin, esimerkiksi sidotut pinnat, kuten asfaltointi, rajoittaa auraamisen käyttöä. Myös louhikkoinen maasto on este auraamiselle. (Heusala, Lähteinen, Valli) Epätasainen maasto on haaste auraustekniikalle. Jyrkät pinnankorkeuden muutokset aiheuttavat kaapelin nousemisen pintaan auraukseen aiheuttaman vedon vuoksi ja mutkaisella reitillä kaapeli painautuu mutkan sisempään sivuun, eikä näin ollen laskeudu vapaasti viillon pohjalle kuten suorilla ja tasaisilla osuuksilla. (Ilves)

Auraamisessa tulee myös huomioida, että jos päätetään aurata pelkästään kaapeli, mutta ei suojaputkea, ei välille saada lisättyä lisäkuituja ilman uutta maanrakennustyötä. Tämä tulee huomioida kaapelin mitoituksessa. Mikäli päätetään, että suojaputkea ei käytetä, on myös huomioitavaa, että kaapeli on tässä tapauksessa suojaamaton ja kaapeli voi altistua esimerkiksi terävien kivien painaumille. Tämä voi aiheuttaa häiriöitä tietoliikenneyhteyksien toimivuuteen. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Auraamisen kustannukset ilman materiaaleja ovat noin 1,5-2,5 €/m. Esiaurauksen tuoma lisähinta on noin 0,5-1,5 €/m. Hintatasoon vaikuttaa aurauksen etäisyys tiestä, aurataanko sisä- vai ulkoluiskaan, onko kyseessä uusi vai vanha reitti sekä millaisella alueella aurataan (asfaltoitu tie, hiekkatie, nurmikko, pelto). Lisäkustannuksia auraukselle tulee, mikäli aurataan suojaputki. Suojaputken aiheuttamat lisäkustannukset ovat noin 0,7-1,2 €/m. (Kivimäki)

Video aurauksesta löytyy osoitteessa: <http://www.youtube.com/watch?v=Vq8uAblpOXw>

### 3.2 Kaivaminen

Kaivaminen tapahtuu kaivinkoneella, jolla tehdään noin neljäkymmentä senttimetriä leveä kaivanto luvassa määriteltyyn kohtaan. Kaivannon pohja tasoitetaan. Kaapeli tai putket levitetään kaivannon viereen, josta se levitetään tehtyyn kaivantoon. Kaapelin tai putken asennuksen jälkeen tehdään esipeitto, jossa asennetun kaapelin tai putken päälle levitetään noin kahdenkymmenen senttimetrin kerros maata ja tämän päälle levitetään merkkinauha varoittamaan tulevia kaivu-urakoita kuitukaapelin sijainnista. Kaivanto täytetään joko kivettömällä kaivantomaalla tai tilalle tuodaan uutta maa-ainesta. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Kuvassa 12 on esitetty kuva kaapelin kaivutyömaalta. Kuvassa näkyy maahan laskettuja valokuitukaapeleita sekä halkaistuja suojaputkia, jotka levitetään kaapeleiden päälle suojaksi.





Kuva 12 Valokuituverkon rakentaminen kaivamalla. (Lähteinen)

Kaivamalla tehtävää kaapelinasennusprosessia voidaan kuvata seuraavasti:

1. Aloituskatselmus
2. Liikenteen järjestelyt
3. Asfaltin leikkaus, mikäli tarpeen
4. Ojan aukaisu
5. Pohjan tasaus
6. Kaapelin tai putken levitys kaivantoon, kaapelin asennussyvyyden seuranta
7. Kaapelin esipeitto. Kaapeli tai putki esipeitetään hiekalla tai kivettömällä maa-aineksella. Kaapelin suojaukseen voidaan käyttää myös kourua.
8. Merkkinauhan sijoittaminen noin kaksikymmentä senttimetriä kaapelin yläpuolelle
9. Kaapeliojan täyttö
10. Loppukatselmus
11. Kartoitus
12. Suunnitelmien ja dokumentoinnin päivittäminen kartoituksessa tehtyjen huomioiden perusteella (Heusala, Lähteinen, Valli)

Kaivaminen on yleinen rakentamismenetelmä taajama-alueella. Kaivamisen valintaperusteeksi muodostuu usein se, että rakennusalueella on sidottuja pintoja, kuten asfalttia. Kaivamisen valikoituminen rakennusmenetelmäksi voi johtua myös tilan ahtaudesta, tai jo maahan sijoitetuista kaapeleista. Kaivaminen soveltuu myös kivikkoiseen ja louhikkoiseen maastoon. Kaivaminen soveltuu lähes kaikentyypiseen ympäristöön, mutta ei kallioiseen maastoon, johon menetelmistä sopii louhinta. Kaivamalla tehtävä verkon rakentaminen tarjoaa myös rakentajalle mahdollisuuden suojata kaapeli aurausta paremmin joko kourulla tai putkella. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Kaivamalla tehtävä valokuituverkon rakentaminen on auraamiseen verrattuna kalliimpaa ja hidasta. Kaivutyölle aiheutuu lisäkustannuksia, mikäli kaivantoa joudutaan tekemään sidotuille pinnoille (esimerkiksi asfaltille), nurmikolle tai vaikkapa laatoitetulle alueelle. Kustannuksia voi syntyä myös maanvaihtotöistä kohteissa, joissa joudutaan tuomaan uutta kivetöntä maata vanhan kivisen maan tilalle ja viemään pois käyttökelvotonta maa-ainesta. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Kaivamisen kustannukset ilman materiaaleja ovat noin 8-28 €/m. Hintaan vaikuttaa missä kaivu-urakointi tapahtuu (asfaltti, hiekkatie, kivikko, louhikko, nurmikko) sekä tapahtuuko urakointi uudella vai vanhalla reitillä. Kaivaminen on halvinta, mikäli kaivutyö voidaan tehdä tiealueelta uudelle reitille ja kalleinta, jos kaivutyö joudutaan suorittamaan sidotulle tiepinnalle. Talvella kaivutyötä suoritettaessa työstä peritään routalisä, jonka lisäkustannus on noin 20 €/m. (Kivimäki)

Kaivaessa pintojen paikkauksesta aiheutuu kustannuksia. Teiden paikkaustöiden kustannukset ovat noin 45-85 €/m<sup>2</sup>. Hintataso on riippuvainen katuluokasta sekä siitä onko kyseessä kestopäällyste vai tilapäinen päällyste. Hoidetun nurmikon uusinta maksaa noin 7-10 €/m<sup>2</sup>, multaaminen ja hiekka noin 7 €/m<sup>2</sup>. (Kivimäki)

Uusia kaapelointimenetelmiä ovat mikro-ojitus ja mikroputkitus. Mikro-ojituksessa asfalttiin sahataan tai jyrsitään timanttiterällä ura, jonne kuitukaapelit asennetaan. Mikroputkituksessa kuitukaapeli asennetaan kuparikaapelin vaipan sisälle. Kuitukaapeli puhalletaan mikroputken avulla kaapelin sisälle laitetilojen välille. Mikro-ojitus- ja mikroputkitusmenetelmillä kuitukaapelin asentaminen on nopeampaa ja jälkitöiden määrä kuten asfaltointi, on huomattavasti vähäisempää kuin perinteisillä menetelmillä. Mikro-ojitus ja mikro-putkitus ovat kuitenkin menetelmiä, jotka eivät ole vielä yleisesti käytössä, mutta yleistynevät lähiaikoina.



### 3.3 Sahaus

Sahaus on Suomessa varsin uusi verkonrakennusmenetelmä, jota on pilotoitu muutamissa kohteissa. Sahaus on niin sanottu matala-asennusmenetelmä, jossa holvisahalla sahataan asfalttiin muutaman sentin levyinen ja 30–40 senttimetrin syvyinen viilto, jonne kaapeli asennetaan. Sahaus soveltuu sidotuille pinnoille, pehmeille pinnoille sahaukselle vaihtoehtona on ketjukaivurin käyttö. (Heusala, Lähteinen, Valli) Kuvassa 13 on esitetty sahaus kuituverkon rakennusmenetelmänä.



Kuva 13 Holvisahalla tehtävää valokuituverkon rakentamista (Lähteinen)

Kuvassa 14 on nähtävillä ketjukaivuri, jolla valokuitua kaivetaan nurmelle. Kuvassa näkyy kaivannon viereen laskettu valokuitukaapeli.



Kuva 14 Ketjukaivuri kaivaa nurmea auki (Lähteinen)

Sahausten ollessa valittu verkonrakentamismenetelmä, työvaiheita voidaan kuvata seuraavasti:

1. Aloituskatselmus
2. Liikenteen järjestelyt
3. Sahaus
4. Mikrokaapelin tai -putken levitys sahausten yhteydessä tai erikseen
5. Kaapelin esipeitto. Kaapeli tai putki esipeitetään hiekalla tai kivettömällä maaineksella.
6. Kaapeliojan täyttö
7. Pinnoitus
8. Loppukatselmus
9. Kartoitus
10. Suunnitelmien ja dokumentoinnin päivittäminen kartoituksessa tehtyjen huomioiden perusteella (Heusala, Lähteinen, Valli)

Sahausta on testattu Suomessa muutamassa kohteessa. Sahausten etuina on pinnoitteiden uusinnan tarpeen huomattava pieneminen. Sahaus on myös kaivamiseen verrattuna nopeampaa. Sahaustyömaan vaikutukset liikenteeseen ovat pienemmät ja lyhytkestoisemmat. Helsingissä toteutetussa pilottiprojektissa kaapelia saatiin asennettua noin kaksisataa metriä päivässä. (Relacom)

Sahausten valintaa toteuttamisvaihtoehdoksi rajoittaa olemassa oleva maan alle sijoitettu infrastruktuuri, eikä se myöskään sovellu ahtaisiin paikkoihin. Koska sahaamalla asennettuja kaapeleita on vielä vähän, on esimerkiksi talven tai roudan vaikutuksista



kaapeliin ja sille tehtyyn peittotyöhön vähän tietoa. Käyttökokemuksia on odotettavissa lähitulevaisuudessa, kun kaapelit ovat olleet maan alla useamman vuoden, jolloin menetelmän toimivuutta voidaan arvioida kunnolla. (Heusala, Lähteinen, Valli)

### 3.4 Louhinta

Mikäli kaapeli joudutaan rakentamaan kallioiseen maastoon, joudutaan tekemään louhintatöitä. Louhintakohteissa kaapelin asennussyvyys on 0,3 m. Louhintajäte on kuljetettava pois, jos jätettä ei voida sijoittaa täyden yhteydessä ojaan. Louhintakohtassa kaapelioiden pohja on tasoitettava 50...100 mm paksuisella hiekka- tai maakerroksella. Kaapeli voidaan asentaa vasta tasoituksen jälkeen. (Ratahallintokeskus)

Alla olevassa kuvassa 15 on esitetty kaapelia varten tehtävää louhintaa iskuvasaralla.



Kuva 15 Kaapelireitin louhintaa iskuvasaralla. (Lähteinen)

Kallioiseen maastoon lasketun kaapelin suojaus voidaan tehdä betonoimalla tai suojaamalla kaapeli teräslevyllä.

Kanavan louhinnalla tarkoitetaan, että kanava tehdään kallioon räjäytystyöllä. Kaapelien asennussyvyys voi silloin poikkeuksellisesti olla vähintään 40 cm, mutta tällöin on huomioitava, että mitä lähempänä kaapeli on maan pintaa, sitä helpommin se voi vaurioitua. Kanavan louhinta maksaa noin 90-110 €/m. Kiven murskaaminen iskuvasaralla maksaa noin 55-68 €/m. Kaapelikaivon paikan tekeminen pistemäisellä louhinnalla maksaa noin 40-225 €/m<sup>3</sup>. (Kiviniemi)



Kaapelin suojaaminen betonoimalla tai teräslevysuojauksella maksaa noin 45-50 €/m.

### 3.5 Kaapelin laskeminen vesistöön

Valokuitukaapelin laskeminen vesistöön on järkevä vaihtoehto, mikäli kaapeli oikaisee vesistön läpi huomattavan matkan tai maasto on sellaista, että rakentamiskustannukset nousevat muilla menetelmillä suuriksi, tai mikäli yhteys halutaan rakentaa saareen. Vesistökaapelin asentamiseen tarvittava kalusto riippuu siitä, kuinka pitkistä kaapelinvedosta on kyse. Mikäli matka on lyhyt, voidaan kaapeli laskea veteen esimerkiksi vetämällä kaapelia suoraan kelalta veneellä tai vetämällä lauttaa tai ponttooneita, jolloin kaapelin pituus voi olla kymmeniä kilometrejä, mutta suuremmissa hankkeissa tarvitaan järeämpää kalustoa. (Lammes)

Kuvassa 16 on esitetty ponttooneilla toteutetun vesistökaapelin laskemisen kalustoa. Kuvassa 17 on esitetty Relacomin omistamalla Telepaatti -nimisellä kaapelialuksella tehtyä vesistökaapelin laskemista, jossa kaapeli on sijoitettuna erilliselle proomulle.



Kuva 16 Vesistökaapelin laskua ponttooneilta (Lammes)



Kuva 17 Vesistökaapelin laskua kaapelialukselta (Lammes)

Vesistökaapelin rajapintana maakaapeliin on jatkoskaivo, josta kuitureitti jatkaa vesistökaapelilla. Vesistökaapelin rakentamista voidaan kuvata seuraavilla työvaiheilla:

1. Kaluston paikalle tuonti
2. Kaapelin lastaaminen
3. Kaapelin laskeminen veteen
4. Kaapelin ankkurointi nousurannoilla
5. Dokumentointi (Lammes)

Vesistöön asennettava kaapeli on rakenteeltaan erilaista kuin maakaapeli. Kaapeliin on sisäänrakennettuna kaapelia vahvistava armeeraus, jotta kaapeli kestäisi veden alla erilaisia voimia ja rasituksia.

Vesistöön sijoitettavan valokuitukaapelin omamassa vaihtelee ns. järvikaapelella välillä 0,6–1,0 kiloa per metri ja merikaapeleilla välillä 1,7–3,0 kiloa per metri, joten kaapelia on joskus lisäpainotettava kaapeliin kiinnitettävillä lisäpainoilla, jottei kaapeli liikkuisi virtausten mukana, tai vesistöluvan antajan niin vaatiessa. Vesistökaapelin käyttöäksi luvataan 30 vuotta. Vesistöön sopiva kaapeli on hinnaltaan noin kaksi - kolme kertaa kalliimpaa kuin maakaapeli. Lisähinta muodostuu kaapelin rakenteesta, kaapelin sisällä olevien kuitujen määrän vaikutus hintaan on tästä johtuen varsin pieni. Näin ollen on suositeltavaa, että vesistökaapelia hankittaessa kaapeli mieluummin ylimitoitetaan, jotta tulevaisuudessa kaapelissa on riittävästi kapasiteettia myös tulevaisuuden tarpeet huomioiden. (Lammes)

Vesistökaapelia suunniteltaessa on huomioitava, että luvan haku on maahan asennettavan kaapelin lupaan verrattuna huomattavasti pidempikestoisempi. Lupaprosessin kesto saattaa olla neljästä viiteen kuukautta. Vesistökaapelin suunnitteluun vaikuttaa myös mairinnousupaikka. Mairinnousupaikkaan pitää olla lupa

maanomistajalta. Suunnitteluvaiheessa kannattaa olla yhteydessä myös muihin viranomaisiin, sillä alueella saattaa olla meneillään esimerkiksi väylähankkeita, jotka saattavat viivästyttää kaapelinrakennushanketta tai muuttaa suunniteltua reittiä. Myös kaupungin kaavoitus tulee huomioida, koska tulevaisuuden suunnitelmat voivat vaikuttaa sijoitusluvan saantiin. (Lammes) Lisätietoa vesistökaapelin liittyvästä luvan hakemisesta saa Ympäristöhallinnon verkkosivuilta osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_ ja\\_luvat/Luvat\\_ilmoitukset\\_ ja\\_rekisterointi/Vesilupa/Vesiluvan\\_hakeminen](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_ ja_luvat/Luvat_ilmoitukset_ ja_rekisterointi/Vesilupa/Vesiluvan_hakeminen).

Vesistökaapelia suunniteltaessa on hyvä huomioida, että kustannuksia syntyy kaluston paikan päälle viennistä. Näin ollen on järkevää pyrkiä aikataulutamaan alueen kaikki vesistölylykset mahdollisimman samanaikaiseksi. Suunnitteluvaiheessa kannattaa myös olla yhteydessä muihin toimijoihin, joita mahdolliset vesistölylykset voi kiinnostaa. Tällaisia toimijoita on muun muassa sähkönjakeluyhtiöt ja teleoperaattorit. Reittiä suunniteltaessa on hyvä käydä tarkastamassa maihinnousupaikat, jotta asennusvaiheessa vältetään yllättäviä kustannuksia. Rakennusvaiheessa on suositeltavaa, että maalla tehtävästä kaapelinrakennusurakoinnista vastaava ryhmä olisi paikalla samanaikaisesti vesistötoista vastaan ryhmän kanssa. Näin voidaan varmistua, että molemmat urakointiryhmät ovat tietoisia osapuolten erityistarpeista. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Vesistökaapelin asennus on maakaapelin rakentamismenetelmiin verrattuna nopeaa. Voidaan arvioida, että osaava henkilöstö kykenee laskemaan kaapelia nopeudella 2-4 kilometriä tunnissa riippuen kaapelityypistä. (Lammes)

Vesistökaapelin työkustannukset riippuvat käytettävästä kalustosta ja tarvittavasta miehistöstä. Kaluston paikan päälle tuonnista voi syntyä muutaman tuhannen euron kustannukset. Nelihenkisen miehistön ja kaluston päiväkustannukset ovat noin 4 000 €/päivä. Mikäli työssä tarvitaan sukeltajia, tulee tästä noin 1 500 euron lisäkustannus päivää kohti. Mikäli kaapelin vesistöön laskemisessa tarvitaan kaapelialusta, ovat päiväkustannukset noin 20 000 €/päivä. (Lammes)

Vesistökaapelin laskemisesta voi katsoa videon osoitteesta: <http://www.erillisverkot.fi/public/files/Kaapelinlaskua%20Joensuussa.m4v>.

### 3.6 Yhteenveto eri rakentamismenetelmien kustannuksista

Verkon rakentamisen kustannukset muodostuvat siis monesta eri tekijästä ja työvaiheesta. Taulukkoon 5 on kerätty yhteen kappaleissa 3.1 – 3.5 esitetyt eri kustannustekijät ja niiden hinta-arvio.

MENETELMÄ	HINNOITTELUELEMENTTI	YKSIKKÖ	HINTA (arvio)
AURAAMINEN	Auraaminen	€/m	1,5 - 2,5 €/m (ei sisällä materiaalia)
	Esiauraus	€/m	0,5 - 1,5 €/m
	Suojaputki	€/m	0,7 - 1,2 €/m
KAIVAMINEN	Kaivaminen	€/m	8 - 28€/m (ei sisällä materiaalia)
	Routalisä	€/m	~20 €/m
	Teiden paikkaustyöt	€/m <sup>2</sup>	45 - 85 €/m <sup>2</sup>
	Hoidetun nurmikon uusinta	€/m <sup>2</sup>	7 - 10 €/m <sup>2</sup>
	Multaaminen ja hiekka	€/m <sup>2</sup>	~7 €/m <sup>2</sup>
LOUHINTA	Kanavan louhinta	€/m	90 - 110 €/m
	Kiven murskaaminen iskuvasaralla	€/m	55 - 68 €/m
	Kaapelikaivon paikan tekeminen pistemäisellä louhinnalla	€/m <sup>3</sup>	40 - 225 €/m <sup>3</sup>
	Kaapelin suojaaminen betonoimalla tai teräslevysuojauksella	€/m	45 - 50 €/m
KAAPELIN LASKEMINEN VESISTÖÖN	Kaluston tuominen paikanpäälle		kertakulu
	4-henkinen miehistö + kalusto	€/päivä	4000 €/päivä
	Sukeltaja	€/päivä	1500 €/päivä
	Kaapelialus	€/päivä	20000 €/päivä
TIEN ALITUS	Tunkkaus	€/m	40 - 80 €/m
	Suuntaporaus	€/m	~100 €/m
	Vaakaporaus	€/m	~250 €/m
RADAN ALITUS/YLITYS			Liikenneviraston maksun mukaan

Taulukko 5 Yhteenveto eri menetelmien kustannuselementeistä

### 3.7 Täydentävät menetelmät

Tässä kappaleessa esitellään valokuituverkon rakentamiseen liittyviä toimenpiteitä, joita rakentamisvaiheessa joudutaan tekemään. Ne on syytä ottaa huomioon myös suunnitteluvaiheessa, koska nämä vaikuttavat myös kustannuksiin.

#### 3.7.1 Teiden alitukset

Tien alituskohdissa kaapelit pyritään sijoittamaan jo olemassa oleviin suojaputkiin tai alitukset tehdään muutoin tien pintaa rikkomatta. Kaapelin suojaputki on asennettava niin, ettei siihen pääse kerääntymään vettä. Tarvittaessa suojaputken päät on tulpattava vesitiiviisti. (Tiehallinto)

Tien alituksissa asennussyvyys on vähintään 1 m alitusputken yläpinnasta päällysteen pintaan. Poikkeuksellisesti asennussyvyys voi olla vähintään 0,8 m, jota ei satunnaisesti saa alittaa. Työmenetelmä saattaa edellyttää huomattavasti minimisyvyys suurempaa asennussyvyttä. Ojan pohjalla kaapeli asennetaan vähintään 0,7 m syvyyteen sivuojan pohjasta. (Tiehallinto)

Tien alitusta tehtäessä on varmistettava siitä, että tien pintaan ei muodostu epätasaisuuksia. Mikäli maata ei poisteta putken kautta, tien pintaan tulee helposti kohouma, jos asennussyvyys on alle 1,6 metriä. Kohouman syntyminen voi olla poikkeuksellisesti hyväksyttävää, jos se voidaan jyrsiä pois. (Tiehallinto)

Vähäliikenteisillä teillä alitus voidaan tehdä erikseen sovittaessa myös auki kaivamalla, mikäli alituksen tekeminen muutoin osoittautuu kohtuuttomaksi. Kaivumenetelmää käytettäessä kaivanto täytetään rakennekerrosten kohdalla rakennekerroksia vastaavalla materiaalilla ja pohjamaan kohdalla pohjamaasta kaivetulla maalla. Jos pohjamaan täyttö tehdään routimattomilla rakennekerroksilla, rakennetaan tien pituussuuntaiset

siirtymäkiilat. Tien rakenteiden teossa noudatetaan tienrakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia ja työselityksiä. (Tiehallinto)

Teiden alituksia voidaan tehdä tunkkaamalla sekä suunta- ja vaakaporaamalla. (Heusala, Lähteinen, Valli) Tunkkaus on yleisesti käytetty menetelmä teiden alitukseen ja kalustoa on helposti saatavilla. Tunkkaus tapahtuu hydraulitunkilla. Tunkkaus ei kuitenkaan sovellu kalliiseen tai kivikkoiseen maastoon, sillä tunkkauksessa tehtävän alituksen suuntaan ei voida vaikuttaa. Suuntaporaus on hallitumpi ja vakaampi versio tunkkaukselle. Kiviseen ja kalliiseen maastoon tunkkaus ja suuntaporaus ei kuitenkaan sovellu. Tällöin tien alitusmenetelmäksi jää ainoastaan vaakaporaus. (Heusala, Lähteinen, Valli)

Tunkkaus on näistä menetelmistä halvin tien alitusmenetelmä. Hinta riippuu alueesta ja kohteesta, mutta hintahaarukka on noin 40-80 €/m. Suuntaporaus kustoja ovat noin 100€/m. Vaakaporaus on näistä menetelmistä kallein, metrikustannuksen ollessa noin 250 €/m. (Heusala, Lähteinen, Valli)

### 3.7.2 Radan alitukset ja ylitykset

Liikenneviraston rata-alueella toimittaessa tulee hakea risteämälupa. Risteämälupaan tarvitaan seuraavat tiedot:

- tiedot kohteesta (asemapiirustus, kartta, ymv)
- kaapelin / putken omistajan tiedot laskutusosoitteineen
- kaapelin / putken tiedot, mitat, tyypit
- työn suunnittelijan tiedot
- työn urakoitsijan tiedot
- työselitys, asennussyvyudet, asennustekniikka, suoja-putken tyypit / mitat yms.

Risteämisen tekemistä valvoo radan- ja turvalaitteiden kunnossapitäjä, jonka kanssa risteämisestä on sovittava viimeistään neljä viikkoa ennen suunniteltua aloitusajankohtaa. Mikäli yhteydenottoa ei tehdä ja työt aloitetaan ilman lupaa, tulkitaan työt laittomaksi.

Työkohteesta on pidettävä kunnossapitäjän kanssa alku- ja lopputarkastus. Ennen työhön ryhtymistä tulee esittää kunnossapitäjän hyväksyttäväksi työkohtainen työselitys ja turvallisuussuunnitelma.

Risteämäluvat käsitellään joka kuukauden toinen keskiviikko, jonka jälkeen Liikennevirasto allekirjoittaa luvan. Käsitelyaika on näin ollen 4–6 viikkoa. Valmistelijan muut tehtävät saattavat pidentää käsittelyaikaa.

Liikennevirasto perii risteämäluvasta maksun, jonka Liikennevirasto hinnoittelee liiketaloudellisin perustein. (Finlex)

### 3.7.3 Siltakiinnitykset

Siltakiinnitykset on hyväksyttävä tienpitoviranomaisen silta-asiantuntijoilla. Siltakiinnityksen osalta on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin asioihin:

- Kiinnityksen ulkonäkö ja turvallisuus
- Kiinnityksen korroosiovaikutukset
- Sillan liikkeet
- Sillan korjaustarpeet (Tiehallinto)

### 3.8 Olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntäminen

#### 3.8.1 Olemassa olevien kuitukaapeleiden käyttö (kuitujen osto/vuokraus)

Olemassa olevien kuitujen käyttö on järkevää, mikäli niitä on omassa omistuksessa. Valokuituja voi vuokrata myös teleoperaattoreilta. Kuituyhteyden vuokraaminen voi olla järkevää esimerkiksi liitettäessä oma verkko muuhun verkkoon. On kuitenkin mahdollista, ettei teleoperaattoreilta löydy vapaita kuituja vuokrattavaksi asiakasyhteyksien toteutukseen.

Operaattorien kuitujen vuokrahinnat ovat julkista tietoa ja ne ovat saatavilla operaattorien verkkosivuilta. Dokumentin kirjoitushetkellä operaattorin vuokrakuitujen hinnoittelutaso on seuraava:

DNA: 7,5-215 €/kk  
 Elisa: 140-240 €/kk  
 Teliasonera Finland: 105-420 €/kk

Tarkemmat hintatiedot voi tarkastaa seuraavista osoitteista:

DNA: <http://www.dna.fi/yrityksille/operaattoripalvelut>  
 Elisa: <http://www.elisa.fi/operaattoreille/>  
 Teliasonera Finland: <http://www.sonera.fi/operaattoreille>

Edellä mainitut kolmen operaattorin hintatiedot ovat esimerkkejä. Muita Suomessa kuituja ja muuta infrastruktuuria mahdollisesti vuokraavia teleoperaattoreita ovat mm. Finnet-yhtiöt, Aina Com Oy, Corenet Oy sekä Etelä-Satakunnan Puhelin.

#### 3.8.2 Olemassa olevan kaapelireittien vuokraaminen (kaapeliputket/-kanavat)

Olemassa olevien kaapelireittien vuokraaminen omalle kaapelille on suositeltavaa aina, mikäli reitti on saatavissa järkevään hintaan, kohteen rakentaminen todetaan vaikeaksi tai toteutus vaarantaa tarpeettomasti työturvallisuutta. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi vesistöjen tai junaratojen alitukset ja ylitykset. Kaapelireittien vuokraaminen on myös huomionarvoinen vaihtoehto, mikäli on oletettavaa, että oman kaapelireitin rakentaminen aiheuttaa viivästystä hankkeen toteutukselle.

Myös kaapelireittien hinnastot ovat operaattoreilla julkista tietoa. Hintataso kaapeleiden sijoitusoikeudelle on seuraava:

Elisa:  
 0,15-0,30 €/putkimetri/kk

Veloituksen minimipituus on Elisan tapauksessa 20 metriä. Tienalituksen sijoitushinta on kaksinkertainen. Yli 2 000 metrin yhtenäinen sijoitus voidaan tarjota kertakorvauksella. Tällöin sopimus tehdään 10 vuodeksi. (Elisa)

Teliasonera Finland:  
 0,20-0,30 €/putkimetri/kk

Kaapelin sijoitusoikeus on Teliasonera Finlandilla mahdollista myös kadun alitukseen, siltaosuudelle ja kiinteistöön johtaviin putkiin ja näiden veloitus on 0,40 €/metri/kuukausi. Kaapelin sijoitusoikeus on mahdollista tehdä myös kertakorvauksella, jolloin hinta tehdään tarjouksen mukaisesti. Kertakorvauksella sijoitusoikeussopimus on voimassa 10 vuotta. (Teliasonera Finland)

### 3.8.3 Yhteiskäyttöpylväät (esim. energiayhtiöt) ilmakaapeliverkoille

Ilmajohdtopylväiden yhteiskäytöllä on mahdollisuus säästää erityisesti haja-asutusalueiden verkostokustannuksissa, mikä vähentää myös asiakkaiden palvelumaksuja. Uusia teleilmajohtoja rakennetaan yhä vähemmän, mutta vanhoja yhteiskäyttöpylväitä on käytössä vielä runsaasti. (Niemelä)

Pylväisiin rakennettuna kaapelit ovat alttiita sääolosuhteille. Yhteiskäyttöpylväät ovat käyttökelpoinen vaihtoehto esimerkiksi saaristossa tai maastossa, joka on kallioista.

Yhteiskäyttöpylväitä harkittaessa on huomioitava, että sähkönjakeluyhtiöt siirtävät tulevaisuudessa kaapeleitaan enenevissä määrin maakaapeleiksi uuden sähkömarkkinalain myötä.

Nykyisten pylväiden käyttöikä on riippuvainen kyllästystekniikasta, käyttöikähaarukan ollessa 20–50 vuotta. Cu-kyllästeisten pylväiden käyttöiän oletetaan olevan noin 20–30 vuotta ja kreoseettipylvään noin 50 vuotta. (Boren, s.15)

Sähkö- ja televerkostojen yhteistyöneuvottelukunta (STYNK) on 3.10.2013 pidetyssä kokouksessa vahvistanut vuoden 2013 laskennalliseksi vuotuiseksi yhteiskäyttökustannukseksi 6,01 €/pylväs. Kustannusten yksityiskohtaiset laskentaperusteet löytyvät energiateollisuuden extranet -sivuilta Sähkö- ja telealan yhteistoimintakansiossa, jonne pääsee jäsentunnuksilla. (Niemelä)

### 3.9 Yhteisrakentaminen

Tietoliikenneverkkojen rakennuskustannuksista suuri osa muodostuu kaivukustannuksista. Yhteisrakentamisessa kaivukustannukset jakautuvat hankkeessa mukana olijoiden kesken, joten verkonrakennuskustannukset alenevat. Yhteisrakentaminen vähentää myös ympäristölle aiheutuvia kulku- ja liikenerajoitteita.

Yhteisrakentamisen osapuolia voivat olla esimerkiksi: liikenneväylien pitäjät, vesihuoltolaitokset, sähkönjakeluyhtiöt, kaukolämmön ja -kylmänjakelijat, teleoperaattorit ja maa-alueen omistajat. (Liikenne- ja viestintäministeriö)

Haasteita yhteistyölle muodostuu muun muassa yhteistyömallin puutteesta eri osapuolten välillä, aikataulutuksesta sekä rahoituksesta. Eri osapuolten olisi hyvä järjestää säännöllisesti kokoontumisia, joissa voitaisiin esitellä hyvissä ajoin eri osapuolten suunniteltuja rakennushankkeita. Näin myös muut osapuolet saavat tiedon mahdollisuudesta osallistua mukaan rakennushankkeeseen. Mikäli tieto rakentamisesta saavuttaa muut osapuolet vasta lupia haettaessa, on todennäköistä, ettei yhteisrakentamishanke onnistu. Tähän vaikuttaa aikataulun nopeus sekä hankkeen rahoitus. Aikatauluongelmat voivat liittyä hankkeen aloitus-, etenemis- ja lopetusaikatauluihin. Näin ollen aikataulutusta tulee miettiä jo suunnitteluvaiheessa eri osapuolten kanssa, jotta päästään kaikkia osapuolia tyydyttävään ratkaisuun. Rahoitusongelma voi syntyä, mikäli yhteisrakentamishanketta suunnitellaan jo samalle budjettikaudelle, koska useasti rahoitus on jo suunniteltu tiedossa oleville hankkeille. (Liikenne- ja viestintäministeriö)

Yhteisrakentamisella saavutettuja hyötyjä ovat muun muassa kilpailukykyiset tarjoukset, kustannussäästöt mukana oleville osapuolille sekä pieni haitta tien käyttäjille ja omistajille. Kun useampi osapuoli on mukana tarjouksessa, on mahdollista saavuttaa mittakaavaetua laajemman tarjouspyynnön muodossa. Kustannussäästöt muodostuvat



kaivukustannusten jakaantumisesta sekä mahdollisesta alentuneesta urakkahinnasta, joka on saavutettu yhteisellä kilpailutuksella. Tien käyttäjille ja omistajille aiheutuu yhteisrakentamisesta vähemmän haittaa, kun kaikki toimijat saavat toteutettua omat hankkeensa samaan kaivantoon, eikä tie tai tien läheisyydessä ole toistuvasti rakennustyömaata. (Liikenne- ja viestintäministeriö)

Yhteisrakentamishankkeesta päätöksiä tehtäessä kannattaa tarkastella kaikkia rakennushakkeen kustannuksia. Esimerkinomaisessa tilanteessa telekaapelin rakentaja voisi toteuttaa oman kaapelinsa rakentamisen auraamalla ja sähköyhtiö toteuttaisi samalle alueelle oman kaapelinsa kaivamalla. Tässä tapauksessa tehdään helposti johtopäätös, että yhteisrakentaminen telekaapelin rakennuttajalle on kustannuksiltaan korkeampi, koska kaivukustannukset puolitettuna ovat kalliimmat kuin rakentamisen toteuttaminen auraamalla. Tarkastelussa tulee kuitenkin huomioida, että rakentamiseen liittyy maarakoinnin lisäksi myös muita kustannuksia, jotka voidaan jakaa. Tällaisia ovat esimerkiksi dokumentointiin liittyvät kustannukset. Näin ollen kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa lopullinen hinta voi yhteisrakentamisessa tulla edullisemmaksi. Mikäli kyetään arvioimaan, että tällaista tilannetta ei 50/50 -kustannusjaolla synny, kannattaa pyrkiä neuvottelemaan sellainen sopimus, joka on edullinen molemmille osapuolille.

Yhteiskaivuhankkeille on olemassa verkkoportaali, jonne eri osapuolet voivat lähettää ilmoituksen omasta hankkeestaan. Portaalin osoite on: <https://www.yhteiskaivu.fi/portal/>

Liikenne- ja viestintäministeriö on julkaissut yhteisrakentamiseen liittyen julkaisun "Yhteisrakentamisen hyvät käytännöt", joka löytyy osoitteesta: [http://www.lvm.fi/docs/fi/964900\\_DLFE-11154.pdf](http://www.lvm.fi/docs/fi/964900_DLFE-11154.pdf)

### 3.10 Teletekniset työt

Edellä esitettyjen maansiirtotöiden lisäksi valokuituverkon rakentamisessa tarvitaan erilaisia teleteknisiä töitä, joista syntyy myös kustannuksia. Tällaisia töitä ovat muun muassa kaapelijatkokset, kuitujen päättämiset, kaapelikaivot, laitetilat, jakokaapit ja verkon aktiivilaitteet.

Kuidun jatkaminen hitsaamalla maksaa 3,5-6 €/kuitu, riippuen hitsattavien kuitujen määrästä.

Valokaapelin kuitujen päättäminen telineeseen 6-11 kuidulle maksaa noin 40-70 €. Päättävien kuitujen määrän ollessa 96-191 kappaletta päättämistyö telineeseen maksaa noin 150-250 €.

Kaapelikaivo sijoitetaan tyypillisesti kaapelireitille sisäluiskaan ja upotetaan niin, että kannen päälle tulee maata noin 0,2m. Kaapelikaivon asentamiskustannukset riippuvat kaivon tyypistä. Muovisen kaapelikaivon asentaminen maksaa noin 100€ ja betonisen kaivon asentaminen 900€.

Laittilojen kustannukset riippuvat siitä, saadaanko laittila vuokrattua sisätiloista vai joudutaanko investoimaan omaan laittilaan tai ulkokaappiin, jonne laitteet viedään. Sisätiloista voidaan tehdä vuokrasopimus operaattoreiden kanssa. Elisa perii laitepaikkavuokrauksesta 1 320 € kertakorvauksen, jonka päälle maksetaan laitepaikasta kuukausivuokraa 44-600 € riippuen laitepaikkatarpeesta. Sähkönsyötöstä Elisa perii 45-95 €/500W/kk, riippuen onko sähkönsyöttö tasa- vai vaihtosähköä ja onko sähkönsyöttö varmennettua vai ei. Lisätietoa Elisan hinnoittelusta löytyy osoitteesta: [http://www.elisa.fi/elisa/docimages/attachment/Laitepaikkatuotteet\\_hinnasto\\_2\\_0.pdf](http://www.elisa.fi/elisa/docimages/attachment/Laitepaikkatuotteet_hinnasto_2_0.pdf).



Mikäli hankitaan ulkolaitekaappi, voidaan arvioida, että sähkönsyöttö, sähkönsyötön varmentaminen UPS:lla, lämmitys ja tuuletus mukaan luettuna kustannukset ovat noin 3 500 €.

Verkon aktiivilaitteina käytettävät kytkimet maksavat 700-2500 €/kpl sisältäen työt ja tarvikkeet. Hinta riippuu laitteen valmistajasta ja porttimäärästä.

#### 4. Yhteenveto

Verkon rakentamisen tulee perustua hyvin toteutettuun verkkohankkeen valmisteluun ja suunnitteluun. Valmisteluvaiheessa asiakkaat on kartoitettu ja asiakastarpeet ohjaavat suunnittelua. Suunnitteluun on syytä varata riittävästi resursseja. Suunnittelulla voidaan vaikuttaa oleellisesti verkon rakennusvaiheessa syntyviin kustannuksiin.

Maastosuunnittelulla voidaan vaikuttaa kaapelin reittivalintoihin, jolloin kaapelireitti voidaan suunnitella niin, että maanrakennustyöt saadaan toteutettua mahdollisimman edullisesti. Suunnittelussa huomioidaan myös optimaaliset laitetilojen ja jakamoiden sijainnit. Hyvällä suunnittelulla voidaan optimoida verkon toteutuskustannukset. Hyvään suunnitteluun kuuluu myös asiakastarpeiden huomioon ottaminen.

Mikäli verkon rakentamista suunnittelevan organisaation sisältä ei löydy henkilöstöä, joka kykenee verkon suunnitteluun tai rakennuttamiseen, on suositeltavaa käyttää ulkopuolisia konsultteja, jotka tietävät kuinka verkko suunnitellaan ja kuinka rakentaminen tulee toteuttaa. Vaikka tästä aiheutuu kuluja, tuo ulkopuolisen asiantuntijan käyttö säästöjä toteutuksessa. Toinen vaihtoehto suunnittelun ulkoistamiselle on kilpailuttaa verkon koko rakennushanke, sisältäen suunnittelun. Rakennuskustannusten ennakoitavuus ja hankkeen kannattavuuden seuranta toteutuu parhaiten kun suunnittelu toteutetaan kiinteällä hinnalla, jolloin verkon rakentamisen kustannusriskit siirtyvät rakennuttajalta rakentajalle.

Verkon toteutuksessa tulee hyvästä suunnittelusta huolimatta yllätyksiä esimerkiksi kivikoiden suhteen. Verkon rakentamistapa tulee valita teknistaloudellisin perustein kohteelle sopivaksi. Auraus on edullisin verkon rakentamistapa, mutta tällä rakentamistavalla on omat rajoitteensa, joten se ei sovellu kaikkiin kohteisiin. Kaivaminen soveltuu useimpiin kohteisiin, mutta se on auraamista kalliimpaa. Toteutusta ajatellen kannattaa kuitenkin huomioida, että verkkoa rakennettaessa ei aina ole järkevää käyttää edullisinta saatavilla olevaa menetelmää. Tällainen tilanne voisi olla esimerkiksi silloin kun suuri osa maastosta on kaivettavaa ja välistä löytyy lyhyt alue, jossa voitaisiin suorittaa toteutus auraamalla. Aurauskaluston paikan päälle tuonnista aiheutuu lisäkustannuksia ja on mahdollista, että rakentamismenetelmää vaihdettaessa rakentamiseen aiheutuu pientä viivettä. Tällöin halvinta toteutustapaa optimoitaessa lopulliset kustannukset tulevat kuitenkin yhdellä toteutustavalla toteutettua rakentamista kalliimmaksi.

Verkon rakentamisessa tulee huomioida eri osapuolten vaatimukset verkolle. Tässä selvityksessä esiteltäviin dokumentteihin on syytä perehtyä, niiltä osin kuin ne koskevat omaa verkon rakentamista. Lisätietoa rakentamisen laatuvaatimuksista saa Rakennustieto Oy:n julkaisemasta kirjasta "InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat".

## Lähteet

### Digitaaliset lähteet

Boren Hannu, 2010. Tulevaisuuden sähköpylväs. [WWW] saatavilla: [http://energia.fi/sites/default/files/tulevaisuuden\\_sahkopylvaat\\_loppuraportti.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/tulevaisuuden_sahkopylvaat_loppuraportti.pdf). Viitattu 22.11.2013

DNA. Operaattori tilaajakuitu DNA oy. [WWW] saatavilla: <http://www.dna.fi/yrietyksille/operattoripalvelut>. Viitattu 2.12.2013

Draka. Vesistökaapelit. [WWW] saatavilla: [http://www.draka.fi/draka/Countries/Draka\\_Finland/Languages/suomi/navigaatio/Tuotteet/Tietoliikenneverkot/Valokaapelit/Vesistokaapelit\\_/index.jsp](http://www.draka.fi/draka/Countries/Draka_Finland/Languages/suomi/navigaatio/Tuotteet/Tietoliikenneverkot/Valokaapelit/Vesistokaapelit_/index.jsp). Viitattu 22.11.2013

Elisa. Kaapelin sijoitusoikeus. [WWW] saatavilla: [http://www.elisa.fi/elisa/docimages/attachment/Kaapelin\\_sijoitusoikeus\\_hinnasto\\_1\\_0.pdf](http://www.elisa.fi/elisa/docimages/attachment/Kaapelin_sijoitusoikeus_hinnasto_1_0.pdf). Viitattu 22.11.2013

Elisa. Tilaajakuituyhdeydet. [WWW] saatavilla: [http://www.elisa.fi/elisa/docimages/attachment/Tilaajakuituyhdeydet\\_hinnasto\\_v3.0\\_1.pdf](http://www.elisa.fi/elisa/docimages/attachment/Tilaajakuituyhdeydet_hinnasto_v3.0_1.pdf). Viitattu 22.11.2013

Esari Oy. Tuotteet. [WWW] saatavilla: <http://www.esari.fi/park.html>. Viitattu 9.12.2013

Finlex. Liikenne- ja viestintäministeriön asetus Liikenneviraston maksullisista suoritteista (1181/2009).

Finlex. Laki julkisista hankinnoista. [WWW] saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070348>. Viitattu 26.11.2013

Helkama. Valokaapelit tele- ja tietoliikenneverkoissa. [WWW] saatavilla: <http://helkamabica.fi/pdf/FlashCord-fi.pdf>. Viitattu: 26.11.2013

Ilves, Petri, 2007. Keskijänniteverkon kaapelointi maaseutualueella. Insinööriyö, Tampereen ammattikorkeakoulu.

JHS-suositukset. JHS 167 Neuvottelumenettelyjen käyttö ICT-hankinnoissa. [WWW] saatavilla: <http://www.jhs-suositukset.fi/web/guest/jhs/recommendations/167> Viitattu 26.11.2013

Mecafer Oy. Jakokaapit ja jalustat. [WWW] saatavilla: <http://www.mecafer.fi/tuotteet/jakokaapit-ja-jalustat/>. Viitattu 9.12.2013

Ratahallintokeskus. Maakaapelin kaivu- ja asennusohjeet. [WWW] saatavilla: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk\\_b7\\_maakaapeleiden\\_kaivu\\_asennusohjeet.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b7_maakaapeleiden_kaivu_asennusohjeet.pdf). Viitattu 29.11.2013

Relacom. Relacom testaa matala-asennuksen pilottimenetelmiä Helsingissä. [WWW] saatavilla: [http://www.relacom.fi/artikkel/les/54/39\\_Relacom+testaa+matala-asennuksen+pilottimenetelmi%C3%A4+Helsingiss%C3%A4/](http://www.relacom.fi/artikkel/les/54/39_Relacom+testaa+matala-asennuksen+pilottimenetelmi%C3%A4+Helsingiss%C3%A4/). Viitattu 29.11.2013

Teliasonera Finland. Sonera reguloidut verkkotuotteet hinnasto 1.8.2013. [WWW] saatavilla:

<http://www.sonera.fi/media/13f9e0d9d156503d58862d8fa2991d5b29cf1ebb/13f9e0d9d156503d58862d8fa2991d5b29cf1ebb.pdf>. Viitattu 22.11.2013

Teliasonera Finland. Sonera Cable Ducts, Kaapelin sijoitusoikeus, hinnasto v.2.2. [WWW] saatavilla:

<http://www.sonera.fi/media/13c71e799a911832c9c455cb304629ede2c3f34f/13c71e799a911832c9c455cb304629ede2c3f34f.pdf>. Viitattu 22.11.2013

Tiehallinto (nykyinen Liikennevirasto). 2009. Telekaapelit ja maantiet 2009. [WWW]

saatavilla: [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000026-v-09\\_telekaapelit\\_ja\\_maantiet\\_2009.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000026-v-09_telekaapelit_ja_maantiet_2009.pdf). Viitattu 28.11.2013

Viestintävirasto. 2013. Laajakaista 2015 -hanke tuo huippunopeat internetyhteydet haja-asutusalueille.

<https://www.viestintavirasto.fi/ohjausjavalvonta/laajakaista2015-tuet.html> Viitattu 28.11.2013

Ympäristöhallinta. Vesiluvan hakeminen. [WWW] saatavilla: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_ja\\_luvat/Luvat\\_ilmoitukset\\_ja\\_rekisterointi/Vesilupa/Vesiluvan\\_hakeminen](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_ja_luvat/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Vesilupa/Vesiluvan_hakeminen).

Viitattu 22.11.2013

## Julkaisut

Iloranta K & Pajunen-Muhonen H. 2008. Hankintojen johtaminen – ostamisesta toimittajamarkkinoiden hallintaan. Helsinki. Tietosanoma.

Liikenne- ja viestintäministeriö, 2010. Yhteisrakentamisen hyvät käytännöt. ISBN: 978-952-243-181-3

## Artikkelit

Niemelä, Esa, 2013. Tele- ja sähköjohtojen yhteiskäyttöpylväskorvaukset 2013.

## Haastattelut

Ekholm, R. ja Karinen, R. 2013. Rakennuttaja. Relacom. Haastattelu 8.11.2013

Heusala, P. 2013. Projektipäällikkö. Relacom. Haastattelu 6.11.2013

Lammes, L. 2013. Palvelupäällikkö. Relacom. Haastattelu 12.11.2013

Lähteinen, H. ja Valli J. 2013. Projektipäällikkö. Relacom. Haastattelu 7.11.2013

Seppänen, T. 2013. ELY-keskus. Puhelinhaastattelu 26.11.2013

Kivimäki, J. 2013. Key Account Manager. Relacom. Sähköpostihaastattelu 18.11.2013

## Kuvat ja taulukot

### Kuvat

Kuva 1 Verkkohankkeen 4 eri vaihetta .....	2
Kuva 2 Jatkoskoteloita (Helkama).....	6
Kuva 3 Valokaapelitutka (Helkama) .....	7
Kuva 4 Käyttö ja ylläpito organisaatiossa (esimerkki).....	9
Kuva 5 Perinteinen kuvaus hankintaprosessista (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, 62) .....	11
Kuva 6 Neuvottelumenettely (JHS suositukset 2013) .....	14
Kuva 7 Kilpailullinen neuvottelumenettely (JHS suositukset 2013) .....	14
Kuva 8 Kustannusten jakaantuminen valokaapeliverkkohankkeessa.....	15
Kuva 9 Lämmin laitetila (Esari Oy).....	18
Kuva 10 Ulkojakokaappi (Mecafer Oy).....	18
Kuva 11 Valokuidun maahan laskemista auraamalla (Lähteinen) .....	20
Kuva 12 Valokuituverkon rakentaminen kaivamalla. (Lähteinen) .....	22
Kuva 13 Holvisahalla tehtävää valokuituverkon rakentamista (Lähteinen).....	24
Kuva 14 Ketjukaivuri kaivaa nurmea auki (Lähteinen).....	25
Kuva 15 Kaapelireitin louhintaa iskuvasaralla. (Lähteinen) .....	26
Kuva 16 Vesistökaapelin laskua ponttooneilta (Lammes) .....	27
Kuva 17 Vesistökaapelin laskua kaapelialukselta (Lammes) .....	28

### Taulukot

Taulukko 1 Rakentamisurakan vaiheet, aikataulu - mukaellen (Lähteinen, Valli).....	8
Taulukko 2 Eri kustannustekijöiden osuus verkkohankkeessa, esimerkki.....	16
Taulukko 3Urakoinnin kustannuselementit/liityntä- ja runkoverkot .....	16
Taulukko 4 Laitetilojen ja tilaajaliittymien kustannustekijät.....	17
Taulukko 5 Yhteenveto eri menetelmien kustannuselementeistä.....	30