



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Laajakaistan yhteisrakentamis- direktiivi

Teknitaloudellinen selvitys

## **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



Julkaisun nimi

**Laajakaistan yhteisrakentamisdirektiivi. Teknistaloudellinen selvitys**

Tekijät

Tomi Rinne, Ari Sirkiä ja Osmo Niiranen et al.

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö 20.11.2014

Julkaisusarjan nimi ja numero

**Liikenne- ja viestintäministeriön  
julkaisu 8/2015**

ISSN (verkkajulkaisu) 1795-4045  
ISBN (verkkajulkaisu) 978-952-243-457-9  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-457-9>  
HARE-numero

Asiasanat

Yhteisrakentaminen, laajakaistainfrastruktuuri, valokuitukaapelit, liikenneinfrastruktuurit, vesihuoltoinfrastruktuurit, energiainfrastruktuurit, suunnittelu, rakentaminen, tekniset vaatimukset, turvallisuus, määräykset, standardit, ohjeet, kustannukset

Yhteyshenkilö

Tomi Rinne

Muut tiedot

Tiivistelmä

Selvityksen tarkoitus on arvioida ns. laajakaistadirektiivin 2014/61/EU Suomen kansallisen voimaansaattamisen kannalta olennaisia teknis-taloudellisia vaikutuksia. Direktiivin tarkoituksena on helpottaa nopeiden sähköisten viestintäverkkojen käyttöönottoa ja kannustaa siihen edistämällä olemassa olevan fyysisen infrastruktuurin yhteiskäyttöä ja mahdollistamalla uuden fyysisen infrastruktuurin tehokkaampi käyttöönotto, jotta tällaiset verkot voidaan ottaa käyttöön alhaisemmin kustannuksin.

Selvityksessä otetaan huomioon kaikki laajakaistadirektiivin soveltamisalaan kuuluvat infrastruktuurit suunnitteluvaiheesta rakentamiseen sekä käyttöön ja ylläpitoon. Tuloksina esitellään teknis-taloudelliset esteet rakennus- ja asennustöiden yhteisjärjestelylle (yhteisrakentaminen) eri infrastruktuureissa sekä olemassa olevien fyysisten infrastruktuurien yhteiskäyttöle.

Lopuksi arvioidaan laajakaistan sekä kaasun-, sähkö-, kaukolämpö-, vesihuolto- ja liikenneverkkojen yhteisrakentamisen ja -käytön kustannukset. Pää- ja sivuinfrastruktuurien keskinäiset päällekkäisyydet otetaan huomioon kustannuslaskennassa.



Publikation

**Direktivet om samordning av bredbandsbyggande – teknisk-ekonomisk utredning**

Författare

Tomi Rinne, Ari Sirkiä ja Osmo Niiranen et al.

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet 20.11.2014

Publiceringsseriens namn och nummer

**Kommunikationsministeriets  
publikationer 8/2015**

ISSN (webbpublikation) 1795-4045  
ISBN (webbpublikation) 978-952-243-457-9  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-457-9>  
HARE-nummer

Ämnesord

Gemensamt byggande, bredbandsinfrastruktur, fiberoptiska kablar, transportinfrastrukturer, vattenförsörjningsinfrastrukturer, energi-infrastrukturer, planering, byggande, tekniska krav, säkerhet, bestämmelser, standarder, anvisningar, kostnader

Kontaktperson

Tomi Rinne

Rapportens språk

Finska

Övriga uppgifter

Sammandrag

Syftet med denna utredning är att uppskatta väsentliga teknisk-ekonomiska konsekvenser av genomförandet av det s.k. grävdirektivet 2014/61/EU i Finland. Direktivet syftar till att underlätta och skapa incitament för utbyggnaden av höghastighetsnät för elektronisk kommunikation genom att främja en gemensam användning av befintlig fysisk infrastruktur och genom att möjliggöra en effektivare utbyggnad av ny fysisk infrastruktur så att sådana nät kan byggas till lägre kostnad.

I denna utredning tar man hänsyn till alla infrastrukturer som faller under grävdirektivets tillämpningsområde från planeringsfas till byggande samt bruk och underhåll. Som resultat presenterar man teknisk-ekonomiska hinder för samordning av bygg- och anläggningsprojekt (gemensamt byggande) och en gemensam användning av befintlig fysisk infrastruktur.

Till slut värderar man kostnader för gemensamt byggande och användning av gas-, el-, fjärrvärme-, vattenförsörjning- och transportnät i samband med bredbandsbyggande. Inbördes överlappande primära och sekundära infrastrukturer tas i beaktande i kostnadsberäkningen.

Date  
9.6.2015

Title of publication

**The Directive on deploying high-speed electronic communications networks – techno-economic report**

Author(s)

Tomi Rinne, Ari Sirkiä ja Osmo Niiranen et al.

Commissioned by, date

The Ministry of Transport and Communication on November 20, 2014

Publication series and number

**Publications of the Ministry of  
Transport and Communications  
8/2015**

ISSN (online) 1795-4045  
ISBN (online) 978-952-243-457-9  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-457-9>  
Reference number

Keywords

Co-construction, broadband infrastructure, optical fibre cables, transport infrastructures, water supply and sewerage infrastructures, energy infrastructures, planning, construction, technical requirements, safety, regulations, standards, instructions, costs

Contact person

Tomi Rinne

Language of the report

Finnish

Other information

Abstract

The aim of this report is to estimate substantive techno-economic impacts of adopting into the Finnish national legislation the Directive 2014/61/EU on measures to reduce the cost of deploying high-speed electronic communications networks. The Directive aims to facilitate and incentivize the roll-out of high-speed electronic communications networks by promoting the joint use of existing physical infrastructure and by enabling a more efficient deployment of new physical infrastructure so that such networks can be rolled out at lower cost.

All the infrastructures falling within the scope of the Directive on measures to reduce the cost of deploying high-speed electronic communications networks will be taken into account from the planning phase to the construction, use and maintenance. As results of the study will be presented techno-economic obstacles to the coordination of the construction and installation work (co-construction) in various infrastructures as well as to sharing the existing physical infrastructure for collaborative deployment (joint use).

In the end will be given the estimation of the costs composed of the co-construction and co-utilization of gas, electricity, district heating, water supply and sewerage and transport networks in the context of the broadband construction. The reciprocal overlap of the main and secondary infrastructures will be reckoned with cost accounting.

## Sisällys

1.	TYÖN KUVAUS .....	5
2.	INFRASTRUKTUURIEN MERKITYS LAAJAKAISTOILLE .....	5
2.1	EU ja komissio .....	5
2.2	Sähköverkot .....	5
2.3	Kaasuputket .....	6
2.4	Tie- ja katuverkosto.....	7
2.5	Rataverkosto .....	8
2.6	Vesihuoltoverkostot .....	8
2.7	Kaukolämpöverkostot .....	9
2.8	Lentokentät .....	10
2.9	Satamat .....	10
3.	KYSELYN TULOKSET .....	11
3.1	Sähköverkot .....	11
3.1.1	Kantaverkko .....	11
3.1.1.1	Yhteiskäytön turvallisuus	11
3.1.1.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	12
3.1.1.3	Yhteiskäytön kustannukset	12
3.1.1.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	13
3.1.1.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	13
3.1.1.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	13
3.1.2	Alueverkot.....	14
3.1.2.1	Yhteiskäytön turvallisuus	14
3.1.2.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	14
3.1.2.3	Yhteiskäytön kustannukset	14
3.1.2.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	15
3.1.2.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	15
3.1.2.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	15
3.1.3	Paikallisverkot .....	15
3.1.3.1	Yhteiskäytön turvallisuus	15
3.1.3.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	16
3.1.3.3	Yhteiskäytön kustannukset	16
3.1.3.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	17
3.1.3.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	18
3.1.3.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	18
3.2	Kaasuputket .....	18
3.2.1	Siirtoputket .....	18
3.2.1.1	Yhteiskäytön turvallisuus	19
3.2.1.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	19
3.2.1.3	Yhteiskäytön kustannukset	20
3.2.1.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	20
3.2.1.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	20
3.2.1.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	20
3.2.2	Jakeluputket.....	20
3.2.2.1	Yhteiskäytön turvallisuus	20
3.2.2.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	21
3.2.2.3	Yhteiskäytön kustannukset	21
3.2.2.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	21
3.2.2.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	21
3.2.2.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	21
3.3	Tieverkosto .....	21
3.3.1	Yhteiskäytön turvallisuus.....	21
3.3.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset.....	22
3.3.3	Yhteiskäytön kustannukset.....	22
3.3.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus .....	23

3.3.4.1	Työntekijöiden pätevyys	23
3.3.4.2	Puolustusvoimat	23
3.3.4.3	Nostosillat ja tunnelit	23
3.3.4.4	Turvallisuusesteet	23
3.3.4.5	Tierakenneselvitys	24
3.3.4.6	Tievalaistus ja -telematiikka	24
3.3.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	24
3.3.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	24
3.4	Katuverkosto	25
3.4.1	Yhteiskäytön turvallisuus	25
3.4.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	25
3.4.3	Yhteiskäytön kustannukset	25
3.4.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	25
3.4.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	25
3.4.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	25
3.5	Rataverkosto	26
3.5.1	Yhteiskäytön turvallisuus	26
3.5.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	26
3.5.3	Yhteiskäytön kustannukset	26
3.5.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	27
3.5.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	27
3.5.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	27
3.6	Vesihuoltoverkostot	28
3.6.1	Yhteiskäytön turvallisuus	28
3.6.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	28
3.6.3	Yhteiskäytön kustannukset	28
3.6.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	28
3.6.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	29
3.6.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	29
3.7	Kaukolämpöverkostot	29
3.7.1	Yhteiskäytön turvallisuus	29
3.7.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	29
3.7.3	Yhteiskäytön kustannukset	30
3.7.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	30
3.7.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	31
3.7.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	31
3.8	Satamat	32
3.8.1	Yhteiskäytön turvallisuus	32
3.8.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	32
3.8.3	Yhteiskäytön kustannukset	32
3.8.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	32
3.8.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	33
3.8.6	Yhteisrakentamisen kustannukset	33
3.9	Lentokentät	33
3.10	Laajakaistaverkot	33
3.10.1	Yhteiskäytön turvallisuus	33
3.10.1.1	Rakentaminen olemassa olevaan infrastruktuuriin	33
3.10.1.2	Ylläpito yhteiskäyttöinfrastruktuurissa	34
3.10.1.3	Turvallisuusesteiden poistaminen	35
3.10.2	Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset	35
3.10.3	Yhteiskäytön kustannukset	36
3.10.3.1	Säästöt vai lisäkulut	36
3.10.3.2	Rakentamiskustannukset ja säästöt	37
3.10.3.3	Ylläpidon lisäkustannukset	38
3.10.4	Yhteisrakentamisen turvallisuus	38
3.10.5	Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset	38

3.10.6	Yhteisrakentamisen kustannukset .....	38
4.	TEKNISET VAATIMUKSET .....	39
4.1	Yleiset vaatimukset.....	39
4.1.1	Rakennustuote.....	39
4.1.2	Maanrakennustyö.....	40
4.2	Sähköverkot .....	40
4.2.1	Voimajohdon rakentaminen .....	40
4.2.2	Keski- ja pienjännitekaapeleiden rakentaminen .....	42
4.2.3	Sähkö- ja telekaapelityöt tie- ja katualueella .....	43
4.2.4	Turvallisuusvaatimukset.....	44
4.3	Kaasuputket .....	45
4.3.1	Siirtoputkiston rakentaminen.....	45
4.3.2	Jakeluputkiston rakentaminen .....	47
4.3.3	Muut turvallisuusvaatimukset .....	48
4.4	Kaukolämpöverkot.....	48
4.4.1	Kaukolämpöjohtojen rakentaminen .....	48
4.4.2	Muut turvallisuusvaatimukset .....	49
4.5	Vesihuollon verkostot.....	50
4.5.1	Vesihuoltoverkoston rakentaminen.....	50
4.5.2	Tietoliikennekaapelointi vesihuoltotöiden yhteydessä .....	51
4.5.3	Muut turvallisuusvaatimukset .....	53
4.6	Kadut.....	54
4.6.1	Kaavoitus ja katusuunnitelma .....	54
4.6.2	Kadun rakennussuunnitelma ja johtoverkkosuunnitelma .....	54
4.6.3	Kadun ja johtojen rakentamis- ja asentamisurakat.....	55
4.6.4	Kaapelit katujen yhteiskäyttökanavissa .....	56
4.6.5	Ylläpito .....	57
4.6.6	Muut turvallisuusvaatimukset .....	58
4.6.7	Kustannukset .....	58
4.7	Maantiet.....	58
4.7.1	Kaavoitus sekä yleis- ja tiesuunnitelmat.....	58
4.7.2	Muut turvallisuusvaatimukset .....	59
4.8	Radat.....	60
4.8.1	Rakentaminen .....	60
4.8.2	Muut turvallisuusvaatimukset .....	64
4.9	Lentokentät .....	64
4.9.1	Rakentaminen .....	64
4.9.2	Muut turvallisuusvaatimukset .....	65
4.10	Satamat .....	65
4.10.1	Rakentaminen.....	65
4.10.2	Turvallisuusvaatimukset.....	66
4.11	Laajakaistat .....	66
4.11.1	Kaapelien rakentaminen ja asentaminen .....	66
4.11.2	Kaapelien ja kaapeloinnin standardointi .....	67
4.11.3	Suojaputkitus ja kaivot .....	67
4.11.4	Verkon rakentaminen kaupungeissa ja haja-asutusalueilla.....	68
5.	TALOUDELLISET VAIKUTUKSET .....	69
5.1	Sähköverkot .....	69
5.1.1	Yhteisrakentamisen kustannukset .....	69
5.1.1.1	Voimajohdot .....	69
5.1.1.2	Keski- ja pienjännitejohdot .....	70
5.1.2	Yhteiskäytön sallimisen kustannukset .....	70
5.1.2.1	Voimajohdot .....	70
5.1.2.2	Keski- ja pienjännitejohdot .....	71
5.2	Kaasuputket .....	71
5.2.1	Yhteisrakentamisen kustannukset .....	71



5.2.2	Yhteiskäytön sallimisen kustannukset .....	71
5.3	Kaukolämpöverkot .....	72
5.3.1	Yhteisrakentamisen kustannukset .....	72
5.3.2	Yhteiskäytön sallimisen kustannukset .....	72
5.4	Vesihuollon verkostot .....	72
5.4.1	Yhteisrakentamisen kustannukset .....	72
5.4.2	Yhteiskäytön sallimisen kustannukset .....	73
5.5	Kadut .....	73
5.5.1	Yhteisrakentamisen kustannukset .....	73
5.5.2	Yhteiskäytön sallimisen kustannukset .....	73
5.6	Maantiet .....	74
5.6.1	Yhteisrakentamisen kustannukset .....	74
5.6.2	Yhteiskäytön sallimisen kustannukset .....	74
5.7	Radat .....	74
5.7.1	Yhteisrakentamisen kustannukset .....	74
5.7.2	Yhteiskäytön sallimisen kustannukset .....	74
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	75
6.1	Yleiset huomiot .....	75
6.2	Yhteisrakentaminen .....	75
6.3	Yhteiskäyttö .....	76
6.4	Kustannukset .....	77

## Kaaviot, kuvat ja taulukot

Kaavio 4-1	Kustannusarviohinnan kehitys .....	51
Kuva 4-2	Vesihuollon johtojen ja tietoliikennekaapelin sijoittamisvaihtoehdot .....	52
Kuva 4-3	Kadun ja sen johtojen poikkileikkaus .....	55
Kuva 4-4	Yhteiskäyttökanaavan periaateleikkaukset (Katu 2002) .....	56
Kuva 4-5	Valokuitukaapeleiden sijoituspaikat ratarakenteessa (RATO 2008-06) .....	61
Kuva 4-6	Sähköistetyin radan ulkoluiskasijoituksen periaatekuva .....	62
Taulukko 4-7	Radan keskimääräiset rakentamiskustannukset .....	63
Taulukko 4-8	Kourun yhteiskäytön kustannukset .....	64
Taulukko 6-1	Yhteisrakentamisen ja -käytön kustannukset .....	77

## Liitteet

- Liite 1 Sähkönsiirtoverkkoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit
- Liite 2 Kaukolämpöjohtoverkkoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit
- Liite 3 Vesihuoltoverkostoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit
- Liite 4 Katuja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit
- Liite 5 Maanteitä koskevat säädökset, ohjeet ja standardit
- Liite 6 Ratoja ja rautateitä koskevat säädökset, ohjeet ja standardit
- Liite 7 Lentokenttien ja satamien rakentamista koskevat säädökset, ohjeet ja standardit
- Liite 8 Laajakaistarakentamista koskevat säädökset, ohjeet ja standardit

## 1. TYÖN KUVAUS

Selvityksessä arvioidaan laajakaistan yhteisrakentamisdirektiivin 2014/61/EU Suomen kansallisen voimaansaattamisen kannalta olennaisia teknis-taloudellisia vaikutuksia. Ns. minimidirektiivin tarkoituksena on helpottaa nopeiden sähköisten viestintäverkkojen käyttöönottoa ja kannustaa siihen edistämällä olemassa olevan fyysisen infrastruktuurin yhteiskäyttöä ja mahdollistamalla uuden fyysisen infrastruktuurin tehokkaampi käyttöön-otto, jotta tällaiset verkot voidaan ottaa käyttöön alhaisemmin kustannuksin. Direktiivi liittyy laajemmin Euroopan digitaalistrategiaan (COM(2010)245) ja EU on antanut suuntaviivat laajakaistojen käyttöönoton valtioneuvoston periaatepäätöstä vuodelta 2008 ja sen mukaista tukirahoitusta. Tämän selvityksen tarkoituksena on olla tausta-aineistona direktiiviin liittyvässä lainvalmistelussa.

Tarkoitus on alentaa laajakaistarakentamisen kustannuksia. Keinoja kustannusten alentamiseen ovat mm. verkkojen yhteiskäytön ja -rakentamisen tehostaminen, lupaprosessin yksinkertaistaminen sekä nopeiden verkkojen asentamisen yhtenäistäminen. Pääsääntöisesti direktiivin perusteella teleyrityksille tulee oikeuksia ja muiden verkkojen operaattoreille velvoitteita. Direktiivi koskee viestintäverkkojen lisäksi kaikkia muita infrastruktuureja, joihin viestintäverkon elementtejä voidaan sijoittaa, esimerkiksi sähkö-, kaasu-, lämmönjakelu- ja liikenneverkkoja sekä vesi- ja viemärinti-infrastruktuuria (pois lukien juomavesijohdot).

Työssä selvitetään yhteisrakentamisen turvallisuus- ja muita teknisiä vaatimuksia. Näiden perusteella selvitetään yhteiskäytön sallimisen (laajakaistan yhteisrakentamisdirektiivin 3 artikla) sekä yhteisrakentamisen (4 artikla) kustannuksia ottaen huomioon eri yhteisrakentamisen kohdeinfrastruktuurien vastaukset. Selvityksen alussa lähetettiin kysely eri infrastruktuureista valituille yhteisöille.

## 2. INFRASTRUKTUURIEN MERKITYS LAAJAKAISTOILLE

### 2.1 EU ja komissio

Komission 30.7.2014 antaman tiedonannon COM(2014) 500 final mukaan EU edellyttää tietoa verkkojen käyttöönottoalueella käytettävissä olevista fyysisistä infrastruktuureista. Komissio voi harkita standardointipyynnön esittämistä yhteisestä kielestä, jota sääntelyviranomaiset, ministeriöt ja operaattorit/yleishyödylliset laitokset voivat käyttää, ja sisällyttää pyyntöön perättäisiä standardoituja lupatasoja, yksityiskohtia, tyyppejä (palvelu, infrastruktuuri, kysyntä, investointikartat jne.). Laajakaistainfrastruktuurin kartoittamista koskevassa standardissa olisi hyödynnettävä mahdollisimman laajasti INSPIRE:n<sup>1</sup> teknistä ohjeasiakirjaa direktiiviin 2007/2/EY liittyvälle komission asetukselle (EU) N:o 1253/2013<sup>2</sup>.

### 2.2 Sähköverkot

Sähköverkkoinfrastruktuuri palvelee koko Suomen alueella samaa kohderyhmää kuin mitä laajakaistadirektiivillä tavoitellaan. Sähköverkot jakautuvat kanta-, alue- ja paikallisverkkoihin sekä jännitteen perusteella suur- (400, 220 ja 110 kV voimajohdot), keski- (50, 20 ja 10 kV) ja pienjänniteverkkoihin. Sähköverkot tavoittavat ne tahot, jotka kiinteiden laajakaistojen olisi myös tarkoitus tavoittaa. Verkostot myös reagoivat sähkönsiirtotarpeen painopisteiden muutoksiin muuttamalla johtojen reittejä ja kapasiteetteja. Sähköverkostojen yhteispituus on noin 375.000 km.

<sup>1</sup> Infrastructure for Spatial Information in Europe. D2.8.III.6 Data Specification on Utility and Government Services – Technical Guidelines.

<sup>2</sup> K. 6.2.2.4 Yleishyödylliset verkot (UtilityNetworkTypeValue): sähköverkot, öljy, kaasu- tai kemikaaliverkot, viemäriverkot, vedenjakeluverkot, lämmönjakeluverkko, televiestintäverkot.

Suomessa on Fingrid Oyj:n omistamaan kantaverkkoon kuuluvia suurjännitteisiä 110–400 kilovoltin (kV) voimajohtoja noin 14.000 km. Suurjännitteinen voimajohto haarautuu joko alueellisen verkonhaltijan 110 kV voimajohdoksi taikka taajama-alueiden lähellä sijaitsevilla muuntamoissa ja kytkentäkentissä paikallisen sähköyhtiön useisiin 20 kV keskijännitejohtoihin ja lopulta asuinalueilla sijaitsevista muuntamoista 400 voltin (V) pienjännitejohtoihin. Kantaverkonhaltija rahoittaa investointinsa kantaverkkoon liittyneiltä verkonhaltijoilta ja loppukäyttäjiltä.

Alueellisia verkonhaltijoita, joilla on toimilupa 110–440 kV:n sähkön siirtämiseen Suomen alueverkoissa, on yhteensä 12. Näistä osa on teollisuuden verkkoja, joilla ei tavoiteta samoja tahoja kuin laajakaistainfrastruktuurilla tavoitellaan. Alueellisissa verkoissa on 110 kV:n voimajohtoja.

Paikallisia jakeluverkonhaltijoita, jotka siirtävät sähköä suur-, keski- ja pienjännitejohtojen välillä, on yhteensä 80. Jakeluverkonhaltijoita on vuodesta 2011 alkaen jaoteltu energiamäärän sekä verkon pituuden ja liittymämäärien suhteessa kaupunki-, taajama- ja haja-asutusalueisiin verkonhaltijoihin. Sähkön loppukäyttäjät maksavat jakeluverkonhaltijoiden investoinnit sähkönsiirtomaksuissa. Näistä yhteisrakentamiseen soveltuvat maakaapeleina rakennettavat keskijännitejohtot keskustoissa, keskustaajamissa ja haja-asutusalueilla sekä maakaapeleina lähinnä katu- ja kaavatierakenteissa kulkevat pienjännitejohtot (100–1.000 V). Haja-asutusalueilla ilmassa kulkevat pienjännitejohtot sen sijaan eivät sovellu niin hyvin laajakaistojen yhteisrakentamiseen.

Suomessa on valaistuja maanteitä noin 12.500 km (230.000 ulkovalaisinta), josta yli puolet on ilmajohtoja. Suomen katujen ja kaavateiden valaistuksesta ei ole tarkkaa tietoa, mutta konsultti arvioi valaistujen katujen ja kaavateiden yhteispituudeksi yli 30.000 km. Helsingissä on 86.000 ulkovalaistuspistettä sekä 2.800 km ulkovalaistuksen johtoja (yli 2,5-kertainen 1.100 km katuverkostoon verrattuna), joista maakaapelia on noin 2.500 km ja ilmalinjaa yli 300 km.

### 2.3 Kaasuputket

Suomen kaasuverkosto kulkee Kaakkois- ja Etelä-Suomessa sekä Hyvinkään, Hämeenlinnan ja Tampereen seuduilla. Kaasunsiirtoverkko muodostuu Gazpromin ja Suomessa siirtoverkon järjestelmävastuussa (TSO) olevan Gasum Oy:n Imatran liittymispisteestä lukien polyeteenimuovilla pinnoitetusta teräksisestä yhteensä noin 1.300 km pituisesta ja keskimäärin halkaisijaltaan DN500 (DN100...DN1000 tai DN80...900) siirto-putkistosta, joka liittyy 116 yhteenliittymästä 24 jakeluverkon haltijan jakeluverkostoihin. Suurin käyttöpaine 54 bar eli 5,4 MPa (Balticconnector 80 bar). Gasum Oy rahoittaa investointinsa myymällä kaasua jakeluverkonhaltijoille.

Siirto- ja jakeluverkostoihin kuuluu kompressoriasemia, 4...30 km välein venttiiliasemia sekä paineenvähennys- ja mittausasemia (kaasun mittaus, suodatus, hajustus, lämmitys ja paineen alennus sulkuventtiileillä uusien kaasunomistajien jakelu- tai käyttöputkistoa varten). Siirto-putkistoa varten sovitaan tai lunastetaan erityinen pysyvä ja kiinteistörekisteriin merkittävä käyttöoikeus, jonka alueen leveys on koosta ja käyttöpaineesta riippuen 5–10 metriä ja asemakaava-alueella noin 2 metriä. Oikeus 5...10 m leveällä käyttöoikeusalueella merkitään toimituksessa kiinteistörekisteriin siirtoverkonhaltijan hyväksi kulkureitillä sijaitsevan kiinteistön rasitteeksi.

Siirto-putkistosta maakaasu siirretään alennetulla paineella jakelu-putkiston palvelemaan alueelliseen kulutukseen. Käyttöoikeus alueellisen jakelu-putkien sijoittamiselle saadaan rasitesopimuksella ja rasitetosituspäätöksellä tai MRL 161 §:n nojalla. Kaupunkialueella rasitesopimuksen liitekarttaan merkitään joko erottelematta noin 15...20 m leveä linjaus maakaasujohdoille ja muille yhdyskuntateknisille johdoille ja putkille, taikka erikseen rakennettaessa perustetaan rasite linjauksineen (käyttöoikeusalue) erillisenä koskemaan vain kaasujohtoa.

Jakeluputkistoa on yli 1.900 km ja sen määrä on lisääntynyt noin 40...50 km vuodessa PE-putkilla (yhteismäärä yli 1.800 km). Teräsjakeluputkia on enää 49 km (vuonna 2013 vielä 81 km) ja valurautaisia 20 km. Maanalainen jakeluputkisto sijoitetaan pääosin tie- ja katualueiden varsille muun kunnallistekniikan kanssa. Maakaasun jakeluun tarkoitettun PE-muoviputken koko vaihtelee välillä  $d_e$  20... $d_e$  200 ja sen käyttöpaine (OP) on enintään 4 tai 8 bar. Jakeluverkonhaltijat ovat sijoittuneet noin 15 kaupungin ja noin 10 muun kunnan alueelle, ja ne palvelevat yhteensä lähes 40 kunnan alueella. Jakeluverkkoihin voi liittyä, jos kiinteistö sijaitsee kaasuverkon varrella. Yksi jakeluverkonhaltijoista palvelee lähinnä teollisuutta. Maakaasun jakeluverkkojen investoinnit kohdistuvat ensisijaisesti katu- ja muille kaupunkialueille. Jakeluverkon investoinnit maksavat maakaasun loppukäyttäjät. Kaasuverkkoa on katualueella usein siellä, missä ei ole kaukolämpöverkkoa.

Maakaasun siirto- ja jakeluverkot palvelevat Suomessa hyvin rajoitetusti sitä kohderyhmää, jonka laajakaistainfrastruktuurin yhteisrakentamisella halutaan tavoittaa, lukuun ottamatta jakeluputkistoa yhdyskuntateknisen verkoston osana. Kaasuverkosto ei reagoi kulutustarpeen muutoksiin niin nopeasti kuin sähköverkostot. Uudisrakentaminen on vähäistä ja korjausrakentaminen paikallista. Maakaasuverkosto on rakennettu alueille, joissa on jo varsin hyvät laajakaistayhteydet.

#### **2.4 Tie- ja katuverkosto**

Suomen maantiet, kadut ja yksityiset tiet (noin 455.000 km) palvelevat samaa kohderyhmää, jota laajakaistan yhteisrakentamisella pyritään tavoittamaan. Maantiet rahoitetaan valtion verotuloilla ja kadut kunnallisilla verovarjoilla. Yksityiset rahoittavat yksityisten investointien, tosin saaden usein julkista rahoitusta rakentamiseen.

Suomen tieverkostoon kuuluvat kunta- ja maakuntarajat ylittävät valtion maantiet, jotka jakautuvat valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteihin eli lähtökohtaisesti sähköverkkojen tavoin suuresta pienempään käyttäjämäärän ja kuormituksen mukaan. Suomen 29 valtatietä ovat tieverkon pääteitä, joista 7 suurinta luokitellaan Eurooppateiksi. Eurooppatiet ovat valtateitä, jotka osittain ovat myös moottoriteitä ja moottoriliikenneteitä. Yhteispituudeltaan noin 8.600 km valtateistä 14 luokitellaan hallinnollisesti osaksi yli 3.000 km pitkää runkotieverkkoa, joka yhdistää keskeiset keskukset.

Suomessa on 43 yhteispituudeltaan yli 4.700 km maakuntia palvelevaa ja valtatieverkkoa täydentävää kantatietä. Suomessa on yli 13.500 km Liikenneviraston määräämää seutukuntien liikennettä palvelevaa yhteispituudeltaan lähes 13.600 km seututietä, joiden tienpitäjinä on 9 ELY-keskusta (aikaisemman Tiehallinnon 13 tiepiirin sijaan). Suomessa on yli 51.000 km paikallista liikennettä palvelevaa Liikenneviraston määräämää yhdystietä, joista lähes puolet on päällystetty. Lisäksi on rampeja ja lauttavälejä.

Valtiolle kuuluviin maanteihin (lähes 80.000 km, 51.000 km päällystettyä) voi liittyä yksityisteiltä hakemalla maantielain mukaisen liittymäluvan. Liittymälupia ei yleensä saa valtateille. Usein myös kantateilla on liikenneturvallisuussyistä liittymäkielto (mm. Länsiväylältä Kirkkonummen suuntaan jatkuva Kantatie 51). Liikenneturvallisuus ei sen sijaan estä kiinteistöjen liittymistä tien luiskassa sijaitseviin telejohtoihin. Liittymälupa yksityistieltä (yhteensä noin 350.000 km, pysyvän asutuksen yksityisteitä noin 90.000 km) haetaan yleensä seutu- tai yhdystielle. Liittymäluvan ehdoissa otetaan huomioon myös tarve liittyä maantiellä sijaitseviin johtoihin.

Maantiet yhdistävät asutuskeskuksia (kaupunkeja ja muita kuntia). Katuverkot (ml. kaavatiet) tavoittavat ihmisiä asukastiheyden mukaan, joka ilmenee täsmällisemmin asukasluvun ja katuverkon pituuden suhteessa. Helsingissä on noin 620.000 asukasta ja katuverkon pituus on noin 1.100 km (1,8 m/as., kaistakilometrejä 3.000 km), Tampereella on noin 215.000 asukasta ja katuverkon pituus on noin 650 km (3 m/as.), josta ajorataa on 700 km. Hattulassa on vajaat 10.000 asukasta ja katuja 52 km (5,2 m/as.).

Maantiet liittyvät kaupunkialueella katuihin ja kaavateihin asemakaavojen mukaisesti. Katuja ja kaavateitä on yhteensä jo lähes 30.000 km (29.477 km, 31.12.2013). Valtio huolehtii yhtenäisestä valtakunnallisesta ja seudullisesta tieverkosta sekä kunnat paikallisesta katu- ja kaavatieverkosta.<sup>3</sup> Asemakaavoitettuihin katuihin (ml. kaavatiet) liittyy kunnallistekniikka (kaukolämpö, sähkö, valaistus, vesihuolto), joka on osittain myös taajamia halkovilla maanteilla. ELY-keskus laatii tiesuunnitelman maantielain ja oikeusvai- kutteisen kaavan mukaisesti, kaupunki katusuunnitelman johto- jne. teknisine ratkaisui- neen maankäyttö- ja rakennuslain ja sen mukaisesti hyväksytyn asemakaavan mukaises- ti. Kaupunki vastaa kadun ja valtio maantien rakentamisesta. Maantie sekä maantien ja kadun liittymä sekä risteysalue (ympyrä) katujen ja maantien välissä ovat MRL 83.4 §:ssä tarkoitettua asemakaavassa osoitettua liikennealuetta (LT).

Kevyen liikenteen väyliä on yli 18.000 km, josta yli 2/3-osaa kunnilla ja loput valtiolla (Liikennevirasto). Kevyen liikenteen väylien alle sijoitetaan sähkö- ja telekaapeleita, jos- kus myös kaukolämpöputkia.

## 2.5 Rataverkosto

Liikenneviraston hallinnoiman rataverkon pituus on lähes 6.000 km, josta lähes 2.600 km on sähköistetty. Rataverkko on kattava suuria aluekokonaisuuksia ja väestökeskittymiä yhdistävä runkoverkko etenkin Oulun korkeudelta etelään. Oulusta jatkuu vielä raide Tornioon, josta haarautuvat jatkoraiteet Kolariin sekä Rovaniemelle ja Kemijärvelle. Lap- piin on suunniteltu rataverkkoa ja rautatieliikennettä pitkällä tähtäimellä. Pääkaupunki- seudun lähiliikennettä lukuun ottamatta rataverkko on pääosin yksiraiteista. Poikkeukse- na Helsingistä Tampereelle ja Lahteen johtavat radat sekä Riihimäeltä Kouvolan kautta Luumäelle johtava rata.

Ratalain (110/2007) tarkoituksena on turvata rautateiden ylläpitäminen, kehittäminen ja rakentaminen valtakunnan eri osia yhdistävänä liikennemuotona. Ratalaissa säädetään rataverkosta, radanpidosta, radan lakkauttamisesta sekä radanpitäjälle kuuluvista oike- uksista ja velvollisuuksista samoin kuin kiinteistön omistajien ja muiden asianosaisten oikeusasemasta radanpitoon liittyvissä asioissa. Rautatieliikenteestä, rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta, rataverkon käytöstä, ratatyöstä jne. säädetään rautatielaissa (304/2011).

Valtion rataverkon lisäksi on mm. kaivoksia palvelevia raiteita (rahoitettu myös julkisella rahalla) sekä yksityisraiteita, joille on asetuksen N:o 1692/96/EY liikenneverkkoon kuu- luvassa merisatamassa tai satama-alueella haettava Liikenteen turvallisuusvirastolta (TraFi) turvallisuuslupa.

Valtion rataverkkoinfrastrukturi palvelisi loogisesti yhteiskäytössä suuria tiedonsiirron runkokaapeleita, jos ratoja liikennöidään riittävästi (rataverkkoa on lopetettu) ja jos tele- johtojen rakentaminen perustuisi yhteistyöhön eivätkä rautateiden turvallisuusvaatimuk- set olisi esteenä. Liikennevirasto tilaa rataverkon rakentamisen ja kunnossapidon eri osa- alueita ulkopuolisilta tahoilta, mm. erikseen tietoliikennejärjestelmien kunnossapidon. Ulkopuolisen pääsy infrastruktuurin eri osa-alueille ei lähtökohtaisesti ole ollut este. Rato- jen rakentaminen on varsin vähäistä, joten tulevassa yhteisrakentamisessa niiden merki- tys laajakaistaverkkojen asiakaskuntien kannalta on vähäinen.

## 2.6 Vesihuoltoverkostot

Suomessa on yli 1.300 vesilaitosta ja yli 600 viemärilaitosta. Yhteensä laitoksia on noin 1.500, koska osa on molempia. Noin 90 % väestöstä asuu vesilaitoksiin liitetyissä kiin- teistöissä ja yli 80 % viemärilaitoksiin liitetyissä kiinteistöissä. Vesihuoltolaitokset raken- tavat ja maksavat vesihuoltoverkostot. Kustannukset laskutetaan vesihuollon asiakkailta.

<sup>3</sup> Toinen parlamentaarinen liikennekomitea, komiteamietintö 1991:3.

Vesijohtoja on yhteensä noin 100.000 km ja uusia rakennetaan vuosittain noin 1.500 km. Viemäreitä on noin 50.000 km ja niitä rakennetaan vuosittain lähes 1.000 km lisää. Usein viemärijohtoa rakennetaan samanaikaisesti vesijohdon kanssa, joten niiden pituuksia ei pidä laskea yhteen yhteisrakentamispotentiaalia määriteltäessä.

Kaupunkikeskustoissa viemäreiden osuus suhteessa vesijohtoihin on suurempi kuin muilla alueilla. Isoissa kaupungeissa vesihuoltoverkoston pituudet lisääntyvät suhteellisen vähän, joten kasvu selittyy vesihuoltolaitosten toiminta-alueiden laajenemisella. Vesijohtoja saneerataan arviolta noin 400 km vuodessa ja viemärijohtoja arviolta noin 300 km vuodessa. Vesihuoltoverkoston keski-ikä nousee jatkuvasti. Vesihuollon maksuilla saa pitkällä aikavälillä kattaa vesihuoltolaitoksen uus- ja korjausinvestoinnit ja kustannukset. Kohtuullinen tuotto pääomalle sallitaan. Maksuissa voidaan ottaa huomioon tarve säädellä veden kulutusta, veden erityinen käyttötarkoitus taikka jäteveden poikkeuksellinen laatu tai määrä, mutta ei muuta. Yhteisrakentamisen kustannuksia ei voi laskuttaa vesihuoltolaitoksen asiakkaalta.

Vesihuoltolaitosten verkostot rakennetaan vesihuoltolaitosten toimialueille, jotka yleensä ovat taaja-asutusta. Toimialueet on usein sidottu asemakaavoitukseen, jolloin vesihuoltolaitos palvelee samaa asiakaskuntaa kuin katuverkosto sekä sen yhteyteen rakennettu sähkön ja kaukolämmön tai kaasun jakeluverkosto. Juomavesiverkosto on usein laajempi kuin jätevesiverkosto, joka taas on laajempi kuin hulevesiverkosto. Keskusta-alueilla vesihuoltoverkoston ei ole katua laajempaa itsenäistä merkitystä. Vesihuoltoverkoston *uudisrakentamisen* yhteydessä saatetaan avata katua niin paljon, että sillä on itsenäistä merkitystä laajakaistan yhteisrakentamiselle.

Taaja-asutuksen ulkopuolella vesihuoltolaitokset rakentavat vesihuollon runkoputkia ja osuuskunnat haja-asutuksen jakelujohtoja. Siirtoviemärit voivat johtaa jätevetä myös kunnasta toiseen. Yhdysvesijohdot johtavat vettä pohjavesialueilta kaupunkeihin ja taajamiin sekä kuntien vesihuoltoyhteistyössä vettä myyvästä kunnasta ostavaan kuntaan. Vesihuoltoverkostat voivat palvella taajamien ulkopuolella yhteisrakentamista asutuskeskuksien yhdistäjänä.

Yksityiset vesihuolto-osuuskunnat toimivat taajamien lisäksi myös niiden ulkopuolella alueilla, joilla laajakaistan rakentaminen ei rajoitetusta asiakaskunnasta johtuen ole kannattavaa. Suomen kartalla ne eivät muodosta yhtenäistä verkostoa. Osuuskunnat rahoittavat rakentamisen omalla ja vieraalla pääomalla sekä valtion (4...5 M€), kuntien (40...50 M€/vuosi, lisäksi mm. käyttö- ja kunnossapito) ja maaseudulla ja kylissä EU:n tuella. Taajaman eli käytännössä kunnallisen vesihuoltolaitoksen toimialueen ulkopuolella yhteisrakentaminen tai -käyttö voi olla kannattavaa, jos liittyjien käyttömaksukertymä riittää tuottovaatimuksiin. Yhteensopivuus on kuitenkin sattumanvaraista.

## **2.7 Kaukolämpöverkostat**

Kaukolämpöjohdot ovat siirto-, jakelu- tai liittymisjohtoja. Siirto- eli pääjohdoilla siirretään kaukolämpöä lämpövoimalaitokselta kulutusalueelle. Jakelu- eli haarajohdot haarautuvat siirtojohdoista ja siirtävät kaukolämmön kulutusalueille. Liittymis- eli talojohdot haaroitetaan kulutusalueen jakeluverkosta kuluttajien lämmönjakohuoneisiin. Kaukolämpöyhtiö vastaa rakentamisen kustannuksista, jotka sisällytetään asiakkaiden maksuihin.

Suomessa oli kaukolämpöverkkoa vuoden 2014 lopussa arviolta runsaat 14.000 km noin 170 kunnassa määrän kasvaessa 250–500 km vuodessa (Energiateollisuus ry). Asennussyvyys (kadut) ja asennussyvyys (0,5–1,0 m) ovat vastaavat kuin maakaasun jakeluputkistoilla, mutta kaukolämpöverkot kulkevat silti pääsääntöisesti eri reittejä kuin kaasuverkot ja palvelevat eri asiakaskuntia. Kaukolämpöverkkojen liittymäärä on yli 140.000 (yli 55 % asuintaloja) ja liittymien yhteisasukasmäärä lähestyy 3.000.000 asukkaan rajaa. Kaukolämpöverkkoja on lähinnä kaupunkien ja muiden kuntien keskustoissa sekä kaupunkien taajamissa.

Kaukolämpöputket kulkevat keskusta-alueilla noin 50 % kadun pituudesta, koska niille riittää laajakaistan tavoin yksi väylä kullekin kiinteistölle. Keskustan ulkopuolisissa taa-jamissa kattavuus on pienempi, koska kaukolämpöverkkoa ei kannata rakentaa harvaan asutuille kadunpätkille. Suomen kaukolämpöverkon pituus onkin vajaa kolmannes katuverkoston kokonaispituudesta. Kaukolämpölaitos tai -yhtiö omistaa toisaalta laitteistoa myös kiinteistöjen ja rakennusten sisällä lämmönvaihtimille saakka.

Kaukolämpöverkko palvelee siellä missä katuverkko ja sähkön jakeluverkko palvelevat. Kaukolämpöverkkojen paikkamainen uudistus- ja korjaustapa ei mahdollista yhteiskäyttöä ja -rakentamista. Kaukolämpöverkoston merkitys yhteiskäytölle tai -rakentamiselle on lähinnä siinä, että kaukolämpöverkoston uudisrakentamisen yhteydessä avataan katuja. Kaukolämpöverkkoa ei tarvita yhteiskäyttöön vaan katualueita. Jos kyse ei ole kaukolämpöverkon uudisrakentamisesta olemassa olevaan katuun, kaukolämpöjohdoilla ei ole merkitystä yhteisrakentamiselle. Laajakaistan yhteisrakentaminen voidaan kaukolämmön jakelualueilla toteuttaa kunnallisen kadunrakentamisen yhteydessä, kuten varsinainen yhdyskuntatekninen infrastruktuuri.

## 2.8 Lentokentät

Suomessa on 20 siviililentoasemaa, 4 siviili- ja sotilaslentoasemaa sekä 66 lentoasemaksi luokittelematonta lentopaikkaa. Seinäjoen siviililentoasemaa ylläpitää säätiö ja Mikkelin siviililentoasemaa kaupunki. Loppuja siviililentoasemia ylläpitää Finavia Oyj. Sen tytäryhtiö Lentoasemakiinteistöt Oyj omistaa yksittäisiä rakennuksia (toimistoja, rahtiterminaleja) lentoasema-alueilla. Teleoperaattori omistaa valokaapelit lentoasemalle saakka. Sen jälkeen niitä hallinnoi lentokenttäoperaattori.

Lentoasemaan kuuluu kiitorata-alueita, lennonjohtorakennus, matkustajaterminaleja, parkkitaloja, kunnossapitoalueita ja -keskuksia. Lentokenttäoperaattorin olemassa olevat tai tulevaisuudessa rakentamat putkitukset ja laitetiloiksi soveltuvat rakennukset ja rakennelmat ovat lentokenttäalueiden passiivisia verkkoelementtejä, jotka voivat soveltua laajakaistarakentamiseen. Yhteiskäytölle ja -rakentamiselle ei ole teknisiä esteitä. Rinnakkaiset ja risteävät sähkö-, kaasu-, viemäri-, vesi-, kaukolämpö- jne. johdot turvaetäisyyksineen on otettava huomioon samalla tavalla kuin muuallakin.

Teknisten seikkojen lisäksi on otettava huomioon turvallisuustekijät, jotka voivat estää yhteisrakentamisen ja -käytön mm. kiitorata-alueilla, jos se edellyttää ulkopuolisen pääsyä lentoalueelle. Yhteiskäyttö ja rakentaminen eivät saa mahdollistaa ulkopuolisen pääsyä lennonjohdon tai muuten lentoturvallisuuteen vaikuttaviin tele- ja sähköjohtoihin. Lentokenttäoperaattori voi myös ohjata yhteiskäyttöä ja rakentamista niin, ettei se voi vaarantaa turvallisuutta.

Lentoasemilla ei ole Suomessa mainittavaa merkitystä laajakaistojen yhteisrakentamiselle. Lentoasemille johtaa eri operaattoreiden laajakaistoja ja niiden kulkua varten on voitu tehdä sopimuksia ja perustaa rasitteita tai antaa MRL 161 §:n nojalla sijoitusoikeuksia. Mm. Finavian omistamilla Helsinki-Vantaan alueella on rasitteena voimansiirtolinjoja ja ratalain mukaisia rautatieoikeuksia. Yhdyskuntateknisen huollon rasitteita ei ole. Lentoasema-alueiden kiinteistöillä on omat kiinteistön sisäiset laajakaistainfrastruktuurinsa.

## 2.9 Satamat

Suomessa on 33 satamaa. Pääosa on kunnallisia, lisäksi on teollisuussatamia. Teollisuussatamat ja pääosa kunnallisista satamista on osakeyhtiömuotoisia. Satamanpitäjä on yleensä erillään satamaoperaattoreista, mutta joskus satamanpitäjä hoitaa myös purkaus- ja lastauspalvelun, terminaalipalvelut, varastoinnin jne. eli satamaoperaattorin tehtävät. Satamissa on logistiikka-alueita teollisuudelle ja kaupalle, energia- ja muuta teollisuusaluetta sekä rautatie-, katu- ja muuta liikennealuetta kuin itse satama. Merisatamissa on lisäksi tullin toimipiste.

Satamissa on jo nyt hyvät teleyhteydet. Yhteisrakentaminen toimii jo nykyään, samoin yhteiskäyttö vanhoihin satamiin on jo toteutettu. Kunnallisteknisiin rasitteisiin sisällytetään myös telejohdot, jotka kulkevat kadun ja tonttien väleissä ja reunoilla, joista sataoperaattorit, satamanpitäjä itse, logistiikkakiinteistöt ja teollisuus voivat liittyä niihin ja rakentaa kiinteistökohtaisia televerkkoja. Teleoperaattori maksaa kaapelinhaltijana kaapelinrakentamisen kustannukset satamaan. Satama-alueella rasite on perustettu sataman hyväksi (esimerkiksi Helsingin Satama-liikelaitos / Helsingin kaupunki, nykyisin Helsingin Satama Oy). Satamanpitäjällä tai sataoperaattoreilla voi olla nyt tai se voi tulevaisuudessa rakentaa muiden satama- ja teleoperaattoreiden käyttöön putkituksia sekä rakennuksia ja rakennelmia, jotka soveltuvat laitetiloiksi.

Yhteiskäytölle ja -rakentamiselle ei ole teknistä estettä nyt eikä nähtävissä olevassa lähitulevaisuudessa. Rinnakkaiset ja risteävät sähkö-, kaasu-, viemäri-, vesi-, kaukolämpöjne. johdot turvaetäisyyksineen on otettava huomioon samalla tavalla kuin maantien luiskassa tai katualueella. Sataman turvallisuuteen liittyvät järjestelyt on otettava huomioon. Satama- tai teleoperaattoreiden kilpailua ei oteta tässä huomioon.

### 3. KYSELYN TULOKSET

Kyselyjä lähetettiin valikoidulla otannalla noin 40. Vastausprosentti oli noin 40. Pääosa vastauksista oli kysymysten tavoin teknistaloudellisia ja osa niistä informatiivisia. Osa oli vastinetyypisiä niiltä osin kuin yhteiskäyttö tai rakentaminen tulisi ensisijaisesti kieltää.

#### 3.1 Sähköverkot

##### 3.1.1 Kantaverkko

Kantaverkonhaltija on Fingrid Oyj. Kantaverkkoon kuuluu 14.300 km voimajohtoja ja 113 sähköasemaa sekä 935 MW nopeaa häiriöreserviä (varavoimalaitokset). Lisäksi verkkoon kuuluu valokuitu-ukkosjohdinverkkoa. Fingrid omistaa kolme mastoa (Kalajoki, Sellee ja Kemiö). Fingridin sähköasemilla olevat mastot omistaa DNA (TDC), Cinia (Corenet), Empower TN, VLP ja Sonera.

##### 3.1.1.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Olemassa oleviin rakenteisiin tulevien liityntäkaapelien suhteen asemilla ja voimajohtoilla työskentely on työturvallisuuden johdosta sallittu vain sähköalan ammattilaisille. Jotkut työt riittävällä turvaetäisyydellä sallitaan myös muille.

Johtokaduille lunastettu käyttöoikeuden rajoitus edellyttää kaikelta rakentamiselta käyttöoikeuden haltijan luvan ja käyttöoikeuden laajuudesta riippuen myös maanomistajan luvan.

Vaarajännitteiden takia erityisesti metallivaippaisten kaapelien sekä kaapelijatkosten sijoittaminen sähköasemien ja voimajohtojen läheisyyteen on rajoitettua ja risteävät kaapelit vaativat lisäsuojauksia. Lisäksi maadoitusjohtimien katkominen töiden yhteydessä ja korjaamatta jättäminen johtaa vaarajännitteiden kohoamiseen.

Muut kuin kantaverkonhaltija eivät voi käyttää pylväsrakenteita valokaapelien sijoittamiseen. Perusteluna on asentamisesta aiheutuvat keskeytysjärjestelyt, käyttövarmuus, sekä vastuu rakenteista ja niiden turvallisuudesta. Asentamis-, käyttö-, vastuu- ja turvallisuusseikat edellyttävät, että kantaverkonhaltija rakennuttaa tarvittavat kaapelit ja että ne jäävät kantaverkonhaltijan ylläpidettäviksi sekä muiden käytettäväksi korvausta vastaan.



Sähköasemilla työskenteleviltä vaaditaan asemakohtainen perehdytys ja töistä pitää tehdä turvallisuusilmoitus. Verohallinnon määräyksistä johtuen työskentely yhteisillä työmailla on haastavaa, koska työmaan on pidettävä kirjaa työmaalla olevista työntekijöistä ja yrityksistä taustatietoineen. Työmaalla toimivat urakoitsijat pitää rekisteröidä ja työtunnit raportoida. Eriyksen hankalaksi asian tekee se, että työmaita on investoinneista johtuen paljon.

#### 3.1.1.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Vaarajännitteistä suojautuminen tarkoittaa valokaapelien muuttamista metallittomiksi jopa 300 m etäisyydellä rakenteista ja niiden maadoituksista. Metallittomat kaapelit tulee kartoittaa huolella. Operaattoreiden kaapelinäyttöpalvelu ei kykene näyttämään metallittomia kaapeleita, koska näyttö perustuu kaapelin vaipassa lähetettävän signaalin hakeamiseen maan pinnalta.

Viestiasemille tuotavat sähkönsyötöt pitää vaarajännitteiden takia suojata joko suoja-  
muuntajalla tai omalla jakelumuuntajalla. Tulevassa sähköjohdossa ei saa olla maahan  
kytkettyjä johtimia. Tarkemmat ohjeet operaattori saa pyytämällä yhteiskäyttöhankkeelle  
kantaverkonhaltijan lausunnon.

Pylväisiin asennettavat antennit ja antennikaapelit pitää asentaa siten, että niiden huolto  
on mahdollista ilman johtokeskeytystä.

Kantaverkon johtokaduille on hankittu käyttöoikeuden rajoitus, joka ei oikeuta maakaapelien tai laitekoppien asentamiseen ilman maanomistajan lupaa. Uusissa käyttöoikeuden lunastuksissa otetaan huomioon myös tiedonsiirtokaapelit, mutta oikeudenhaltijana on kantaverkonhaltija.

Harustetut mastot lähellä sähköasemia ja voimajohtoja ovat riski sekä mahdollisen ilki-  
vallon, terrorismin että haruskorroosion takia. Haruskorroosio johtuu sähkönsiirron aiheuttamista maavirroista. Korroosiota vastaan voidaan suojautua eristämällä harusankkurit tai tekemällä harusankkurit betonista. Vapaasti seisovien mastojen riski on harustettuina merkittävästi pienempi.

#### 3.1.1.3 Yhteiskäytön kustannukset

Kantaverkonhaltijan on ohjattava suunnittelua ja rakentamista sekä valvottava rakentamistyötä. Verohallinnon pitäisi muuttaa sääntöjä siten, että yhteiskäyttö olisi mahdollista myös ilman kohtuutonta verohallintovalvontaa ja -raportointia. Rakentamisen valvontaan tarvitaan arviolta 5 henkilöä. Vuosikustannus lisähenkilöistä on noin 500.000 € (kansallinen hallinnon kustannus, joka kertaantuu yhteisrakentamisessa).

Käytännössä operaattoreiden laitteille pitäisi rakentaa omat erilliset laitetilat ja liittää ne olemassa olevaan infrastruktuuriin. Sähköaseman laitetiloja ei ole mitoitettu laajamittaiselle yhteiskäytölle. Myöskään akustoja ei ole mitoitettu operaattorin laitteita varten. Näyttää todennäköiseltä, että sähköverkoilta tullaan vaatimaan 24 tunnin varakäyntiaika ja jokainen lisälaitte sähköasemalla lyhentää varakäyntiaikaa. Näitä kustannuksia ei voi siirtää kantaverkkotariffilla rahoitettavaksi vaan rahoituksen pitää tulla jostain muualta. Se ei jää siten kantaverkonhaltijan kustannukseksi.

Yhteiskäytöstä on kokemusta entuudestaan ja pienimuotoisena ja hallittuna sen kustannukset on katettu vuokrilla. Kantaverkonhaltijalla on kokemusta operaattorien laiminlyönneistä asemilla kulkemisessa, työn laadussa ja ohjeiden noudattamisessa.

Valokaapelien asentaminen johtokaduille lisää risteämälauseintojen antajien henkilötyökustannuksia. Kokonaiskustannus riippuu hankkeiden valmistelusta, laadusta ja määrästä. Runsaassa yhteiskäytössä lauseintojen vuosilisäkustannusarvio on 100.000 €/vuosi.

Sähköasemien yhteiskäyttö vaatii selvityksiä lisärakennusten ja kaapelien sijoittamisesta sekä lisääntymisen tarpeesta. Sähköasemille pääsemiseksi henkilöt on koulutettava toimimaan sähköasemilla, annettava asemakohtainen perehdytys sekä liitettävä henkilöt kantaverkonhaltijan kulunvalvontaan. Kustannusarvio lisäperehdytyksistä ja töiden valvonnasta on 500.000 €/vuosi.

Lisäkustannuksia tulee operaattoreiden kaapelien reittiviivojen siirtämisestä johtokarttoihin, katkenneiden maadoitusten korjaamisesta ja kaapelien näyttämisestä sähköasema-alueella. Lisäksi tulee rajoituksia uusien pylvästustusten asennuksiin ja mahdollisia rikottujen kaapelien korjauskustannuksia (erilliset korvaukset). Kustannusarvio näistä on noin 100.000 €/vuosi.

Yhteiskäytön sallimisen kokonaiskustannus on noin 1,2 M€ vuodessa, jos ei oteta huomioon mahdollisia sähköaseman yhteiskäytön lisäkustannuksia, joita ei voi siirtää tariffeihin.

#### 3.1.1.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Asemilla ja voimajohtoilla työskentely on työturvallisuuden takia sallittu vain sähköalan ammattilaisille tai perehdytetyille maallikoille tietyissä töissä suuremmilla turvaetäisyyksillä. Johtokaduille on lunastettu käyttöoikeuden rajoitus, mikä tekee kaikesta rakentamisesta luvan varaista.

Metallivaippaisten kaapelien sekä kaapelijatkosten käyttöä on rajoitettava ja risteäviä kaapeleita suojattava, kuten yhteiskäytön turvallisuuden yhteydessä selostettiin. Vaarajännitteitä ei saa korottaa maadoitusjohtoja katkomalla.

Yhteisrakentamisen turvallisuusvaatimukset ovat samoja kuin yhteisrakentamisen ja -käytön turvallisuusvaatimukset.

Yhteisrakentamisen turvallisuusesteet ovat samoja kuin turvallisuusvaatimukset sekä yhteiskäytön turvallisuusvaatimukset.

#### 3.1.1.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Vaatimukset ovat samoja kuin yhteiskäytölle.

Korjausrakentamisen johtohankkeissa uusitaan olemassa olevat valokuidut sekä harkinnan mukaan rakennetaan uusia. Yhteisrakentamiseen varautumista varten kantaverkonhaltija tarvitsee ennakkoon tiedon, mikäli pylvälle halutaan jatkoskotelo. Jälkikäteen sen tekeminen edellyttää johtokeskeytystä ja maksaa moninkertaisesti.

#### 3.1.1.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Energiamarkkinavirasto on määritellyt yksikköhinnat sähköjakeluverkon komponenteille. Hinnat perustuvat ET ry:n verkostosuosituksessa KA 2:06 esitettyihin yksikköhintoihin sekä EMV:n Empower Oy:ltä tilaamaan eräitä komponenttiryhmiä koskevaan yksikköhintaselvitykseen.

Kantaverkonhaltijan on ohjattava suunnittelua ja rakentamista sekä valvottava rakentamistyötä. Verohallinnon pitäisi muuttaa sääntöjä siten, että yhteiskäyttö ja rakentaminen olisivat mahdollisia. Laajamittaisen rakentamisen valvontaan tarvitaan arviolta 15 henkilöä ottaen huomioon, että myös lomakausilla pitää olla resursseja riittävästi. Vuosikustannus on noin 1.500.000 M€.

Valokaapelien yhteisrakentaminen johtokaduille lisää risteämälauseuntojen antajien henkilötyökustannuksia. Kokonaiskustannus riippuu hankkeiden valmistelusta, laadusta ja määrästä. Runsaassa yhteisrakentamisessa lausuntojen vuosilisäkustannusarvio on 100.000 €/vuosi.

Sähköasemien yhteisrakentaminen vaatii vastaavia selvityksiä kuin yhteiskäytössä. Myös kustannusarvio on sama.

Lisäkustannus valokuidusta osana rakennettavaa voimajohtoa on noin 5 €/m. Jatkoskotelon lisähinta on 5.000 €/kotelo. Jälkikäteen rakennettuna valokuitu-ukkosjohdin maksaa noin 15 €/m. Yksittäisen jatkoskotelon budjettihinta jälkikäteen tehtynä (2 koteloa ja pylväsväli kaapelia) on noin 12.000 €. Konsultin käsityksen mukaan arvioissa on laskettu hinta suoraan valokuidulle, ei valmiuksille.

Hinnat muuttuvat urakoitsijoiden työtilanteen mukaan. Hintoihin ei sisälly kytkentäsuunnittelun, kytkentöjen, projektionnin ja valvonnan kustannuksia. Hinta ei myöskään sisällä johtokeskeytyksestä kantaverkonhaltijalle ja yhteiskunnalle aiheutuvaa haittaa.

Konsultin käsityksen mukaan vastaaja arvioi yhteisrakentamisen vuotuisiksi lisäkustannuksiksi yhteensä noin 2,1 M€/a ilman valokuitu- ja jatkoskotelo-, sekä kytkentä- jne. kustannuksia.

### 3.1.2 Alueverkot

Toimilupa vähintään 110 kV:n sähkön siirtämiseen on 12 alueellisella verkonhaltijalla. Osa on teollisuuden verkkoja. Käytännössä kaikki alueverkon johdot ovat 110 kV johtoja ja sitä suuremmat johdot ovat kantaverkonhaltijan johtoja. Rakenteena on pääsääntöisesti harustettu portaalipylväk. Alueverkoissa on hyvin vähän maakaapeleita (0...1,5 % verkonhaltijasta riippuen).

#### 3.1.2.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Kyselyn perusteella yhteiskäytön turvallisuudessa (soveltuu myös rakentamiseen) noudatetaan seuraavia säädöksiä, ohjeita ja standardeja:

- Sähköturvallisuuslaki (410/1996) ja -asetus (498/1996)
- KTMp (1193/1999) sähkölaitteistojen turvallisuudesta
- Suurjännitesähköasennukset SFS 6001 ja Sähköturvallisuus SFS 6002
- Vaihtosähköjohdot yli 45 kV jännitteillä SFS-EN 50341-1
- National Normative Aspects (NNA) for Finland EN 50341-3-7
- Määräys viestintäverkon sähköisestä suojaamisesta (Viestintävirasto 43C/2004M)
- Vaara- ja häiriöjännitesuojausvaliokunnan suositukset (VHV-ohjeet 01-05)
- Euroopassa yhdenmukaistetut standardit (SFS-EN-standardit)
- IEC-standardit vastaavat SFS-standardit
- IEC-standardit ja CEEE:n julkaisut
- Muut SFS-standardit

Turvallisuusesteitä yhteisrakentamiselle ei mainittu vaan turvallisuustekijät on otettava huomioon yhteisrakentamisessa. Turvallisuusesteet poistetaan toimimalla ohjeistusten mukaisesti sekä varmistettava riittävä kommunikaatio operoitaessa olemassa olevan alueverkoston läheisyydessä. Em. säädösten jne. asettamia turvallisuusesteitä ei voi poistaa.

#### 3.1.2.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Yhteiskäyttö suunniteltaessa on otettava huomioon 110 kV voimajohtojen rakentamiseen ja rakenteisiin kohdistuvat säädökset ja standardit (lueteltu edellä).

#### 3.1.2.3 Yhteiskäytön kustannukset

Kyselyyn vastanneilla ei ollut yhteistoimintaa laajakaistaverkkojen kanssa. Käyttöönotto- ja ylläpitokustannuksista ei voinut antaa arviota.

### 3.1.2.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Turvallisuussäädökset, -ohjeet ja -standardit ovat samoja kuin yhteiskäytössä. Lisäksi on otettava huomioon seuraavat yleiset ohjeet:

- Merenkululaitoksen ohjeet (ilma- ja vedenalituskaapelit)
- Tiehallinnon ja Ratahallintokeskuksen (nykyinen Liikennevirasto) ohjeet (pylväät ja kaapelit)
- Ilmailulaitoksen ohjeet (ilmajohdot eli lähinnä haruspylväät)

Turvallisuusesteitä ei voi poistaa. Varsinaisia esteitä ei lueteltu vaan yhteisrakentaminen on mahdollista em. säädöksiä standardeja ja ohjeita noudattamalla. Lisäksi edellytettiin lähinnä maakaapeleita rakennettaessa, että yhteiskaivutyömaalla työskentelevät noudattavat sähköverkonhaltijan ohjeita urakoitsijoille. Ohjeet voidaan toimittaa pyydettyä. Keskeisimmät turvallisuusohjeistukset:

- 1) EHS -verkkoperehdytys.
- 2) Turvallisuusasiakirjassa on määritelty keskeiset lait ja asetukset sekä näiden edellyttämät roolien ja vastuiden kuvaukset.
- 3) Turvallisuuskäsikirjassa on kuvattu sähköverkonhaltijan turvallisuusasioiden toimintatavat ja raportointiohjeistus.
- 4) Yhteiskaivutyömailla työskenteleville annetaan erilliset ohjeet poikkeamien raportoinnista, henkilösuojaimien käytöstä, luottamuksellisten asiakastietojen käsittelystä, ohje ympäristövahinkojen käsittelystä sekä kaapelinäyttöohjeistus.

Sähköverkonhaltija järjestää vuosittain urakoitsijapäivät, jonne työmailla työskentelevät yritykset ovat tervetulleita kuuntelemaan ja keskustelemaan yhteisistä toimintatavoista sähköverkonhaltijan työmailla.

### 3.1.2.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Voimajohtoja (yhteisrakentamista) suunniteltaessa on otettava huomioon 110 kV voimajohtojen rakentamiseen ja rakenteisiin kohdistuvat säädökset ja standardit (lueteltu edellä).

### 3.1.2.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Uusien linjojen rakentaminen on varsin vähäistä. Korjausrakentaminen on noin kymmenkertaista. Energiamarkkinaviraston sivuilta löytyy kustannustietoa. Yhteisrakentamisesta (uudis- ja korjausrakentaminen) ei annettu kustannusarviota kokemusten puuttuessa. Tiedossa ei ole yhteisrakentamista.

### 3.1.3 Paikallisverkot

Paikallisia suur-, keski- ja pienjännitejohdoissa sähköä siirtäviä verkonhaltijoita on 80. Vastaajien verkoista pääosa oli 0,4 kV verkkoa, josta pääosa oli toteutettu maakaapeleina. Asukasta kohden oli noin 35 m sähköverkkoa, josta yli 20 m/asukas maakaapelina (pääosa 0,4 kV), joka on 3–4 -kertainen katuverkon keskimääräiseen pituuteen verrattuna. Paikallissähköverkoilla oli myös viestintäverkkoa (noin 10 % sähköverkon pituudesta).

#### 3.1.3.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Yhteiskäytön turvallisuudessa (uudis- ja korjausrakentaminen ja infrastruktuurin ylläpito) tulee ottaa huomioon terveys (sähköisku- ja mekaaniset vaarat), televerkkojen tekniikan ylikuluminen, laitevauriot ja käyttöhäiriöt. Yhteiskäytön rakentamisessa ja infrastruktuurin ylläpidossa pääsy laite- ja asiakastiloihin nähtiin lähinnä omaisuuden suojakysymyksenä.

Urakoitaessa käytössä olevan sähköverkon läheisyydessä on otettava huomioon työturvallisuuden suojaetäisyydet. Maakaapeloiduilla alueilla turvallisuuden ja häiriöttömän sähköjakelun takaamiseksi verkoston sijainti on varmistettava tarpeen mukaan kaapelien paikantamisella. Häiriöttömän operoinnin takaamiseksi on myös syytä huolehtia tarvittavilla huoltoajoneuvoilla pääsy muuntamoiden ja sähköasemien luokse.

Turvallisuusesteitä ei nähty, mikäli turvallisuusvaatimukset otetaan huomioon. Turvallisuusesteet voidaan poistaa toimimalla ohjeistusten mukaisesti sekä varmistettava riittävä kommunikatio operoitaessa olemassa olevan jakeluverkoston läheisyydessä.

Yhden toimijan tilat ovat luonteelta niin sanottua kriittistä (fyysistä) infrastruktuuria. Tilat liittyvät yhteiskunnan kokonaisturvallisuuteen. Direktiivin soveltaminen tältä osin mahdollistaa laajakaistaoperaattoreille pääsyn tiloihin, jotka liittyvät muun muassa energia-laitoksen toimintaan, turvallisuusviranomaisten toimintaedellytyksiin sekä koko yhteiskunnan toimintavarmuuteen. Pääsyjärjestelyjen turvallinen toteuttaminen edellyttää tiloissa liikkujien valvontaa, josta aiheutuu kustannuksia. Fyysisen infrastruktuurin yhteiskäyttö saattaa aiheuttaa häiriöitä toiminnan järjestämisestä ja lisätä hallinnollisia kustannuksia. Kriittiseen infrastruktuuriin liittyvien tietojen luovuttaminen, keskitetty käsittely ja tallentaminen ovat omiaan aiheuttamaan riskejä salassa pidettävien tietojen turvallisuudelle sekä näillä suojattaville eduille.

Yhteiskäytön turvallisuusesteet voidaan poistaa tai niitä voidaan vähentää siten, että kansallisessa lainsäädännössä määritellään, ettei informaatiopisteeseen ole velvollisuutta toimittaa tietoja fyysisestä infrastruktuurista tai sen osista, jotka ovat salassa pidettäviä lain viranomaisen toiminnan julkisuudesta (621/1999) 24.1§ perusteella tai jotka liitettynä muihin infopisteestä saataviin tietoihin muodostuisivat tällaisiksi. Jos tietoja on luovutettava, yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiä tietoja saa luovuttaa hankkeen kannalta välttämättömässä laajuudessa vain laajakaistaoperaattoreille, joille on tehty lain kansainvälisistä tietoturvallisuusvelvoitteista (588/2004) 12§ tarkoittama yhteisöturvallisuusselvitys.

Sähköverkostot vaativat korotettua turvallisuustasoa, joten pääsyjärjestelyt edellyttävät jatkuvaa valvontaa. Valvonnasta aiheutuu kustannuksia tilojen omistajille. Tilojen pääsyjärjestelyjen aiheuttamat kustannukset, kuten tiloissa työskentelevien henkilöiden fyysiseen valvontaan liittyvät kustannukset tulee kompensoida tilojen omistajille täysimääräisenä. Kriittinen perusinfrastruktuuri pitäisi lähtökohtaisesti rajata kansallisen lainsäädännön ulkopuolelle.

### 3.1.3.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Sähkö- ja telealaa koskevia standardeja on noudatettava. Maakaapeli on sijoitettava kaapeliojaan esitetyn kuvan mukaisesti 0,7 metrin syvyyteen ja kaivanto varustettava varoitusnauhalla kuvan mukaisesti. Tarkemmat maakaapeliverkon rakentamisen tekniset vaatimukset jakeluverkolle on esitetty Energiateollisuuden laatimassa verkostosuosituksessa RK1:12 Maakaapeliverkon rakentamisen vaatimukset 0,4-45kV. Ohje koskee keskijännitejohtoja.

Lähempänä maan pintaa sijaitsevan laajakaistakaapelin sijainti olisi tärkeää dokumentoida huolellisesti ja toimittaa dokumentaatio tarvittaessa verkkoyhtiöiden saataville kaivu-vaurioiden ehkäisemiksi. Lisäksi laajakaistakaapeli on suositeltavaa olla löydettävissä tutkaamalla, joka edellyttää metallin sisällyttämistä kaapelin yhteyteen (myös valokuitu). Metallin sisällyttäminen voimajohdon yhteyteen on sen sijaan riski.

### 3.1.3.3 Yhteiskäytön kustannukset

Taloudelliset vaikutukset aiheutuvat lähinnä pakollisesta infopisteestä ja sitoutumisesta sen ja lain vaatimaan etukäteisselvitysvelvoitteeseen. Lopullisia kustannuksia yhteiskäytöstä ja sen ylläpidosta ei voi esittää. Yhteisrakentamista on tehty vuosikymmeniä ja se on katsottu hyväksi tavaksi toimia. Tämä liittyy myös katualueisiin. Vastavuoroisuutta toivottiin. Jos laki on vain verkkoyhtiöitä velvoittava, siitä tulee enemmän kustannuksia kuin hyötyä.

Maanrakennuskustannuksien jakamisella pystytään saamaan selkeitä taloudellisia etuja. Käytännössä edun hyödyntämiselle on useita ehtoja. Esimerkiksi eri yhtiöiden tarve ja investointiprioriteetti alueella, kaapelireitit, projektien laajuudet budjettiraamissa, sopimusehdot, urakointi- ja työmaavastuut vaikuttavat siihen.

Suomessa toimii sähkö- ja televerkostojen yhteistyöneuvottelukunta STYNK, joka koostuu Energiateollisuus ry:n sekä FiCom ry:n sekä näiden jäsenyritysten edustajista. STYNK:n tehtävänä on kehittää sähkö- ja televerkkojen yhteistoimintaa tehokkuuden lisäämiseksi ja kustannuksien säästämiseksi.

Yksi keskeisimmistä STYNK:n suosituksista on Yhteinen työmaa- rakentamissopimus, jota noudatetaan sähkö- ja telealojen yhteisillä työmailla. Tilanteissa, joissa on muita osapuolia, on käytössä myös muita yhteisrakentamissopimuksia. Esimerkiksi Kuntaliitolla on käytössä oma ohjeistus, joita kunnat yleisimpinä pääurakoitsijoina (tarkoittaa: tilaajina) soveltavat. Tässä ei kuitenkaan ole huomioitu sähkö- ja telekaapeleita riittävällä tavalla, joten yhteiset toimialasta riippumatta riittävän kattavat sopimus pohjat ovat onnistuneen yhteisrakentamisen perusedellytys. Tällä hetkellä STYNK käy neuvotteluita Kuntaliiton kanssa ja pyrkii saamaan yhteisen ohjeistuksen kaikille toimialoille.

Kaapeliojien yhteiskäytöstä ei muodostu lisäkustannuksia. Infrastruktuuriverkostojen rakentajilla tulisi olla ajantasainen tieto samoilla alueilla sijaitsevista johdoista vaurioriskin minimoimiseksi.

Kustannuksia aiheutuu ja ne on korvattava, mutta niiden suuruuteen ei otettu kantaa.

#### 3.1.3.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Vastaajien asiantuntemus ja vastausten yksityiskohtaisuus vaihteli. Yksi vastaajista rinnasti yhteisrakentamisen turvallisuus yhteiskäytön turvallisuuteen. Lisäksi edellytettiin, että yhteiskaivutyömaalla työskentelevät noudattavat sähköverkonhaltijan ohjeita urakoitsijoille. Ohjeet voidaan toimittaa pyydettyä. Keskeisimmät ohjeistukset turvallisen työn suorittamiselle on lueteltu edellä yhteiskäytön turvallisuusohjeistuksen yhteydessä.

- 5) EHS -verkkoperehdytys.
- 6) Turvallisuusasiakirjassa on määritelty keskeiset lait ja asetukset sekä näiden edellyttämät roolien ja vastuiden kuvaukset.
- 7) Turvallisuuskäsikirjassa on kuvattu sähköverkonhaltijan turvallisuusasioiden toimintatavat ja raportointiohjeistus.
- 8) Yhteiskaivutyömailla työskenteleville annetaan erilliset ohjeet poikkeamien raportoinnista, henkilösuojaimien käytöstä, luottamuksellisten asiakastietojen käsittelystä, ohje ympäristövahinkojen käsittelystä sekä kaapelinäyttöohjeistus.

Jos turvallisuusohjeistuksia noudatetaan, yhteisrakentamiselle ei ole esteitä. Laajakaista yhteisrakentajan on toimittava tilaajien turvallisuusohjeiden mukaisesti ja pääurakoitsijan on toimittava koordinaattorina.

Oikeus yhteisrakentamiseen tulee muuttamaan yhden toimijan nykyistä tilannetta huomattavasti. Nykyinen tilanne, jossa yhteisrakentamisesta on tehty erillinen sopimus, on mahdollistanut tapauskohtaisen harkinnan muun muassa yhteisrakentamisen turvallisuus- ja muista järjestelyistä. Yhteisrakentamisen turvallisuusriskit liittyvät julkisen hallinnon kriittisen infrastruktuurin rakentamiseen sekä näihin liittyvien salassa pidettävien tietojen suojaamiseen.

Yhteisrakentamisen turvallisuusesteitä voidaan poistaa tai vähentää siten, että kansallisessa toimeenpanossa sovelletaan vapautuksia riittävän laajasti. Yhteisrakentamisvelvoitteen ulkopuolelle kriittisen infrastruktuurin perusteella tulisi rajata hankkeet, jotka liittyvät yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiin sähköjärjestelyihin. Kriittistä infrastruktuuria määriteltäessä on huomioitava suomalaisen yhteiskunnan kokonaisturvallisuusmalli sekä yhteiskäyttöperusteella muodostuva kriittinen infrastruktuuri. Jos mainittuja infrastruktuureja ei rajata ulos, on edellytetty turvallisuus selvitystä.

Kriittisen perusinfrastruktuurin omistajille tulisi säätää oikeus saada tarvittaessa tiedot verkon aktiivilaitteista, joita asennetaan yhteisrakentamisvelvoitteen perusteella. Tällä voidaan varmistua, etteivät asennettavat aktiivilaitteet tai niistä mahdollisesti lähtevät signaalit häiritse perusinfrastruktuurin omistajan toimintaa ja siten aiheuta riskejä toiminnan jatkuvuudelle. Edelleen pitäisi säätää, että perustellusta syystä tilojen omistaja voisi estää mahdollisia häiriöitä aiheuttavien verkon aktiivilaitteiden asentamisen.

### 3.1.3.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Yhteisrakentamisen muut tekniset vaatimukset rinnastettiin yhteiskäytön turvallisuuteen.

Maakaapeli asennetaan 0,7 metrin syvyyteen ja ojaan sijoitetaan kaapelista kertova varoituss nauha. Tarkempi rakenne kaivettavalle ojalle on sama kuin turvallisuusvaatimuksissa. Laajakaistakaapelin sijainti on dokumentoitava ja kaapeli on voitava paikantaa jälkikäteen myös tutkaamalla (metalli).

Yksi vastaajista ei lausunut mitään teknisistä vaatimuksista.

### 3.1.3.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Kaikki eivät osanneet esittää yhteisrakentamisen lisäkustannuksia laajakaistavarauksista ja -valmiuksista taikka uudis- ja korjausrakentamisen taloudellisia vaikutuksia. Kustannuksia ei tiedetty. Yhteisrakentamiskustannukset ja tilojen henkilövalvonnan kustannukset on kompensoitava.

Infrastruktuurin uudisrakentamisesta todettiin, että sähkömarkkinalain mukaisesti sähköverkkoyhtiöillä on liittämismääräyksen mukainen toimialueellaan. Laajennusinvestointien tarve on voimakkaasti sidoksissa alueelliseen kehittymiseen. Laajennusinvestointien määrän seuraavan 10 vuoden aikana uskottiin olevan kasvussa painottuen pääkaupunkiseudulle ja suurien kaupunkien seutukuntiin.

Korjausrakentamisessa uuden sähkömarkkinalain toimitusvarmuuskriteerit asettavat sähköverkkoyhtiöille voimakkaat investointitarpeet. Lain henki asettaa lähivuosien investointien suuntautumisen asuintaajamiin edeten siitä maaseudulle. Sähköverkkoyhtiöiden tulee täyttää lain mukainen toimitusvarmuus vuonna 2028. Vastaajilla ei ole vahvistettua liiketoimintasuunnitelmaa seuraavalle kymmenelle vuodelle. Yhteisrakentamisen ja sen ylläpidon lisäkustannuksia ei voitu arvioida. Yhden vastaajan mukaan lisäkustannuksia ei aiheudu hyödynnettäessä yhteisiä kaapeliojia.

## 3.2 Kaasuputket

Kaasuputket ovat joko siirto- tai jakeluputkia.

### 3.2.1 Siirtoputket

Siirtoputkiston omistaa lähtökohtaisesti järjestelmävastuussa oleva Gasum Oy. Siirtoputkistoa on Etelä-Suomessa 39 kunnan ja 6 maakunnan alueella yhteensä 1.287 km. Vuoden 2013 lopussa siirtoputkistoa oli yhteensä yli 1.300 km.

### 3.2.1.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Esimerkiksi lunastusluvassa tulee olla maininta kaapelista, jos se halutaan sijoittaa putken käyttöoikeusalueelle. Tämä on välttämätöntä turvallisuussyistä ja käytännön operatiivisten tekijöiden takia. Käyttöoikeusalueen käytöllä mahdollistetaan putkiston elinkaaren aikaiset huolto-, kunnossapito- ja ylläpitotoimet.

Maakaasuasetuksen (551/2009) säännökset edellyttävät, että maakaasuputkistoa valvotaan, käytetään ja huolletaan annettujen säännösten mukaisesti. Lähtökohtaisesti putkilinjoilla ei saa harjoittaa toimintaa, joka saattaa vahingoittaa maakaasuputkistoa. Lisäksi rakentamiselle, maankaivu-, louhinta- ja räjäytystöille maakaasuputken läheisyydessä on asetettu rajoituksia. Ennen em. töiden aloittamista on saatava lupa työn aloittamiseen putkiston omistajalta tai haltijalta. Putkiston omistajan tai haltijan on osoitettava putkiston tarkka sijainti.

Edellä mainitut näkökohdat on huomioitava mahdollisessa yhteiskäytössä ja näiden toimenpiteiden suorittamiseen vaikuttavat muut maakaasuputkiston lähellä olevat rakenteet, kuten laajakaistainfrastruktuuri. Mahdollinen laajakaistainfrastruktuuri voi vaikeuttaa maakaasuputkiston elinkaaren aikaisia toimenpiteitä ja aiheuttaa merkittäviä käytön aikaisia lisäkustannuksia. Vastuukysymykset on oltava selvillä mukaan lukien kustannusjako kaikkien vaiheiden osalta.

Maakaasuputkiston ja siihen liittyvien laitteiden räjähdysvaarat on arvioitu. Näiden arviointien perusteella maakaasuverkoston kohteille on laadittu tilojen luokittelu, joka asettaa vaatimuksia näille alueille sijoitettaville laitteistoille. Nämä turvallisuustekijät tulee huomioida yhteiskäyttömahdollisuuksia arvioitaessa.

Laajakaistainfrastruktuuri todennäköisesti vaurioituisi ja aiheuttaisi katkoksen palveluun mahdollisissa putkirikkotilanteissa, jotka ovat kuitenkin varsin epätodennäköisiä tapahtumia. Vastaavasti laajakaistainfrastruktuurin epäonnistuneet korjaustoimet voivat aiheuttaa vaurioita maakaasuputkistolle tai siihen liitetyille laitteistoille.

Menettelyjen ja käytäntöjen yhteensovittamisen ohella tulee huomioida eri infrastruktuurien keskinäiset vaikutukset, joilla voi olla merkittäviä vaikutuksia turvallisuuteen.

Yhteiskäyttöinfrastruktuurin rakentamisessa, ylläpidossa ja mahdollisessa korjausrakentamisessa tulee huomioida maakaasuverkoston turvallisen käytön asettamat vaikutukset ja menettelyt. Mahdollinen yhteiskäyttö ei saa vaarantaa millään muotoa olemassa olevan maakaasuputkiston turvallista käyttöä.

Siirtoputkiston vähimmäisturvallisuusvaatimukset ovat myös turvallisuusesteitä, joita ei voi poistaa. Turvallisuusvaatimukset huomioon ottaen esteitä voidaan merkittävässä määrin poistaa *yhteisrakentamisen* suunnittelun keinoin niin, ettei esteitä muodostu. Suunnitteleminen ja rakentaminen yhteiskäyttöinfrastruktuuria koko sen elinkaari huomioon ottaen merkittävä osa turvallisuusesteistä ja kustannuksista välttää. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota infrastruktuurin keskinäiseen sijaintiin ja tuleviin käyttö- ja ylläpitotoimenpiteisiin.

### 3.2.1.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Maakaasuasennuksen (VNA 551/2009) säännökset asettavat perusvaatimuksia rakentamiselle ja rakenteiden sijoittamiselle maakaasuputkiston läheisyyteen. Suomessa noudatettavat standardit täydentävät asetuksen teknisiä vaatimuksia. Maanalaisten rakenteiden ja kaasuputkistojen keskinäiselle sijainnille on määrätty suojaetäisyyksiä. Maakaasun siirtoputkistojen suojaetäisyydet risteäviin rakenteisiin on esitetty asetuksen 551/2009 liitteessä I (mm. kohdat 3.3 ja 3.3.3) ja liitteessä II (mm. kohdat 6.6).



Vastaavalla tavalla tulee huomioida aiemmin mainitut vaatimukset toiminnalle maakaasuputkilinjoilla sekä tilaluokitusten aiheuttamat lisävaatimukset näiden alueiden laitteistoille. Turvallisuusvaatimukset ovat myös teknisiä vaatimuksia.

Eristämättömiä sähkömaakaapeleita ei saa asentaa alle 20 m etäisyydelle maakaasun siirtoputkistosta. Maadoituselektrodeja ei asenneta tälle alueelle, ja kupariset maaköydet tulee olla joko KeVi- eristettynä<sup>4</sup> tai asennettuna yhtenäiseen suojaputkeen. Tämä ei koske valokuitukaapelia. Kun suunnitellaan kaivutyötä ja/tai kaapelien tai muun infrastruktuurin rakentamista maakaasuputkiston lähelle, siitä on pyydettävä lausunto. Yhteensopivuus tarkistetaan samalla.

#### 3.2.1.3 Yhteiskäytön kustannukset

Siirtoverkoston yhteiskäyttöön otosta ja ylläpidosta ei voi tässä vaiheessa esittää kustannusarviota.

#### 3.2.1.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Yhteisrakentamisen turvallisuusvaatimukset olivat samoja kuin edellä yhteiskäytön turvallisuusvaatimukset.

Kaivannon laajenemisen aiheuttamat häiriöt/haitat/ongelmat ympäristölle, ongelmat/este työnsuorittamiselle, liikenne, vaaraa aiheuttavat työvaiheet (mm. materiaalien purku, nosto- ja siirtotyöt, räjäytystyöt, kemiallisten aineiden käsittely), tulevan kunnossapito- ja korjaustyön estyminen/hankaloituminen. Mainitut seikat heikentävät toimitusvarmuutta.

#### 3.2.1.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Vastaus oli sama kuin yhteiskäytön teknisissä vaatimuksissa, lukuun ottamatta sähkömaakaapeliviittauksia, joita ei laajakaistan yhteisrakentamisessa suunniteltaisi.

Maakaasuputken kanssa yhdensuuntaisten paineettomien putkien vähimmäisetäisyys 1,0 m. Paineettoman putken ja maakaasun risteämässä pitää olla korkoeroa 0,5 m.

#### 3.2.1.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Yhteisrakentamisen ja ylläpidon lisäkustannuksia/km uudis- ja korjausrakentamisessa ei pysytty arvioimaan.

Maakaasuverkon uudis- tai korjausrakentamista ei ollut näköpiirissä.

### 3.2.2 Jakeluputket

Vastauksia saatiin neljältä jakeluputkiston haltijalta.

#### 3.2.2.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Jakeluverkot on tyypillisesti rakennettu kaava-alueille ja ne on pääosin asennettu yhteiskaivantoihin muiden toimijoiden kanssa. Yleensä samoissa kaivannoissa ovat mukana puhelin ja sähkö. Kun uudisrakentaminen tehdään säädösten osoittamien asennustapojen ja suojaetäisyyksien puitteissa ei erityisiä turvallisuusesteitä ole.

Jakeluverkkojen osalta yhteiskaivantojen säännöt on olemassa risteävien ja yhdensuuntaisten asennusten osalta. Nykyinen malli on asennusten osalta riittävä ja se on ollut käytössä jo pitkään. Korjaus- ja laajennustöiden osalta ilmoitusmenettely työn suorittajan ja muun infrastruktuurin omistajan välillä voisi olla kehittämisen arvoinen asia.

<sup>4</sup> KeVi = KeltaVihreä, yleensä maadoitusjohto, KeVi -eristetty = kaksoiseristetty, ei tarvitse maadoitusjohtoa.

Yhteiskäytön turvallisuuteen vaikuttavat mahdolliset vuodot, tilan ahtaus, laitteet ja komponentit (kolhiminen, avautuminen/rikkoutuminen), liikenne, kunnossapito- ja korjaustyön estyminen/hankaloituminen. Riskit johtavat toimitusvarmuuden heikkenemiseen. Ne ovat myös turvallisuusesteitä.

Olemassa olevan infrastruktuurin ja laajakaistaverkon yhteiskäyttö ei ole mahdollista. Laajakaistaverkon rakentaminen maakaasuputken läheisyyteen edellyttää kirjallista kaivutyö lupaa. Toisaalta lausuttiin, ettei yhteiskäytölle ole turvallisuusesteitä ottaen huomioon rakentaminen, infrastruktuurin ylläpito sekä tuleva uudis- ja korjausrakentaminen.

#### 3.2.2.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Maakaasuasennuksen (VNA 551/2009) säännökset asettavat perusvaatimuksia rakentamiselle ja rakenteiden sijoittamiselle maakaasuputkiston läheisyyteen. Suomessa noudatettavat standardit täydentävät asetuksen teknisiä vaatimuksia. Maanalaisten rakenteiden ja kaasuputkistojen keskinäiselle sijainnille on määrätty suojaetäisyyksiä.

Maakaasuputken kanssa yhdensuuntaisia paineettomia putkia ei saa asentaa 1 metriä lähemmäksi maakaasuputkea. Paineettoman putken ja maakaasun risteämässä pitää olla korkoeroa 0,5 m.

#### 3.2.2.3 Yhteiskäytön kustannukset

Jakeluverkkojen osalta uudisrakentamisen mahdolliset hintaa nostavat tekijät syntyvät aikataulutuksesta ja ahtaudesta työmaalla. Korjaustöiden yhteydessä kustannuksia aiheutuu lähinnä putken näytöistä ja mahdollisesta kaivuvalvonnasta. Euromääräistä kustannusta on mahdoton arvioida. Yhteiskäyttöön otetun jakeluverkon ylläpidon kustannuslisäyksestä ei voi tässä vaiheessa esittää kustannusarviota.

Rakentamisesta ja ylläpidosta ei aiheudu kuluja, koska yhteiskäyttö ei ole mahdollista.

#### 3.2.2.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Yhteisrakentamisen turvallisuusvaatimukset olivat samoja kuin edellä yhteiskäytön turvallisuusvaatimukset.

Maakaasuputken kanssa yhteisrakentaminen mahdotonta, koska turvaetäisyys on 1 m, jolloin kaasuputki ja valokuitukaapeli eivät jäisi enää samaan kaivantoon. Turvallisuusesteitä ei lueteltu.

#### 3.2.2.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Vastaus oli sama kuin yhteiskäytössä.

#### 3.2.2.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Yhteisrakentamisen ja ylläpidon lisäkustannuksia/km uudis- ja korjausrakentamisessa ei pysytty arvioimaan.

### 3.3 Tieverkosto

Vuoden 2013 lopussa 79.390 km pitkistä maantieverkosta valtateitä on yli 8.600 km, moottoriteitä 810 km ja moottoriliikenneteitä 124 km. Vuonna 2014 ei tullut suuria muutoksia, mutta ainakin Uudellemaalle valmistui lisää moottoritietä. Kantatietä oli 4.729 km, seututietä oli 13.561 km ja yhdystietä 51.198 km.

#### 3.3.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Sijoitettaessa operaattoreiden kaapeleita tiealueelle tarvitaan aina lupa. Tiepuolella tarvitaan ainakin tieturvapätevyudet.

Liikenteenhallintajärjestelmien kaapelit pitäisi turvallisuussyistä rajata yhteiskäytön ulkopuolelle. Jos toimijoiden määrä Liikenneviraston kaapelikaivannoissa ja ristikytkennöissä lisääntyisi, vahingossa väärästä paikasta tehdyt katkot lisääntyisivät varmuudella. Tämä johtaisi liikenneverkkojen toimintavarmuuden alenemiseen. Liikennevirastolla lienee oikeus varata yksi tai kaksi kuituparia yliheittoja, huoltoja ja tulevaisuuden laajennuksia varten. Viimeisiä pareja ei voi verkkojen toimintavarmuuden säilyttämisen kannalta luovuttaa muiden käyttöön.

Turvallisuusesteet eivät ole helposti poistettavissa tai kustannukset niiden poistamisesta ovat suhteettoman suuret. Turvallisuuseste voidaan poistaa muuttamalla kiinteistörakennetta eriyttämällä laajakaistatila operatiivisesta tilasta ja rakentamalla uusi laitetila tai fyysisesti erottamalla samaan tilaan. Liikenneviraston laajakaistalaitetilojen tai kaapeleiden paikkatieto on oltava luottamuksellista, koska samassa laitetilassa on myös operatiivinen tila ja operatiivinen kaapeli, joiden avulla hoidetaan tieliikenteen ohjaus. Liikennevirasto viittaa laajakaistan yhteisrakentamisdirektiivin 9 artiklan 3 kohdan c) ja d) alakohtiin (vastauksessa lienee ollut tarkoitus viitata 3 artiklan vastaaviin kohtiin: c) turvallisuus- ja kansanterveysnäkökohdat ja d) verkkojen, erityisesti kansallisen kriittisen infrastruktuurin, eheys ja turvallisuus).

Siltä osin kuin laajakaistan yhteiskäyttö toteutettaisiin Liikenneviraston (valtion) omistamassa infrastruktuurissa, toimintaoikeus siellä pitäisi asettaa vain yhdelle operaattorille, minkä pitäisi olla valtion omistama Suomen Erillisverkot Oy. Tällöin ongelman ratkaisumahdollisuus ja -vastuu olisi yhdellä toimijalla.

### 3.3.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Lupa tarvitaan aina. Niitä ei ole annettu moottori- ja moottoriliikenneteille, jollei niihin ole rakentamisen ja peruskunnostuksen yhteydessä asennettu suojaputkitusta, johon kaapelit voidaan sijoittaa. Jos suojaputkitusta ei ole, kaapeloinnit on sijoitettava tiealueen ulkopuolelle. Suojaputkitusta tehdään tällä hetkellä vain suurten Liikenneviraston toteutamisvastuulla olevien rakentamishankkeiden yhteydessä.

Teknisiä vaatimuksia asetetaan vähintään kymmeniä sivuja, esimerkkinä telekaapeleiden rakentamishanke tiealueelle. Laajakaistaoperaattorille asetetaan dokumentointivaatimus.

### 3.3.3 Yhteiskäytön kustannukset

Vaihtoehtoja on useita ja tehtäviä voi varioida osapuolten kesken, joten kustannusten laskeminen on vaikeaa. Eri malleista riippuen kustannusten lisäys voi olla 100–10.000 €/km. Alla on esimerkkejä vaihtoehdoista.

1) vaihtoehdossa kolmas osapuoli toimittaa kaapelit, suojaputket, kaivot ja kaiken muun asennuksessa tarvittavan materiaalin sekä suorittaa kaapelien asennuksen suojaputkiin. Kaivanto tehtäisiin Liikenneviraston sähkö- ja telekaapeleita varten, joten kaivutyö hoituisi yhdellä kertaa. Ainoastaan haaroitukset ja niihin liittyvät kaivutyöt kolmannen osapuolen tarpeisiin aiheuttaisivat lisätyötä. Lisätyötä tulisi myös tilaajan pääurakoitsijalle, joka joutuisi koordinoimaan kolmannen osapuolen urakoitsijan toimintaa.

2) vaihtoehdossa Liikennevirasto asennuttaa kustannuksellaan kaapelit samalla urakoitsijalla kuin Liikenneviraston kaapelit ja kustannukset jaetaan asennusten jälkeen yhteisomistajien kesken. Kustannukset ovat samaa tasoa kuin 1) vaihtoehdossa, tosin urakoitsijoiden määrän vähentyessä kustannukset voivat jopa laskea.

3) vaihtoehdossa kolmas osapuoli toimittaa kaapelin, suojaputket, kaivot ym. asennustarvikkeet ja suorittaa kaivutyön. Tämä voisi soveltua sellaisiin urakoihin, joissa Liikenneviraston ei tarvitse suorittaa kaivutyötä omien kaapeleiden asentamiseksi. Kolmannen osapuolen urakoitsijan hallinnasta tulisi kustannuksia pääurakoitsijalle. Muuten malli voisi olla Liikennevirastolle edullinen, jos pääurakoitsijan ja kaapeliurakoitsijan yhteistyö toimii.

Jos Liikenneviraston urakoitsija katkaisee teleoperaattorin kaapelit, korjaushitsaaminen tulisi huomattavasti kalliimmaksi kuin jos kaivannoissa olisivat vain Liikennevirastojen kaapelit. Liikennevirastolla ei ole joka paikassa kuituverkolle nopeaa korjausvastetta, joten korjaus voi kestää kohteesta riippuen muutamasta päivästä kuukausiin. Kustannukset lisääntyisivät merkittävästi, jos näille kohteille pitää hankkia nopeampia vasteaikoja muiden toimijoiden vuoksi.

Jos liikennevirasto luovuttaa kuitua operaattorille, toiminnan täytyy olla vastavuoroista eli Liikenneviraston on saatava samoilla kohtuullisilla ehdoilla käyttöoikeus teleoperaattoreiden kaapeleihin. Esimerkiksi maanteiden varret ovat jo täynnä kaapeleita, jotka operaattori on saanut sijoittaa sinne nimellistä korvausta vastaan ja joiden perässä olevista liittymistä maksetaan operaattoreille kovaa hintaa.

Yhteiskäytön ylläpitokustannukset tiealueella ovat arviolta 0–500.000 €/vuosi, riippuen ylläpidon palvelutasosta. Esimerkiksi 6 tunnin päivittäinen ylläpidon vasteajalla vuosikustannukset kasvaisivat sadoilla tuhansilla euroilla. Jos palvelutaso pysyy ennallaan ja kaapelinomistajat osallistuisivat ylläpitokustannuksiin, ne voisivat jopa laskea. Vastauksessa ei yksilöity, millaiselle tien ylläpidolle nykyinen vasteaika on yksilöity. Onko kyse Liikenneviraston kaapeleista vai pelkästä tiealueesta? Tiealueilla operaattorit ylläpitävät omia kaapeleitaan.

### 3.3.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

#### 3.3.4.1 Työntekijöiden pätevyys

Tiealueella toimijoilta edellytetään tieturvapätevyys. Tiealueella toimijoiden määrän lisääntyessä lisääntyy riski tieliikenneonnettomuuksiin ja henkilövahinkoihin.

#### 3.3.4.2 Puolustusvoimat

Liikennevirasto on tehnyt yhteistyötä puolustusvoimien kanssa tietoliikenneyhteyksissä. Liikennevirasto on vuokrannut laajakaistaoperaattoreille valokuituyhteyksiä ja operaattoreiden kanssa on sovittu, että ne voivat rakentaa Kehäradalle oman tietoliikenneverkon, joka on erillinen Liikenneviraston omasta Kehäradan verkosta.

#### 3.3.4.3 Nostosillat ja tunnelit

Nostosiltoihin liittyy turvallisuuseste. Tietoliikennekatkos saattaa aiheuttaa ongelmia hätäajoneuvoliikenteelle, kuten palo-, ambulanssi- ja poliisiliikenteelle, ja voi aiheuttaa esimerkiksi hengenmenetyksen. Tunneleissa tietoliikennekatkos sulkee tunnelin ja hätätilanteessa hätäajoneuvot joutuvat kiertämään useita kymmeniä kilometrejä kiertoteitä. Yhteyttä yhteisrakentamiseen ei avattu enemmälti kummassakaan tapauksessa, mutta se voi liittyä vain siihen, että kaapeleita sijoitetaan vierekkäin ja yhteisrakentamisen myöhemmin huoltotilanteessa katkaistaisiin tietoliikenne- tai sähkökaapeli.

#### 3.3.4.4 Turvallisuusesteet

Liikennevirasto lausui turvallisuusesteistä, että sen ja ELY-keskusten on pystyttävä ilmoittamaan seuraavien rakenteidensa sijainnit:

- 1) tierakenteet
- 2) tievalaistuksen pylväät ja suojaputket
- 3) tietelemaatiikan suojaputket ja kaapelit

Suoranaisia turvallisuusesteitä ei ole, mutta toimijoiden lisääntyessä riski vääriin rakennusmenetelmiin ja tien rakenteiden vaurioihin lisääntyy (korjausrakentaminen).

#### 3.3.4.5 Tierakenneselvitys

Liikennevirasto arvioi, että tierakenteet näkyvät riittävän hyvin yleisillä kartoilla eikä niiden osalta tarvitse tehdä mitään. Liikennevirasto ei voi arvioida, onko maaperä tai kaapelista vapaa tila riittävä uusille kaapeleille. Nykykäytännön mukaan tien rakenteen selvittäminen kuuluu sille, joka hakee lupaa kaapelien asentamiseksi.

#### 3.3.4.6 Tievalaistus ja -telematiikka

Tievalaistuksen osalta maakaapeleiden suojaputket sopivat huonosti laajakaistakaapeleille, koska 50...60 metrin välein suojaputki päättyy valaisinpylvään jalustaan. Lisäksi sähkökaapelit voivat aiheuttaa sähkövirran valokuitukaapelissa olevaan metallilankaan.

Suurin osa tievalaistuksesta on toteutettu ilmajohdoin. Valaistuksen vaatimien sähköjohdosten rinnalla on nykyisin toisinaan erilaisia teleliikenteen ja sähköjen jakeluverkon johtoja. Pylväiden x ja y koordinaatit on pääosin mitattu, minkä lisäksi tierekisteriin on merkitty, onko tie valaistu. Liikennevirasto pystyy ilmoittamaan nämä direktiivin vaatimat tiedot kysyjälle. Toinen asia on, soveltuvatko törmäysturvalliset pylväät aina yhteisrakentamiseen törmäysturvallisuuden kärsimättä. Pylväisiin kiipeäminen kielletään joka tapauksessa, jotta onton pylvään puupinta ei vahingoitu.

Tievalaistusta ja tietelematiikkakaapeleita voi koskea direktiivin lisäksi toinenkin velvoite. Sähkö- tai viestintäverkon haltijan on pystyttävä ilmoittamaan, onko jollakin kohdalla kaapeleita ja jos kaapelin lähellä joku kaivaa, on korvauksetta näytettävä kaapelin sijainti maastossa. Käytännössä tietojen anto ja näyttöpalvelun välitys hoidettaisiin esimerkiksi Johtotieto Oy:n palvelun kautta. Sitä ennen Liikennevirastolla täytyy olla tieto kaapeleidensa sijainnista. Tievalaistuksen maakaapeleista suurimman osan sijainnin voi päätellä pylväiden sijainnista, mutta kaivun suorittajan on oltava tietoinen myös kaapeloinnin mutkista ja haaroista. Myös laajakaista yhteisrakentamisdirektiivi aiheuttaa painetta samaan suuntaan, vaikka Liikenneviraston suojaputket eivät sovellukaan laajakaistakaapeleille.

Liikennevirasto varaa oikeuden myöhemmin täsmentää, miltä liikenneturvallisuuden (security ja safety) kieltä yhdistää muita verkostoja ratojen tiedonsiirtoverkostoon koskee myös tietelematiikkaa ja tietunneleiden järjestelmiä.

Urakoitsijoiden valvontaa lisäämällä kustannukset ovat arviolta 1.000–100.000 €/kohde vuodessa, riippuen uusien toimijoiden ja uuden kaapelin rakentamisen määrästä. Täytännön keskenkäisyyden vuoksi direktiivin vaikutus tienpitäjän kustannuksiin jää karkean arvion varaan.

### 3.3.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Yleisesti arvioituna on järkevää uutta infrastruktuuria rakennettaessa lisätä tyhjiä kaapeliputkikanavia rakentamisvaiheessa väylien varsille.

### 3.3.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Tieliikenneinfrastruktuurin ja valokuitukaapelirakentamissuunnitelmien läpikäynti vaatisi huomattavasti alla olevaa laajempaa selvitystä yhteistyössä ELY-keskusten kanssa. Selvitystä ei olisi mahdollista tuottaa lausuntopyynnön määräajan puitteissa. Seuraavien yhteysväleille on tiedossa olevia tiedonsiirtotarpeita:

1. Lahti-Kouvola
2. Lahti-Helsinki
3. Turku-Raisio

Lisäksi seuraavien yhteysväylien käyttöönotto toisi merkittäviä kustannussäästöjä ja palvelutasojen parannuksien kautta järjestelmien toimintaan:

4. Kouvola-Lappeenranta
5. Lappeenranta-Nuijamaan raja-asema
6. Helsinki-Hämeenlinna-Tampere
7. Tampere-Pori
8. Hämeenlinna-lahti

Valokuitukaapeleiden korjausrakentamista ei ole seuraavan 10 vuoden aikana näköpiirissä tienvarsiteknologian osalta. Tieinfrastruktuurin korjausrakentamisesta ei lausuttu. Turku-Muurla välillä on käynnistymässä järjestelmän korjausrakentaminen 10 vuoden sisällä, jolloin voisi olla mahdollisuus uusista myös kaapeliverkkoa. Tämä aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia (arviolta 5.000–10.000 €/km).

Infrastruktuurin uudisrakentamisessa tyhjän suojaputken asennuskustannus on 1.000–3.000 €/km. Samanaikaisen laajakaistan asennuksen kustannus on 1.000–10.000 €/km olosuhteista riippuen, jolloin tiehankkeiden todennäköiselle hidastumiselle olisi vaikea laskea kustannusta. Uudisrakentamisen ylläpitokustannukset ovat 0–10.000 €/km riippuen vaadittavasta ylläpidon palvelutasosta.

Infrastruktuurin korjausrakentamisessa kustannukset ovat suuremmat kuin uudisrakentamisessa, mikä johtuu työn yhteensovittamisesta olemassa olevan järjestelmän toimintavaatimuksiin. Järjestelmän on toimittava rakentamisen aikana, joten työskentely on hitaampaa ja tarvitaan enemmän suunnittelua ja varotoimia käyttökatkosten minimoimiseksi. Korjausrakentamisen ylläpitokustannukset ovat 0–10.000 €/km riippuen vaadittavasta ylläpidon palvelutasosta.

### **3.4 Katuverkosto**

Katuverkostolla tarkoitetaan tässä katuja ja muita kunnallisia kaavateitä, jotka eivät ole valtion hallinnoimia maanteitä eivätkä yksityisten tiekuntien hallinnoimia yksityisteitä.

#### **3.4.1 Yhteiskäytön turvallisuus**

Yhteiskäytön turvallisuusesteitä ei lueteltu, kunhan laajakaistaoperaattorilla ei ole pääsyä liikenteen harjoittajan kriittisen infrastruktuurin tiloihin. Katuverkosta ei luokiteltu kriittiseksi, mutta sähkö-, lämpö-, valaistus-, kaasun-, vesi-, ja viemäriverkostot, jotka pääosin kaupunkialueilla kulkevat juuri katuverkossa, mainittiin luonteeltaan korotettua turvallisuustasoa vaativiksi.

#### **3.4.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset**

Teknisiä vaatimuksia ei lueteltu.

#### **3.4.3 Yhteiskäytön kustannukset**

Katuverkoston yhteiskäytön kustannuksista ei lausuttu mitään.

#### **3.4.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus**

Yhteisrakentamisen turvallisuusesteitä ei lueteltu, kunhan laajakaistaoperaattorilla ei ole pääsyä liikenteen harjoittajan kriittisen infrastruktuurin tiloihin. Katuverkosta ei luokiteltu kriittiseksi, mutta luonteeltaan korotettua turvallisuustasoa vaativiksi luokiteltiin siinä kulkeva yhdyskuntatekninen infrastruktuuri.

#### **3.4.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset**

Teknisiä vaatimuksia ei lueteltu.

#### **3.4.6 Yhteisrakentamisen kustannukset**

Katuverkoston yhteisrakentamisen kustannuksista ei lausuttu.

### 3.5 Rataverkosto

#### 3.5.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Liikenteenhallintajärjestelmien kaapelit pitäisi turvallisuussyistä rajata yhteiskäytön ulkopuolelle. Tämä koskee erityisesti rautatieliikenteen liikenteenhallintajärjestelmiä. Jos toimijoiden määrä Liikenneviraston kaapelikaivannoissa ja ristikytkennöissä lisääntyisi, vahingossa väärästä paikasta tehdyt katkot lisääntyisivät varmuudella. Tämä johtaisi liikenneverkkojen toimintavarmuuden alenemiseen. Liikennevirastolla lienee oikeus varata yksi tai kaksi kuituparia yliheittoja, huoltoja ja tulevaisuuden laajennuksia varten. Viimeisiä pareja ei voi verkkojen toimintavarmuuden säilyttämisen kannalta luovuttaa muiden käyttöön. Maantien kohdalla on sama vastaus, koska vastauksen kohdetta ei eritelty.

Turvallisuusesteet ovat samoja kuin edellä maantien ja laajakaistan yhteisrakentamisen turvallisuusesteet.

Toisenkin vastaajan hallinnoimat tilat ovat luonteeltaan niin sanottua kriittistä (fyysistä) infrastruktuuria. Kyseisten toimijoiden tilat liittyvät yhteiskunnan kokonaisturvallisuuteen. Direktiivin soveltaminen tältä osin mahdollistaa laajakaistaoperaattoreille pääsyn tiloihin, jotka liittyvät muun muassa liikennettä hoitavan laitoksen toimintaan, turvallisuusviranomaisten toimintaedellytyksiin sekä koko yhteiskunnan toimintavarmuuteen. Pääsyjärjestelyjen turvallinen toteuttaminen edellyttää tiloissa liikkujien valvontaa, josta aiheutuu kustannuksia. Fyysisen infrastruktuurin yhteiskäyttö saattaa aiheuttaa häiriöitä toiminnan järjestämisestä ja lisätä hallinnollisia kustannuksia. Kriittiseen infrastruktuuriin liittyvien tietojen luovuttaminen, keskitetty käsittely ja tallentaminen ovat omiaan aiheuttamaan riskejä salassa pidettävien tietojen turvallisuudelle sekä näillä suojattaville eduille.

Yhteiskäytön turvallisuusesteet voidaan poistaa tai niitä voidaan vähentää siten, että kansallisessa lainsäädännössä määritellään, ettei informaatiopisteeseen ole velvollisuutta toimittaa tietoja fyysisestä infrastruktuurista tai sen osista, jotka ovat salassa pidettäviä lain viranomaisen toiminnan julkisuudesta (621/1999) 24.1§ perusteella tai jotka liitettynä muihin infopisteestä saataviin tietoihin muodostuisivat tällaisiksi. Jos tietoja on luovutettava, yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiä tietoja saa luovuttaa hankkeen kannalta välttämättömässä laajuudessa vain laajakaistaoperaattoreille, joille on tehty lain kansainvälisistä tietoturvallisuusvelvoitteista (588/2004) 12§ tarkoittama yhteisöturvallisuus selvitys.

Rataverkostot vaativat korotettua turvallisuustasoa, joten pääsyjärjestelyjen järjestäminen edellyttää jatkuvaa valvontaa. Valvonnasta aiheutuu kustannuksia tilojen omistajille. Tilojen pääsyjärjestelyjen aiheuttamat kustannukset, kuten tiloissa työskentelevien henkilöiden fyysiseen valvontaan liittyvät kustannukset tulee kompensoida tilojen omistajille täysimääräisenä. Kriittinen perusinfrastruktuuri pitäisi lähtökohtaisesti rajata kansallisen lainsäädännön ulkopuolelle.

#### 3.5.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Toinen vastaaja lausui teknisistä vaatimuksista, että lupa tarvitaan aina.

Toinen vastaaja ei lausunut teknisistä vaatimuksista.

#### 3.5.3 Yhteiskäytön kustannukset

Toisen vastaajan mukaan vaihtoehtoja on useita ja tehtäviä voi varioida osapuolten kesken, joten kustannusten laskeminen on vaikeaa. Eri malleista riippuen kustannusten lisäys voi olla 100–10.000 €/km. Maanteiden yhteydessä esitetyt kommentit vaihtoehtoista koskevat soveltuvin osin myös rataverkkoa.

Yhteiskäytön ylläpitokustannukset rata-alueella ei arvioitu, mutta ne riippuvat ylläpidon palvelutasosta. Esimerkiksi 6 tunnin päivittäinen ylläpidon vasteajalla vuosikustannukset kasvaisivat sadoilla tuhansilla euroilla. Jos palvelutaso pysyy ennallaan ja kaapelinomistajat osallistuisivat ylläpitokustannuksiin, ne voisivat jopa laskea.

Toisen vastaajan mukaan kustannuksia aiheutuu ja ne on korvattava, mutta niiden suuruuteen ei otettu kantaa.

#### 3.5.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Nostosiltoihin liittyy turvallisuuseste. Tietoliikennekatkos saattaa aiheuttaa ongelmia hätäajoneuvoliikenteelle, kuten palo-, ambulanssi- ja poliisiliikenteelle, ja voi aiheuttaa esimerkiksi hengenmenetyksen. Tunneleissa (Suomessa on 47 rautatietunnelia) tietoliikennekatkos sulkee tunnelin ja hätätilanteessa hätäajoneuvot joutuvat kiertämään useita kymmeniä kilometrejä kiertoteitä. Yhteyttä yhteisrakentamiseen ei avattu enemmälti kummassakaan tapauksessa, mutta se voi liittyä vain siihen, että kaapeleita sijoitetaan vierekkäin ja yhteisrakentamista myöhemmin huoltotilanteessa katkaistaisiin tietoliikennekaapeli tai myös sähkökaapeli.

Oikeus yhteisrakentamiseen tulee muuttamaan nykyistä tilannetta huomattavasti. Nykyinen tilanne, jossa yhteisrakentamisesta on tehty erillinen sopimus, on mahdollistanut tapauskohtaisen harkinnan muun muassa yhteisrakentamisen turvallisuus- ja muista järjestelyistä. Yhteisrakentamisen turvallisuusriskit liittyvät julkisen hallinnon kriittisen infrastruktuurin rakentamiseen sekä näihin liittyvien salassa pidettävien tietojen suojaamiseen.

Yhteisrakentamisen turvallisuusesteitä voidaan poistaa tai vähentää siten, että kansallisessa toimeenpanossa sovelletaan vapautuksia riittävän laajasti. Yhteisrakentamisveloitteen ulkopuolelle kriittisen infrastruktuurin perusteella tulisi rajata hankkeet, jotka liittyvät yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiin liikennejärjestelyihin. Kriittistä infrastruktuuria määriteltäessä on huomioitava suomalaisen yhteiskunnan kokonaisturvallisuusmalli sekä yhteiskäyttöperusteella muodostuva kriittinen infrastruktuuri. Jos mainittuja infrastruktuureja ei rajata ulos, on edellytetty turvallisuus selvitystä.

Kriittisen perusinfrastruktuurin omistajille tulisi säätää oikeus saada tarvittaessa tiedot verkon aktiivilaitteista, joita asennetaan yhteisrakentamisveloitteen perusteella. Tällä voidaan varmistua, etteivät asennettavat aktiivilaitteet tai niistä mahdollisesti lähtevät signaalit häiritse perusinfrastruktuurin omistajan toimintaa ja siten aiheuta riskejä toiminnan jatkuvuudelle. Edelleen pitäisi säätää, että perustellusta syystä tilojen omistaja voisi estää mahdollisia häiriöitä aiheuttavien verkon aktiivilaitteiden asentamisen.

Toisen vastaajan näkemyksen mukaan liikenteen turvallisuuden (security ja safety) vuoksi ratojen tiedonsiirtoverkoston ei saa yhdistää muita verkostoja. Ratojen ohjausjärjestelmien suojaputket ja kaapelit eivät lainkaan sovellu yhteisrakentamiseen turvallisuussyistä. Pääsääntöisesti myöskään ratojen muut rakenteet eivät turvallisuussyistä sovellu yhteisrakentamiseen. Tämän vuoksi ne pitäisi vastaajan mukaan vapauttaa tarvittavilta osin direktiivin yhteisrakentamisveloitteiden ja tietojen luovuttamisen piiristä.

Rautatieliikenteen osalta yhteisrakentamisen turvallisuusesteitä ei voi poistaa.

#### 3.5.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Teknisistä vaatimuksista ei lausuttu mitään, jonka perusteella vastauksien sisältöä voisi verifioida.

#### 3.5.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Pohjanmaan rata ja Kehärata ovat tiedossa olevia hankkeita.



Vastaajat eivät tietäneet kustannuksia. Yhteisrakentamisen kustannukset ja tilojen henkilövalvonnan kustannukset on kompensoitava.

### 3.6 Vesihuoltoverkostot

Vesihuoltoverkostoja koskevaa erillistä vastausta ei annettu. Alla olevat kommentit on koottu yleisluontoisesta useampaa infrastruktuuria koskevasta vastauksesta.

#### 3.6.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Vastaajan edustaman hallinnoimat tilat ovat luonteeltaan niin sanottua kriittistä (fyysistä) infrastruktuuria. Kyseisten toimijoiden tilat liittyvät yhteiskunnan kokonaisturvallisuuteen. Direktiivin soveltaminen tältä osin mahdollistaa laajakaistaoperaattoreille pääsyn tiloihin, jotka liittyvät muun muassa vesihuoltolaitoksen toimintaan, turvallisuusviranomaisten toimintaedellytyksiin sekä koko yhteiskunnan toimintavarmuuteen. Pääsijärjestelyjen turvallinen toteuttaminen edellyttää tiloissa liikkujien valvontaa, josta aiheutuu kustannuksia. Fyysisen infrastruktuurin yhteiskäyttö saattaa aiheuttaa häiriöitä toiminnan järjestämisestä ja lisätä hallinnollisia kustannuksia. Kriittiseen infrastruktuuriin liittyvien tietojen luovuttaminen, keskitetty käsittely ja tallentaminen on omiaan aiheuttamaan riskejä salassa pidettävien tietojen turvallisuudelle sekä näillä suojattaville eduille.

Yhteiskäytön turvallisuusesteet voidaan poistaa tai niitä voidaan vähentää siten, että kansallisessa lainsäädännössä määritellään, ettei informaatiopisteeseen ole velvollisuutta toimittaa tietoja fyysisestä infrastruktuurista tai sen osista, jotka ovat salassa pidettäviä lain viranomaisen toiminnan julkisuudesta (621/1999) 24.1§ perusteella tai jotka liitettynä muihin infopisteestä saataviin tietoihin muodostuisivat tällaisiksi. Jos tietoja on luovutettava, yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiä tietoja saa luovuttaa hankkeen kannalta välttämättömässä laajuudessa vain laajakaistaoperaattoreille, joille on tehty lain kansainvälisistä tietoturvallisuusvelvoitteista (588/2004) 12§ tarkoittama yhteisöturvallisuus selvitys.

Vesiverkostot vaativat korotettua turvallisuustasoa, joten pääsijärjestelyjen järjestäminen edellyttää jatkuvaa valvontaa. Valvonnasta aiheutuu kustannuksia tilojen omistajille. Tilojen pääsijärjestelyjen aiheuttamat kustannukset, kuten tiloissa työskentelevien henkilöiden fyysiseen valvontaan liittyvät kustannukset tulee kompensoida tilojen omistajille täysimääräisenä. Kriittinen perusinfrastruktuuri pitäisi lähtökohtaisesti rajata kansallisen lainsäädännön ulkopuolelle.

#### 3.6.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Teknisistä vaatimuksista ei lausuttu mitään.

#### 3.6.3 Yhteiskäytön kustannukset

Kustannuksia aiheutuu ja ne on korvattava, mutta niiden suuruuteen ei otettu kantaa.

#### 3.6.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Oikeus yhteisrakentamiseen tulee muuttamaan nykyistä tilannetta huomattavasti. Nykyinen tilanne, jossa yhteisrakentamisesta on tehty erillinen sopimus, on mahdollistanut tapauskohtaisen harkinnan muun muassa yhteisrakentamisen turvallisuus- ja muista järjestelyistä. Yhteisrakentamisen turvallisuusriskit liittyvät julkisen hallinnon kriittisen infrastruktuurin rakentamiseen sekä näihin liittyvien salassa pidettävien tietojen suojaamiseen.

Yhteisrakentamisen turvallisuusesteitä voidaan poistaa tai vähentää siten, että kansallisessa toimeenpanossa sovelletaan vapautuksia riittävän laajasti. Yhteisrakentamisvelvoitteen ulkopuolelle kriittisen infrastruktuurin perusteella tulisi rajata hankkeet, jotka liittyvät yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiin vesihuoltojärjestelyihin. Kriittistä infrastruktuuria määriteltäessä on huomioitava suomalaisen yhteiskunnan kokonaisturvallisuusmalli sekä yhteiskäyttöperusteella muodostuva kriittinen infrastruktuuri. Jos mainittuja infrastruktuureja ei rajata ulos, on edellytetty turvallisuus selvitystä.

Kriittisen perusinfrastruktuurin omistajille tulisi säätää oikeus saada tarvittaessa tiedot verkon aktiivilaitteista, joita asennetaan yhteisrakentamisvelvoitteen perusteella. Tällä voidaan varmistua, etteivät asennettavat aktiivilaitteet tai niistä mahdollisesti lähtevät signaalit häiritse perusinfrastruktuurin omistajan toimintaa ja siten aiheuta riskejä toiminnan jatkuvuudelle. Edelleen pitäisi säätää, että perustellusta syystä tilojen omistaja voisi estää mahdollisia häiriöitä aiheuttavien verkon aktiivilaitteiden asentamisen.

**3.6.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset**  
Teknisistä vaatimuksista ei lausuttu mitään.

**3.6.6 Yhteisrakentamisen kustannukset**  
Kustannuksia ei tiedetty. Yhteisrakentamisen kustannukset ja tilojen henkilövalvonnan kustannukset on kompensoitava.

### **3.7 Kaukolämpöverkostot**

Yhdellä vastaajalla on kaukolämpöverkkoa n. 700 km neljän kunnan alueella. Verkon pituus on noin 4,7 m/asukas. Toinenkin vastaaja toimii useamman kunnan alueella.

#### **3.7.1 Yhteiskäytön turvallisuus**

Kaukolämpöputkien sisällä lämmön siirron väliaineena käsitelty kaukolämpövesi, joka on polttavan kuumaa, menovesi +70...115 astetta Celsiusta. Vuototapauksissa on mahdollistettava hätäkaivut. Vieraita vaurioituvia kriittisiä rakenteita ei ole suotavaa olla kaukolämpöjohtoalueella häirtana. Turvallisuusestettä ei voi poistaa. Se on huomioon otettava ominaisuus, jos viereen halutaan asentaa muita johtoja.

Mahdolliset vuodot, kuuma vesi, höyry, korkea lämpötila, tilan ahtaus, laitteet ja komponentit (kolhiminen, avautuminen/rikkoutuminen), liikenne, kunnossapito- ja korjaustyön estyminen/hankaloituminen. Riskit johtavat lämmön toimitusvarmuuden heikkeneemiseen.

Turvallisuusesteitä voidaan poistaa riittävällä suojaetäisyyksillä, välttämällä laajakaistakaapeleiden asentaminen suoraan kaukolämpöjohdon päälle tai rakenteen sisään. Muita keinoja turvallisuusesteiden poistamiseen on vaikea hahmottaa mielekkäillä kustannuksilla ja/tai vaarantamatta/heikentämättä järjestelmän toimintaa.

Olemassa olevan infrastruktuurin ja laajakaistaverkon yhteiskäyttö ei yhden vastaajan mukaan ole mahdollista.

#### **3.7.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset**

Yhteiskäytön turvallisuusvaatimukset ovat myös teknisiä vaatimuksia. Käytönaikana kaiken toimiessa ei liene esteitä, kunhan verkot on dokumentoitu mm. ylläpitohuoltoja ja korjauksia varten.

Yhteiskäyttötilanteissa on mahdollistettava huolto ja mahdollisissa kuumavesivuodoissa vieraan rakenteen kuumavesikestävyys.

Yhteiskäytöllä ei saa hankaloittaa kaukolämpöverkon laajennus-, haaroitus-, perusparannus-, korjaus- ja kunnossapitotöiden suorittamista. Tämä estetään pitämällä riittävät suojaetäisyydet ja välttämällä kaapeleiden asennus kaukolämpöjohtorakenteiden sisään eikä päälle. Olosuhteiden kesto. Ei tunnu mielekkäältä rakentaa laajakaistaverkkoa olemassa olevan kaukolämpöverkon yhteyteen.

Laajakaistaa varten asennettavien putkitusten vähimmäisetäisyys kaukolämmöstä yhdensuuntaisilla putkilla on 0,5 m. Kaukolämpöputken risteämisessä etäisyys on vähintään 0,1 m.

### 3.7.3 Yhteiskäytön kustannukset

Olemassa olevan kaukolämpöinfrastruktuurin yhteiskäyttö ei tulle kyseeseen, koska valokuitua ei voi jälkikäteen vetää kaukolämpöputkea pitkin. Tästä ei ollut kuitenkaan varmuutta. Auras tms. ojan tekeminen perään ei ilmeisesti tule kyseeseen. Ainoa toteutusmalli olisi tulla mukaan yhteisojaan uudisrakentamisen yhteydessä.

Käytöstä ei liene edellä lueteltujen tapausten lisäksi kuluja, jos ao. verkon laitteet (kaapit, asemat) ja tarvikkeet ovat erillään. Kustannuksia ei siten arvioida aiheutuvan, koska yhteiskäyttöä ei pidetä mahdollisena eikä ainakaan järkevänä.

Yhteiskäytöstä ei saa aiheutua kustannuksia (aiheuttamisperiaate). Jos ko. turvallisuus- ja teknisiä vaatimuksia ei kunnolla huomioida, kustannukset voivat nousta varsin suuriksi.

Rakentamisesta ja ylläpidosta ei aiheudu kuluja, koska yhteiskäyttöä ei edellä pidetty toteuttamiskelpoisena vaihtoehtona.

### 3.7.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Yhteiskäytön yhteydessä kerrotun lisäksi turvallisuusvaatimuksina on normaali maarakentamisen turvallisuus. Rakenteiden kannalta on suotavaa tehdä suojaputkitus valokuidulle.

Kaukolämpörakentamisessa on tarkastettava rakenteen teknisen kunnan kelpoisuus eri rakentamisvaiheissa. Toimittaessa samassa tilassa yhteiskäyttöön kuuluvat normaalit rakennevaurio- ja niistä johtuvat turvallisuusriskit yhteiskäyttäjille.

Varsinaisia turvallisuusesteitä ei ole noudatettaessa rakentamisen aikaisia turvallisuusvaatimuksia: kuumaa vettä käsitellään kaukolämmön täyttövaiheessa, työssä höyryä jne. Turvallisuusesteitä voi poistaa sopimalla vastuista ja kustannuksista etukäteen.

Kaivannon laajenemisen aiheuttamat häiriöt/haitat/ongelmat ympäristölle, ongelmat/este työnsuorittamiselle, liikenne, vaaraa aiheuttavat työvaiheet (mm. materiaalien purku, nosto- ja siirtotyöt, räjäytystyöt, kemiallisten aineiden käsittely), tulevan kunnossapito- ja korjaustyön estyminen/hankaloituminen. Mainitut seikat heikentävät lämmöntoimitusvarmuutta.

Ei saa hankaloittaa kaukolämpöverkon rakentamis-, laajennus-, haaroitus-, perusparannus-, korjaus- ja kunnossapitotöiden suorittamista. On varmistettava riittävät suojaetäisyydet. Laajakaistakaapeleita ei saa asentaa kaukolämpöjohtorakenteiden päälle. Jos mainittuja teknisiä vaatimuksia ei noudata, ne ovat turvallisuusesteitä.

Kaukolämmön ja laajakaistan yhteisrakentamisessa ei ole sellaisia esteitä, jotka estäisivät putken ja kaapelin sijoittamisen samaan kaivantoon. Laajakaistaa varten asennettavien putkitusten vähimmäisetäisyys kaukolämmöstä yhdensuuntaisilla putkilla 0,5 m. Kaukolämpö putken risteäminen vähintään 0,1 m päästä.

### 3.7.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Asennettaessa on pidettävä suojaetäisyydet, mahdollistettava jälkikaivu molemmille, huomioitava kuumavesivuodot ja asennettava kaapelikaivot suunnitellusti erilleen.

Yhden vastaajan mukaan tekniset vaatimukset ovat myös turvallisuusvaatimuksia.

Laajakaistaputkitusten vähimmäisetäisyys kaukolämmöstä yhdensuuntaisilla putkilla 0,5 m ja risteämissä vähintään 0,1 m.

### 3.7.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Seuraavien 10 vuoden säteen investoinneista ei esitetty mitään lukuja. Merkittävin runkoverkkojen rakentaminen on päättynyt, tosin yksittäisiä pitkiä linjauksia (vetoja) tehdään markkinaehtoisesti lämmön myynnin ja tarvitsijoiden yhteisinvestointihalukkuuden mukaan. Keskusta-alueella on tulossa useampia katuja uusittavaksi.

Kaukolämpöputkien uudis- ja korjausrakentamisessa kustannusten suuruusluokka riippuu putkikoosta, asennussyvyydestä jne. Juoksumetrihinta maatyöstä ja putkiasennuksesta ilman putkea on noin 20 €/m (alv 0). Korjausrakentamisen kustannukset ovat samaa luokkaa. Korjausrakentaminen on yleensä paikallinen linjanavaus, jolloin johdonveto ei tulle kyseeseen. Putkien uushankintahinnat ovat yli kymmenkertaiset maanrakennus- ja asennuskustannuksiin verrattuna.

Yhteisrakentamiseen liittyvästä ylläpidosta ei aiheutune kuluja, ellei jakokeskuksia, päätelaitteita tms. sijoiteta yhteisiin tiloihin, kuten kaukolämmön pumppaamoihin, alajakokeskuksiin tms.

Yhdellä vastaajalla uudisrakentaminen oli noin 1 % lisää kaukolämpöverkkoa vuodessa. Kaupunkimaisessa ympäristössä, jos oletuksena on 0,5 m suojaetäisyys, muodostuu uudisrakentamisen lisäkustannus seuraavasti: kaukolämpöjohdon keskimääräinen rakentamiskustannus vastaajalla on n. 385 €/m (200...1800 €/m johdon dimensiosta riippuen). Tästä kustannuksesta maarakennus on noin 40 % (30...60 % johdon dimensiosta riippuen) eli 150 €/m. Keskimäärin 1 m leveä kaivanto levenee 0,5 m, jolloin lisäkustannus noin 75 €/m. Kaikki hinnat ovat ilman arvonlisäveroa.

Kaukolämpöjohdon keskimääräinen perusparantamiskustannus vastaajalla on n. 900 €/m (600...2500 €/m johdon dimensiosta riippuen). Tästä kustannuksesta maarakennus on noin 40 % (30...60 % johdon dimensiosta riippuen) eli 360 €/m. Keskimäärin 1 m leveä kaivanto levenee 0,5 m rakennettaessa samanaikaisesti laajakaistaa taikka laajakaistavarauksia ja -valmiuksia, jolloin korjausrakentamisessa lisäkustannus n. 180 €/m.

Yhden vastaajan kaukolämpöverkko laajenee (uudisrakentaminen) uusille toteutettaville asuinalueille. Isompana hankkeena on suunnitelmassa kaupungin ja toisen kunnan osan kaukolämpöverkkojen yhdistäminen. Tämä edellyttää noin 10 km pituista yhdysjohtoa. Rakennettaessa samanaikaisesti laajakaistaa taikka laajakaistavarauksia ja -valmiuksia lisäkustannukset ovat noin 10.000 €/km, jos pelkkä yhden uuden varausputken asennus riittää. Hinta-arvio perustuu vastaajan voimassa oleviin yksikköhintoihin. Mikäli varausputken asentaminen lisää esimerkiksi uusittavien päällysteiden määrää, kasvaa esitetty summa. Ylläpitokulut eivät lisäänty.

Yhden vastaajan kaukolämpöverkko on paikoittain iäkstä ja tulossa käyttöikänsä päähän. Korjausrakentaminen / perusparantaminen tehdään teknisesti järkevissä osissa (noin 50–300 m/kohde). 10 vuoden aikana arviolta 4–5 km uusittavaa kaukolämpöjohtoa. Vuotuinen uudistus on alle 0,5 % kaukolämpöverkoston pituudesta. Korjausrakentamisen lisäkustannukset ovat samaa luokkaa kuin uudisrakentamisessa. Ylimääräisiä ylläpitokuluja ei aiheudu.

### 3.8 Satamat

#### 3.8.1 Yhteiskäytön turvallisuus

Vastaajan hallinnoimat tilat ovat luonteeltaan niin sanottua kriittistä (fyysistä) infrastruktuuria, jotka liittyvät yhteiskunnan kokonaisturvallisuuteen. Direktiivin soveltaminen tältä osin mahdollistaa laajakaistaoperaattoreille pääsyn tiloihin, jotka liittyvät muun muassa satamanpitäjän toimintaan, turvallisuusviranomaisten toimintaedellytyksiin sekä koko yhteiskunnan toimintavarmuuteen. Pääsyjärjestelyjen turvallinen toteuttaminen edellyttää tiloissa liikkujien valvontaa, josta aiheutuu kustannuksia. Fyysisen infrastruktuurin yhteiskäyttö saattaa aiheuttaa häiriöitä toiminnan järjestämisestä ja lisätä hallinnollisia kustannuksia. Kriittiseen infrastruktuuriin liittyvien tietojen luovuttaminen, keskitetty käsittely ja tallentaminen ovat omiaan aiheuttamaan riskejä salassa pidettävien tietojen turvallisuudelle sekä näillä suojattaville eduille.

Yhteiskäytön turvallisuusesteet voidaan poistaa tai niitä voidaan vähentää siten, että kansallisessa lainsäädännössä määritellään, ettei informaatiopisteeseen ole velvollisuutta toimittaa tietoja fyysisestä infrastruktuurista tai sen osista, jotka ovat salassa pidettäviä lain viranomaisen toiminnan julkisuudesta (621/1999) 24.1 §:n perusteella tai jotka liitettynä muihin infopisteestä saataviin tietoihin muodostuisivat tällaisiksi. Jos tietoja on luovutettava, yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiä tietoja saa luovuttaa hankkeen kannalta välttämättömässä laajuudessa vain laajakaistaoperaattoreille, joille on tehty lain kansainvälisistä tietoturvallisuusvelvoitteista (588/2004) 12 §:n tarkoittama yhteisöturvallisuusselvitys.

Satama-alueet vaativat korotettua turvallisuustasoa, joten pääsyjärjestelyjen järjestäminen edellyttää jatkuvaa valvontaa. Valvonnasta aiheutuu kustannuksia tilojen omistajille. Tilojen pääsyjärjestelyjen aiheuttamat kustannukset, kuten tiloissa työskentelevien henkilöiden fyysiseen valvontaan liittyvät kustannukset, tulee kompensoida tilojen omistajille täysimääräisinä. Kriittinen perusinfrastruktuuri pitäisi lähtökohtaisesti rajata kansallisen lainsäädännön ulkopuolelle.

Turvallisuusesteet eivät ole helposti poistettavissa tai kustannukset niiden poistamisesta ovat suhteettoman suuret. Turvallisuuseste voidaan poistaa muuttamalla kiinteistörakennetta eriyttämällä laajakaistatila operatiivisesta tilasta ja rakentamalla uusi laitetila tai fyysisesti erottamalla samaan tilaan. Vastaajan laajakaistalaitetilojen tai kaapeleiden paikkatieto on oltava luottamuksellista, koska samassa laitetilassa on myös operatiivinen tila ja operatiivinen kaapeli, joiden avulla hoidetaan laivojen ohjaus.<sup>5</sup> Vastaaja viittaa turvallisuus- ja kansanterveysnäkökohtiin sekä kansallisen kriittisen infrastruktuurin eheyteen ja turvallisuuteen.

#### 3.8.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Teknisistä vaatimuksista ei lausuttu.

#### 3.8.3 Yhteiskäytön kustannukset

Kustannuksia aiheutuu ja ne on korvattava, mutta niiden suuruuteen ei otettu kantaa.

#### 3.8.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Oikeus yhteisrakentamiseen tulee muuttamaan nykyistä tilannetta huomattavasti. Nykyinen tilanne, jossa yhteisrakentamisesta on tehty erillinen sopimus, on mahdollistanut tapauskohtaisen harkinnan muun muassa yhteisrakentamisen turvallisuus- ja muista järjestelyistä. Yhteisrakentamisen turvallisuusriskit liittyvät julkisen hallinnon kriittisen infrastruktuurin rakentamiseen sekä näihin liittyvien salassa pidettävien tietojen suojaamiseen.

<sup>5</sup> Eri asia kuin laivaliikenteen ohjauksen VTS-keskukset ja VTS-keskuksen yhteydessä GOFREP-center Katajanokalla.

Yhteisrakentamisen turvallisuusesteitä voidaan poistaa tai vähentää siten, että kansallisessa toimeenpanossa sovelletaan vapautuksia riittävän laajasti. Yhteisrakentamisvelvoitteen ulkopuolelle kriittisen infrastruktuurin perusteella tulisi rajata hankkeet, jotka liittyvät yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisiin liikennejärjestelyihin. Kriittistä infrastruktuuria määriteltäessä on huomioitava suomalaisen yhteiskunnan kokonaisturvallisuusmalli sekä yhteiskäyttöperusteella muodostuva kriittinen infrastruktuuri. Jos mainittuja infrastruktuureja ei rajata ulos, on edellytetty turvallisuus selvitystä.

Kriittisen perusinfrastruktuurin omistajille tulisi säätää oikeus saada tarvittaessa tiedot verkon aktiivilaitteista, joita asennetaan yhteisrakentamisvelvoitteen perusteella. Tällä voidaan varmistua, etteivät asennettavat aktiivilaitteet tai niistä mahdollisesti lähtevät signaalit häiritse perusinfrastruktuurin omistajan toimintaa ja siten aiheuta riskejä toiminnan jatkuvuudelle. Edelleen pitäisi säätää, että perustellusta syystä tilojen omistaja voisi estää mahdollisia häiriöitä aiheuttavien verkon aktiivilaitteiden asentamisen.

**3.8.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset**  
Teknisistä vaatimuksista ei lausuttu.

**3.8.6 Yhteisrakentamisen kustannukset**

Kustannuksia ei tiedetty. Yhteisrakentamisen kustannukset ja tilojen henkilövalvonnan kustannukset on kompensoitava.

### **3.9 Lentokentät**

Lentokenttäoperaattorit eivät vastanneet kyselyyn.

### **3.10 Laajakaistaverkot**

Vastaajilla oli varsin erilaisia verkkoja, investointitarpeita, teknistä tietoa, jne.

#### **3.10.1 Yhteiskäytön turvallisuus**

##### **3.10.1.1 Rakentaminen olemassa olevaan infrastruktuuriin**

Toimittaessa esim. samassa ojassa, putkessa tai pylväässä sähkökaapeleiden kanssa tai toimittaessa samassa kaivannossa kaasu- tai kaukolämpöputkien ja vesi ja viemäriputkien kanssa tulee huomioida sähkökaapeleiden jännitteet ja kaasu- ja kaukolämpöputkien mahdolliset vuodot ja mahdolliset vesivuodot töiden yhteydessä. Näistä on olemassa määräyksiä, joissa näitä on huomioitu. Lisäksi noudatetaan seuraavia turvallisuusvaatimuksia:

- Kuitukaapeleita ei yleensä asenneta saamaan johtokanavaan suurjännitesähkölinjojen kanssa turvallisuussyistä.
- Viemäri ja vesiputkien kanssa ei yleensä kannata mennä samaan kaivantoon mahdollisten tulevien ongelmien vuoksi, jotka voivat aiheutua vesivuodoista ja jotka vaarantavat kaapelimme. Esimerkiksi routa-aikaan vesivuoto jäädyttää maan kaapelimme ympärillä ja ojan aukaisu vian yhteydessä rikkoo kaapelimme. Myös ko. putkien korjaustyöt vaativat suuria kaivutöitä ja tämä vaarantaa kaapelimme.
- Myös kaukolämpöputkien läheisyyteen asentamista vältetään em. turvallisuussyistä ja kaapelien vaarantumisen vuoksi.
- Teiden varsilla, tunneleissa ym. toimittaessa on huomioitava liikenteen aiheuttamat riskitekijät.

Rakentamisessa on huomioita nykyinen lainsäädäntö, säädökset sekä esim. kuntien ohjeistukset. Alla muutama esimerkki:

- Liikenneturvallisuus: tie- ja katualueilla sekä muilla liikenteeseen käytetyillä paikoilla koneiden on erotettava liikenteestä. Työkoneiden ja liikenteen välissä on oltava riittävät suojavaohykkeet. Ajoneuvoliikennettä varten tarkoitettujen ajoteiden välittömään läheisyyteen on järjestettävä erilliset kulkutiet jalankulkijoita varten.
- Sähköturvallisuus: vaarojen ja haittojen ennaltaehkäisy otettava huomioon suunniteltaessa töiden ja työvaiheiden ajoitusta, kestoa ja niiden yhteensovittamista

- Työturvallisuus: otettava huomioon rakennustyön toteuttaminen siten, että työ voidaan tehdä turvallisesti ja aiheuttamatta haittaa työntekijöiden terveydelle. Rakennustyömaalla on ennen henkilönostimen käyttöä varmistettava, että henkilönostin on rakenteellisesti kunnossa, että työskentelyalustan tai maapohjan kantavuus säilyy riittävänä ja että henkilönostimen työskentelyalue on turvallinen.
- Kaivutyö: kaivutyö on tehtävä turvallisesti ottaen huomioon maan geotekniset ominaisuudet, kaivannon syvyys, luiskan kaltevuus ja kuormitus sekä vedestä ja liikenteen tärinästä aiheutuvat vaaratekijät. Maarakennuskoneiden työalueella on huolehdittava siitä, ettei henkilöitä ole vaaranalaisissa paikoissa. Peruuttavien ajoneuvojen aiheuttama vaara on sopivalla tavalla torjuttava.

Laajakaistaverkkoa rakennetaan standardien mukaisilla kaapelirakenteilla ja muilla rakenneosilla. Valokuitukaapelit eivät itsessään vaikuta terveyteen haitallisesti. Turvallisuusmääräyksistä ja -säädöksistä tulisi tehdä riittävän yksinkertaiset, jotta ne eivät aiheuttaisi kohtuutonta byrokratiaa ja työmäärää laajakaistaverkkoa rakennettaessa. Muiden infrastruktuurien rakenteiden läheisyydessä työskenneltäessä noudatetaan niissä sovellettavia määräyksiä ja säädöksiä sekä huolehditaan pakollisista koulutuksista.

- Työturvallisuus: kaapeleiden ja rakenneosien käsittelyohjeet ja koulutukset tulee varmistaa erikseen. Yhteisrakentamisen työturvallisuus ja -suojelu on otettava huomioon. Tarvittavista varoitusmerkinnöistä on huolehdittava, kuten laservalonlähteen käytöstä. Valmiusrakentaminen eli putkitusten ja vastaavien laajakaistaverkon elementtien rakentamisen liittäminen osaksi muiden infrastruktuurien rakentamista voisi parantaa työturvallisuutta. Haasteena on eri toimien ajallinen ja liiketoiminnallinen yhteensovittaminen.
- Tierakentaminen: telekaapeleiden sijoittamisesta teiden varsille on käytössä kattavat ohjeet ja joita on edelleen täydennetty vuonna 2014. Niitä noudatetaan soveltuvin osin myös katujen läheisyydessä. Tieturva -kurssit teiden ja katujen läheisyydessä työskenneltäessä on suoritettava.
- Rata-alueet: radanvarteen (rautatiet) sijoitettavien kaapeleiden rakentamiseen liittyvät korkeat turvallisuusvaatimukset ja määräykset ovat tehneet rata-alueesta erittäin vaikeasti hyödynnettävän infrastruktuurin. Rataliikenteen häiriöttömän liikenteen varmistamiseksi rakentamisen sallivat lyhyet aika-ikkunat nostavat rakentamisen kustannuksia huomattavasti.
- Kunnallistekniikka: kunnallistekniikkaan liittyvät fyysisen verkon elementit (kaasu, lämpö ja vesi) sijoitetaan useimmiten huomattavasti syvemmälle maahan kuin laajakaistaverkon elementit.
- Sähkönverkkojen omistajien kanssa yhteisrakentaminen on helpompaa samantyyppisestä rakenteesta johtuen (kaapelit). Televerkon omistajan kannalta sähköverkon turvallisuusvaatimukset ja kaapeleiden raskaammasta rakenteesta johtuvat suuremmat rakentamisen kustannukset merkitsevät useimmissa tapauksissa kohtuuttomia lisäkustannuksia omaehtoiseen rakentamiseen verrattuna.

### 3.10.1.2 Ylläpito yhteiskäyttöinfrastruktuurissa

Viankorjauksessa ja muussa ylläpidossa sekä tulevassa korjausrakentamisessa on huomioitava samat terveystriskit kuin rakentamisessa. Ylläpidon organisoimisessa on huomioitava myös tietoturvakysymykset toimittaessa yhteisissä laitetoiloissa. Viankorjauksessa ja muussa ylläpidossa sekä tulevassa korjausrakentamisessa suurjännitteisten kaapeleiden lähellä ja kuumaa vettä sisältävien lämpöputkien lähellä on isot vuotoriskit töiden yhteydessä ja siksi lähelle sijoittamista yleensä vältetään.

Laajakaistaverkko-operaattorin ja operaattorin oman urakoitsijan yhteistyötä ei voi korvata toisella turvallisella vaihtoehdolla, jolla voitaisiin operoida ja hallita käytössä olevaa verkkoa. Koulutettu henkilö voi siirtää ja suojata käytössä olevia kaapeleita toisen toimijan työmaalla, kun katkoja ei tarvitse tehdä. Näissä tapauksissa hyödynnetään lähtökohteisesti operaattorin urakoitsijaa/valvojaa ja/tai omaa valvojaa, joilla on tarvittava tieto ja osaaminen operaattorin käytänteistä ja järjestelmistä.

Laajakaistaverkko-operaattoreilla on käytössä omat käytänteet laajakaistaverkon hallinnoinnissa ja välttämättömien huoltokatkosten hoitamisessa hallitusti ja turvallisesti. Näin ollen käytössä olevaa laajakaistaverkkoa ei voi operoida toinen laajakaista-operaattori tai muun infrastruktuurin rakentaja, toisin kuin korvaavia putkituksia ja kaapelointeja.

### 3.10.1.3 Turvallisuusesteiden poistaminen

Turvallisuusesteitä voi poistaa pitämällä sähköjen suojaus kunnossa, mikä voi aiheuttaa kustannuksia. Riittävä ohjeistus ja työtapojen läpikäynti parantaa turvallisuutta esim. kaukolämmön putkien kanssa. Tämäkin voi aiheuttaa lisätyötä ja kustannuksia. Kustannusten määrään ei otettu kantaa.

Jos samassa ojassa/kaivannossa on useita eri toimijoita, todennäköisyys laajakaistayhteyden vaurioitumiselle ylläpitotyössä kasvaa oleellisesti, vaikka tarvittavat ennakkovalmistelut olisi tehty. Ääritilanteessa samassa ojassa/kourussa ovat viemäri, vesijohto, kaukolämpö, kaasu, sähkö ja laajakaista. Näillä ei välttämättä ole lainkaan tai välitöntä vaikutusta häiriötilanteessa laajakaistayhteyden toimintaan. Esimerkiksi kaukolämmön vuoto saattaa sulattaa kaapelien vaippaa ja aiheuttaa vasta myöhemmin kaapelissa kulkevan laajakaistayhteyden vikaantumisen. Sähköjakeluverkko luo omat turvallisuusedellytykset muille maassa oleville komponenteille. Monenkeskinen yhteistyö voi tulla myös kalliiksi.

Yhteiskäytön turvallisuusesteitä ovat muulle infrastruktuurille asetetut säännökset mm. sähkökaapeleista ja maakaasuputkista sekä maanomistajan asettamat vaateet kaapeleiden sijoittamiselle, esim. matalakaivu. Turvallisuusesteitä voi poistaa esim. kehittämällä suurjännitekaapeleihin yhteensopivia kuitukaapelimateriaaleja ja kehittämällä kaapeleiden sijaintitietojen dokumentoinnin tarkkuutta.

Laajakaistaverkon operointi ja muu ylläpito vaatii operaattorikohtaisia järjestelmiä ja osaamista. Lisäksi operoinnissa käsitellään mahdollisesti tietoja, jotka ovat mm. kansallisen turvallisuuden vuoksi tärkeitä ja salassa pidettäviä, joten myös tiedon jakamista on valvottava.

Laajakaistaverkko-operaattorin on varmistettava riittävät suojaetäisyydet muiden infrastruktuurien elementteihin. Toisaalta laajakaistaverkko-operaattori ei voi vaikuttaa muita infrastruktuureja koskeviin turvallisuusmääräyksiin, jotka esimerkiksi sähköverkon osalta ovat velvoittavia.

Valmiusrakentaminen ja siihen liittyvä kattava suojaputkien käyttö parantaa turvallisuutta, mutta ei luonnollisesti poista kaikkia turvallisuusriskejä tehtäessä töitä yhteiskäytössä olevassa infrastruktuurissa. Turvallisuusesteiden poistamisesta ei esitetty kustannusarvioita.

### 3.10.2 Muut yhteiskäytön tekniset vaatimukset

Muita teknisiä vaatimuksia ovat riittävät turvaetäisyydet. Oletetaan, että viranomaismääräyksissä vähimmäisvaatimukset näistä on määritelty. Kaukolämpö- ja kaasuputkien kanssa ei pääsääntöisesti olla samoissa ojissa. Yleensä suuremmat putket tulevat ojaan kaapelien jälkeen, jolloin kaapelit ovat vaarassa järeiden asennustöiden yhteydessä. Turvaetäisyydet eivät aina tässä vastavuoroisessa jälkirakentamisessa toteudu. Osapuolilla pitää olla riittävä tieto verkkoinfrastruktuurin sijainnista verkkotietojärjestelmissä tai yhteisrakennuskohteiden riittävän kattavat piirustukset ja tiedot rakenteista, jotta turvallisuus ja tekniset vaatimukset voidaan toteuttaa.

Muita teknisiä vaatimuksia sallittaessa laajakaistaverkon ja muiden infrastruktuurien yhteiskäyttö ovat nykyiset muita infrastruktuureja koskevat vaatimukset ja säädökset (mm. sähköverkko).



Oikeaoppinen rakentaminen, kuten kaapeleiden asennussyvyyksien noudattaminen oikeanlaisessa maa-aineksessa ja oikein suojattuna, takaa myös laajakaistaverkon kuitukaapeleille pidemmän käyttöiän ja vähentää vaurioita esimerkiksi roudan tai toisen infrastruktuurin omistajan toimenpiteiden johdosta. Tämä estää osaltaan lisäkustannusten syntymistä. Tarvitaan kattava, ajantasainen ja nopeasti saatavilla oleva tieto (sähköisessä muodossa ja parhaimmillaan keskitetysti) samojen ja eri infrastruktuurien elementtien sijainnista (paikkatieto, myös syvyystieto), jotta rakentamis-, ylläpito- ja korjausvaiheessa eri toimijoiden häiriöt voidaan minimoida.

Huolto- ja jakokaivojen sekä jako- ja laitekaappien sijoittamiseksi on varattava riittävän kokoiset sijoituspaikat hieman sivussa varsinaisesta kaapeliojasta/-kourusta, koska jokaisen eri osa-alueen tulisi olla hieman toisistaan erillään. Ennakkosuunnittelun rooli korostuu, koska kaapelireitillä tarvittavien muiden rakennosien sijainnin määrittelee laajakaistaverkon rakenne ja topologia. Ylläpidossa useamman kuin yhden infrastruktuurin elementtejä sisältävän rakenteen, kuten kaapelioja, avaaminen ja korjaustoiminnot ovat haastavia ja edellyttävät monenlaista erityisosaamista, jotta kunnossapito ja huoltotyö voidaan suorittaa turvallisesti lisävahinkoja aiheuttamatta. Näiden asioiden yhteensovittamisesta aiheutuu lisäkustannuksia laajakaistaverkko-operaattorin ylläpitotyölle.

### 3.10.3 Yhteiskäytön kustannukset

#### 3.10.3.1 Säästöt vai lisäkulut

Lisääntyvät turvallisuusvaatimukset pienentävät yhteisrakentamisen kustannussäästöjä. Sähköverkon kanssa yhteisoihin rakennettaessa kustannusjakoperiaatteet tulisi jyvittää uudelleen. Jaettaessa kaivukustannukset tasan tulevat sähköverkon kalliimmat rakennuskustannukset osittain teleoperaattorin maksettaviksi. Pahimmassa tapauksessa tulevat rakentamiskustannukset yhteisöissä sähköverkon kanssa joskus kalliimmaksi kuin yksin rakennettaessa, jos kustannukset jaetaan tasan.

Toimittaessa kaasu- tai kaukolämpötoimijan kanssa yhteisissä ojissa, mistä vastaajilla on hyvin vähän kokemusta, tulisi myös kustannusten jyvitys huomioida. Toteutuneet hankkeet ovat osoittaneet, että kustannukset ovat olleet huomattavasti suurempia kuin yksin rakennettaessa. Kunnallistekniikan kanssa taajama-alueilla mennään pääsääntöisesti samaan kaivantoon. Tästä saamme selviä kustannussäästöjä. Teleoperaattorien välinen yhteistyö antaa n. 25–35%:n säästön rakentamisen kokonaiskustannuksista. Myös samoja putkituksia käytettäessä saadaan merkittäviä säästöjä. Yhteisiä putkituksia hyödynnetään jo nykyisin hyvin paljon. Liikenneväylien varrelle rakennettaessa tien penkkaan aurauksen antaa huomattavia säästömahdollisuuksia.

Laajakaistarakentaminen ja tuleva yhteiskäyttö nykyisten infrastruktuurien kanssa

- Vuosittainen kuitukaapelin rakennusmäärä on vähintään satoja ja enintään tuhansia kilometrejä.
- Runkoverkkohankkeissa ja hyvin pitkällä kaapeliosuuksilla yli puolet toteutetaan yhteiskaivuna.
- Paikallisissa alueverkon rakennushankkeissa tehdään vain pieni osa osayhteiskaivuna.
- Liityntäverkkorakentamisessa taajama-alueella tehdään pääosa yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa.
- Kokonaisuutena koko rakennettavasta kilometrimäärästä yhteiskaivun osuus lienee noin 60 %.

Yhteiskäyttö edellyttää aina taloudellista kannattavuusarviota. Uudis- ja täydennysrakentamishankkeisiin voi osallistua, jos kohteen rakentaminen tai valmiusrakentaminen on liiketoiminnallisesti, ajallisesti ja investointien oikeaksi kohdentamiseksi mahdollista. Yhteiskäyttöön otettavien infrastruktuurien käyttöä on erittäin vaikea arvioida tilanteessa, jossa taloudelliset reunaehdot ovat vielä täysin avoinna. Kaikki eivät esittäneet suunnitelmaa yhteiskäytöstä eivätkä myöskään kustannuksista.

Nykyisessä toiminnassa on pyritty osallistumaan olemassa olevien infrastruktuurien yhteiskäyttöön mahdollisuuksien mukaan. Useimmiten esteenä ovat olleet toisen infrastruktuurin reitin sopimattomuus, ajallinen sopimattomuus ja liiketoiminnalliset edellytykset. Lähivuosina ei ole realistista olettaa merkittäviä kustannussäästöjä. Direktiivinen kansallinen soveltaminen aiheuttaa alkuvaiheessa toimintojen ja tietojen massiivista yhteensovittamista, joiden hyödyt voivat toteutua 5-7 vuoden kuluttua eli aikaisintaan vuoden 2020 aikana.

Muut yhteiskäyttöinfrastruktuurit on suurelta osin rakennettu valmiiksi ja eikä mm. merkittävää asuntorakentamista ole nyt näköpiirissä. Sähköverkon osalta merkittävä lähivuosien rakentaminen kohdistuu ilmakaapeleiden purkuun ja vastaavien maakaapeleiden rakentamiseen. Yhteiskäytössä olleet sähköyhtiöiden pylvää puretaan, joten teleoperaattorin on rakennettava vastaava maakaapeli tai sovittava pylvään jatkokäytöstä.

Haja-asutusalueilla, jossa laajakaistaverkkoa rakennetaan suurelta osin auraamalla valokaapeli, kustannukset ovat vain 10–30 % vastaavasta kaivukustannuksesta. Sähköverkon maakaapelin kaivu on syvempää ja tapahtuu useimmiten tienpenkan ulkopuolella, jolloin kustannukset ovat oleellisesti korkeammat kuin auraamalla. Sähköverkkoyhtiö edellyttää lähes poikkeuksetta kaivukustannusten jakamista niin, että kustannukset ovat merkittävästi korkeampia kuin auraamalla rakennettavan laajakaistan kustannukset. Sen seurauksena laajakaistan saatavuuden kasvu hidastuu tai estyy ja nostaa oleellisesti liittymän hintaa.

Kaupunkialueilla yhteiskäyttö on järkevää, kun toteutetaan laajempia infrastruktuurin rakentamishankkeita tai maanalaisia reittejä, joiden yhteistä infrastruktuuria hyödynnettäisiin. Haasteena on ennakkotiedon saaminen riittävän ajoissa, aikataulujen yhteensovittaminen ja laajakaistaverkko-operaattorin liiketoiminnallisten tavoitteiden toteutuminen. Erityinen haaste on valmiusrakentamisen kustannusten ja tuottojen ajallinen suhde. Hyötyjä saataisiin uusilta rakennettavilta alueilta. Teleoperaattorit ovat neuvotelleet yhteisesti noudatettavista ehdoista ja ohjeista suurimpien kaupunkien sekä Kuntaliiton kanssa. Myös teleoperaattorikohtaiset yhteistyösopimukset kaupunkien kanssa ovat mahdollisia.

#### 3.10.3.2 Rakentamiskustannukset ja säästöt

Euromääräisten säästöjen luotettava määrittäminen on hyvin vaikeaa, koska yhteishankkeet ovat hyvin tapauskohtaisia olosuhteiden ja rakentamisalueiden vaihdellessa (maaseutu, taajama, kaupunki). Lisäksi hankkeissa ovat osapuolet ja niiden määrä vaihtelevat. Mukana voi olla yksi tai useampi teleoperaattori ja muita toimijoita. Rakentamiskustannukset ovat eri rakentamisalueilla hyvin erilaiset lähtien aurauksesta hyvään maaperään maaseudulla pienimmillään 6 €/m, kun kaupungin keskustassa kustannus voi olla jopa 200 €/m tai yli. Keskimääräisten säästöjen määrittäminen vaatisi hyvin pitkäaikaista tapauskohtaista analysointia toteutuneista säästöistä eri tapauksista hankkeiden kappalemääräisesti pienen määrän vuoksi. Vastaajalla ei ole tällaista tilastollista seurantaä tettä, joten luotettavaa arviota keskimääräisistä kustannussäästöistä rakennettavaa kilometriä kohden ei ole mahdollista antaa.

Käyttöönottokustannussäästöjä tai -lisäyksiä ei voinut arvioida. Yhteiskäytössä olevien infrastruktuurien ylläpidosta syntyy kustannuksia. Kun toisen infrastruktuurin omistajan tekemät ylläpitotyöt tai korjaustyöt aiheuttavat laajakaista-operaattorin yhteyden vikaantumisen, kattavat työn suorittajan voimassa olevat vakuutukset syntyneen vian välittömät korjauskulut. Teleoperaattorin kolmannelle osapuolelle sopimusperusteella muodostuva välillinen korvausvelvollisuus jää teleoperaattorin kannettavaksi.

### 3.10.3.3 Ylläpidon lisäkustannukset

Laajakaistan ja sähköverkon rakentamisen ylläpidossa joudutaan tilaamaan sähkön katkaisu, josta aiheutuu kustannuksia. Toimittaessa samoissa ojissa muiden toimijoiden kanssa joudutaan korjaustyöt tekemään osittain tarkkuuskaivuna (esim. lapiotyönä). Tämä lisää kustannuksia. Joissain vikatapauksissa, joissa vikaantuminen koskee muitakin samassa ojassa tai putkessa olevia toimijoita voidaan mahdollisesti jonkin verran kustannuksia jakaa. Kokonaisuutena ylläpitokustannukset hieman kasvavat, jos toimitaan samassa ojassa/putkessa muiden toimijoiden kanssa.

Ylläpitokustannussäästöjä ei voinut arvioida.

### 3.10.4 Yhteisrakentamisen turvallisuus

Ylipäätään yhteisrakentamisen toteutuminen edellyttää, että infrastruktuurin muutoksista tiedotetaan keskitetysti 6-12 kuukautta ennakkoon, jotta muutokset voidaan huomioida operaattorin toiminnassa. Nykyisin esimerkiksi sähköverkkoyhtiön omistaman yhteiskäyttöpylvään irtisanomisaika on 6 kuukautta, mutta sähköyhtiö voi ennakkotietoa antamatta käynnistää korvaavan maakaapelireitin rakentamisen jo ennen irtisanomista, jolloin laajakaistaverkko-operaattori ei ehdi mukaan. Muutostiedottaminen ja rakentamisen yhteensovittaminen mm. sähköverkkoyhtiöiden ja teleoperaattoreiden välillä on tärkeää.

Yhteisrakentamisessa on otettava huomioon samat turvallisuustekijät kuin yhteiskäytössä. Suurimmat turvallisuustekijät ovat kaukolämpöputkien, vesi- ja viemäriputkien sekä suurjännitesähkolinjojen yhteisrakentamisessa. Ohjeistuksilla ja määräyksillä ja parempia työtapoja kehittämällä voidaan parantaa turvallisuustilannetta. Välttämättä kaikista turvallisuusesteistä ei päästä eroon. Kustannuksia varmasti tässä tapauksessa tulee. Tässä vaiheessa ei voi antaa arviota kustannusten tasosta.

Vastaajat viittasivat yhteiskäytön turvallisuudesta esitettyyn. Yhteisrakentaminen sähkö-, kaukolämpö- tai kaasuinfrastruktuurin kanssa edellyttää kattavaa alakohtaista työsuojelukoulutusta. Millekään osapuolelle ei saa aiheutua yhteisrakentamisvelvoitteesta kohtuutonta kustannuslisäystä tai rakentamisen viivästymistä. Turvallisuusesteiden poistamisesta tai poistamisen kustannuksista ei lausuttu.

### 3.10.5 Muut yhteisrakentamisen tekniset vaatimukset

Yhteisrakentamisessa on otettava huomioon samat tekniset tekijät kuin yhteiskäytössä. Rakentamisessa on noudatettava rakentamisoheiden mukaisesti riittäviä suojaetäisyyksiä. Televerkkojen rakentamisen ja rakenneseosien laadulla on merkittävä vaikutus mm. vikaherkkyyksiin. Nykyisin voidaan hyvin täyttää turvallisuus- ja laatuvaatimukset omalla valvonnalla. Valvonnan lisäksi rakentamistöiden tilaushallinnalla pystytään minimoimaan virheiden ja häiriöiden määrää.

Samassa infrastruktuurissa olevat toimijat eivät voi kajota toistensa komponentteihin ja rakentamisen/korjausrakentamisen aikana vaurioituneet toisen toimijan komponentit on rakentajan (myös tienpitäjän) korvattava vahingonkärsijälle. Korjausrakentaminen on oltava mahdollista kohtuullisessa ajassa muista toimijoista huolimatta.

### 3.10.6 Yhteisrakentamisen kustannukset

Laajakaistarakentaminen ja tuleva yhteiskäyttö nykyisten infrastruktuurien kanssa

- Vuosittainen kuitukaapelin uudisrakentamismäärä on keskimäärin joitakin tuhansia kilometrejä vuodessa.
- Tuosta määrästä 60 % kohdistuu muiden infrastruktuurien rakentamishankkeisiin ottaen huomioon myös teleoperaattoreiden yhteishankkeet
- Valokuituverkon uusimistarpeita ei ole nähtävissä. Vian korjauksen yhteydessä voidaan uusia lyhyitä välejä ja kaapelien siirrot esimerkiksi rakennusprojektien alta voivat aiheuttaa uusimistarvetta. Tarkkaa arviota on vaikea antaa, mutta kyse voisi olla joistakin kilometreistä vuosittain.

- Runkoverkkohankkeissa ja hyvin pitkillä kaapeliosuuksilla noin 70 % toteutetaan yhteiskaivuna (teleoperaattorien yhteishankkeet mukaan luettuina).
- Paikallisissa alueverkon rakennushankkeissa tehdään noin 10 % yhteiskaivuna.
- Liityntäverkkorakentamisessa taajama-alueella tehdään 80–90 % yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa.
- Kokonaisuutena koko rakennettavasta kilometrimäärästä yhteiskaivun osuus on noin 60 %.

Yhteisrakentamiseen soveltuvia uudisrakentamishankkeita on rajoitetusti ja sopivienkin kohteiden yhteisrakentaminen tulee kalliimmaksi kuin erikseen rakentaminen. Rakentamiskustannusten järkevä kohdistaminen edellyttää, ettei yhteisrakentaminen muodostu laajakaistaoperaattorille kalliimmaksi kuin erikseen rakentaminen. Kustannusarvioita ei voi esittää.

Yhteisrakentamisen kustannussäästöjä laajakaistaverkon uudis- ja korjausrakentamisen yhteydessä on vaikea arvioida. Korjaus- tai kapasiteetin lisärakentaminen on joitakin satoja kilometrejä vuodessa. Ylläpitokustannussäästöjä tai -menoja ei voi arvioida.

Kustannussäästöjä rakennettaessa laajakaistaa tai laajakaistavaruuksia ja -valmiuksia samanaikaisesti ei pystynyt arvioimaan, koska yhteisrakentaminen hinnoitellaan tapauskohtaisesti. Kustannusvaikutuksia ei siten voi arvioida. Joissain tapauksissa yhteisrakentaminen on jopa kalliimpaa. Ylläpitokustannukset ovat tapauskohtaisia, niitä ei voi arvioida yleisesti. Sähköverkon ilmaakaapeleiden muuttamisessa maakaapeleiksi on yhteisrakentamispotentiaalia, jos se on taloudellisesti ja ajallisesti yhteen sovitettavissa.

## 4. TEKNISET VAATIMUKSET

### 4.1 Yleiset vaatimukset

#### 4.1.1 Rakennustuote

CE-merkinnällä tarkoitetaan asetuksen (EY) N:o 765/2008 2 artiklan nojalla merkintää, jolla valmistaja osoittaa, että tuote on merkinnän kiinnittämistä koskevassa yhteisön yhdenmukaistamislainsäädännössä asetettujen sovellettavien vaatimusten mukainen. Rakennustuotteet CE-merkitään tai niille suoritetaan Eurooppalainen tekninen arviointi (ETA)<sup>6</sup> rakennustuoteasetuksen (EU) N:o 305/2011 mukaisesti.

Jos merkintää ei ole, rakennustuotteen kelpoisuus voidaan todeta 1.7.2013 voimaan tulleen rakennustuotteiden tuotehyväksyntälain (954/2012) mukaisella tyyppihyväksyntälaitoksen tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella, valmistuksen laadunvalvonnalla tai rakennuspaikkakohtaisella kelpoisuuden osoituksella. Tuotehyväksyntälailla kumottiin rakennustuotteiden hyväksyntälaki (230/2003) ja laki liikenneväylien ja yleisten alueiden rakennustuotteiden hyväksynnästä (797/2007), jolloin kaikki rakennustuotteet ovat lähökohtaisesti saman tuotehyväksynnän piirissä.

Euroopassa CEN (*European Committee for Standardization* eli *Comité Européen de Normalisation*) ja sähköpuolella CENELEC (*European Committee For Electrotechnical Standardization*) määritellevät standardeja, joiden perusteella voi syntyä CE-merkintöjä suoraan. Pääosa Eurooppalaisista standardeista on myös kansainvälisen standardisointijärjestön ISO (*International Organization for Standardization*) ja pääosa sähköstandardeista kansainvälisen sähköalan standardointiorganisaation IEC (*International Electrotechnical Commission*) standardeja. Suomessa standardeja laatii, vahvistaa ja sovittaa yhteen Suomen Standardisointiliitto SFS ry.

<sup>6</sup> Johtaa CE-merkintään. ETA:n myöntää Suomessa valtuutettuna hyväksyntälaitoksena VTT Expert Services Oy.

Suunnittelija valitsee tuotteiden ominaisuusilmoitusten perusteella rakennuskohteessa ja rakentamismääräyksissä vaaditut tuotteet. Rakentaja toteaa rakennustuotteiden olevan CE-merkityn tuotteen suoritustasoilmoituksen mukaisia.

#### 4.1.2 Maanrakennustyö

Rakennustyö toteutetaan yleisten maanrakennustyötä koskevien vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti sekä kutakin erityisalaa koskevien teknisten vaatimusten mukaisesti. Kaikessa infrarakentamisessa ja siten myös laajakaistan yhteisrakentamisen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatettavia ohjeita:

- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.
- Kaupunkien paikalliset suunnittelu- ja rakentamisohjeet
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset s. 115–116, 16210 Putki- ja johtokaivannot s. 197–198, 16212 Kaapelikaivannot s. 200, 18370 Johtokaivantojen virtaussulut s. 291)
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (31100 Jätevesiviemärit, 31200 Hulevesiviemärit, 31300 Vesijohdot, 33100 Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet, 33110 Maakaapelirakenteet, 33120 Ilmajohtorakenteet, 33130 Maadoitukset, 33300 Pylväs- ja tukirakenteet, 33310 Pylväät, 33311 Sähkönjakelun pylväät, 33320 Ilmajohtojen kannatinrakenteet, 33400 Muuntamot, erottimet ja keskuskeskukset, 33600 Valaistusrakenteet, 33610 Valaisinpylväät, 33654 Maakaapeliasennukset puupylväillä, 34000 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät). Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimuksiin.
- Infra 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009).
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009. (Taso 1800 putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110, 3100 Vesihuollon järjestelmät, 3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät, 3400 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät, putki- ja johtokaivantojen täytät s. 110)
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 4.1 Vesihuollon järjestelmät (4.1.1 Vedenjakelujärjestelmä, 4.1.2 Jätevesijärjestelmä, 4.1.3 Hulevesijärjestelmä), 4.2 Energiansiirtojärjestelmät (4.2.1 Kaukolämpöjärjestelmä, 4.2.2 Kaukojäähdytysjärjestelmä, 4.2.3 Kaasunsiirtojärjestelmä, 4.2.4 Sähköverkko, 4.2.5 Sähköistysjärjestelmä), 4.3 Tietoliikenneverkko, 4.4 Huoltojärjestelmät (4.4.1 Valaistusjärjestelmä, lisäksi mm. neljä järjestelmää), 4.5 Informaatiojärjestelmät (mm. 4.5.1 Liikennevalojärjestelmä)
- Katu 2002 – Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, Suomen kuntatekniikan yhdistys 2002.
- Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 (KT 02). Suomen kuntaliitto. Luku 20000 Liikenneväylätyöt, Luku 30000 Vesihuollon maatyöt, Luku 40000 Viemäri-työt, Luku 50000 Vesijohtotyöt.

## 4.2 Sähköverkot

### 4.2.1 Voimajohdon rakentaminen

Voima- eli suurjännitejohtojen rakentamiseen on saatava ensin Energiamarkkinavirastolta sähkömarkkinalain (588/2013) mukainen sähkön siirtoa ja jakelua sähkömarkkinoilla koskeva rakentamislupa (hankelupa), jossa ei päätetä johdon sijoituksesta. Jos johtoa ei lunasteta eikä sitä ole kaavassa, pyydetään reitille kunnan suostumus. Voimajohto on merkitty joskus maakuntakaavaan linjana tai vain yhteystarvemerkinä, joskus se merkitään maakuntakaavaan vasta lupien jälkeen. Kanta- ja jakeluverkonhaltijoilla on sähkösiirtovelvollisuus verkon kapasiteetin rajoissa.

Käyttöoikeus johdon sijoittamisen edellyttämälle alueelle saadaan sopimuksilla tai se päätetään lunastuslain mukaisessa lunastusmenettelyssä, jossa saadaan lupa sähkö- ja mahdollisten muiden johtojen sijoittamiseen. Kunnan suostumus yleensä tarvitaan ja se saadaan yleis- tai asemakaavalla taikka erillisellä suostumuksella, joka käytännössä liitetään jo sähkömarkkinalain mukaiseen hakemukseen (suostumus kattaa molemmat lait).

Lunastuspäätöksestä lähetetään tieto maanmittaustoimistolle, joka lunastaa voimajohdon sijoittamisen edellyttämän käyttöoikeusalueen lunastusluvan saajalle. Lunastustoimikunta ei voi enää laajentaa oikeutta telejohtoihin, jos oikeus ei sisälly lunastuslupaun. Lunastuksella saadaan mm. oikeus pystyttää ja pysyttää johtoaukealla voimajohto pylväineen, johtimineen ja muine laitteineen, oikeus suorittaa mittauksia ja maadoituksia johtoaukealla, oikeus pitää johtoaukea vapaana puista ja esineistä ja oikeus poistaa johtoaukealta rakenteet. Johtoaukean molemmilla puolilla on 10 metrin reunavyöhykkeet, joilla puiden jne. pituutta on rajoitettu. 110 kV voimajohdon johtoaukea on 26–30 metriä, 220 kV johtoaukea on 32–38 metriä ja 400 kV johtoaukea 36–42 metriä. Tämä on se alue, jonka sisäpuolelle yhteisrakentamisessa rakennetaan voimajohto ja valokuitukaapeli.

Telekaapeleita on nykyisin sijoitettu lähinnä 400 kV voimajohtojen yhteyteen ukkosjohdinten kohdalla. Siellä on kulkenut kantaverkonhaltijan valokuidun lisäksi 2...3 muuta valokuitukaapelia, joita on vuokrattu teleoperaattoreille. Voimajohdoilla ja sähköasemilla työskentely on työturvallisuuden johdosta sallittu vain sähköalan ammattilaisille. Johtolinjalla voi kuitenkin työskennellä jäljempänä selostettavia varoetäisyyksiä noudattaen. Voimajohdot kulkevat nykyään pääosin ilmajohtoina, mutta niitä on suunniteltu muutettavaksi merkittävässä määrin maakaapeleiksi. Kaapeleiden maarakentamisessa noudatetaan em. rakennustyösuorituksen yleisiä ohjeistuksia. Telekaapeleita, ei myöskään valokuitukaapelia, ei voi asentaa samaan kaivantoon voimajohdon kanssa. Näin on kuitenkin tapahtunut urakan toteutuksessa piirustuksista huolimatta. Mahdollista ilmajohtoa varten lunastettua johtoaukeaa voitaneen hyödyntää telekaapelin auraamisessa tai muussa sijoittamisessa.

Sähköasemilla on päämuuntajia ja muita muuntajia. Asemilla voi olla reaktoreita. Sähköasemien kytkinkentillä on lisäksi mittamuuntajia öljyineen sekä kytkin- ja virtasuojauslaitteita. Muuntajien sähköjärjestelmissä on suojauspiirit, joiden avulla valvotaan mahdollisia vikoja komponenteissa. Tarvittaessa suojauspiirit antavat automaattihälytyksen ja/tai kytkevät automaattisesti viallisen osan sähkölaitteesta tai laitoksesta jännitteettömäksi. Yhteisrakentamistarve ei todennäköisesti koske kantaverkonhaltijalle kuuluvia sähköasemia niihin liittyvien asemakohtaisten turvallisuuskoulutusten ja muiden turvallisuusrajoitusten vuoksi.

Sähköasemien välisistä voimajohtokaapeloinneista tehdään kaapelointisuunnitelmat sekä ympäristösuunnitelmat. Suurjännitekaapeli sijoitetaan lunastusluvan perusteella toteutetun lunastustoimituksen tai sopimusten mukaisesti, jolloin lunastuksen tai sopimuksen on sisällettävä myös telekaapelit. Voimajohtolunastus on käyttöoikeus eli lunastaja saa määrätä alueesta vain lunastetun käyttöoikeuden rajoissa.

110 kV voimajohdon rakentamiskustannukset ovat esimerkiksi noin 100.000–300.000 €/km (maakaapeleissa 450.000–900.000 €/km). 400 kV harustetun voimajohdon rakentamiskustannukset ovat noin 200.000 €/km ja vapaasti seisovan 350.000 €/km. 220 kV voimajohdon kustannukset ovat siltä väliltä eikä uusia rakenneta. Johtoaluekorvaukset 15.000–35.000 €/km johdosta, johtoaukeasta jne. riippuen. Yhteisrakentamisessa otetaan huomioon rakentamiskustannukset, vaikka säästö voi muodostua usein alueiden hankintakustannuksissa. Kaapelia varten erillisen käyttöoikeuden supistuksen korvaus on toki pienempi, mutta puuston ja taimikon erilliskorvaaminen johtoaukealla ei ole tarpeen.

#### 4.2.2 Keski- ja pienjännitekaapeleiden rakentaminen

Kaupunkien sähköyhtiöiden keskijännitteiset 50, 20 ja 10 kV sähköjohdot kulkevat keskusta-alueilla maakaapeleina katurakenteissa ja lähiöiden alueella ilmajohtoina tai maakaapeleina. Yleensä kyse on 20 kV johdosta. Haja-asutusalueiden 0,4 kV pienjännitejohdot kulkevat ilmakaapeleina ja kaupunkialueilla maakaapeleina.

Keskijännitekaapelit sijoitetaan maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 161 §:n mukaisen sijoitusoikeuden perusteella. Rasite ei silloin ole tarpeen, mutta velvollisuus sitoo silti uutta kiinteistön tai vuokraoikeuden haltijaa. Ne voidaan kuitenkin sijoittaa myös rasitesopimuksen ja toimituksen perusteella, jolloin rasite merkitään kiinteistörekisteriin. On mahdollista, että kaavoitustilanteesta ja lähinnä kaadettavista puista riippuen töille edellytetään joskus maisematyölupaa. Yhteiskäytössä kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta saatavaan johdon sijoituslupaan ja mahdolliseen maisematyölupaan sisällytetään myös kaapeleita varten tehtävän ja mahdollisesti siitä johtuen hieman leveämmän kaivannon maisematyöt.

Haja-asutusalueilla pienjännitejohdot kulkevat yleensä ilmajohtoina eikä niiden yhteyteen ole kovin järkevää sijoittaa valokuitukaapelia. Kaupunkialueilla pienjännitejohdot kulkevat kaapeleina. Kaapeleita rakennetaan kadunrakentamisen yhteydessä, mutta myös erikseen. Kiiretapauksissa katuja on avattu ja kaapelit asennettu myös ilman mitään suostumuksia ja lupia.

MTK R.Y., SLC r.f. ET ry, Finnet-liitto ry ja Teliasonera Finland Oyj ovat laatineet suositussopimuksen tele- ja sähköjohdoista. Sopijapuolten mukaisesti sopimus koskee sähkö- ja telejohtojen sijoittamista erityisesti maa- ja metsätalouden haja-asutusalueilla. Kustannukset verkon rakentamisesta ja kunnossapidosta ja vahingot maa- ja metsätaloudelle pyritään minimoimaan.

Rakennettaessa laajakaistaverkkoa olemassa olevan sähköverkoston yhteyteen on otettava huomioon ainakin seuraavat tekniset ja sähköturvallisuusseikat:

- etäisyys sähkökaapeleihin ja tarvittavat maadoitukset
- sähköturvallisuuden edellyttämä pätevyys eli sekä tele- että sähköalan pätevyys (kaksoispätevyys ei käytännössä mahdollista laajassa mittakaavassa)
- sähköasemien rajoitettu yhteiskäyttömahdollisuus
- tilanpuute sähkökaapeliputkissa, -kouruissa ja -kanavissa, jakokaapeissa, veto- ja muissa kaivoissa sekä muuntamolla
- mahdolliset verkkojen laajennustarpeet
- verkkojen korjaus, ylläpito ja huolto

Kaupunkialueilla 0,4 kV maakaapeleiden ja kaapelimuuntamoiden keski-ikä lähestyy 20 vuotta. 20 kV maakaapelit ovat vähän nuorempia. Maakaapelit ovat vanhimpia kaupunkialueilla, nuorempia taajamissa ja nuorimpia haja-asutusalueilla. Maakaapelien kaivusuoritteet on Verkostotöiden kustannusluettelo KA 2:06 mukaisesti määritelty haja-asutusalueella luokkaan helppo (vähäinen liikenne, ei pinnoitteita eikä muita verkostoja, helppo kaivu ympäristö), taajama-alueella luokkaan tavallinen (keskustojen reuna-alueet, aluekeskusten keskustat, tie- ja katualueet päällystetty, muitakin verkostoja) ja kaupunkialueella vaikea (jalankulku- ja ajoneuvoliikenne, kadunvarsipysäköinti, aktiivista päivä- ja iltatoimintaa, liiketoimintaa ja toimistoja, kaikki alueet päällystettyjä, kiveyksiä ja muita erikoispäällysteitä, koneellinen kaivu edellyttää ojamiestä, useita verkostoja, sijoitusvaikeuksia).

Keski- ja pienjännitejohdoille määritetään kaupunki- (vaikea), taajama- (tavallinen) ja haja-asutusalueet (helppo) kaapelin ja kaapeliojan suhdeluvun perusteella. Suhdeluvut poikkeavat hieman 20 kV ja 0,4 kV kaapeleilla. Etenkin kaupunkialueella kaivaminen on niin kallista, että yhteisrakentamisesta saadaan merkittäviä kustannushyötyjä.

#### 4.2.3 Sähkö- ja telekaapelityöt tie- ja katualueella

Maakaapelit kulkevat usein sijoitussopimuksen ja maantielain mukaisen luvan nojalla maanteiden yhteydessä, jolloin yhteissijoituksessa noudatetaan Liikenneviraston ohjeen Sähkö- ja telejohdot ja maantiet (2014) lisäksi Liikenneviraston ohjetta Telekaapelit ja maantiet (2009). Sähkö- ja telekaapeleiden sijaintipiirustukset (kaapelointisuunnitelmat) ovat hakemuksen liitteenä. Sijoitussopimuksella verkonhaltija saa sijoittaa maakaapeleita ja niihin liittyviä laitteita tiealueelle.

Maantien yhteydessä ns. puistomuuntamot sijaitsevat yleensä tiealueen ulkopuolella. Maantielain 46 §:n mukaan maantien suoja- ja näkemäalueella ei saa pitää liikenneturvallisuutta vaarantavaa rakennelmaa. Laajakaistakaapelin yhteissijoitus tiealueella koskee lähinnä yhteiskäyttökanaavaa. Voimajohtoja ei saa sijoittaa samaan tarkastuskaivoon tietoliikennekaapelien kanssa. Laajakaistakaapelilla tarkoitetaan tässä valokuitukaapelia.

ELY-keskukset ovat vaatineet, että johdon linjausta ei sijoiteta kevyen liikenteen väylän sisäluiskaan. Liikenneviraston ohjeen Sähköjohdot ja maantiet (2011) mukaan johdot tuli sijoittaa tien ulkoluiskaan. Tästä ei yleensä sallittu poikkeuksia, koska mahdollinen johdon huoltotarve aiheuttaa häiriötä kevyen liikenteen väylän liikenteeseen. Sähkömaakaapeli vaaditaan sijoitettavaksi myös kaukolämpöjohdon viereen tiealueen rajalle sekä välikaistalle. Käytännössä Liikenneviraston sijoitusohje soveltui myös laajakaistakaapeleille ennen uutta ohjetta. Uudessa vuoden 2014 ohjeessa sähkö- ja telejohtojen sijoitusohjeet onkin yhdistetty.

Sähkö- ja / tai telekaapelinsijoitussopimuksen mukaisessa kohteessa sijaitsevien muiden kaapelien, johtojen ja laitteiden haltijoiden kanssa tehdyt siirtosopimukset toimitetaan tienpitoviranomaisena toimivan ELY-keskuksen valvojalle ennen työn aloittamista. Johtojen siirrot on tehtävä Sähkö- ja telejohdot ja maantiet (2014) sekä Telekaapelit ja maantiet (2009) ohjeiden mukaisesti. Loppusijoituskuvat toimitetaan tienpitoviranomaiselle työn päätyttyä.

Johdonhaltija sopii tiealueella olevien poistettavien puiden, pensaiden ja rakennelmien poistamisesta ja korvaamisesta maan ja rakennelmien omistajien sekä muiden oikeudenhaltijoiden kanssa ja toimittaa tienpitoviranomaiselle korvaussopimukset. Edellisessä kohdassa mainittu kaapeleiden ja muiden laitteiden sijoitussopimus toimii myös maantielain 42 §:ssä edellytettynä työlupana tiealueella työskentelyyn ja sijoitusoikeuteen kuuluvien kaapeleiden ja laitteiden rakentamiseen ja asentamiseen. Työluvasta peritään valtioneuvoston maksuasetuksen mukainen maksu.

Ajoradalla sekä sen ulkopuolella pitempikestisiin maakaapeleiden kunnossapito- ja muutostöihin tarvitaan uusi erillinen lupa, josta peritään uusi erillinen maksu. Yleensä sopimus- ja lunastusperusteiset sekä rasitetyyppiset sijoitusoikeudet sisältävät oikeuden ylläpitoon ilman erillisiä lupia. Lyhytkestoiset liikenteenjärjestelyitä edellyttämättömät työt eivät edellytä lupaa. Lupavalvonnalla varmistetaan liikenneturvallisuus.

110 kV sähkökaapeli on suojattava maantiealueella betonilaatalla tai alituksissa teräksisellä suojaputkella. Siltojen alituksissa käytetään terässuojaputkea ja 4 mm paksua korroosiosuojattua teräslevyä betonilaatan sijasta. Mahdolliset ajosillat on pudotettava asfalttipinnan tasoon. Etäisyys 110 kV suurjännitekaapelista liikennevalojen ilmaisinsilmukoihin on oltava vähintään 5 metriä. Vaatimukset soveltuvat myös laajakaistakaapeleille, vaikka valokuitukaapelille ei tarvita turvaetäisyyttä. Asennustyössä noudatetaan sähköturvallisuusmääräyksiä ja Liikenneviraston ohjeita.

Verkonhaltija huolehtii kustannuksellaan maakaapeleiden ja laitteiden:

1. tarvittavasta merkitsemisestä maastoon (jos ei yhteiskanava) ja merkkien ylläpidosta
2. sijaintikarttojen tarkistamisesta lopputilannetta vastaaviksi ja toimittamisesta tienpitoviranomaiselle (ELY-keskus)



3. kaapeleiden ja laitteiden suojaamisesta, siirtämisestä ja poistamisesta tienpidon edellyttäessä
4. maakaapeleiden ja laitteiden korjaamisesta ja kunnossapidosta
5. tarvittaessa sijaintipaikan näyttämisestä +-0,20 m tarkkuudella
6. kolmansien osapuolien kaapeleiden ja johtojen siirtosopimusdokumenttien kopioiden toimittamisesta tienpitoviranomaiselle ennen töiden aloittamista.

Jos maakaapelit rajoittavat tienpitoa, kaapelinomistaja korvaa lisäsuojauksesta aiheutuvat kustannukset tienpitoviranomaiselle tai siirtää kaapelit ja laitteet omalla kustannuksellaan. Lisäsuojauksenkustannuksia voi syntyä mm. rakennettaessa valaistus-, liikenteenohjaus- tms. tiehen kuuluvia rakenteita, kaapeleita ja laitteita. Laitteet kartoitetaan kaupungin tai muun kunnan koordinaatistoon. Voimajohto- ja muut kaapelit sekä laitteet ilmoitetaan johtotietokeskukselle ja kunnalle.

Maantievalaistus on toteutettu pääosin ilmajohdoin, katu- ja kaavatievalaistus pääosin maakaapelein. Maakaapeloinnissa suojaputki päätyy valaisinpylvään jalustaan (500 €/kpl, alv 0) 50...60 m välein. Katurakenteiden sidottuun kantavakerrokseen asennettaviin jalustoihin (mm. SJ, KBR) tulee kaapelialukot 110 mm suojaputkea varten. Jalustat on mitoitettu tarvittaville kaapeleille. Laajakaistakuidun pitäisi kiertää valaisinjalusta.

#### 4.2.4 Turvallisuusvaatimukset

Rakennustyön suunnittelun, toteutuksen, koneiden käytön jne. on oltava rakennustyön turvallisuudesta annetun asetuksen (205/2009) vaatimusten mukaisia. Yleisten turvallisuusvaatimusten lisäksi on noudatettava kaivantaja ja kaapeleita koskevia erityisiä turvallisuusvaatimuksia. Sähkö- ja telekaapelien on oltava standardien mukaisia ja yhteensopivia. Ne pitää asentaa sähkö- ja teleasennuksia koskevien standardien mukaisesti.

Sähköasemilla työskenteleviltä vaaditaan asemakohtainen perehdytys ja töistä pitää tehdä turvallisuusilmoitus. Asentamis-, käyttö-, vastuu- ja turvallisuusseikat edellyttävät, että kantaverkonhaltija rakennuttaa tarvittavat kaapelit pylväsrakenteisiin ja huolehtii ylläpidosta. Pylväisiin rakennettavat antennit ja antennikaapelit on voitava huoltaa ilman sähkönsiirron keskeytyksiä.

Maakaapeleilla ei ole vastaavaa rajoitusta, mutta ne on tehtävä johtoaukealla metallittomiksi, jolloin niiden sijoitus on voitava paikantaa muulla tavoin hakemalla maan pinnalta kaapelin metallivaipassa lähetettävän signaalin. Valokuitukaapelia ei voi asentaa samaan kaivantoon voimajohdon kanssa.

Vaarajännitteiden takia metallivaippaisten kaapelien ja kaapelijatkosten sijoittamista on rajoitettu myös sähköasemien läheisyyteen. Risteävät kaapelit vaativat lisäsuojauksia. Maadoitusjohtimia on varottava, sillä niiden katkeaminen johtaa vaarajännitteiden koaamiseen. Harustetut mastot lähellä sähköasemia ja voimajohtoja ovat riski mm. sähkönsiirron maavirtojen aiheuttaman haruskorroosion takia. Korroosiota vastaan voidaan suojautua eristämällä harusankkurit tai tekemällä harusankkurit betonista. Vapaasti seisovien mastojen riski on harustettuja merkittävästi pienempi.

Sähköturvallisuuslakia (410/1996) sovelletaan mm. sähkön siirrossa ja jakelussa käytettäviin laitteisiin ja laitteistoihin. Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönototarkastuksessa on selvitetty, ettei siitä aiheudu hengen, terveyden tai omaisuuden vaaraa eikä sähköisesti tai sähkömagneettisesti kohtuutonta vaaraa tai häiriötä tai laitteiston toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Rakentaja tai toissijaisesti haltija huolehtii käyttöönototarkastuksesta. Sähköturvallisuuslakia (410/1996) sovelletaan viestintämarkkinalakia (393/2003) täydentävästi mm. viestintäverkkoihin ja telepäätelaitteisiin. Sähköturvallisuusviranomainen on Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes).

Sähköturvallisuuslain mukainen vahingonkorvausvastuu on ns. ankaraa vastuuta eli vahinkoa aiheuttaneen sähkölaitteen tai -laitteiston haltija on pääsääntöisesti tuottamuksesta riippumatta velvollinen korvaamaan. Sähkölaitteistojen ja sähkötyön turvallisuudesta on annettu erikseen kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset 1193–1194/1999, joiden nojalla TUKES on 2.1.2008 antanut standardin S 10-07.

110 kV johtoreitti ei estä työn tekemistä eikä vaikuta haitallisesti työntekijöiden terveyteen, kun työkoneiden varoetäisyyksiä noudatetaan (3 m alla, 5 m sivulla). 220 kV varoetäisyys on 4 m alla, 5 m sivulla ja 400 kV 5 m alla ja sivulla). Euroopan unionin neuvoston suosituksen 1999/519/EY arvot on otettava huomioon. Lisäksi ICNIRP/STUK on 22.11.2010 tiedottanut suositusmuutoksista koskien yleisöä ja työperäistä altistumista. Kaksi rinnakkaista 400 kV johtoa edellyttää 50–70 m levyisen johtoaukean. Sähkö- ja magneettikentät eivät liity johtoaukean leveyteen vaan ne vaikuttavat suojaetäisyyksiin lähelle rakennettaessa. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 294/2002 on sähkökentän voimakkuudelle annettu suositusarvo 5 kV/m. Sähkökenttä ei riipu johdon kuormituksesta, vaan johdon stabiilista jännitetasosta. Sähkökentän voimakkuudet ovat 400 kV johdon alla enimmillään 10 kV/m ja 110 kV johdon alla 2–3 kV/m. Sähkökenttä vaimenee etäisyyden kasvaessa nopeammin kuin magneettikenttä. Sähkökenttä voidaan eristää rakennusmateriaaleilla.

Voimajohdon läheisyydessä on pientaajuinen magneettikenttä (ELF). Merkittävän ajan magneettikenttä- ja sähkökenttäaltistumisen suositusarvot ovat 100  $\mu$ T (mikroteslaa) ja 5 kV/m ja ei-merkittävän ajan altistumiselle 500  $\mu$ T ja 15 kV/m. Suurimmat magneettivuon tiheydet ovat 400 kV johdon alla, missä saattaa olla suurimmilla kuormitusvirroilla 10–20  $\mu$ T (mikrotesla) kenttä. Etäisyyden kasvaessa 70 metriin johdon keskilinjasta magneettivuon tiheys alittaa viimeistään yhden mikroteslan. Maksimikuormituksella 110 kV linjan magneettivuontiheydet johdon alla ovat noin 5–8  $\mu$ T ja 1  $\mu$ T alittuu noin 40 metrin etäisyydellä johdon keskilinjasta. Rakennusmateriaalit eivät juuri vaimenna magneettikenttää.

Sähkö- ja magneettikentät voimajohtojen vieressä eivät aiheuta välitöntä haittaa ihmisille. Yli 0,4  $\mu$ T pitkäaikaisaltistus saattaa lisätä syöpäriskiä.<sup>7</sup> Voimajohtojen läheisyys ei pientaajuisten magneetti- ja sähkökenttien vuoksi vaikuta rakentamis- ja ylläpitotöihin.

Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC, ks. 2004/108/EY): Sähköjohtojen sähkö- tai magneettikentät eivät aiheuta vaikutuksia valokuitukaapeleille. Sen sijaan tiedonsiirtokyvystä voi kadota osa, jos kuparipohjainen laajakaista sijoitetaan sähkömagneettisen kentän vaikutusalueelle. Vastaavasti kuparijohdot voivat vaikuttaa sähköjohtoihin.

Kaapelilinjojen maanrakennustyötä sekä sähköverkostoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 1.

### 4.3 Kaasuputket

#### 4.3.1 Siirtoputkiston rakentaminen

Siirtoputkistolla tarkoitetaan putkistoa, jolla maakaasua siirretään korkeapaineisena käyttöön jaettavaksi. Siirtoputkistoon kuuluvat paineenlisäys- ja -vähennysasemat (laitteistoja) sekä venttiili- ja kaavinasetat. Paineenlisäys- ja vähennysasemiin, joilla lisätään tai vähennetään siirtoputkiston kaasun painetta, kuuluu suojarakennus ja sitä ympäröivä aitaus. Sopimuksin tai lunastuksella hankittava pysyvä ja kiinteistörekisteriin merkittävä käyttöoikeusalue on 5–10 metriä ja asemakaava-alueella 2 metriä. Siirtoputkisto sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan keskustojen ja taajamien ulkopuolelle. Sen rakentaminen edellyttää Tukesin rakentamislupaa.

<sup>7</sup> IARC (Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 80 (WHO 2002). SosTMA 294/2002.

Siirtoputken reittiä ei päätetä kaavoituksella vaan sopimuksilla ja lunastuslupapäätöksessä ottaen huomioon Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (TUKES) myöntämä rakentamislupa maakaasun käsittelyn turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen (551/2009) mukaisesti (kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) 2 luku, 3 luvun 37–40 ja 53 §). TUKES toimittaa lupapäätöksen asemapiirustuksineen asianomaiselle kunnalle. Lisäksi tarvitaan maakaasumarkkinalain (508/2000) mukainen lupa siirtoputken rakentamiseen (ns. projektilupa) työ- ja elinkeinoministeriöltä.

Esisuunnittelu esiselvityksineen, perussuunnittelu (mm. neuvottelut sijoituksesta, ELY-keskuksen Liikenne ja infrastruktuuri vastuualueen ennakkolausunto), investointisuunnitelma, detaljisuunnittelu ja maanhankinta (säännökset, ohjeet ja standardit, kuulemiset, lunastuslupahakemus, lunastuspäätös ja ennakkohaltuunottolupa), rakentaminen (ennakkohaltuunotto, rakentamistyöohjeet, lunastustoimitus).

Siirtoputken maanrakennustöiden rakennusmenetelmiä ovat putken asentaminen kaivantoon tai penkereeseen sekä erilaiset poraus- ja vetomenetelmät. Kun putken nimellissuuruus on  $DN \leq 500$ , kaivannon pohjan vähimmäisleveys on  $DN+400$  mm. Jos putken nimellissuuruus on  $DN > 500$ , kaivannon pohjan vähimmäisleveys on  $DN+600$  mm. Kaivannon syvyys määräytyy putkiston tai suojaputken peitesyvyyden ja perustamistavan mukaan. Siirtoputkistolle on määrätty 1,0 m vähimmäispeitesyvyys, joka on 1,20 m peltoalueella ja 0,60 m kallioalueella.

Siirtoputkistojen rakentaminen on suoritettava noudattaen hyvää rakennus- ja asennustapaa sekä ottaen huomioon kohdetta koskevat säännökset ja suositukset. (A 551/2009). Säädöksen määräyksen nojalla sijoittaminen ja maanrakennustyöt on tehtävä maakaasun käsittelyn turvallisuudesta annetun asetuksen sekä yleisten maanrakennusta koskevien ohjeiden mukaisesti (InfraRYL, Gasum Oy:n ohjeet jne.).

Kaivannon valmistuttua siirtoputken saa asentaa vain TUKES:n siihen hyväksymä asennus-, huolto- ja tarkastusliike (asetuksen 551/2009 liite I kohta 4.1). Asentamisvaiheeseen kuuluu koekäyttö ja käyttöönottotarkastukseen painekoe. Määräaikaistarkastukset ovat 8 vuoden välein. TUKES myöntää käyttöluvan siirtoputkistolle sen jälkeen, kun TUKES:n hyväksymä tarkastuslaitos on tarkastanut siirtoputkiston.

Kaivannon on oltava riittävän leveä, jotta putken lasku voidaan tehdä rikkomatta pinnoitetta ja saadaan riittävä suojaus kaivannon seinämiin nähden. Kalliossa sekä louhikkosessa tai kivisessä maaperässä kaivantoon tehdään asennusalusta, jonka paksuus on vähintään 150 mm tiivistettynä. Putken asentamisen jälkeen putkenympärys täytetään alkutäytöllä, joka ulottuu vähintään 300 mm putken yläpuolelle ja 200 mm putken sivulle. Kaivannon yläosa täytetään lopputäytöllä, jonka pinta viimeistellään ympäristön vaatimusten mukaisesti.

Maanalainen kaasinsiirtoputki merkitään yleensä putkilinjalle sijoitettavilla merkintäpaa- luilla. Taajama-alueiden jakelu- ja käyttöputkistot merkitään kartta- ja kiintopistemerkinnöin. Muoviputkien pintaan kiinnitetään lisäksi metallinen ilmaisnlanka ja kaivantoon putken yläpuolelle sijoitetaan keltaisella merkintä nauha "MAAKAASU".

#### 4.3.2 Jakeluputkiston rakentaminen

Jakeluputkistot sijoitetaan yleensä osaksi katuinfrastruktuuria. Käyttöoikeus saadaan rasitesopimuksin ja rasitetöimituksella tai MRL 161 §:n sijoitusoikeuden perusteella. Jakeluputkistolla tarkoitetaan putkistoa, jolla maakaasua jaetaan vähennetyllä paineella alueelliseen kulutukseen. Jakelu- ja käyttöputkistolle rakentamisluvan myöntää TUKES ja käyttöönottoluvan TUKES:n hyväksymä tarkastuslaitos. Käyttöpaineeltaan enintään 8 baarin jakeluputkiston rakentamiselle voidaan myöntää alueellinen rakentamislupa. Luvassa määritellään maantieteellinen alue. Alueellinen rakentamislupa koskee myös jakeluputkistoon liitettyjä käyttöputkistoja. TUKES toimittaa lupapäätökset asemapiirustuksiin asianomaisille kunnille.

Jakeluputkiston sijoittamisessa maantieteelle noudatetaan maatielain 42 § 1. momentin mukaista sijoituslupamenettelyä, jossa putken sijoittamissopimus sisältää sijoittamisluvan. Tiealueiden ulkopuolella MRL 161 §:n mukainen sijoitusoikeus kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Pitkillä jakeluputkiosuuksilla on käytetty myös lunastusmenettelyä.

Teräksisen (vähintään 10 bar) jakeluputkiston saa asentaa vain siihen hyväksytty asennusliike (asetuksen 551/2009 liite II kohta 3.2). Asentamisvaiheeseen kuuluu koekäyttö ja käyttöönottotarkastukseen mm. painekoe.

Muovisia jakeluputkistoja (4 tai 8 bar) saa asentaa vain TUKES:n hyväksymä asennusliike (kemikaaliturvallisuuslain 55 §, A 551/2009 liite II kohta 3.1). Tiealueella sijoituslupahakemukseen sisältyy putkiverkon yleis- ja sijaintikartat, putken pituusleikkaus tiealueella ja alituskohtien lähellä, yksityiskohtainen risteämäsunnitelma, putkikaivannon poikkileikkaus mittoineen, aikataulut ja työjärjestelyt. Kaasuputkea ja laajakaistaverkkoa eivät asenna samat henkilöt.

Maanalaisten jakelu- ja käyttöputkistojen vähimmäispeitesyvyys on 0,8 metriä, kun putkiston suurin sallittu käyttöpaine on enintään 4 bar. Yli 4 bar jakelu- ja käyttöputkistojen vähimmäispeitesyvyys on 1 metri. Jakelu- ja käyttöputkiston putkikaivannon leveyden on oltava vähintään 200 mm putken halkaisijaa leveämpi. Jakeluputkistoja asennetaan katujen varsiin. Vaikka myös kaukolämpöputket asennetaan katujen varsiin, ne kulkevat ka-tuverkossa pääosin eri reittejä kuin kaasuputket.

Jakelu- ja käyttöputkiston etäisyydet muihin maanalaisiin putkistoihin, kaapeleihin ja muihin rakenteisiin on valittava siten, etteivät ne aiheuta huomattavaa haittaa toistensa käytölle, korjaukselle tai kunnossapidolle. Vähimmäisetäisyys yhdensuuntaisasennuksissa on 1 metri ja risteilyissä 0,5 metriä, kun putkiston suurin sallittu käyttöpaine on yli 8 bar. Suurimman sallitun käyttöpaineen ollessa 8 bar tai alle, on vähimmäisetäisyys yhdensuuntaisasennuksissa 0,2 metriä ja risteilyissä 0,1 metriä. Vähimmäisetäisyys maanalaiseen paineettomaan viemäriin, salaojaputkeen, suljettuun putkikanavaan tai vastaavaan on kuitenkin yhdensuuntaisasennuksissa 1,0 metri ja risteilyissä 0,5 metriä.

Sen jälkeen, kun maanrakennustyöt on tehty, Tukesin hyväksymä asennusliike asentaa putken. Asentamisvaiheeseen kuuluu koekäyttö ja käyttöönottotarkastukseen painekoe ennen käyttöönottoa. Maanrakennustöiden täytöt suoritetaan loppuun ja putken yläpuolelle jätetään merkintänauha. Hyväksytyt liikkeen suorittamat määräaikaistarkastukset ovat 8 vuoden välein.

### 4.3.3 Muut turvallisuusvaatimukset

Rakennustyön suunnittelun, toteutuksen, koneiden käytön jne. on oltava rakennustyön turvallisuudesta annetun asetuksen (205/2009) vaatimusten mukaisia. Käytännössä yhteisrakentaminen on mahdollista asennustöihin saakka sekä asentamisen jälkeisissä maantäyttötöissä, koska siirtoputkistoja sekä teräksisiä ja muovisia jakeluputkistoja saa asentaa vain TUKES:n hyväksymä asennusliike. Yleisten turvallisuusvaatimusten lisäksi on noudatettava kaivantaja ja putkia koskevia erityisiä turvallisuusvaatimuksia.

Maakaasuputkiston sijoitussuunnittelussa tulee ottaa turvallisuuteen, ympäristöön ja maankäyttöön liittyvät seikat huomioon. Maakaasuputkisto tulee sijoittaa riittävän etäälle ulkopuolisista kohteista. (A 551/2009, liite I kohta 3 alakohtineen). Kun etäisyysvaatimus on 1,0 m, maakaasuputkea ja laajakaistakaapelia ei voi sijoittaa samaan ojaan tai sitten ojan on oltava todella leveä. Alle 8 barin käyttöpaineella minimietäisyys on kuitenkin vain 20 cm. Korjaus- ja muu huoltotyö voivat edellyttää pitempää etäisyyttä (5 m etäisyydellä tarvitaan lupa).

Maakaasun siirto- ja jakeluputken rakentamislupapäätöksessä TUKES mainitsee määrittää putkiston sijainnin ja turvallisuuden saavuttamiseksi tarpeelliset ehdot (A 551/2009, 7 §). Päätökseen liitetään asemapiirustukset ja muut tarpeelliset piirustukset hyväksymismerkinnällä varustettuina.

Putkilinjoilla ei saa harjoittaa toimintaa, joka saattaa vahingoittaa maakaasuputkistoa. Putkilinjan sijainnin tulee olla selvästi merkittynä maastoon (A 551/2009, 28 §). Jos maankaivutöitä tehdään lähempänä kuin 5 metriä putkilinjasta tai louhinta- ja räjäytystöitä enintään 30 metrin etäisyydellä putkilinjasta, työn suorittajan on ennen maankaivu-, louhinta- ja räjäytystöiden aloittamista saatava työn suorittamiseen lupa putkiston omistajalta tai haltijalta. Putkiston omistajan tai haltijan on osoitettava putkiston tarkka sijainti maastossa (29 §).

Paineenlisäys- ja vähennysasemat sekä siirtoputkiston venttiiliasemat edellyttävät ns. ATEX-arviointia ja sen perusteella tarvittaessa räjähdysuojasiasiakirjaa (33–34 §). Nykyisten kaasuputkien ja laajakaistan yhteiskäyttö ei ole mielekäästä. Kaasuputkistoja ei ole mielekäästä käyttää myöskään yhteisrakentamiseen, lukuun ottamatta alle 8 barin jakeluputkistoa (kaupunkialueilla), joka voidaan sijoittaa heti valokuitukaapelin viereen.

Siirto- ja jakeluputkilinjojen maanrakennustyötä sekä kaasujohtoverkostoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 2.

## 4.4 Kaukolämpöverkot

### 4.4.1 Kaukolämpöjohtojen rakentaminen

Kaukolämpöjohdot jaetaan käyttötarkoituksensa perusteella siirtojohtoihin, jakelujohtoihin ja liittymisjohtoihin. Kaukolämpövirtausputken koko vaihtelee. Siirtojohdon virtausputken koko vaihtelee välillä DN 100...DN 800 (100–800 mm). Talojen liittymisjohdot ovat 20 mm ja suurimmat runkoputket ovat 1000 mm.

Kaukolämpöjohdot asennetaan noin 0,5–1,0 metrin syvyyteen lähinnä katujen, jalkakäytävien ja kevyen liikenteen väylien alle. Asennusympäristö (kadut) ja asennussyvyys ovat vastaavat kuin kaasujakeluputkilla, mutta kaukolämpöverkot kulkevat silti pääsääntöisesti eri reittejä kuin kaasuverkot ja usein myös eri kohdassa katurakenteessa (ajoradan alla, nykyään tosin myös katujen kevyen liikenteen väylien alla). Erillisten kaukolämpöjohtojen sijoittamissopimusten mukaisissa tienalituksissa suojaputkina käytetään kullekin peitesyvyydelle hyväksytyjä teräs-, betoni- ja muoviputkia, jotka täyttävät Liikenneviraston laatuvaatimukset. Tienpinnan tasolle ulottuvien kaivojen ja tuuletusputkien etäisyys tienreunasta on 3...7 m liikennöinnistä riippuen. Johdot merkitään sijaintikarttaan ja toimitetaan johtotietokeskukselle tai kaupungin omaan johtotietojärjestelmään.

Vuoden 2014 lopussa 44 yrityksellä oli kaukolämpöjohtojen liitostyön ja muovihitsauksen asennusoikeustodistukset. Lisäksi yli sadalla asentajalla ja valvojalla on liitostyöt ja/tai muovihitsauksen kattava kaukolämpöjohtojen liitostyötodistus. Kaukolämpöjohtoja ja laajakaistakaapeleita ei voi asentaa eikä korjata sama henkilö. Ne voidaan kuitenkin teknisesti sijoittaa samaan kaivuojaan vähintään 0,50 m etäisyydelle toisistaan. Telejohtoja ei saa asentaa kaukolämpöputkien päälle.

Kaukolämpöputkien yhteyteen rakennettaessa on otettava huomioon, että putket sulattavat niiden lähellä routaa ja jäätä vedeksi. Käytännössä yhteisrakentaminen on mahdollista vain maanrakennustöissä asentamiseen saakka sekä asentamisen jälkeisessä työssä, jos valokuitua on välttämättömästi sijoittaa samaan kaivantoon muun katualueen sijasta. Kaukolämpölaite tai -yhtiö omistaa rakennuksissa olevista kaukolämpölaiteista kaukolämpöputket, sulkuventtiilit, lianerottimen ja laskutusta varten lämpöenergiamittarin. Kaukolämmönvaihdin kuuluu rakennuksen omistajalle.

Kaukolämpöverkot on uusittava, kun ne vanhenevat teknisesti ja verkostossa on sallitun kunnan ylittävä määrä vuotoja. Sallittu hyvä kunto tarkoittaa vuotojen enimmäismäärää 0,1/km/a, poikkeamia lisäveden vuosi-, kuukausi- ja vuorokausikulutuksessa sekä verkoston lisääntyneitä korjaustarvetta niin, että kaukolämpötoiminnan kohtuullinen tuotto kohtuullisilla hinnoilla on vaarassa ja kaukolämpöverkon uusiminen on sen korjaamista kannattavampaa.

Elinkeinotulon verotuksesta annetun lain (360/68) 39 §:n mukaan käyttöomaisuuden (pysyvät vastaavat) poistot toteutetaan tasapoistoina omaisuuden todennäköisenä käyttöaikana, kuitenkin enintään 40 vuodessa. 20 vuoden kirjanpidollista poistoaikaa 5 %:n tasapoistoin voidaan pitää yleisenä sekä kuntien että yhtiöiden kirjanpidossa. Monissa kunnissa ja yhtiöissä on 30 vuoden poistoaikoja. Todellinen käyttöikä on huomattavasti käytettyjä poistoaikoja pidempi. Putkia ei käytännössä uusita, ellei vuotokohtia uusita.

Vanhimmat putket ovat yli 50 vuotta vanhoja. Vuototiheys on noussut yli 0,2/km/a (viiden kilometrin välein) keskimäärin vasta yli 30 vuotta vanhoissa verkoissa. 1980-luvulta lähtien putkien laatu on parantunut. Putkia ei uusita ennalta laaditun pitkäaikaissuunnitelman perusteella, vaan niiden kuntoa seurataan vuototiheys-, lisäveden kulutuspoikkeama sekä verkoston korjaus- tai uudistustarveindikaattoreilla.

Keskimääräiset uuden kaukolämpöverkoston laajentamisen kustannukset noin 1 m putkissa ovat arviolta 350...400 €/m ja runkoputkissa (DN 200–250) arviolta 500...1.800 €/m. Kustannusten johdosta verkoston uusiminen on nykyään kannattavaa lähinnä vuotokohdissa. Verkosto käytetään yleensä todellisen käyttöikänsä loppuun. Yhteisrakentaminen ei voi soveltu kaukolämpöverkoston paikkailuun vaan se tulee kyseeseen lähinnä laajennettaessa kaukolämpöverkkoa uusille alueille.

#### 4.4.2 Muut turvallisuusvaatimukset

Rakennustyön suunnittelun, toteutuksen, koneiden käytön jne. on oltava rakennustyön turvallisuudesta annetun asetuksen (205/2009) vaatimusten mukaisia. Yleisten turvallisuusvaatimusten lisäksi on noudatettava kaivantaja ja putkia koskevia erityisiä turvallisuusvaatimuksia. Kaukolämpöjohtorakentamisessa käytetään teräsputkia (99 %). Muovi-, kupari- ja rst-putkia ei enää käytetä kuin varsinaisten kaukolämpöverkkojen ulkopuolella teräsputkien ohella esim. pienissä lämpöyrittäjävetoisissa aluelämpöverkoissa, maalararakennusten välisissä putkissa yms. sekä kaukolämpöasiakkaan ns. sekundaariverkoissa, kuten rivitaloyhtiön talojen välisissä putkissa.

Kaivantojen ja yhteisrakentamisen materiaalien on täytettävä standardien vaatimukset ja sovelluttava yhteisrakentamiseen. Putkien ja valmisosien sertifiointi hoitaa Euroopassa Euroheat & Power (EHP), joka myöntää EHP-sertifikaatteja. Myös kaukolämpöjohtojen liitoksia ja palloventtiileitä koskeva laadunvarmistus- ja sertifiointijärjestelmä on siirtymässä EHP:lle. Turvallisuusriskejä ovat mahdolliset vuodot, kuuma vesi, höyry, korkea lämpötila, tilan ahtaus, laitteet ja komponentit (kolhiminen, avautuminen/rikkoutuminen), liikenne, kunnossapito- ja korjaustyön estyminen/hankaloituminen. Poikkeuksellinen yhteisrakentaminen on suunniteltava niin, ettei mm. korjaustöistä aiheudu vahinkoa toiselle ja ettei toinen infrastruktuuri estä toisen korjaustöitä.

Kaukolämpöjohtolinjojen maanrakennustyötä sekä kaukolämpöverkostoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 3.

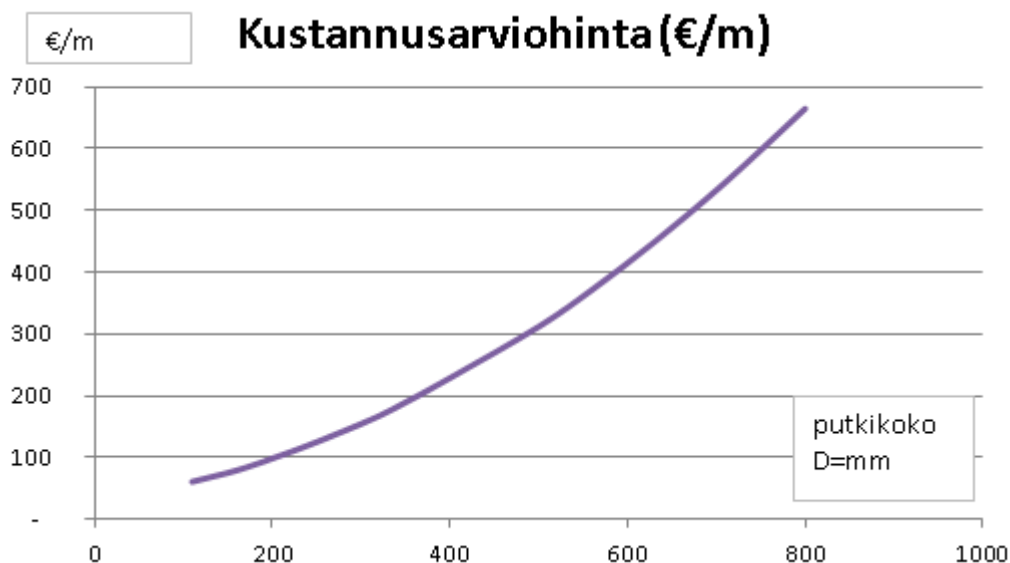
#### **4.5 Vesihuollon verkostot**

##### **4.5.1 Vesihuoltoverkoston rakentaminen**

Vesihuoltoverkostojen ja niiden yhteydessä myös laajakaistakaapelien rakentamisessa noudatetaan edellä selostettuja maanrakentamisen yleisiä ohjeita sekä vesihuoltoverkostoja koskevia erityisiä ohjeita. Vesihuoltolaitosten toiminta-alueet noudattavat yleensä asemakaavoitusta, joten siirtoputkia lukuun ottamatta kunnallisia vesihuollon verkostoja rakennetaan etupäässä taajamiin.

Kaivualan leveys on 5–10 metriä putkesta ja putkista riippuen. Kaivanto on pienissä putkissa yleensä leveydeltään noin 1,5 metriä ylhäältä ja 0,5 metriä alhaalta. Vesihuoltoverkoston rakentamisen kustannukset koostuvat maanrakennuksesta, putkista, asennuksista, betonipainoista, rahdista, lupa- ja suunnittelutyöstä, vesistön- ja tienalituksista ja työstä, venttiileistä, huuhteluista jne. Kaivu- ja täyttötyöhön ei yleensä sisälly jälkitöitä, kuten istutuksia. Hyvin pienen yksittäisen vesiputken kaivukustannus on matalimmillaan noin 15 €/m kunnan laajentaessa vesihuoltoverkkoa sopimuksen nojalla haja-asutusalueelle ja muodostaa noin puolet vesijohdon rakentamisen kokonaiskustannuksista. Hinnassa ei ole mukana vedensiirron edellyttämiä paineenkorotus- ja mittausasemia, jotka sisältyvät verkostoon muissa kohdissa.

Yhden putken normaalikustannustaso haja-asutusalueella on keskimäärin noin 50.000 €/km haja-asutuksen pienissä helppoissa DN100 (100 mm) putkilinjoissa, jolloin 80 % kustannuksista on kaivutyötä. Yleisemmässä putkikoossa 150...200 mm kustannustaso on 100.000 €/km, jolloin 70 % kustannuksista on kaivutyötä. Kun putken koko on 500 mm, kustannukset ovat noin 300.000 €/km, jolloin työn osuus on enää 60 %. Kustannusten ja putkikoon suhde näkyy seuraavassa kaaviossa:



**Kaavio 4-1 Kustannusarviohinnan kehitys**

Katualueella vesihuollon linjainvestointien hinnat voi kertoa ainakin kahdella, jos vesihuollon putkien maanrakennusurakka ei ole sovitettu yhteen kadunrakennusurakan kanssa.

Noin 90 % vesijohdoista on muovia ja määrä kasvaa. Valurautaisia vesijohtoja on alle 8 % ja muista materiaaleista valmistettuja vesijohtoja alle 3 %. Lähes  $\frac{3}{4}$ -osa viemäreistä on muovia ja väistyvän betonin osuus on runsas viidennes. Noin 5 % on rakennettu muista materiaaleista. Metallien vaurioituminen on sähkökemiallista korroosiota, johon vaikuttaa veden ja maaperän laatu. Muovien vaurioituminen on vanhenemista ja aineiden liukenemista, joihin vaikuttavat mekaaniset kuormitukset ja mikrobitoiminta biofilmeissä. Sementtipohjaisten materiaalien vaurioituminen on asennus- ja käyttöönottovirheistä johtuvaa aineiden liukenemista ja rapautumista. Rakennustyöt tehdään pääosin muovisille vesi- ja viemäriputkille.

#### 4.5.2 Tietoliikennekaapelointi vesihuoltotöiden yhteydessä

Tietoliikennekaapelointi voidaan asentaa vesihuoltotöiden yhteydessä tai asentaa pelkästään suojaputki kaapeloinnille, joka tekee mahdolliseksi tietoliikennekaapelin asentamisen jälkeinpäin. Suojaputken tai tietoliikennekaapelin asennussyvyys on 0,6...1.0 m ja se asennetaan kaivamalla tai auraamalla tehtyyn uraan. Kaivukustannukset ovat 50–60 % kaapeloinnin asennuskustannuksista eli kaivun osuus on vastaavaa luokkaa kuin vesihuoltoverkoston kaivutöissä.

Useilla viemäriputkien valmistajilla on valmiit tuotteet kaapelinsuojaukseen. Yleinen kaapelisuojaputken putkikoko on n. 100 mm, mutta laajakaistan toteuttamiseksi on käytetty myös pienillä suojaputkilla eli mikroputkilla ja puhallustekniikalla toteutettua valokuitukaapelointia.

Suojaputket voidaan edullisimmin asentaa samalla, kun asuinalueilla tehdään muita maankaivutöitä, kuten tiestön perusparannustöitä tai vesihuoltolinjojen asennuksia. Tällöin teleoperaattorit ja energialaitokset voivat asentaa suojaputkia ja liitoskaivoja, joihin kaapelit on helppo asentaa tarvittaessa jälkikäteen.

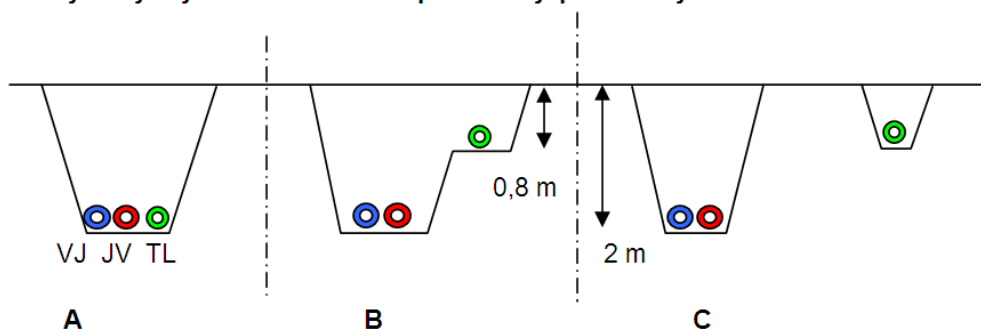
Hallituksen laajakaistastrategia ja haja-asutuksen jätevesilainsäädäntö tukevat kaapeloinnin ja vesihuollon samanaikaista rakentamista.



Kun kaapeloinnin suojaputket asennetaan samaan kaivantoon kuin vesihuoltoputkistot ja/tai kaukolämpöputket, kaapelisuojaputket ovat tyypillisesti noin 0.6–1.0 m syvyydellä, mutta ne on mahdollista asentaa myös samaan tasoon vesijohtojen kanssa. Suojaputken tulee kestää 2 m asennussyvyys.

Suojaputket tulisi asentaa niin että ne eivät ole päällekkäin vesihuoltoputkistoiden tai kaukolämpöputkien kanssa, koska jos vesihuoltoputkistoja korjataan työ voi vahingoittaa kaapelointia. Kuvassa on esitetty vaihtoehtoisia periaatteita tietoliikennekaapeloinnin sijoittamiselle vesihuoltotöiden yhteydessä.

#### Vesijohtojen ja tietoliikennekaapelin suojaputken sijoittaminen



**Kuva 4-2 Vesihuollon johtojen ja tietoliikennekaapelin sijoittamisvaihtoehdot**

#### Asennustapa A

- + edullinen, vähän lisäkaivutarvetta
- putken tai kaapelin korjaustarve muodostaa riskin toiselle toimijalle
- kaapeli tulee tarpeettoman syvälle huoltoa ajatellen
- kaivannon leveneminen lisää kustannuksia jos halutaan suojaetäisyys vesijohtoon

#### Asennustapa B

- + kaapelin korjaus voidaan tehdä vesihuoltoa haittaamatta
- vaatii isomman alueen kaivannolle
- kaivannon toteuttaminen porraskaisuna lisää kustannuksia

#### Asennustapa C

- + Putken ja kaapeloinnin linjaukset voidaan valita vapaasti
- + Kaapeloinnin suojaputki voidaan asentaa esimerkiksi auraamalla
- + Työ voidaan tehdä eri aikana
- ei kustannusetuja yhteisestä rakentamisesta
- eri aikaan rakentamisen lisää rakentamisen haittoja

Asennustavan A kaapelinkaivu vesihuoltokaivun yhteydessä lisäksi vesihuollon maankaivukustannuksia arviolta 2–3 €/m. Jos kaapelia varten kaivetaan asennustavan B mukainen "hylly", kustannuslisä on noin 10 €/m. Erillisen kaapeliojan lisäkustannus on arviolta noin 10 €/m. Mikrosojaputken asentaminen maankaivutyön yhteydessä maksaa lisäksi noin 1–2 €/m. Niiden päälle tulee valokuidun materiaali- ja asentamiskustannukset.

Kustannuksissa ei ole otettu huomioon tarvittavaa käyttöoikeuden laajennuksen aiheuttamaa kustannusta, jotka määräytyvät yleensä juoksumetreittäin eri alueille käytönrajoitusalueen leveyden perusteella Kuntaliiton ja Maa- ja Metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK R.Y.:n laatimia Maanalaisia johtoja koskevia suositussopimusten (uusin 2010) päivitetyin korvaustason mukaisesti. Saman suositussopimuksen nojalla sovitaan lisäksi haitan- ja vahingonkorvauksista (puusto, sato, esteet jne.).

#### 4.5.3 Muut turvallisuusvaatimukset

Rakennustyön suunnittelun, toteutuksen, koneiden käytön jne. on oltava rakennustyön turvallisuudesta annetun asetuksen (205/2009) vaatimusten mukaisia. Yleisten turvallisuusvaatimusten lisäksi on noudatettava kaivantaja ja putkia koskevia erityisiä turvallisuusvaatimuksia.

Kaapeleiden keskinäinen vähimmäisetäisyys on 50 mm ja 50 mm kaivannon reunaan. Putken ja kaapelin sekä kahden putken vähimmäisetäisyys on 200 mm ja 400 mm kaivannon reunaan.<sup>8</sup> Jos kaapeli sijoitettaisiin vesihuollon putken tasoon routarajan ja routasuojauksen alapuolelle, vähimmäisetäisyys olisi 200 mm teoriassa. Hiekkasuojatun kanaan alkutäyttömateriaali levitettäisiin putki- ja kaapelirivin päälle siten, että hiekka valuu putkien ja kaapeleiden väliin ja alle. Sijoitusta samaan tasoon ei suositella. Kaapeleita ei käytännössä kaiveta niin syväälle noin 2,0 m syvyyteen vaan ne asennetaan enintään 1,0 m syvyyteen. Suomen olosuhteet poikkeavat Etelä- ja Keski-Euroopan olosuhteista, joissa maa ei roudi ja vesiputket ovat lähempänä maanpintaa ja samaa asennustasoa.

Rakennettaessa kaapelihyllylle on joskus käytetty 500 mm vähimmäisetäisyyttä kaapeliin reunimmaisesta putkesta, jos maaperä sen sallii. Huonossa maaperässä on tarpeen suurempikin etäisyys. Pitkällä matkalla maaperän laatu voi muuttua useaan kertaan. Kaivantojen tukeminen, rakennekerrosten rakenteet, täytöt ja täytön tiivistäminen putkien päällä on kuvattu mm. ohjekirjoissa MaaRYL 2010 ja InfraRYL 2006.

Vesihuollon putket ja etenkin valokuitukaapelit voivat teknisesti olla samassa kaivannossa samalla tai vähän leviten eri tasolla. Tällöin on harkittava suojauksen tarvetta ja sitä, hyväksytäänkö riski yhteissijoitetun kaapelin ja putken vaurioitumisesta korjaustöiden yhteydessä. Lähtökohtaisesti riskiä ei hyväksytä, koska vesihuollon putket voivat kulkea matkallaan eri riskitason ympäristöissä. Suojauksen ja etäisyyden suhde ovat korrelaatioissa. Kustannukset määrittelevät, kumpi on järkevämpää riskinhallintaa. Huolto- ja korjaustöissä 2-3 m on yleensä turvallinen etäisyys, mutta se leventää kaivantoa tai edellyttää rinnakkaiskaivantoja. Mitä syvemmällä on putki, sitä suurempi suojaetäisyyden tulisi olla. Suojauksena esimerkiksi pontitus maksaa 100...1000 €/m syvyydestä riippuen, joten se ei ole pääsääntöisesti toteuttamiskelpoinen vaihtoehto.

Vesihuollon putkien kunnossapidossa on oleellista välttää kaapeli. Kaapelit ovat nykyään suhteellisen hyvin kaapelikartoilla noin tarkkuudella +/-1 m. Tähän vaikuttaa paljon maaperän laatu. Hyvässä maaperässä voi kaivaa jyrkällä luiskalla, mutta huonossa kaivantoa joudutaan tukemaan, joka on toimenpiteenä kallista ja hidastaa työn etenemistä. Jos oleellinen vesijohto on poikki tai viemäri vuotaa pohjavesialueella tai uimarannan lähellä, huoltotyöllä on kiire. Vastaavasti tietoverkonkin katkoksilla on vakavia välillisiä seurauksia, joten ne on korjattava viipymättä.

Käytännössä kaapeleita ei koskaan rakenneta vesihuollon verkostojen päälle, koska ne estävät tai vaikeuttavat vesihuoltoverkostojen huoltotöitä. Kaapeli jouduttaisiin muuten katkaisemaan ja ylläpitotyöt edellyttäisivät vähintään kaapelinhaltijan osallistumista.

<sup>8</sup> Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 (KT 02). luku 2000 Liikenneväylätyöt (Suomen kuntaliitto), s. 159. InfraRYL 2006. Infra-rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat, Kuva 31300:K3 s. 51. Samankaltainen kaavio myös MaaRYL 2010. Kuva 2222:K1s. 72. Kuvissa on tukematon kaivanto. Tuettu johtokaivanto tehdään luvun 242 mukaan.

Vastaavasti kaapelin huoltotyöt voivat uhata vesihuollon putkistojen kuntoa Esimerkiksi katu- ja tiealueilla molemmat kulkevat eri paikoissa ja eri syvyyksillä niin, että huolto- ja korjaustöiden edellyttämä vähimmäisetäisyys noin 2,0...3,0 m ja käytännössä enemmänkin täyttyy.

Suomen olosuhteissa vesihuollon verkostojen ja valokuitukaapeleiden yhteiskäyttö edellyttää kaapelin rakentamista normaalia huomattavasti syvemmälle. Se nostaa kaapelin yhteisrakentamisen kustannuksien jako-osuutta sekä lisää vastaavasti kaapelin huoltotöiden kustannuksia, koska korjaus tai huolto on ulotettava puolet syvemmälle. Putkia ja kaapeleita ei saada kauhan kestäviksi kohtuullisilla kustannuksilla. Yhteissijoittamista samaan kaivantoon ei saa kohtuullisilla kustannuksilla riskittömäksi. Jos käytetään huoltotöiden edellyttämää etäisyyttä, vaaditaan leveämpi aluevaraus maankäyttö- ja rakennuslain mukaisessa sijoituspäätöksessä sekä laajempi kaivanto tai erilliskaivanto. Näissä vaihtoehdoissa kustannuksia säästää se, että maanrakennusurakka voidaan toteuttaa samanaikaisesti. Toisaalta maanrakennustyö hidastuu.

Turvallisuusvaatimukset mahdollistavat yhteisrakentamisen huoltotöiden edellyttämällä suojaetäisyydellä. Tällöin rinnakkaisverkoston huoltotöistä ei aiheudu toiselle palvelukatkoja. Mahdollisista onnettomuuksista aiheutuu verkkopalvelujen katkoja, jätevesivahinkoja pohjavesi- ja muilla alueilla, vedentoimituskatkoja jne.

Ehkä merkittävin yhteisrakentamisen turvallisuusperuste vesijohtoverkostojen jättämiselle yhteisrakentamisen ulkopuolelle ovat mm. vesitornien katoilla olevat tietoliikennemas-torakenteet, joista tultaneen luopumaan eli ne siirretään omiin mastoihinsa. Näitä on rakennettu paljon. Vesitorneihin ja vesilaitoksille vedenkäsittelyrakennuksiin ei saa olla pääsyä muilla kuin vesilaitoshenkilöstöllä. Ulkopuolisella henkilöllä on mahdollisuus aiheuttaa mm. hengenvaaraa ja terveydellisiä vahinkoja.

Vesihuoltolinjojen maanrakennustyötä sekä vesihuoltoverkostoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 4.

## **4.6 Kadut**

### **4.6.1 Kaavoitus ja katusuunnitelma**

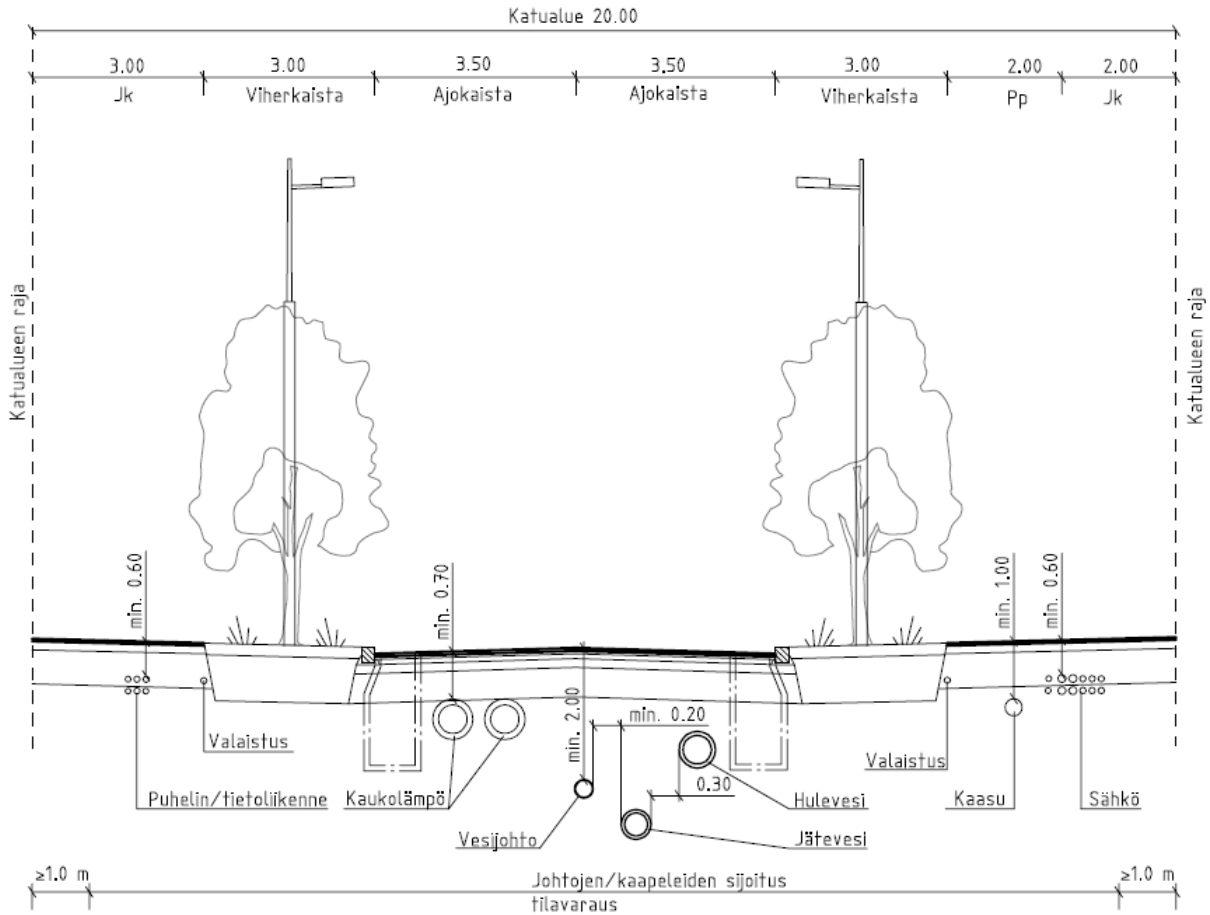
Maakuntakaavassa pääväylänä olevat kadut on merkitty suurpiirteisesti. Yleiskaavassa on esitetty pääväylät ja kokoojakadut sekä liikenneselvityksistä riippuen myös muut kadut. Yleiskaavassa selvitetään johtoverkon pääreitit ja valaistuksen tarve. Asemakaavaan sisältyy katujen yleissuunnitelmat ja mitoitus, hulevesisuunnitelmat sekä johtoverkon ja valaistuksen yleissuunnitelmat.

Asemakaavan perusteella laaditaan katusuunnitelma, johon sisältyvät kunnallistekniset yleissuunnitelmat ja valaistussuunnitelmat. Kadut rakennetaan asemakaavaan perustuen hyväksytyyn katusuunnitelman nojalla laadittavan kadun rakennussuunnitelman mukaisesti.

### **4.6.2 Kadun rakennussuunnitelma ja johtoverkkosuunnitelma**

Kaupunki vastaa MRL 12 luvun nojalla kadunpidosta, johon kuuluu mm. rakentaminen. Kadun rakennussuunnitelmaan sisällytetään johtoverkkosuunnitelma, johon kuuluu liikenteenohjaussuunnitelman lisäksi vesijohto- ja viemärinti-, kaukolämpö-, hulevesi- ja valaistuksen rakennussuunnitelma sekä sähköverkko- ja joskus tietoliikennekaapeli- ja maakaasuputkisuunnitelmat.

## KADUN TYYPIPOIKKILEIKKAUS 1:100



Kuva 4-3 Kadun ja sen johtojen poikkileikkaus

Johtoverkkosuunnitelmasta pyydetään lausunnot mahdollisilta tulevilta johdonhaltijoilta, jotka tekevät tietokonepohjaisen johtosuunnitelman tulosteeseen vapaalla kädellä mahdolliset muutosesitykset. Aina kadunrakentamiseen yhteen sovitettavia investointeja ei vielä ole tai niistä ei lausuta, jolloin ne eivät sisälly suunnitelmiin ja niiden perusteella kilpailutettaviin urakoihin. Tähän erillisurakointiin perustuu toistuva uusienkin katujen avaaminen jälkikäteen.

#### 4.6.3 Kadun ja johtojen rakentamis- ja asentamisurakat

Kunta kilpailuttaa kadunrakennusurakoitsijan ja katu rakennetaan kunnan ja urakoitsijan välisen sopimuksen mukaisesti. Joskus pohja- ja välirakenteiden urakka on erillään päällysterakenteiden urakasta. Valokuitukaapeleiden ja muiden laajakaistakaapeleiden kaivantojen ja muiden rakenteiden urakka kaapelinasennusta lukuun ottamatta sisältyy maanrakennusurakoitsijan urakkaan, johon sisältyvät pohjarakenteet, routasuojaus, jalkava kerros ja kantava kerros. Kustannusvastuusta sovitaan sisällytettäessä päämaanrakennusurakkaan johdonhaltijoiden sivu-urakoita. Johtojen, putkien ja kaapeleiden omistajat tilaavat omina urakoinaan asennustyöt niihin erikoistuneilta urakoitsijoilta. Perinteisesti sähkö- ja tietoliikennekaapelit ovat suojaputkessa noin 0,6...1,0 metrin syvyydessä kevyen liikenteen väylän tai jalkakäytävän alla.

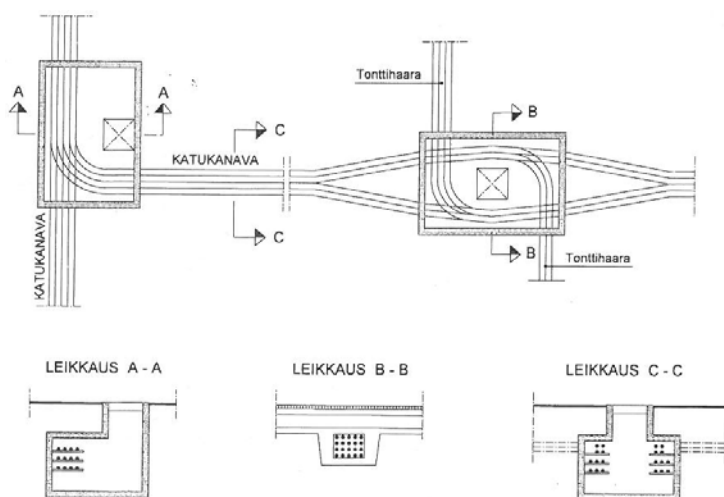
Katujen ja maanteiden rakennusurakat suoritetaan Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 (RT 16-10660) mukaisesti. Urakat ovat kokonaishintaurakoita, mutta niihin sisältyy aina muutos- ja lisätyötä. Uusia johto- tai kaapelikaivantoja ei enää tässä vaiheessa voi sisällyttää muutos- tai lisätyöksi ilman uusia suunnitelmia. Sopimusasiakirjojen pätevyysjärjestys on yleensä lähes sama kuin yleisissä sopimusehdoissa. Kadunrakentamisen ohjeet ja laatuvaatimukset (Katu 2002, InraRYL) sisältyvät käytännössä tekniin asiakirjoihin ja sielläkin pätevyysjärjestyksessä viimeisenä. Urakkaohjelman laatuvaatimuksissa kuitenkin lähes aina viitataan niihin.

Urakanaikainen valvonta ja loppukokouksessa tarkastettava laatudokumentaatio sisältävät myös katurakenteisiin sijoitettavien johtojen rakenteiden (mm. yhteiskäyttökanavat) laatuvaatimusten mukaisen rakentamisen. Taloudellisen loppuselvityksen jälkeen tilaaja ei pääsääntöisesti voi enää esittää vaatimuksia urakoitsijalle. Urakalla on kuitenkin takuu-aika, jonka kuluessa puutteiden korjauskustannukset voidaan kattaa takuuajan vaikkeudesta, joka on toisaalta vain 2 % lopullisesta muutos- ja lisätyöstä sisältävästä urakka-hinnasta.

#### 4.6.4 Kaapelit katujen yhteiskäyttökanavissa

Suojaputkia kehittyneempi tapa on rakentaa yhteiskäyttö- tai yhteisverkkokanava. Yhteiskäyttökanavassa voi olla kaivot jokaisessa katu- ja tonttihaarojen risteyskohdissa tai sitten kaivot sijoitetaan vain vilkasliikenteisiin kohtiin. Kanavan kaapeliputkimäärissä voidaan varautua kaapelien määrän kasvuun tai muihin laajennuksiin.

Sähkö- ja tietoliikennekaapeleita voidaan sijoittaa katuun rakennettaviin yhteiskäyttökanaviin. Asennus- ja huoltotyöt tehdään kaapelikaivojen kautta. Kaivot sijoitetaan ja rakennetaan kaapelireittien haarakohtiin niin ja siinä muodossa, että haara-johtojen taivutussäde pysyy sallituissa ohjearvoissa ja hyötykorkeudeltaan vähintään 1,0 ... 2,0 m korkeissa kaivoissa on riittävä työskentelytila ja 60 x 60 cm kansiaukot. Kaapelit on voitava vetää kaivolta toiselle ja kaivojen sivuille tehdään kaapelihyllyt tilavarauksi-neen eri kaapeleille ja organisaatioille. Yhteiskäyttökanavaan sijoitettavat suurjännite-johdot voidaan turvallisuussyistä viedä kaivojen ulkopuolelta. Periaate on, että uudet organisaatiot voivat liittyä kaapeleillaan yhteiskäyttökanavaan.



Kuva 4-4 Yhteiskäyttökanavan periaateleikkaukset (Katu 2002)

Yhteiskäyttökanaava on kaapelien sijoittajille investointivaiheessa noin 10 % kalliimpi vaihtoehto kuin perinteinen suojaputkitettu kaapeli, jos kaivoja sijoitetaan jokaiseen katu- ja tonttihaaran risteyskohtaan. Näin siitä huolimatta, että yhteiskäyttö vähentää suojaputkituskustannuksia ja mahdollistaa halvemmat huolto-, korjaus- ja laajennustyöt. Jos kaivoja sijoitetaan vain vilkasliikenteisiin kohtiin, se on kaapelien sijoittajalle 10 % halvempi vaihtoehto kuin perinteisesti sijoitettu suojaputkitettu kaapeli. Säästöt saadaan kaivojen lisäksi suojaputkisäästöihin, koska verkko on mitoitettu yhteiskäytölle. Harvemmat kaivovälit tulevat kuitenkin kaapeleihin liittyville jatkorakentajille kalliimmiksi. Perinteisen rakentamistavan kustannuksia nostaa koordinoimattomuudesta johtuvat kaapeleiden ja suojaputkien hukkapituudet.

Yhteiskäyttökanaava mahdollistaa kadun huolto-, korjaus- ja laajennustyöt kokonaan katuja avaamatta, jos kaivoja on riittävästi. Jos kaivoja ei ole riittävästi, paikalliset auki-kaivutyöt aiheuttavat noin 5 %:n lisäyksen perusinvestointiin. Perinteisessä vaihtoehdossa katuja kaivetaan auki lähes vuosittain huolto-, korjaus- ja laajennustöiden johdosta, joka aiheuttaa 20–30 %:n lisäyksen perusinvestointiin laskematta mukaan kaapelikustannuksia. Pitkällä aikavälillä perinteisen tavan investointi- ja käyttökustannukset ovat 20–30 % suuremmat kuin korkeatasoisessa yhteisverkkokanavassa ja 20–40 % kalliimmat kuin harvemmalla kaivovälillä rakennetussa yhteisverkkokanavassa. Tähän ei sisälly yhteiskunnallisia kustannuksia liikenteelle ja ympäristölle. Lisäksi yhteiskäyttökanaavan riittävät tilavaraukset voivat mahdollistaa halvempia uusinvestointeja vanhoille tai uusille kaapelinhaltijoille, jolloin yhteiskäyttökanaavan kustannuksia voidaan jälkikäteen jakaa myös uusille investoijille. Kaupunkikeskustoissa suositellaan korkeatasoista yhteiskäyttökanaavaa ja esikaupunkialueille kevennettyä yhteiskäyttökanaavaa. (Katu 2002 s. 139)

#### 4.6.5 Ylläpito

Katujen ylläpitoon kuuluu hoito ja korjaus, jotka maksavat Suomessa noin 400 M€ (9.000 €/km). Ylläpitoon kuuluu suurena osana päällysteiden uusiminen. Asfalttikonipäällysteen (AB 16) paksuustoleranssi on 100–125 kg/m<sup>2</sup>, jolloin päällysteen paksuus on 4–5 cm. Jyrsintäsyvyys on yleensä 4 cm. Jos asfaltti on sitä ohuempi, jyrsintäsyvyys on vähemmän, koska pohjamurske tulee näkyviin asfaltin alta. Uusien kaapeleiden rakentamistöitä ei yleensä voi yhdistää päällystetöihin, koska kaapelit eivät sijaitse päällystettävän kaistan tai ajoradan alla.

Kaapelit sijoitetaan useimmiten katuun kuuluvan jalkakäytävän tai kaavatien kevyen liikenteen väylän alle. Jalkakäytävän pinnoite tarvitsee harvemmin uusimista. Jalkakäytävien uudistustyöt ovat yleensä paikkauksia, harvemmin yhteisrakentamisen mahdollistamia kokonaisvaltaisia uudistuksia.

Yhteiskäyttö edellyttää kadun avaamista putkitusta varten, ellei siellä ole valmiiksi yhteiskäyttökanaavaa kaivoineen. Yhteisrakentaminen edellyttää uuden kadun rakentamista tai siihen rinnastettavaa kunnostamista taikka kadun avaamista kaukolämpö-, kaasunjalkelu- tai sähköjohtojen asentamiseksi. Kunnostamisen yhteydessä yhteisrakentaminen voi tapahtua koko kadun päällysteen uusimisen tai kadun rakenteita kunnostettaessa. Kunnostettava kokonaisuus harvoin liittyy laajakaistaverkon uusimiseen riittävänä kokonaisuutena (erillisiä kaapelinpätkiä ei asenneta), joten korjausrakentamisen yhteydessä kyse on lähinnä myöhemmän kaapelinedon mahdollistavista kaapelikanavavaruksista kaivoineen, ehkä myös kaapelinedon mahdollistavista suojaputkista kaivoineen.

#### 4.6.6 Muut turvallisuusvaatimukset

Katuja koskevat rakenteelliset vaatimukset liittyvät liikenneturvallisuuteen. Telejohtojen yhteisrakentamisella ei ole vaikutusta katujen turvallisuuteen. Myös liikennevalojen sähköistys, liikenteenohjauksen telematiikka, valaistus jne. on liikenneturvallisuustekijä. Kaasuputkien, kaukolämpöjohtojen tai vesi- ja viemärijohtojen rikkoutuminen vaikuttaa myös liikenneturvallisuuteen. Kaikki tekniset etäisyys- jne. vaatimukset ovat samalla turvallisuusvaatimuksia. Rakennustyössä on noudatettava rakennustyön turvallisuudesta annetun asetuksen (205/2009) vaatimuksia.

Katujen maanrakennustyötä ja rakentamista koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 5.

#### 4.6.7 Kustannukset

Infrakustannuslaskennan tuloksia:

- Yhdystieväylä, leveys 7.5 m, routiva pohjamaa (kuivatus sivuojiin) 730.000 €/km
- Kokoojakatu, lev.7.5m, routiva pohjamaa km (kuivatus sisältää tarkastuskaivot ja viikset) 780.000 €/km
- Laajakaistan lisäkustannus katuun asennettavien kaapeleiden yhteydessä 15.000 €/km
- Laajakaistan asentaminen katuun jälkikäteen 90.000 €/km

Kustannukset sisältävät myös rakennuttajakustannukset. Kustannukset on laskettu hintatasoon 112,7 (lokakuu 2014). Alueeksi on valittu maan keskihintatasoa edustava Jyväskylä. Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa. Yksikössä €/km, km tarkoittaa rakennettavaa katu/tie-km. Teiden ja katujen kustannukset sisältävät pelkästään maanrakennustyöt päällysrakenteineen. Muuta katurakenteeseen tulevaa infrastruktuuria ei ole laskettu kustannuksiin. Laajakaistan kustannuksissa ei ole mukana valokuitukaapeleita.

Yhteiskäyttökanavan asennus muiden kaapeleiden yhteydessä lisää laajakaistaan kohdistuvia kustannuksia arviolta 4.000 €/km, jolloin kokonaishinta on 19.000 €. Jälkikäteen rakennettuna yhteiskäyttökanava ei pääsääntöisesti ole toteuttamiskelpoinen.

Kadun rakentaminen sisältyy maarakennuskustannusindeksiin. Katujen ylläpidosta on lisäksi erillisindeksi, samoin kunnallisteknisistä järjestelmistä ja muista teknisistä järjestelmistä (mm. valaistus- ja liikenteenohjausjärjestelmät). Telejärjestelmät eivät sisällä indeksiin, mutta kustannusmuodostus on samankaltainen kuin keski- ja pienjännitejohdoissa.

### 4.7 Maantiet

#### 4.7.1 Kaavoitus sekä yleis- ja tiesuunnitelmat

Maantien yleis- ja tiesuunnitelmien on perustuttava kunnan kaavaan, jos sellainen on laadittu. Maantielain 13 §:n nojalla maantietä ei saa rakentaa vastoin oikeusvaikutteista kaavaa. Kaupungilla ei ole muita oikeuksia maantiealueella tai maantienpidosta. Valtio laatii tiesuunnitelman maantielain ja oikeusvaikutteisen kaavan mukaisesti.

Maantielain 5 §:ssä määritetään maantiehen kuuluvat alueet. Maantielain 9 §:n nojalla maantienpitovelvollisuuksiin kuuluvat maantien suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito ja liikenteen hallinta. Maantien rakentaminen tarkoittaa sekä uuden tien tekemistä että tien parantamista. Laajakaistan yhteisrakentaminen on siten sovitettava yhteen maantien rakentamisen suunnitteluun ja rakentamiseen. Valmis roudaneristys ei saa olla 700 mm lähempänä tienpintaa. Valokuitukaapelit sijoitetaan pääsääntöisesti routaerityksen päälle.

Liikenneviraston ohjeessa 15/2014 Sähkö- ja telejohdot ja maantiet ohjeistetaan sekä sähkö- että telejohtojen suunnittelua, sijoitusta, asentamista jne. tiealueella. Se koskee kaapeleita suunnitteluprosessin, kaapeleiden sijainnin, asennustyön ja vastuunjaon osalta. Liikenneviraston ohjetta Telekaapelit ja maantiet (2009) noudatetaan muilta osin (paitsi kohtia 1.3, 1.4.3, 1.4.6...1.4.10, 1.5, 4.3 ja liite 2, jotka sisältyvät uuteen ohjeeseen). Valokuitu- ja muilla laajakaistakaapeleille on haettava maantielain 42 §:n edellyttämä työ lupa. Mahdollinen sijoitussopimus sisältää kuitenkin työluvan, johon kuuluvat liikennejärjestelyihin vaikuttamattomat kaapeleiden ylläpitotyöt.

Maanteiden liikenteen telematiikka edellyttää Liikenneviraston omien tietoliikenneyhteyksien rakentamista. Rakennettavat yhteydet ovat valtateiden varrella, joista pisin on ollut Lappeenranta-Imatra väli (48 km). Muut rakennettavat yhteydet ovat olleet lyhyitä. Telematiikkajärjestelmät liitetään tietoliikenneyhteydellä liikennekeskukseen, joihin yhteys voidaan vuokrata teleoperaattoreilta, sillä omien tietoliikenneyhteyksien rakentaminen liikennekeskukseen ei ole aina taloudellisesti perusteltua. Tielikenteen telematiikan kaapeli ei lähtökohtaisesti sovellu yhteiskäyttöön.

Liittyessä yksityistieltä maantielle tarvitaan ELY-keskuksen liittymälupa. Liittymäluvassa tarkistetaan laitteet ja varusteet liittymäalueella ja kirjataan niitä koskevat mahdolliset ehdot.<sup>9</sup> Kaapeleiden sijoittaminen liittymän kautta yksityistielle edellyttää liittymäluvan tarkistamista. Vastaavat kaapelointipiirustukset liitetään liittymäluvan haltijan tarkistamishakemukseen.

Yksityistiet rakennetaan yksityistielain (358/1962) mukaisesti liittymästä tiekunnan osakkaiden eli tieoikeuden haltijoiden kiinteistöille. Yksityisteillä ei yleensä ole lainkaan tai on vain osittain päällysteitä, joten valokuitukaapelien rakentaminen on kohtuuhintaisista myös jälkikäteen. Yksityistieillä noudatetaan samoja rakentamisperiaatteita ja vähimmäisetäisyyksiä muihin johtoihin ja putkiin kuin muuallakin. Yksityistie rakennetaan tiekunnan päätöksellä. Yksityistien kunnostamiseen yksityistieasetuksen (1267/2000) nojalla saatavia avustuksia käytetään yksityistien kunnostamiseen. Telekaapeli ei ole yksityistielain 5 §:n nojalla yksityistien osa.

#### 4.7.2 Muut turvallisuusvaatimukset

Työalueesta varoitetaan liikennemerkein. Liittymien ja kevyen liikenteen väylä (jkip-tie, jalankulku ja pyöräily) aukikaivut on päällystettävä kylmäpäällysteellä saman vuorokauden aikana ja kuumapäällystys tehdään heti olosuhteiden salliessa. Työn aikana Kevyen liikenteen väylässä on yleensä oltava päällystettä 1,5 metrin leveydellä ja liikenteen turvallisuus on varmistettava. Työnaikana on varottava kevyen liikenteen väylän reunassa sijaitsevaa liikennevalojen ohjauskaapelia.

Sijoitettaessa valokuitukaapeli sähköjohdon viereen tiealueelle kaivajalla on riski saada sähköisku tai palovamma, ellei kyse ole vain valokuitukaapelin vedosta (puhallus) valmiiseen kanavaan.

Laajakaistakaapelit on sijoitettu erilliseen tai fyysisesti erotettuun laitetilaan kuin Liikenneviraston kaapelit. Liikenneviraston kaapeleiden ja laajakaistatilojen sijaintitiedot ovat luottamuksellisia. Erilaiset korjausvasteet rajoittavat kaapeleiden sijoittamista samaan kaivantoon. Laajakaistaoperaattori merkitsee maakaapeleiden ja laitteiden sijainnin maastoon, huolehtii sijaintikarttojen ajantasaisuudesta, suojaa, siirtää ja poistaa kaapelit ja laitteet tienpidon edellyttäessä, korjaa ja pitää kunnossa maakaapelit ja laitteet, näyttää tarvittaessa sijaintipaikan +/-0,20 m tarkkuudella sekä tekee tarvittavat johdonsiirtosopimukset kolmansien osapuolien kaapeleista ja johdoista ennen kaivu- ja asennustöiden aloittamista.

<sup>9</sup> Yksityisten teiden liittymät maanteihin. Lupa-asioiden käsittely. Tiehallinto (2005).



Jos maakaapelit rajoittavat tienpitoa, kaapelinomistaja korvaa lisäsuojauksesta aiheutuvat kustannukset tienpitoviranomaiselle tai siirtää kaapelit ja laitteet omalla kustannuksellaan. Lisäsuojauksekustannuksia voi syntyä mm. rakennettaessa valaistus-, liikenteenohjaus- tms. tiehen kuuluvia rakenteita, kaapeleita ja laitteita. Lisäksi on otettava huomioon mm. Puolustusvoimien yhteyksien turvallisuusvaatimukset, nostosillat ja tunnelit, jotka rajoittavat samaan kaivantoon, kouruun tai laitetilaan sijoittamista.

Maanteiden maanrakennustyötä ja rakentamista koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 6.

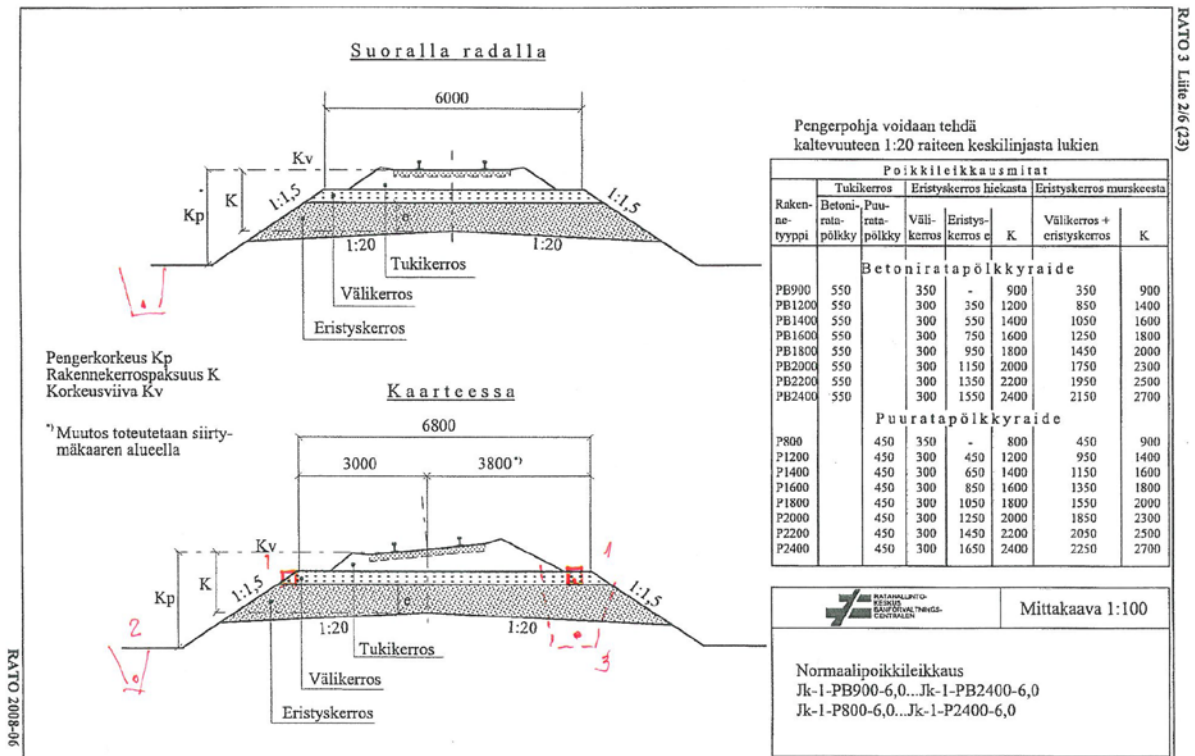
## **4.8 Radat**

### **4.8.1 Rakentaminen**

Ratalaissa säädetään rautateiden rakentamisesta, ylläpitämisestä, rataverkosta ja radanpitäjälle kuuluvista oikeuksista ja velvollisuuksista. Rakentamisella tarkoitetaan uuden rautatien rakentamista ja perusrantamista, radanpidolla rautatien ja siihen liittyvän kiinteän omaisuuden suunnittelua, hankintaa, rakentamista, hallintaa ja kunnossapitoa. Rata-alueen sijoittamisesta laaditaan asema- ja yleiskaavan puuttuessa yleissuunnitelma, joka on ohjeena ratasuunnitelmalle, jonka on oltava oikeusvaikutteisen kaavan mukainen. Hyväksytty lainvoimainen ratasuunnitelma oikeuttaa ratasuunnitelmassa osoitettujen alueiden ja oikeuksien lunastamiseen. Lunastuspäätös siirretään ratatoimitukseen, joka alkaa haltuunotolla.

Haltuunoton jälkeen alkaa radan rakentaminen, vaikka ratatoimitus alueen siirtämiseksi lunastajalle omistusoikeudella vielä jatkuu. Yleissuunnitelmassa ei yksilöidä rata-alueelle tulevia johtoja, eikä niitä yksilöidä yleensä ratasuunnitelmassakaan, jossa osoitetaan radan käyttö eri tarkoituksiin. Ratasuunnitelmassa tulisi olla esim. sähköratarakenteiden ja kuivatusjärjestelmien yleispiirteinen kuvaus (HE 222/2006). Käytännössä johdot ja kaapelit näkyvät ratasuunnitelman jälkeisessä rakentamissuunnitelmassa.

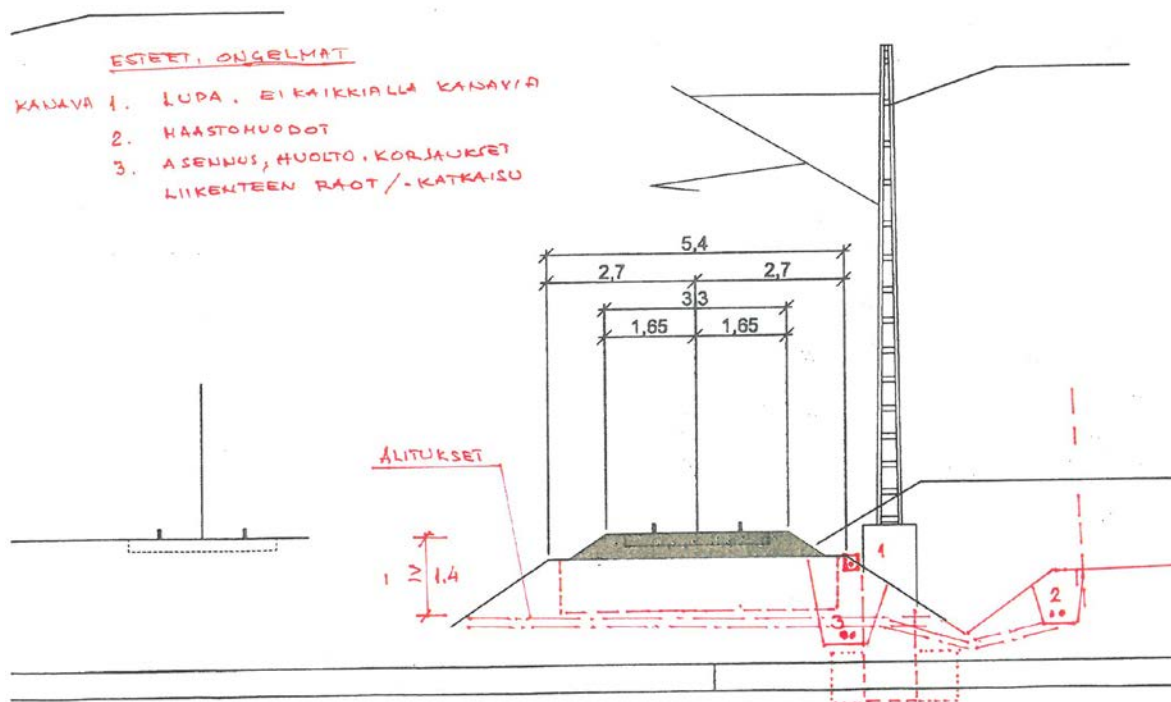
Radan rakentamisen maanrakennus- ja muut urakat kilpailutetaan (YSE 1998). Kilpailutuksessa tulisi ottaa huomioon telekaapelien sijoittaminen sekä mahdollinen putkitus kaapelien tulevaa vetoa varten. Radan rakentaminen ja rakenteellinen kunnossapito kuuluu Liikennevirastolle (aiemmin Ratahallintokeskus).



**Kuva 4-5 Valokuitukaapeleiden sijoituspaikat ratarakenteessa (RATO 2008-06)**

Yllä olevassa kuvassa on esitetyt nykyään käytetyt tietoliikennekaapeleiden sijoituspaikat ratarakenteessa vaihtoehtojen etusijajärjestyksessä. Vaihtoehto 1 on lähtökohtaisesti paras. Betonisia sijoituskouruja ratojen vieressä on arviolta noin 10...15 % radoista. Niissä kulkee Liikenneviraston kaapeleita. Yhteiskäyttökaapelit tai operaattoreiden kaapelit voidaan teknisesti sijoittaa samaan kouruun. Ne eivät saa kulkea samassa valokuitukaapelissa, koska turvallisuusriski liittyy siihen, että Liikenneviraston kaapeli johtaa Liikenneviraston tiloihin, jonne ei voi olla pääsyä muilla. Vaihtoehto 1 sijaitsee 4 m turva-alueella, jossa voi liikkua vain turvamiehen läsnä ollessa. Liikenneviraston kaapelin ylläpitotyöt on ulkoistettu ulkopuoliselle (VR Track Oy), jolla on pätevyys toimia rata-alueella. Käytännössä operaattorin kaapelin ylläpitotehtävät voi ulkoistaa samalle taholle, mutta tämä ei liene rata- ja teleoperaattoreiden näkemyksen mukaan mahdollista.

Vaihtoehto 1 on ainoa paikka varsinaisessa ratarakenteessa ja tulee kyseeseen vain, kun ratojen perusparannuksen yhteydessä näihin ns. jätänpolkuihin asennetaan betonikourut. Erilliset operaattorikourut eivät tule kyseeseen. Lisäksi kaapeleita joudutaan siirtämään kunnostuksen yhteydessä. Vaihtoehto 2 on paikka, jossa voi sijaita sekä rata-alueen omia kaapeleita että ulkopuolisia kaapeleita. Alue sijoittuu lunastetun käyttöoikeusalueen ulkoreunalle. Siellä työskentelylle ei tarvita turvamiestä, koska se sijoittuu 4 m suoja-alueen ulkopuolelle. Alueella ei ole puustoa. Vaihtoehto 2 sijaitsee myös ulkoluis-kan yläreunassa, josta lunastusalue jatkuu 1,0–10,0 m. Periaatekuva ulkoluisasijoituksesta:



**Kuva 4-6 Sähköistetyr radan ulkoluiskasijoituksen periaatekuva**

Periaatekuvassa näkyy myös sähköistetyr radan pylväsperustukset, joihin kiinni betoni-kourut sijoitetaan. Joissakin tapauksissa kourut tekevät mutkia. Radan alla punaisella rajattu alue, johon ei voi sijoittaa mitään kaapeleita. Radan louhekerroksen alle syntyy myös routakerros. Kunnossapidon yhteydessä välikerrokseen muodostuu tiivis betoni-mainen pinta. Vaihtoehto 3 on vielä nykyisin käytössä joillakin radoilla, mutta siihen liittyy ongelmia.

Radan oma valokuitu sijoitetaan uusimmissa parannuksissa sijoitettu kaapelikouruun, joka on jätkänpolulla 0,5 m kiskoja alempana noin 3,0 m radan keskilinjasta eli 4,0 m turva-alueen sisällä. Vaihtoehto 2 on sijoittaa johdot sivuojan taakse ulkopenkan reunalle tai lunastusalueen rajalle, jolloin ne voivat olla normaalissa esim. noin 0,7 m syvyydessä. Aiemmin rakennetut kaapelit ovat usein ratapenkereessä sähköratapylväiden takana eli yli 3,5 m päässä keskilinjasta. Vaihtoehdossa 3 kaapelin syvyys maahan sijoitettuna tulisi olla kunnossapitotöistä johtuen 1.4 m kiskojen eli korkeusviivan alapuolella. Vanhoista pölkkyjen lähellä n. 2,5 m etäisyydellä keskilinjasta ja liian matalalla olevista kaapeleista pyritään eroon.

Liikennevirasto ei hyväksy kaapeleiden sijoittamista rata-alueelle. Vaihtoehdossa 1 kaapelikourun käyttökielto on aivan ratkaiseva kustannusten muodostumisessa. Uuden kourun saa asennettua noin 60.000–70.000 €/km. Teleoperaattori ei voi asentaa jätkänpolulle omaa kourua vaan sellainen asennetaan radan perusparannuksen yhteydessä. Kourussa voi olla sekä turvalaite- että sähkökaapeleita. Jos kourun yhteiskäytölle ei ole edellytyksiä mm. huollon ja korjausten vasteaikojen johdosta, käytännössä vain vaihtoehto 2 lunastusalueen rajalla soveltuu (sama sijainti ulkopenkassa tai lunastusalueen reunalla kuin monesti maanteillä). Mahdolliset radanalitukset edellyttävät jonkin verran kääntökulmaa valokuitukaapeleilta. Radanylitys ei ole mahdollinen.

Kaapeleiden ylläpitotoita tehdään enenevissä määrin yöaikaan. Kiireellisissä kaapeleiden korjaustöissä se ei tietenkään ole mahdollista. Pääosa radoista on yksiraiteisia ja junien liikennöinnissä on useiden tuntien taukoja. Juna ei kuitenkaan aja huoltokohteesta ohi ennen kuin huoltoa suorittava henkilö ja turvamies ovat ilmoittaneet poistuneensa turval-alueelta. Korjaustöitä on suhteellisen harvoin ja mahdolliset kaapelinvaihdot on helppo tehdä verrattuna vaihtoehtoon 2. Vaihtoehdossa 2 on se etu, ettei turvamiestä tarvita valvomaan rakentamista ja kunnossapitoa. Kunnossapito on haasteellista ja korjausten tekeminen kaikkein kalleinta, jos kaapeli on maassa alle 4 m radasta. Turvamääräykset edellyttävät turvamiehiä (oranssi vaatetus, SA 1.4.2013), lupia, raidevarauksia ja koulutettua henkilökuntaa.

Rata-alueella tehtävien töiden aikana maassa olevan johdon ja putken päällä on oltava vähintään johdon ja putken vähimmäispeitesyvyyttä vastaava suojakerros työmaaliikennettä varten. Ratarakenteet sekä sähköistys- ja turvalaitteet suojataan suunnitelma-asiakirjojen, julkaisun RATO 5 tai työn aikana annettavien kirjallisten ohjeiden mukaan.

Radan rakentamisurakasta tehdään muiden infrastruktuurihankkeiden tavoin kirjallinen urakkasopimus. Työt ovat kokonaishintaurakoita, joihin kuitenkin sovitaan työaikana runsaasti lisä- ja muutostöitä. Uusia ratoja tehdään Suomessa erittäin harvoin. Suunnitelmia on, mutta toteutus on kaukana tulevaisuudessa. Lisäraiteita on ohjelmassa jonkin verran, mutta niitäkin tuskin 1 % koko rataverkon pituudesta. Alla on laskelma rakennuskustannuksista. Parannus tarkoittaa päällysrakenteen uusimista radan liikennetarpeen ja rakenteen vanhenemisen vuoksi. Uusittavia radan osia ovat kiskot, pölkyt ja tukikerros (sepeli 55 cm). Osittainen parannus on säännönmukaista uusimista silloin, kun radan käytön lisääntyminen ei edellytä vahvistamistoimenpiteitä. Tarvitaan liikennemäärän mukaan noin 12–50 vuoden välein. Siihen kuuluu kiskojen vaihto, sepelin puhdistus sekä routasuojaus, rummut ja sillat vain paikallisesti.

#### Radan keskimääräiset rakentamiskustannukset

€/km	1.raiteinen rata		Osittainen parannus	
	Uusi rata	Parannus		
	hyvät olosuhteet		150 000	sepeli 12-30 v välein
Päällysrakenne	500 000	500 000	200 000	kiskot 20-40 v välein
Alusrakenne	500 000	0	0	
Pistemäiset rakenteet	500 000	100 000	100 000	sillat, rummut 50 v välein
Varusteet, sähköistys	200 000	0	0	
Yhteensä	1 200 000	500 000	350 000	ilman pistemäisiä kohteita
Maaperä voi lisätä rakentamiskustannuksia moninkertaiseksi.				
		korkeat penkereet	500 000 - 2 000 000	
		kallioleikkaukset	500 000 - 3 000 000	
		pehmeiköt	2 000 000 - 6 000 000	
		sillat	30 000 000	

#### Taulukko 4-7 Radan keskimääräiset rakentamiskustannukset

Kourun asentamiskustannukset ovat korkeahkot, mutta ne asennetaan ensisijaisesti vain radan käyttöön. Laajakaistan asentaminen siihen olisi vähäinen kustannuslisä, jos turvallisuusvaatimukset mahdollistaisivat sen. Laajakaistan rakentamisen kustannukset ovat tässä yhteydessä olemattomia. Turvallisuusvaatimusten edellyttämät ylläpitokustannukset sen sijaan olisivat olennaisesti suuremmat. Rautatiealueella työskentelyyn on oltava ratatyölupa. Niiden arviointi ei ole tässä vaiheessa mahdollista, koska kourun yhteiskäyttöä ei sallita. Laajakaistan rakentamiskustannukset syntyvät pääosin lunastusalueen rajalla suoritettavan aurauksen tai muun kaivutyön sekä asentamisen kustannuksista, jolloin kustannukset ovat lähes samat kuin yhteiskäytössä sillä poikkeuksella, että sama maarakennusurakoitsija voi suorittaa myös aurauksen tai muun kaivutyön. Yhteiskäytön kustannukset:

**Kourun yhteiskäytöstä aiheutuvat lisäkustannukset**

	Toteutus: samanaikainen eriaikainen	
Suunnittelu	20 %	120 %
Maanrakennus	10 %	130 %
Putkitus, asentaminen	20 %	140 %
Korjaukset, vahingot	40 %	40 %

Lisäkustannuksia on otettu laskelmaan mm. haaroittamisesta, osapuolten tarpeiden huomioimisesta ja turvallisuusmääräysten noudattamisesta

**Taulukko 4-8 Kourun yhteiskäytön kustannukset**

Laskelma sisältää myös kaapelin asennuksen haaroituksineen ja siinä on otettu huomioon käytännössä ainoa teoreettinen mahdollisuus hyödyntää laajakaistavalmiuksia rata-alueella. Valmiudet (kouru) ovat rataoperaattorin. Oletuksena on, että kaapelit haarautuvat eri tiloihin.

Rata-alueen ulkopuolella, mutta radan lunastusalueen sisäpuolelle ulkopenkassa kustannukset ovat vastaavia kuin maantiealueilla rakennettaessa nykyisin laajakaistaverkkoa. Sinne ei rakenneta valmiuksia eikä se ole yhteisrakentamista vaan infrastruktuuria varten lunastetun alueen yhteiskäyttöä, koska ulkopenkkaan ei rakenneta mitään. Yhteiskäyttö lunastusalueen rajalla ei edellytä, että Liikennevirasto rakentaa samanaikaisesti.

**4.8.2 Muut turvallisuusvaatimukset**

Rautatieliikenteestä, rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta, rataverkon käytöstä, ratatyöstä jne. säädetään rautatielaissa, jonka nojalla rataverkon haltijalla on oltava rataverkon suunnittelua, rakentamista, kunnossapitämistä ja hallintaa varten Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) myöntämä turvallisuuslupa, joka voi sisältää ehtoja. Radan kunnossapitoa harjoittava yritys tekee rataverkolla radan rakennus- ja kunnossapitotöitä ja harjoittaa siihen liittyvää liikennöintiä rataverkolla. Rataverkon haltijan on ilmoitettava TraFille turvallisuuslupaan vaikuttavista merkittävistä muutoksista ja rataverkon ja sillä olevien laitteiden käytön tai kunnossapidon periaatteiden olennaisesta muuttamisesta.

Rautatielaissa on tarkat säännökset mm. TraFi:n käyttöönottolupaa edellyttävistä rakenteellisista osajärjestelmistä, joista asetuksen (372/2011) nojalla rakenteelliset osajärjestelmät infrastruktuuri, energia sekä laitteiden ohjaus ja hallinta liittyvät yhteisrakentamiseen. Yhteisrakentaminen ja -käyttö eivät saa vaikuttaa tällaisen osajärjestelmän toimivuuteen, yhteensopivuuteen tai kunnossapitoon. TraFi antaa tarkempia määräyksiä radasta, radan rakenteista ja laitteista sekä radan kunnossapidosta. Yksityisraiteelle asetuksen N:o 1692/96/EY liikenneverkkoon kuuluvassa merisatamassa tai satama-alueella, on haettava Liikenteen turvallisuusvirastolta (TraFi) turvallisuuslupa.

Rautatieliikenteen harjoittaja ja rataverkon haltija ovat antaneet 18.12.2014 turvallisuuskertomuksen (TRAFI/19402/03.04.02.00/2014).

Ratojen maanrakennustyötä koskevat ohjeet sekä ratoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 7.

**4.9 Lentokentät****4.9.1 Rakentaminen**

Lentokenttiä rakennetaan todella harvoin. Se edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti maakuntakaavatasoista tarkastusta, yleiskaavoitusta sekä lopuksi yksityiskohtaista asemakaavoitusta. Uusi lentokenttä edellyttää myös YVA-menettelyä.

Lentokentän rakennukset vaativat maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen rakennusluvan, rakenteelliset toimenpiteet toimenpidelupia (siltä osin kuin niitä ei ole asemakaavassa yksilöity) ja maanrakennustyöt maisematyölupia. Lentoaseman tai lentokentän sisällä ei kulje teleoperaattoreiden omia verkkoja taikka lentoaseman yrittäjien sisäisiä verkkoja vaan lentokenttäkiinteistöjen aluetta hallitsee lentokenttäoperaattori Finavia.

Lentokentän maanrakennustyöt on tehtävä samojen säännösten, laatuohjeiden ja standardien mukaisesti kuin muutkin maanrakennustyöt. Lentokentän rakentamiseen ja turvallisuuteen liittyy mm. EU:n turva-asetus ja ilmailulain (864/2014) nojalla TraFi:n määräyksiä lentoaseman pidosta ja kentän suunnittelusta.

#### 4.9.2 Muut turvallisuusvaatimukset

Lentoasemalla tarkoitetaan ilmailulain (864/2014) 96 §:n nojalla turva-asetuksessa ja sen nojalla annetuissa Euroopan komission asetuksissa tarkoitettuja lentoasemia. Lentokenttäalueella lentoaseman kenttäaluetta sekä ympäröivää maastoa ja rakennuksia tai niiden osia, joihin on rajoitettu pääsy. Liikkuminen ja oleskelu ilman lentoaseman pitäjän lupaa on kielletty lentokenttäalueella ja turvavalvotuilla alueilla sekä lentokenttäalueisiin välittömästi liittyvissä rakennuksissa. Lentoaseman pitäjä myöntää pääsylvän lentokenttäalueelle ja lentoaseman turvavalvotuille alueille henkilöille, joilla on perusteltu syy olla siellä. Kaapelioperaattorin urakoitsijat ja työntekijät voivat taustan tarkastuksen jälkeen saada pääsylvän.

Lentokentällä rakennettaessa noudatetaan rakennustyössä yleisiä rakennustyön turvallisuuden ja työturvallisuuteen liittyviä säännöksiä ja määräyksiä, kuten työturvallisuuslakia (738/2002) ja rakennustyön turvallisuudesta annettua asetusta (205/2009) sekä työturvallisuusstandardeja. Kaapeleiden, johtojen ja putkien upotussyvyudet ja turvaetäisyydet sekä CE-hyväksytyjen tuotteita koskevat vähimmäisvaatimukset ja standardit ovat satamassa samoja kuin muualla. TraFin turvallisuusvaatimuksissa on säännöksiä mm. paikoista, jonne ei suositella kaapelin sijoittamista.

Lentoasemien maanrakennustyötä koskevat ohjeet sekä lentoasemia ja -kenttiä koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 8.

## 4.10 Satamat

### 4.10.1 Rakentaminen

Uusia satamia rakennetaan suhteellisen harvoin. Se edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti maakuntakaavatasoista tarkastusta, yleiskaavoitusta sekä lopuksi yksityiskohtaista asemakaavoitusta. Uusi satama edellyttää yleensä myös YVA-menettelyä. Rakennukset vaativat maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen rakennusluvan, rakenteelliset toimenpiteet toimenpidelupia (siltä osin kuin niitä ei ole asemakaavassa yksilöity) ja maanrakennustyöt maisematyölupia. Lisäksi satamissa rakennetaan vesialueelle ja vesirajaan. Satamajärjestyksiä ei enää tarvita.

1.1.2015 kumottiin laki yksityisistä yleisistä satamista (1156/1994) ja laki kunnallisista satamajärjestyksistä ja liikennemaksuista (955/1976). Satamaa koskeva erityislainsäädäntö ei enää ole tarpeen. maanrakennustyöt on tehtävä samojen säännösten, laatuohjeiden ja standardien mukaisesti kuin muutkin maanrakennustyöt. Sataman rakentamiseen ja turvallisuuteen liittyviä lakeja ovat mm. maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ja vesilaki (587/2011). Teleoperaattorin valokuitukaapelit viedään satamaan kiinteistörekisteriotteeseen merkittyä rasitekäytävää tai MRL 161 §:n mukaista sijoitusoikeusväylää pitkin. Väylän varrella valokuitua jaetaan liittymistä kiinteistöjen tai vuokraoikeuksien sisäisiin verkkoihin.

#### 4.10.2 Turvallisuusvaatimukset

Satamassa noudatetaan rakennustyössä yleisiä rakennustyön turvallisuuteen ja työturvallisuuteen liittyviä säännöksiä ja määräyksiä, kuten työturvallisuuslakia (738/2002) ja rakennustyön turvallisuudesta annettua asetusta (205/2009) sekä työturvallisuusstandardeja. Kaapeleiden, johtojen ja putkien upotussyvyydet ja turvaetäisyydet sekä CE-hyväksytyjen tuotteita koskevat vähimmäisvaatimukset ja standardit ovat satamassa samoja kuin muualla. Satamajärjestyksen sijaan sataman pitäjä isäntä määrittelee lisäturvallisuusvaatimuksia. Satamaoperaattoreilla, tullilla jne. on myös omat lisäturvallisuusvaatimuksensa, jos rasite satamakadun sijaan kulkee heidän kiinteistönsä reunalla tai heidän tilojaan tarvitaan operaattorille.

Yksityisraiteelle asetuksen N:o 1692/96/EY liikenneverkkoon kuuluvassa merisatamassa tai satama-alueella, on haettava Liikenteen turvallisuusvirastolta (TraFi) turvallisuuslupa. Telekaapelien rakentamisen ja ylläpidon on oltava turvallisuusluvan mukaista.

Satamien maanrakennustyötä koskevat ohjeet sekä satamia koskevat säädökset, ohjeet ja standardit ovat liitteessä 8.

### 4.11 Laajakaistat

#### 4.11.1 Kaapelien rakentaminen ja asentaminen

Kaapeleiden rakentamisessa on noudatettava yleisiä maanrakennusohjeita. Yhteisrakentaminen ja -käyttö edellyttävät myös toisen infrastruktuurin määräysten ja ohjeiden noudattamista. Laajakaistojen ja muun tietotekniikan kaapeloinnissa on viisi elinkaarivaihetta, joille kullekin löytyy ohjeita ja standardeja. Nämä ovat:

1. suunnittelu (osana yhteisrakentamista tai -käyttöä)
2. kaapeloinnin tarkempi suunnittelu (reitit, tilat, ympäristö (mm. sähkömagneettisuus), laadunvarmistus);
3. hankinta (putkitus, kaivot, kaapelit, kaapelointi rakennusurakoineen)
4. toteutus eli asennus suunnittelun ja spesifiointien mukaisesti (SFS-EN 50174-1(-3))
5. käyttö ja ylläpito ottaen huomioon käyttöiän kestävän siirtoteknisen suorituskyvyn ylläpidon sekä liitettävyyden hallinnan – etenkin EN 50174-1

Yhteisrakentamisessa on sovitettava yhteen kaikki kaapeloinnin vaiheet, Suunnittelu on sovitettava yhteen yhteisrakennettavan infrastruktuurin suunnitteluun (kaavoitus, tie-, katu- tai ratasuunnitelma). Hankinnat on sovitettava yhteen yhteisrakennushankkeen rakennusvaiheisiin, etenkin maanrakennuksen urakkasopimukseen. Kaikkien johtojen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan soveltuvin osin yleisiä maanrakennuksen laatuohjeita. Liikenneviraston ohje Sähkö- ja telejohdot ja maantiet (2014). Sähkö- ja telejohtojen sijoitusohjeet on yhdistetty. Muilta osin sovellettavaksi tulee Liikenneviraston ohje Telekaapelit ja maantiet (2009). Sähkö- ja telekaapeleiden sijaintipiirustukset (kaapelointisuunnitelmat) ovat hakemuksen liitteenä. Sijoitussopimuksella verkkovalvoja saa sijoittaa maakaapeleita ja niihin liittyviä laitteita tiealueelle.

Asennuksessa noudatetaan erityisesti kaapeleita ja muista infrastruktuureja koskevia määräyksiä ja standardeja urakkasuunnitelman ohjeiden mukaan. Viestintävirasto on antanut määräyksiä viestintämarkkinalain (393/2003) nojalla viestintäverkon sähköturvallisuudesta ja viestintäverkkopalvelun varmistamisesta. Asennetut johdot ja kaapelit merkitään varoitusnauhalla. Varoitusnauha asennetaan 300 mm kaapelin yläpuolelle. Ohje: Varoitusnauhan väri on yleensä keltainen, lähinnä RAL 1021 tai IEC 304:n mukainen.

Maakaapelien kaivusuoritteet on Verkostotöiden kustannusluettelo KA 2:06 mukaisesti määritelty haja-asutusalueella luokkaan helppo, taajama-alueella luokkaan tavallinen (keskustojen reuna-alueet, aluekeskusten keskustat) ja kaupunkialueella vaikea. Kaapelien kaivukustannukset ilman kaapelia ja suojaputkea ovat kaupunkialueella noin 70.000 €/km, taajama-alueella noin 24.000 €/km ja haja-asutusalueella noin 12.000 €/km. Haja-asutusalueella voi paikasta riippuen myös aurata kaapeliojan, jolloin kustannus on noin 6.000 €/km.

Laitetiloille asetetaan tärkeysluokitukset. Operaattori on vastuussa, että sen oma laitetila täyttää sen viestintäverkon tai -palvelun komponenttien fyysistä suojaamista koskevat vaatimukset. Laitetilat on rakennettava erikseen tai erotettava omiksi fyysisiksi kokonaisuuksiksi. Varavoima ja kulunvalvonta on järjestettävä. Lähtökohta on sama kuin muiden infrastruktuurien operaattoreilla ja haltijoilla. Laajakaistojen rakentamisessa on otettava huomioon myös tarvittavat erilliset reittivarmistukset häiriötilanteiden varalta. Kohtuuhintainen yhteisrakentaminen voi olla tarpeen myös reittivarmistuksien rakentamisessa. Nämä ovat rakentamisessa huomioon otettavia turvallisuusvaatimuksia.

#### 4.11.2 Kaapelien ja kaapeloinnin standardointi

IEC:n (*International Electrotechnical Commission*) määritelmän mukaan tiedon siirto tiedon siirtämistä yhdestä paikasta toiseen ja IEC:n marraskuussa 1991 antaman määritelmän mukaan laajakaistakanava on lähetyiskanava, jonka kaistanleveys on suurempi kuin puhelinkanavassa.<sup>10</sup> Nopealla sähköisellä viestintäverkolla tarkoitetaan sähköistä viestintäverkkoa, joka kykenee nopeudeltaan vähintään 30 Mbit/s:n laajakaistaliityntäpalvelujen tarjoamiseen.<sup>11</sup> Tässä selvityksessä laajakaistalla tarkoitetaan nopeaa sähköistä viestintäverkkoa.

Kaapelit ja kaapelointi on standardoitu kansainvälisellä (ISO, *International Organization for Standardization*), eurooppalaisella (CENELEC, *European Committee For Electrotechnical Standardization*) ja kansallisella (SFS) tasolla. IEC (International Electrotechnical Commission) valmistele ja julkaisee elektroniikkaan liittyviä standardeja. SESKO (Sähkö- ja elektroniikka-alan standardisointijärjestö ry) valmistele kansallisia standardeja.

Liitteessä 9 on laajakaistojen maanrakennustöitä, kaapelointia jne. koskevia säädöksiä, ohjeita ja standardeja.

#### 4.11.3 Suojaputkitus ja kaivot

Suojaputkivarausten tai laajakaistakaapeloinnin toteutuksen hintataso riippuu muiden putki-, kaapelointi- ja johtotöiden tavoin olosuhteista, kuten maaperäolosuhteista ja verkon rakenteesta. Jos muukin putkitus, johdotus tai kaapelointi voidaan toteuttaa edullisesti, se koskee myös laajakaistan rakentamisen kustannuksia.

Edullisimmin kiinteistökohtainen valmius laajakaistaan voidaan toteuttaa ns. mikroputkia käyttäen. Asennettaessa ohuelle talokuidulle alle 30 mm mikroputki kaivutyön yhteydessä, on kustannus alle 1 €/m ilman kaivu- ja täyttökustannuksia. Mikroputkeen asennetaan valokuitu myöhemmin puhallustekniikalla. Operaattorit käyttävät 110 mm suojaputkea. Talojohdon asennuskustannus puhallustekniikalla on arviolta noin 1,5 €/m. Runko-kaapelin asennus maakaapelina on arviolta noin 2...3 €/m.

<sup>10</sup> Area 721 (Telegraphy, facsimile and data communication) / Forms of telecommunications using discrete signals (IEV ref. 721-01-04), data transmission: the conveying of data from one place to another by telecommunication. Area 721 / Transmission channels and methods (IEV ref. 721-04-03), wideband channel (sv bredbandskanal): a transmission channel with a bandwidth greater than that of a telephone channel.

<sup>11</sup> Direktiivin 2014/61/EU2 artiklan 2 kohdan 2) alakohta.



Talokohtaisten aktiivilaitteiden kustannus kiinteistökohtaisessa kaapeloinnissa on arviolta noin 600 €. Kiinteistökohtainen kustannus laajakaistalle ilman maarakennustöitä on keskimäärin noin 1500 € sisältäen kaapeloinnin ja aktiivilaitteet (ei sisällä operaattorin pää-runkoverkkoja ja aktiivilaitteita). Operaattoreiden runkoverkkojen ja niiden aktiivilaitteiden kustannukset peritään liittymämaksussa ja liittymän käyttömaksussa.

192-kuituisen runkoverkon 110 mm suojaputken tyypillinen asennuskustannus 0,6...1,0 m syvyyteen koostuu työosuudesta noin 6...10 €/m, suojaputkesta noin 3 €/m ja tarvikkeista, joita voivat olla 1,2 m leveät jakokaivot (noin 1.000 €/kpl), varoitusverkot, suoja-levyt tms. Suojaputken asennuskustannus varusteineen on yhteensä arviolta noin 13.000...16.000 €/km (alv 0), kun verkko rakennetaan erikseen, ei yhdessä jonkun muun infrastruktuurin kanssa. Katualueella kustannus voi olla 70.000 €/km, katualueella valmiiseen kaivantoon sijoitettaessa arviolta noin 15.000 €/km.

#### 4.11.4 Verkon rakentaminen kaupungeissa ja haja-asutusalueilla

Pääosa telekaapeleista on asiakkaiden sijainnin painopistealueiden mukaisesti kaupunkialueilla katu- ja kaavatierakenteissa. Kaupunkitaajamissa teleoperaattorit ovat tuoneet kiinteistöihin TV- ja puhelinkaapelit. Jatkossa operaattorit pyrkivät kaupunkityyppisissä taajamissa tuomaan kiinteistöihin vain yhden kaapelin, valokuidun. Valokuidun tiedonsiirto kapasiteetti on ylivoimainen verrattuna kuparikaapeliin. Viestintäviraston määräyksen MPS 54 mukaisessa reittivarmistuksissa yhteyksien välistä riittävää etäisyyttä arvioitaessa on otettava huomioon yhteyksille ympäristössään mahdollisesti aiheutuvat fyysiset uhat, kuten katujen kaivaminen.

Teleoperaattorit voivat rakentaa verkkoa myös pienempiin kuntataajamiin, jos se on taloudellisesti kannattavaa. Haja-asutusalueella puhelinkaapelit ovat olleet ilma-asennuksia pylväsverkossa, ja TV-kuva on välitetty harava-antennilla. Rinnakkaiskaapelointia halutaan vähentää, koska useiden erilaisten kaapeliverkkojen ylläpito on kallista. Haja-asutusalueella valokuidun kannattavuuskynnys ei usein ylity eli sen investointia ei saa katettua liittymis- ja käyttömaksuilla. Koska rakentaminen ei ole sosiaalista, kannattamatonta rakentamista ei ole pitkällä aikavälillä.

Haja-asutusalueella voidaan laajakaista toteuttaa kylä- tai seutuverkkoina, jolloin osuuskunta tai kunta omistaa kaapelit ja verkko on avoin verkko, jossa kaikki operaattorit voivat toimina palveluntarjoajina. Laajakaistaverkon hallinnointiin on eri vaihtoehtoja:

- 1) Verkkoa voi hallinnoida sen omistaja (osuuskunta).
- 2) Kunta hallinnoi yhtä tai useampia laajakaistaverkkoa laajempaan alueellisena kokonaisuutena.
- 3) Verkon hallinnointi ulkoistetaan operaattorille, jolloin sopimuksessa otetaan avoimen verkon palvelutarjontaperiaate.

Yhteisrakentaminen ja esimerkiksi putkitusten ja kaivojen asentaminen muun infrastruktuurin rakentamisen yhteydessä alentaa valokuitujen rakentamisen ja asentamisen kannattavuuskynnystä. Kyse ei kuitenkaan ole vain rakentamisen kannattavuusrajusta, koska käyttömaksukertymä harvaan asutuilla seuruilla jää vähäiseksi eikä uusia liittyjiä ole odotettavissa.

MTK R.Y., SLC r.f. Energiateollisuus ry, Finnet-liitto ry ja Teliasonera Finland Oyj ovat laatineet suositussopimuksen tele- ja sähköjohdoista. Sopijapuolten mukaisesti sopimus koskee sähkö- ja telejohtojen sijoittamista erityisesti maa- ja metsätalouden haja-asutusalueilla. Kustannukset verkon rakentamisesta ja kunnossapidosta ja vahingot maa- ja metsätaloudelle pyritään minimoimaan. Ohjetta päivitetään määräajoin.

## 5. TALOUDELLISET VAIKUTUKSET

### 5.1 Sähköverkot

#### 5.1.1 Yhteisrakentamisen kustannukset

##### 5.1.1.1 Voimajohdot

Konsultin arvion mukaan kantaverkon vuotuinen uudisrakennuskustannus on noin 50–150 M€, keskimäärin noin 100 M€. 110 kV maakaapelin rakentamiskustannukset, noin 12.000–25.000 €/km kaivukustannukset mukaan luettuna, ovat normaaliolosuhteissa 450.000...750.000 €/km kaapelin paksuudesta riippuen. Kun ilmajohtoja muutetaan maakaapeleiksi, kaivukustannukset johtoaukealla vastaavat helppoa ja voivat olla alle 10.000 €. Kaapeliauraus ja osittainen kaivu eri kaivantoon samalle johtoaukealle maksaa arviolta 10.000 €/km. Siihen tulee päälle laajakaistavalmiuksien asennus (putkitus ja kaivot), jolloin kustannusarvio on noin 16.000 € km.

Uusia voimajohtoja rakennetaan konsultin arvion mukaan noin 100 km vuodessa (Olki-luoto 4 poikkeuksena selvästi pitempi), niin yhteisrakentamisen osuus uusista hankkeista on arviolta vain 0...5 % tästä kymmenvuotiskeskiajalla laskettuna ottaen huomioon hankkeiden sijainnin, nykyiset laajakaistaverkot ja niiden investointitarpeet sekä mahdolliset yhteisrakentamista vähentävät poikkeamat voimajohtoinvestointien reiteistä ja pituuksista. Yhteisrakentamishankkeet kohdistuvat pääosin hankkeisiin, joissa ilmajohtoja muutetaan maakaapeleiksi. Myös kaapelioperaattorit näkevät tässä potentiaalia.

Valokuitukaapelia ei voi asentaa samaan kaivantoon voimajohdon kanssa. Yhteisrakentaminen tarkoittaa siten, että sama maanrakennusurakoitsija urakoi sekä voimajohtokaivannon että valokuitukaapelin kaivannon, kun pylväsvoimajohtoja muutetaan maakaapeleiksi. Valokuitukaapelin osaurakka voidaan suorittaa auraamalla tai kaivamalla. Betoniset pylväsperustukset jäävät maaperään, joten molemmat kaivannot kulkevat niiden ulkopuolella.

Yhteisrakentamisen vuotuiset lisäkustannukset ovat kantaverkonhaltijan ilmoittamien tietojen mukaan noin 2,1 M€/a ilman valokuitu- ja jatkoskotelo-, sekä kytkentä- jne. kustannuksia. myöskään välillisiä projektointi- jne. kustannuksia ei ole mukana. Pääosa kustannuksista on laskettu kuitenkin rakentamisen valvonnan (15 henkilöä) ja sähköasemien perehdytyksen kustannuksiksi. Valokuidun ja jatkoskoteloiden lisäkustannuksiksi konsultti arvioi tässä 50.000 €/a. Kytkentäsuunnittelun, kytkentöjen jne. lisäkustannuksiksi konsultti arvioi niin ikään 50.000 €/vuosi. Yhteenlaskettuna vuotuiset kantaverkonhaltijan ilmoittamat kokonaiskustannukset yhteisrakentamisesta ovat siten arviolta 2,2 M€. Laskelmiin ei tarvitse ottaa kantaa, koska valokuituja ei vedetä pylväisiin eikä uusien pylväslinjojen rakentaminen ole lähitukevaisuudessa vilkasta. Sähköasemien turvallisuusvaatimukset estävät niiden käytön.

Varsinainen yhteisrakentaminen tarkoittaa kuitenkin samanaikaista valmiuksien rakentamista ja mahdollisesti kaapelien vetämistä. Tulevina vuosina arviolta enintään 50 km/a voisi olla yhteisrakentamista muutettaessa käyttöikänsä loppuun tulevia ilmajohtoja maakaapeleiksi, jolloin auraamisen lisäkustannusarvio 5.000 €/km olisi 350.000 €/a, pylväisiin kaapelia ja jatkoskoteloita asennettaessa 28.000 €/km ja lunastusalueella valmiuksia rakennettaessa 13.000 €/km. Erillisvalvontaa ei tarvita rakennustöissä, koska oletuksena on sama urakoitsija. Investointimäärää hillitsee ilmajohtojen purkamisen ja maakaapelin asentamisen korkeahko hinta sekä lunastusluvan käyttörajoitukset. Kustannuksia voi aiheutua valokuitukaapelin ylläpidon valvonnasta, jos kaapeli on sijoitettu lähelle voimajohtokaivantoa.

Yhteisrakentamiselle on mielenkiintoa yhteisrakentamista koskevan direktiivin täytäntöönpanosta riippumatta.

#### 5.1.1.2 Keski- ja pienjännitejohdot

Verkostosuosituksen KA 2:2006 kaapelin materiaali- ja asennuskustannusten perusteella ja rakennuskustannusindeksillä korjattuna ja pyöristettynä 20 kV maakaapeli (240–300 mm<sup>2</sup>) maksaa arviolta noin 46.000 €/km ja 0,4 kV maakaapeli (240–300 mm<sup>2</sup>) 25.000 €/km ilman jakokaappeja ja jonovarokeytkimiä. Kaapelien kaivukustannukset ovat kaupunkialueella noin 70.000 €/km, taajama-alueella noin 24.000 €/km ja haja-asutusalueella noin 12.000 €/km (EMV:n yksikköhintaluettelossa 2014 vähän halvempi). 0,4 kV maakaapelia on purettu noin 300...500 km/a ja 20 kV maakaapelia noin 200 km/a. Tästä osuudesta osa on poistettu kokonaan ja osa uusittu. 0,4 kV ilmajohtoja on purettu 2.500...3.000 km/a ja 20 kV ilmajohtoa 1.000–1.500 km/a. Osa on poistettu kokonaan ja osa uusittu ilmajohtolla tai maakaapelilla.

Kaapelien kaivukustannusten suuruuden vuoksi yhteiskaivu on kannattavaa erityisesti kaupunkialueilla. Haja-asutusalueella kaapeliuran auraus on halvempaa. Harva uusimistyö muodostaa tarkoituksenmukaisen kokonaisuuden valokuitukaapelin asentamiselle. Lähinnä kyseeseen voi tulla 20 kV johdon uusiminen. Pien- ja keskijänniteilmajohtoista 50 % muutetaan maakaapeleiksi ennen vuotta 2028.

Arviolta enintään 50 km/a yhteisrakentamisesta kohdistuu pien- ja keskijännitejohtojen uusimiseen, jos töistä tiedotetaan kattavasti ja ajoissa. Valokuidun sijoittaminen viereen samaan kaivantoon ei aiheuta merkittäviä ylimääräisiä maanrakennuskustannuksia, mutta johtojen haltijat halunnevat jakaa kustannuksia yhteisrakentamisen sallimisen ehtona. Jos keskimääräinen kaivukustannus on 40.000 €/km (osa katualueella), niin valokuitukaapeli voisi päästä samaan kaivantoon 5.000...15.000 €/km (kallein hinta katualueella). 10.000 €/km keskihinnalla "lisäkustannukset" ovat 500.000 €/a. Tähän tulee päälle laajakaistavalmiuksien asentamiskustannus, jolloin kokonaiskustannukseksi arvioidaan noin 16.000 €. Lisäkustannukset vähentävät toisaalta molempien infrastruktuurien erillisrakentamisesta aiheutuvia kokonaiskustannuksia varsinkin katualueilla.

Yhteisrakentamisdirektiivin täytäntöönpanolinjaukset määrittävät, toteutuuko yhteisrakentaminen ja mitkä ovat sen kustannukset ja säästöt.

### 5.1.2 Yhteiskäytön sallimisen kustannukset

#### 5.1.2.1 Voimajohtot

Yhteiskäyttö tulee vain poikkeuksellisesti kohdistumaan pylväsjoihtoihin. Jälkikäteen se on myös liian kallista. Yhteiskäyttö voi kohdistua kuitenkin voimajohtoaukeiden reuna-alueille rakentamiseen jo ennen ilmajohtojen uusimista maakaapeleiksi, jos käyttöoikeuden on sisällytetty telejohdot eikä telekaapeli vaikeuta voimajohtoon ylläpitoa tai muuttamista myöhemmin maakaapeliksi. Pelkän voimajohtoaukean kaivukustannukset ovat 10.000 €/km. Valmiuksien kanssa yhteiskäytön kustannuksina pidetään samaa tasoa kuin maantie- ja rata-alueilla eli 16.000 €/km. Aurauksen kokonaiskustannus on 6.000 €/km.

Rakentaminen lunastusalueen rajalle voi edellyttää kantaverkonhaltijan valvontaa ja teleoperaattorilta tarkkaa dokumentointia, koska valokuitukaapelit eivät voi olla metallivaippaisia. Kustannukset eivät välttämättä alita vaihtoehdoisen oman linjan käyttöoikeuden ja rakentamisen kustannuksia.

Vaihtoehdon toteuttamiskynnys voi ylittyä yhteisrakentamisdirektiivin täytäntöönpanosäädöksen seurauksena. Siinä tapauksessa teleoperaattoreiden rakentaminen lisääntyy. Olemassa olevalle infrastruktuurille ei pitäisi aiheutua merkittäviä kuluja, joten johtopäätöksenä on, etteivät voimajohtojen yhteiskäyttöä koskevat täytäntöönpanosäädökset aiheuta kustannuksia.

### 5.1.2.2 Keski- ja pienjännitejohdot

Kaupunkialueilla ja taajamissa ei oteta yhteiskäyttöön olemassa olevia keski- ja pienjännitejohtoja vaan katualueita ja kaavateitä. Haja-asutusalueella voi olla yhteiskäyttöä. Käyttöoikeusalueella varovainen viereen kaivaminen tulee kuitenkin kalliimmaksi kuin uuden kaivu-uran auraaminen. Sen johdosta yhteiskäytön kustannuksia aiheutuu satunnaisesti silloin, kun muita reittejä ei ole. Katualueen yhteiskäyttö ei ole mukana laskelmassa, koska sekä sähkö- että telejohdot ovat sivuinfrastruktuureja.

Yhteiskäyttöalueelle rakentamisen kustannukset vaihtelisivat katualueella välillä 70.000...90.000 €/km. Haja-asutusalueella kustannuksia aiheutuu huomattavasti vähemmän. Yhteiskäyttö ei kohdistu sähkö- tai valaisinjohtoihin vaan katuun. Haja-asutusalueella ei ole kannattavaa rakentaa jälkikäteen varovasti sähkökaapelikaivantoon telejohtoja. Telejohtojen auraaminen jälkikäteen sähkökaapelien päälle ja viereen ei ole toimiva ratkaisu.

Yhteisrakentamisdirektiivin täytäntöönpano ei valitusta linjauksesta riippumatta lisää tai vähennä yhteiskäytön kustannuksia, koska olemassa olevan keski- ja pienjänniteinfrastruktuurin yhteyteen rakentaminen jälkikäteen on erillisrakentamista kalliimpaa ja lisää molempien ylläpitokustannuksia. Tällaista yhteiskäyttöä ei tapahdu.

## 5.2 Kaasuputket

### 5.2.1 Yhteisrakentamisen kustannukset

Lähtökohtana on, että laajakaistakaapeleita ei rakenneta kaasun siirtoputkien viereen eikä varsinkaan päälle. Vähimmäisetäisyys on 1 m, joka edellyttää yleensä uutta ojaa käyttöoikeusalueelle ja sitä koskevassa lunastusluvassa oikeuden myös telekaapelille. Huolto- ja korjaus edellyttäisi aina lupaa. Siirtoputkien rakentaminen on vähäistä. Suomessa merkittävin suunnitelma tulevaisuudessa on laajennus Turun suuntaan, johon jo laajakaistayhteydet. Tämän ei oleteta aiheuttavan yhteisrakentamista, vaikka se on teoriassa mahdollista.

Kaasunjakeluverkostoa (alle 2.000 km) rakennetaan vuosittain lisää vajaat 50 km yleensä uusille asuinalueille. Jakeluverkosto on pääosin katualueella. Vaikka käyttöpaine mahdollistaisi kaapelin sijoittamisen viereen, kaapelille löytyy kannattavampi sijoituspaikka samanaikaisesti rakennettavan kadun maanrakennustöiden suunnittelun yhteydessä. Maakaasun jakeluverkon korjausrakentamisessa ei syntyne laajakaistojen rakentamisen kannalta tarkoituksenmukaisia kokonaisuuksia.

Yhteisrakentamista koskevan direktiivin täytäntöönpano ei korjaa yhteensopivuusongelmaa, joten täytäntöönpanosäädöksestä ei aiheutune mainittavia yhteisrakentamista liittäviä kustannuksia.

### 5.2.2 Yhteiskäytön sallimisen kustannukset

Yhteiskäyttö olemassa olevan kaasunsiirtoverkon kanssa ei tule kyseeseen eikä liene tarpeenkaan. Yhteiskäyttöä olemassa olevan jakeluverkon kanssa (pääosin katualueilla) ei tule tapahtumaan. Se edellyttäisi lupaa ja myös lapiotyötä. Korjausrakentamisen yhteydessä se on teoriassa mahdollista, mutta korjaus tulisi lähes poikkeuksetta tapahtumaan laajakaistaverkkojen kannalta liian pieninä osina eivätkä operaattorit ehtisi reagoida korjausaikataulujen puitteissa. Yhteiskäyttö jakeluverkon alueella kohdistunee jakeluverkon sijaan kaavatiehen tai katuun, jota rakennettaessa urakoitsija suorittaa myös mm. kaasun jakeluverkoston ja telekaapeleiden maanrakennustyöt johtosuunnitelman mukaisesti.

Yhteisrakentamista koskevan direktiivin täytäntöönpano ei aiheutune mainittavia yhteiskäyttökustannuksia.

### 5.3 Kaukolämpöverkot

#### 5.3.1 Yhteisrakentamisen kustannukset

Yhteisrakentamisen kustannukset metriä kohti vaihtelevat riippuen siitä, millainen kaupunki tai muu kunta on kyseessä. Metrihinta voi olla suurempi, mutta metriä kohti tavoitettava asiakasmäärä vastaavasti suurempi. Lähtökohtana laskelmassa on laajakaistan rakentaminen kaukolämpöputken viereen vähintään 0,5 m etäisyydelle.

Rakennettaessa samanaikaisesti laajakaistaa taikka laajakaistavarauksia ja -valmiuksia lisäkustannukset ovat keskimäärin 16.000 €/km. Kaukolämpöverkkoa rakennetaan lisää tulevana vuosina arviolta noin 400 km/a. Tähän ei kohdistu yhteisrakentamista, sillä yhteisrakentamista kaukolämpöverkkojen kanssa vältetään.

Yhteisrakentamista koskeva direktiivin täytäntöönpano ei korjaa yhteensopivuusongelmaa, joten täytäntöönpanosäädöksestä ei aiheutune mainittavia yhteisrakentamista liittäviä kustannuksia.

#### 5.3.2 Yhteiskäytön sallimisen kustannukset

Yhteiskäyttö olemassa olevan kaukolämpöverkon kanssa ei pääsääntöisesti tule kyseeseen (edellyttäisi 0,5 m levennystä). Se ei ole tarpeellistakaan, koska pienemmillä kustannuksilla rakennetaan muualle katualueelle, jossa myös kaukolämpöverkko yleensä kulkee.

Yhteiskäyttö korjausrakentamisen (arvio noin 1 %/a) yhteydessä ei ole mahdollista, koska kaukolämpöverkkoa korjataan varsin pienissä ja laajakaistaverkkojen kannalta epätarkoituksenmukaisissa pätkissä. Korjauksen yhteydessä yhteisrakentamisen kustannusarviot vaihtelivat niin, että kalleimman ero oli 18-kertainen halvimpaan verrattuna.

Yhteisrakentamista koskevan direktiivin täytäntöönpano ei aiheuttane mainittavia yhteiskäyttökustannuksia.

### 5.4 Vesihuollon verkostot

#### 5.4.1 Yhteisrakentamisen kustannukset

Investointilaskelmien kannattavuuden arviointi ja investointilaskelmat on kuvattu julkaisussa RIL 237-1-2010.

Uusia vesijohtoja rakennetaan arviolta noin 150 M€/vuosi (1.500 km) ja viemäreitä noin 120 M€/vuosi (1.000 km). Näistä yhteisrakentamiseen, muuten kuin sattumalta kadunrakentamiseen yhteydessä soveltuu keskimäärin korkeintaan 0,2 % eli vesijohdoissa 3 km/vuosi ja viemärijohdoissa 2 km/vuosi. Kun oletuksena on vesi- ja viemärijohtojen uudisrakentaminen pääasiassa samaan kaivantoon ja kun valokuitukaapelin kaivutyön ja suojaputken lisäkustannus on noin 5 €/m, vuotuiset 5 km yhteisrakentamisen lisäkustannukset ovat noin 25.000 €/vuosi. Normaalisti tarvittavan käyttöoikeuden laajennus lisäkorvauksineen on saman verran, jolloin kokonaiskustannus 50.000 €/a.

Huoltotöistä aiheutuu lisäkustannuksia, mutta niiden määrä on ensimmäisen 10 vuoden aikana merkityksetön. Kaapelit vanhenevat teknisesti ennen vesihuoltoverkostoja, jotka uusien teknisten vaatimuksien mukaisesti rakennettuna kestävät ainakin 50 vuotta.

Yhteisrakentaminen voi tulla kyseeseen perusparannukseen verrattavassa verkoston saneerauksessa. Vesijohtojen nykyiset saneerauskustannukset ovat arviolta noin 70 M€/vuosi (500...700 km) ja viemäreiden noin 60 M€/vuosi (400...500 km) vesihuoltoverkoston vanhentuuessa ja kustannusten kasvaessa. Osittain kyse voi olla yhteisrakentamisesta ja osittain yhteiskäytöstä. Yhteisrakentamiskustannukset saneerauksen yhteydessä ovat arviolta 10.000 €/vuosi. Käyttöoikeuden laajennus on saman verran eli yhteensä aiheutuu perusparannuksista 20.000 €/a lisäkustannus.

Yhteensä yhteisrakentaminen aiheuttaa arviolta 35.000 €/vuosi lisärakentamiskustannuksen sekä 35.000 €/vuosi käyttöoikeuden korvauksen eli yhteensä 70.000 €/a. Vaikutus jakautuu koko tarkasteluajanjaksolle. Kunnallistekniset järjestelmät ovat osa maarakennuskustannusindeksiä (aiemmin vain vesihuoltojärjestelmät).

#### 5.4.2 Yhteiskäytön sallimisen kustannukset

Yhteiskäytön sallimisesta ei aiheudu välittömiä lisäkustannuksia vesihuolto-operaattorille. Yhteiskäyttö kohdistuu kuitenkin olemassa olevaan vanhempaan vesihuoltoinfrastruktuuriin. Lähtökohtaisesti kustannuksia tulee vain 10 €/m käyttö-oikeusalueen leventämistä.

Vesijohtojen nykyiset saneerauskustannukset ovat arviolta noin 70 M€/vuosi (500...700 km) ja viemäreiden noin 60 M€/vuosi (400...500 km) vesihuoltoverkoston vanhentuuessa ja kustannusten kasvaessa. Ne ovat toistaiseksi alle prosentin verkostojen kokonaispituudesta. Yhteiskäyttö kohdistuu jatkossa arviolta 0,2 % vesihuoltoverkostoista muuten kuin sattumalta samassa katurakenteessa. Tästä 0,2 % osuudesta vielä pienempi osa kohdistuu lähivuosina saneerattavalle vesihuoltolinjalle, ellei kyse ole samanaikaisesta saneerausyhteisrakentamisesta (aktivoitavat perusparannukset ovat investointeja). Yhteiskäytön lisäkustannus saneeraukselle on arviolta 10.000 €/a ja käyttöoikeuden laajennus 10.000 €/a eli yhteensä 20.000 €/a.

Vesihuoltoverkoston yhteyteen ei ole rakennettu kaapeleita kuin poikkeuksellisesti. Seuraavan kymmenen vuoden aikana nykyisten vesihuoltoverkostojen yhteyteen rakennettävien valokuitukaapeleiden aiheuttama lisä ylläpito- ja huoltokustannuksiin (hankinnat, joita ei aktivoida) on merkityksellisen pieni.

## 5.5 Kadut

### 5.5.1 Yhteisrakentamisen kustannukset

Kuntien liikenneväylien yhteispituus on lähes 50.000 km, investoinnit 400 M€/a, ylläpito (hoito ja korjaus, myös kaistakohtainen päällysteiden uusiminen) 400 M€/a (9.000 €/km). Yhteisrakentamisessa kaapelivalmiuksien asentamisen lisäkustannus ilman kaapelia on 16.000 € ja kaapelikanavan 20.000 €/km (5 % lisäys kadunrakennuskustannukseen 70.000–90.000 €/km). Katuja rakennetaan 300...400 km/a. Oletuksena on, että valokuitukaapelia rakennetaan katujen rakentamisen yhteydessä noin 300 km/a ja katujen siirtojen ja peruskorjausten yhteydessä noin 100 km eli yhteensä 400 km.

### 5.5.2 Yhteiskäytön sallimisen kustannukset

Yhteiskäyttöä jatketaan nykyisellä tavalla. Katua aikaistaan pakkotilanteessa, kun telekaapeleita asennetaan. Rakentaminen katualueille on silti vilkasta, koska katualueille sijoittuu huomattava määrä telekaapeleita. Kustannus on 70.000...90.000 €/km, keskimäärin 80.000 €/km. Oletuksena on yhteiskäyttöä noin 500 km/a.

## 5.6 Maantiet

### 5.6.1 Yhteisrakentamisen kustannukset

Kustannus sisäluisikan muotoilusta, suojaputkesta ja sen asennuksesta valmiiseen kaivantoon sisäluisikarakenteessa on noin 7.000 €/km ja vetokaivoineen noin 10.000 €/km. Erilliskaivun kustannukset ulkopenkkaan nykyiseen tapaan olisivat noin 16.000 € (10.000 €/km kaivu, 3 t€/km suojaputki asennuksineen ja kaivot 3.000 €/km). Kaapelireitin asentaminen tien rakennekerroksien ulkopuolelle edellyttää erillistä maanrakennustyötä ja tällöin ei saavuteta merkittävää kustannussäästöä lukuun ottamatta aluekustannuksia.

Tievalaistuksen rakentaminen metallipylväillä ja maakaapelilla maksaa 2+2-kaistaisilla teillä keskimäärin arviolta 80.000 €/km, 2-kaistaisilla teillä 75.000 €/km ja kevyen liikenteen väylillä 50.000 €/km, sekä puupylväillä ja ilmajohdoilla 2-kaistaisilla teillä ja kevyen liikenteen väylillä 40.000 €/km. Vaikutus näkyy koko tarkasteluajanjaksolla. Teiden rakentaminen sisältyy maarakennuskustannusindeksiin, samoin tekniset järjestelmät. Teiden ylläpidosta on lisäksi erillisindeksi. Yhteisrakentaminen ei kohdistu tievalaistukseen vaan maantiehen.

### 5.6.2 Yhteiskäytön sallimisen kustannukset

Tieliikenteen telematiikka tai sen infrastruktuuri ei sovellu yhteiskäyttöön. Maanteiden sisäluisikaan ei lähtökohtaisesti suositella jälkikäteen asennettaviksi kaapelikouruja.

Teleoperaattorit voivat rakentaa tiealueen reunaan omat kaapelireitit liikenneviraston luvalla (pl. moottoritiet). Kaapelireitin rakentamisessa ei saavuteta tässä tapauksessa merkittävää rakentamisen kustannusetua, mutta liikennevirasto ei ole myöskään perinyt maksua luvasta. Säästö näkyy siten käyttöoikeuksissa.

## 5.7 Radat

### 5.7.1 Yhteisrakentamisen kustannukset

Yhteisrakentamisessa tulee teknisesti kyseeseen ainoastaan jatkänpolulla olevan kourun yhteiskäyttö. Muuta soveltuvaa sijoituspaikkaa ei käytännössä ole. Yhteisrakentaminen edellyttää radan perusparannusta, jonka yhteydessä kouru asennetaan. Vaihtoehtoa vastustetaan turvallisuussyistä, joten se luokitellaan tässä selvityksessä turvallisuusesteeksi. Ei ole oletettavaa, että yhteisrakentamista esiintyy merkittävästi. Jos yhteisrakentamista kuitenkin esiintyy, turvallisuuskoulutusten ja muiden turvallisuusvaatimusten johdosta käytön ja ylläpidon kustannukset voivat pienentää kustannussäästöjä merkittävästi. Yhteisrakentaminen on kuitenkin mahdollista ratarakenteiden ulkopuolelle lunastusalueella.

Yhteisrakentamista koskeva direktiivin täytäntöönpano ei muuttane turvallisuusesteitä, joten täytäntöönpanosäädöksestä ei aiheutune mainittavia yhteisrakentamista lisääviä kustannuksia.

Ratojen ylläpito on osa maarakennuskustannusindeksiä, samoin muut tekniset järjestelmät. Ne eivät kata ulkopuolisia järjestelmiä. Ratojen ylläpidosta on myös erillisindeksi.

### 5.7.2 Yhteiskäytön sallimisen kustannukset

Yhteiskäyttö rata-alueella ei ole mahdollista. Yhteiskäyttö on kuitenkin mahdollista maantiealueiden tapaan radan lunastusalueen ulkoreunassa. Kustannukset ovat vastaavat kuin aurattaessa tai kaivettaessa muuten kaapelikaivantoa maantien ulkopenkkan reunaan.

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

### 6.1 Yleiset huomiot

Turvallisuusvaatimukset ovat osa teknisiä vaatimuksia eikä niitä voi selkeästi erottaa toisistaan. Turvallisuusvaatimusten täyttäminen edellyttää yleensä lisäkustannuksia, jotka estävät yhteisrakentamisen. Yhteiskäytöllä on pääsääntöisesti samat tekniset vaatimukset kuin yhteisrakentamisella, mutta niiden kustannukset ovat suurempia. Infrastruktuurien välillä ja sisällä voidaan erottaa laajakaistan yhteisrakentamisdirektiivin tavoitteita eri tavoin palvelevia valta- ja maakunnallisia (valta- ja rautatiet, voimajohdot, kaasun siirtoputket) sekä paikallisia infrastruktuureja.

Osa infrastruktuureista on sidottu toisiin infrastruktuureihin. Uusia keski- ja pienjännitejohtoja, valaistusta, kaasun jakeluputkia ja kaukolämpöä rakennetaan osana katuinfrastruktuuria, ei erillisinä linjauksina, jolloin samassa yhteydessä laajakaistan yhteisrakentaminen kohdistuu kaavoitettujen alueiden pääinfrastruktuurina pidettävään katuun. Vesi- ja viemärijohtoja rakennetaan paljon samanaikaisesti eli ne eivät muodosta erillisiä linjauksia. Maanteitä ja niiden valaistusta sekä tien yhteydessä olevaa yhdyskuntateknistä verkkoa rakennetaan myös samanaikaisesti, jolloin nekään eivät ole erillisiä linjauksia.

Yhteisrakentaminen edellyttää sen ottamista huomioon ajoissa ja rakentamisen ketjun kaikilla tasoilla, kuten:

- Pääinfrastruktuurin kaavoitus ja/tai linjausten yleissuunnittelu
- Pää- ja sivuinfrastruktuurin rakentamissuunnittelu johtosuunnitelmiseen
- Pää- ja sivuinfrastruktuurin kilpailutus (hankintalaki ja erityisalojen hankintalaki soveltuvat usein pääinfrastruktuuriin)
- Pää- ja sivuinfrastruktuurin keskinäiset sopimukset
- Sivuinfraktuurin huomioon ottaminen pääinfrastruktuurin urakkasopimuksissa ja maanrakennustöissä
- Yleiset maanrakennusohjeet koskevat kaikkia muita rakennus- ja asennustöitä edeltäviä ja seuraavia maanrakennustöitä soveltuvien osin (alakohtaiset luvut)
- Muut rakennus- ja asennustyöt, pätevyudet ja mahdolliset tarkastukset ja hyväksynnit ovat pää- ja sivuinfrastruktuureilla alakohtaisia
- Sekä tuotteet ("tavarat") että rakennus- ja asennustyöt ("palvelut") on säädelty ja standardoitu (säädökset, ohjeet ja standardit)
- Alakohtaisia tuote- ja asennusvaatimuksia on noudatettava
- Infrastruktuurien keskinäissuhteet (etäisyydet, yhteensopivuus) on normitettu, lisäksi on alakohtaisia yhteisrakentamisohjeita (katu, tie, kaasu)

### 6.2 Yhteisrakentaminen

Yhteisrakentamisen toteutuminen edellyttää yhteisrakentamisen huomioon ottamista suunnittelu-, kilpailutus-, urakkasopimus- ja rakentamisvaiheissa.

Jos täytäntöönpanosäädöksessä veloitetaan rakentamaan suojaputkitukset kaivoineen aina tietyissä infrastruktuurihankkeissa, laajakaistavalmiuksien rakentaminen toteutuu kaikissa hankkeissa, joissa sille ei ole ehdottomia turvallisuus- tai muita teknisiä esteitä. Riskinä on investoinnin käyminen tarpeettomaksi. Jos laajakaistavalmiudet rakennetaan tarveharkintaisesti välitöntä tai lähitulevaisuuden yhteisrakentamista varten, yhteisrakentaminen on mahdollista, jos se otetaan huomioon jo toista infrastruktuuria koskevassa suunnittelussa (mm. kaavoitus, tie-, katu- ja ratasuunnitelmat, vesihuoltosuunnitelmat, lunastuslupahakemukset, rasitesopimukset, sähkölaitosten kaapelointisuunnitelmat). Teleoperaattorit eivät ehdi muuten reagoida.



Yhdenkään infrastruktuurin edustaja ei lähtökohtaisesti pidä parhaana vaihtoehtona kaasuputkien, vesihuollon verkostojen ja kaukolämpöputkien sekä laajakaistan yhteisrakentamista. Ne tulevat kyseeseen lähinnä pakkotilanteissa. Yhteisrakentaminen ei pääsääntöisesti kohdistu mainittuihin infrastruktuureihin vaan katuihin ja muihin teihin, joiden rakenteessa on tai rakennetaan myös mainittuja infrastruktuureja (kaasun jakeluputket, viemäriputket, kaukolämpöjohdot). Niissä tapauksissa yhteisrakentaminen on varoetäisyyksiä noudattaen mahdollista.

Rata-alueilla turvallisuusvaatimukset aiheuttavat lisäkustannuksia. Yhteisrakentaminen tulisi ottaa huomioon uuden tai peruskunnostettavan radan suunnittelussa niin, että turva-alueen ulkopuolelta tehtäisiin laajakaistavalmiudet. Satama- ja lentokenttäalueita ei juuri rakenneta eikä sillä tavoin peruskunnosteta, että yhteisrakentamisella olisi merkitystä. Yhteisrakentaminen on turvallisuusmääräyksiä noudattaen mahdollista.

Yksityisteiden, vesiosuuskuntien putkilinjojen, pienjännitekaapeleiden sekä laajakaistan yhteisrakentaminen voi sattumanvaraisesti olla mahdollista, jos laajakaistaverkosto ulottuu paikallisiin rakennuskohteisiin. Laajakaistavarausten tekeminen voi olla tarpeeton kustannus, koska teleoperaattorit toimivat liiketaloudellisella perusteella.

Potentiaalisia yhteisrakentamiskohteita ovat maantiet, kadut (erityisesti yhteiskäyttökanavat), voimajohtolinjat (eri kaivantoihin, maadoitus, ei metallivaippoja, dokumentointi) sekä keskijännitejohtojen riittävän laaja-alaiset maakaapeloinnit.

### 6.3 Yhteiskäyttö

Jälkikäteen kaasun siirto-, voimajohto- ja kaukolämpölinjojen sekä rautatiealueiden yhteiskäyttö on vaikeaa ja turvallisuusvaatimusten täyttäminen kallista. Voimajohto- ja rata-alueiden yhteiskäyttö voi olla mahdollista kuitenkin lunastus- ja lunastettujen käyttöoikeusalueiden reunoilla. Kadun yhteiskäyttö jälkikäteen on erittäin kallista. Peruskorjauksissa ja kunnostuksissa yhteiskäyttö on sattumanvaraista. Piste- tai paikalliskunnostuksissa ei yleensä ole yhteensopivaa yhteiskäyttöä. Huollon ja korjauksen organisointi korostuu yhteisrakentamisessa ja -käytössä (katupinnoitteiden avaukset).

Johtojen, putkien, kaapeleiden ja katujen yhteiskäyttö edellyttää, että lunastuksessa, rasitteessa tai MRL 161 §:n nojalla on perustettu käyttöoikeus myös telejohdolle. Muuten edellytetään maanomistajan suostumusta. Maantie- ja ratalunastukset antavat omistajan oikeuden sallia infrastruktuurin ja telejohtojen yhteiskäyttö.

Yhteiskäyttö nykyisten kaasun siirtoputkistojen, kaukolämpöjohtojen, vesijohtojen ja suurjänniteilmajohtojen (ukkosjohtimiin jälkiasennus) kanssa on rakentamisen ja huollon turvallisuus- ja muista teknisistä syistä poissuljettu tai huono vaihtoehto.

Rata-alueella jätkänpolun kourut soveltuvat teknisesti yhteiskäyttöön, kun Liikenneviraston muita rakenteita ei käytetä, mutta erilliset ylläpitäjät turva-alueella ja operaattoreiden erilaiset vasteajat estänevät yhteiskäytön. Yhteiskäyttö on kuitenkin mahdollista ratalunastusalueen ulkorajalla ratarakenteiden ulkopuolella.

Voimajohtojen lunastusalueiden reuna-alueet saattavat soveltua yhteiskäyttöön jo ennen suurjänniteilmajohtojen muuttamista maakaapeleiksi. Vanhoissa lunastusluvuissa ei kuitenkaan ole otettu huomioon telejohtoja, joiden sijoittaminen alueelle edellyttäisi silloin maanomistajan yksipuolista tai sopimusperusteista suostumusta.

Satama-alueilla kulkee jo telejohtoja rasite- tms. käytäviä pitkin. Lisäksi siellä on haltija-kohtaisia sisäisiä kaapelointeja. Turvallisuustekijät huomioon ottavalle yhteiskäytölle ei ole teknistä estettä, mutta ei myöskään tarvetta. Sama koskee myös lentokenttäalueita, joissa turvallisuusvaatimukset ovat kuitenkin vielä tiukemmat.

Potentiaalisia yhteiskäyttökohteita ovat maantiet. Katujen avaus vain telekaapelointia varten on kallista, mutta sitä tehdään pakon edessä joka tapauksessa. Mahdolliset yhteiskäyttökanavat kaivoineen tekevät katujen yhteiskäytöstä pitkällä aikavälillä myös taloudellisesti järkevän yhteiskäyttökohteen.

#### 6.4 Kustannukset

Yhteisrakentamisen ja -käytön lisäkustannuksilla tarkoitetaan laajakaistan yhteisrakentamisesta tai -käytöstä aiheutuvaa infrastruktuurin normaalin rakentamisen kustannusten lisäystä. Yhteisrakentaminen vähentää kokonaiskustannuksia.

Yhteisrakentamisesta ja -käytöstä aiheutuvia lisäkustannuksia on tarkasteltu alla olevassa taulukossa. Infrastruktuurin eri osia laajuutta on tarkasteltu niiden vuotuisten rakentamismäärien perusteella. Arvio vuotuisen rakennusvolyymin keskiarvosta perustuu aikaisempina vuosina rakennetun infrastruktuurin määriin sekä arvioon rakentamisen soveltuvuudesta laajakaistayhteyksien yhteisrakentamiseen. Vuotuinen rakentamisen määrä on arvioitu keskiarvona.

Tarkastelun lähtökohtana on laajakaistaverkon arvioitu rakentaminen tai laajentamiseksi infrastruktuurin rakentamisen yhteydessä joko yhteisrakentamisena tai erikseen toteutettuna yhteiskäyttönä. Oletuksena on suojaputkitus 3t€/km, kaivot 3t€/km ja kaivu 10 t€/km. Tiealueella yhteisrakentaminen ei edellytä erilliskaivutyötä, koska suojaputkitus muotoillaan rakenteeseen. Yhteisrakentamisen ja -käytön välinen kustannusero riippuu myös laajakaistayhteyden rakentamisen toteutustavasta, mm. edullinen kaapelin asennus auraamalla maahan (5–6 t€/km) on teknisesti kevyempi toteutustapa ilman suojaputkea ja lähemmäksi maanpintaa. Putkea ei ole suojattu ja siihen liittyminen on vaikeampaa. Yhteiskaivu ei toteudu, jos sen kustannukset ylittävät selvästi aurauksekustannukset. Kustannustarkastelussa rakennuskustannuksia ei ole kohdennettu kenellekään, rakentamista ja siitä aiheutuvia kustannuksia on tarkasteltu teknisenä ratkaisuna.

Infra	YR €/km	YR km/a	YR M€	YK €/km	YK km/a	YK M€	Auraus €/km	Auraus M€
Voimajohto	16.000	50	0,800	16.000	50	0,800	6.000	0,300
0.4-20kV haja	10.000	50	0,500	28.000	0	0	6.000	0,300
0,4-20kV katu	16.000	50	0,800	28.000	0	0		0
Katu • vesihuolto • sähkö • valaistus • kaukolämpö • kaasunjakelu	15.000	400	6,000	80.000	500	40,000		0
Vesihuolto	16.000	10	0,160	28.000	0	0		0
Maantie	10.000	25	0,250	16.000	200	3,200	6.000	1,2000
Rata	16.000	30	0,480	20.000	0	0		
Kaukolämpö	Ei sovellu	0	0	Ei sovellu	0	0	Ei sovellu	0
Kaasunsiirto	Ei sovellu	0	0	Ei sovellu	0	0	Ei sovellu	0
			<b>8,990</b>			<b>44,000</b>		

**Taulukko 6-1 Yhteisrakentamisen ja -käytön kustannukset**

Laajakaistaoperaattorit tekevät uudet investointinsa kannattavuuden perusteella. Yhteisrakentaminen tai -käyttö valitaan toteutuskeinoksi, jos se alentuneet rakentamis- ja kohonneet ylläpito- ja turvakustannukset huomioon ottaen on edullisempaa kuin erillisrakentaminen käyttöoikeuden korvaukset mukaan luettuna. Vaihtoehtokustannus muodostuu aurauksesta ja/tai kaivusta muualle ja käyttöoikeuskorvauksista.

Ratojen, kaasun siirtoputkien, kaukolämpöjohtojen ja suurelta osin myös voimajohtojen turvallisuusvaatimukset tekevät olemassa olevien infrastruktuurien yhteiskäytöstä epätoennäköistä ja mahdollisesta yhteisrakentamisesta useimmissa tapauksissa kannattamattonta.

Laajakaistan yhteisrakentamisdirektiivin täytäntöönpano ei vaikuta merkittävästi teleoperaattoreiden investointien päälinjauksiin, mutta se voi suunnata niitä toteutettavaksi nykyistä enemmän yhteisrakentamisen kautta. Yhteisrakentamisen kokonaiskustannusraja ei saisi ylittää erillISRakentamisen kokonaiskustannuksia. Suurin kustannussäästö edellä olevaan taulukkoon saadaan, kun katuihin kohdistuva yhteiskäyttö yhdistetään sähköjohtojen maakaapelointiin ja kun sähkö- ja telekaapeleita mahdollisuuksien mukaan sijoitetaan yhteiskaapelikanaviin, joihin voi asentaa lisää kaapeleita ja joita voi ylläpitää repimättä katuja auki.

Täytäntöönpanosäädöksessä mahdollisesti asetettavat laajakaistavalmiuksien rakentamisveloitteet nostavat yhteisrakentamis- ja myöhemmin yhteiskäyttöastetta. Valmiuksien asentaminen on kannattavaa lähtökohtaisesti katualueilla aina sekä etenkin maantie- ja voimajohtoalueilla niissä tapauksissa, että niiden käytöstä heti tai lähitulevaisuudessa saadaan jo suunnitteluvaiheessa ennen urakkasopimuksia varmuus.

Täytäntöönpanosta aiheutuu säästöjä, jos sillä lisätään yhteisrakentamista. Siitä ei aiheudu kustannuksia, ellei siinä aseteta kokonaistaloudellisesti (erillishankkeisiin verrattuna) kannattamattomia yhteisrakentamis- ja -käyttöveloitteita osapuolille. Kustannusjako on ratkaisevassa asemassa.



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Liite 1

Sähkö – säädökset, ohjeet ja standardit

## Sähkö - säädökset, ohjeet ja standardit

### 1. Kaapelilinjojen maanrakennustyöt

Sähkön maakaapelien maanrakennustöissä ja samassa yhteydessä rakennettavan laajakaistan yhteisrakentamisen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan samoja yleisohjeita kuin muussakin maarakentamisessa:

- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.
- Kaupunkien paikalliset suunnittelu- ja rakentamishjeet
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (16210 Putki- ja johtokaivannot s. 197–198, 16212 Kaapelikaivannot s. 200, 18370 Johtokaivantojen virtaussulut s. 291)
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (33100 Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet, 33110 Maakaapelirakenteet, 33120 Ilmajohdorakenteet, 33130 Maadoitukset, 33300 Pylväs- ja tukirakenteet, 33310 Pylväät, 33311 Sähkönjakelun pylväät, 33320 Ilmajohdojen kannatinrakenteet, 33400 Muuntamot, erottimet ja keskukset, 33600 Valaistusrakenteet, 33610 Valaisinylväät, 33654 Maakaapeliasennukset puupylväillä). Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimuksiin.
- Infra 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009).
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009. (Taso 1800 putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110, 3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät, putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110)
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 4.2 Energiansiirtojärjestelmät (4.2.4 Sähköverkko, 4.2.5 Sähköistysjärjestelmä), 4.3 Tietoliikenneverkko, 4.4 Huoltojärjestelmät (4.4.1 Valaistusjärjestelmä, lisäksi mm. neljä järjestelmää), 4.5 Informaatiojärjestelmät (mm. 4.5.1 Liikennevalojärjestelmä)
- Katu 2002 – Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, Suomen kuntatekniikan yhdistys 2002.
- Sähkö- ja telejohdot ja maantiet (2014)
- Telekaapelit ja maantiet (2009)

### 2. Voimajohtoja koskevat säädökset, ohjeet ja standardit

Yhteisrakentamisessa huomioon otettavat normit:

- Sähköturvallisuuslaki (410/1996) ja -asetus (498/1996)
  - KTMP (1193/1999) sähkölaitteistojen turvallisuudesta ja KTMP (517/1996) sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä.
  - Suurjännitesähköasennukset SFS 6001 ja Sähköturvallisuus SFS 6002 (2005)
- Vaihtosähköilmajohdot yli 45 kV jännitteillä SFS-EN 50341-1. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Yhteiset määrittelyt. 2. painos (2006)
- SFS-EN 50341-3-7 Vaihtosähköilmajohdot yli 45 kV jännitteillä. Osa 3-7: Suomen kansalliset velvoittavat määrittelyt
  - SFS 6001 + A1 + A2 Suurjännitesähköasennukset. 2005. 3. painos
- SFS-EN 50341-3 Vaihtosähköilmajohdot yli 45 kV jännitteillä. Osa 3: Maakohtaiset vaatimukset. National Normative Aspects (NNA) for Finland EN 50341-3-7. SFS 2002
- SFS-EN 50341-2 Overhead electrical lines exceeding AC 45 kV. Part 2: Index of National Normative Aspects. SFS 2002.
- Määräys viestintäverkon sähköisestä suojaamisesta (Viestintävirasto 43C/2004M)
  - Vaara- ja häiriöjännitesuojausvaliokunnan suositukset (VHV-ohjeet 01-05)
  - Euroopassa yhdenmukaistetut standardit (SFS-EN-standardit)
  - IEC-standardeja vastaavat SFS-standardit
  - IEC-standardit ja CEEE:n julkaisut
  - Muut SFS-standardit
  - SFS-käsikirja 601 Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot (1. painos, 2009, 258 s.) - sisältää perusvaatimukset standardeista (varsinkin mekaanisen mitoituksen suunnittelussa noudatetaan itse standardeja, ei käsikirjaa – Ilmajohdoja käsittelevät standardit täydentävät ja muuttavat toisiaan).

### 3. Muut sähkölinjoja ja -asennuksia koskevat standardit Keski- ja pienjännitestardeja:

- SFS-käsikirja 650: Kaapeleiden käyttöohje (2009) - energiakaapeleiden ominaisuudet ja rajaolosuhteet kaapeleiden virheellisen käytön välttämiseksi. Ohjeet laitevalmistajille, asentajille ja käyttäjille pienjännitekaapeleiden ja voimakaapeleiden ominaisuuksista ja ihmisten, eläinten, rakennusten ja tavaroiden suojelemiseksi välttämättömistä rajoituksista.
- SFS-EN 50423-1 Vaihtosähköilmajohtot yli 1 kV ja korkeintaan 45 kV jännitteillä. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Yhteiset määrittelyt. SFS 2005
- SFS 6003 Pienjänniteilmajohtot
- SFS-käsikirja 603 Ilmajohtostandardit (1. painos, 2010, 287 s.)
- SFS-käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset (1. painos, 2012, 627 s.) – sisältää yli 40 erillisjulkaisua / standardia (SFS 6000)
- SFS-käsikirja 600-3 Sähköasennukset. Osa 3: Sähkötyöturvallisuus (1. painos, 2012, 99 s.) – sisältö standardeineen on kokonaisuudessaan mukana SFS-käsikirjassa 600-2
- SFS-käsikirja 150: Staattinen sähkö. Ohjeita staattisen sähkön aiheuttamien vaarojen välttämiseksi (2006) – käänös CENELEC:n teknisestä raportista TR 50404 Electrostatics - Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity
- SFS-käsikirja 154: Jakokeskukset (2005)
- SFS-käsikirja 600-2 Sähköasennukset. Osa 2: Sädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit (1. painos, 2012, 674 s.) – sisältää julkaisut / standardit
  - SFS-EN 50107-1 + A1 (2003), SFS-EN 50171 (2002), SFS-EN 50172 (2004), SFS-EN 50272-2 (2001), SFS-EN 61140 + A1 (2007), SFS-EN 60445 (2010), SFS-EN 50191 (2011), SFS-EN 50160 (2010), SFS-EN 61386-1 (2011), SFS-EN 62262 (2011), SFS-EN 60529 + A1 (2000), SFS-EN 61386-24 (2011), SFS-EN 50438 (2008), SFS-EN 60038 (2012), SFS 6002 (2005)
- SFS-käsikirja 606 Sähköasennusten ja sähkölaitteiden turvallisuuteen liittyvät peruskäsitteet (2013) – sisältää standardit
- SFS-käsikirja 660 EMC-standardeja (2. painos, 2013, 477 s.) – sisältää kokoelman kansainvälisiä standardeja, joiden soveltamisala liittyy laitteiden sähkömagneettiseen yhteensopivuuteen (EMC), sekä SFS-EN standardeja
- HD 629.1 S2:2006 ja HD 629.1 S2:2006/ A1:2008 Test requirements on accessories for use on power cables of rated voltage from 3,6/6(7,2) kV up to 20,8/36(42) kV – Part 1: Cables with extruded insulation. European Committee for Electrotechnical Standardization 2006.
- ilmajohtotarvikkeita, kaapelinjakokaappeja, eristimiä jne. koskevat standardit SFS 2200, SFS 2451, SFS 2452, SFS 2453, SFS 2454, SFS 2533, SFS 2534, SFS 2646, SFS 2648, SFS 2650, SFS 2651, SFS 2653, SFS 2654, SFS 2656, SFS 2658, SFS 2659, SFS 2660, SFS 2662, SFS 2993, SFS 3741, SFS 3812, SFS 3814, SFS 3815, SFS 3816, SFS 4154, SFS 4155, SFS 4156, SFS 4332, SFS 4333, SFS 4380, SFS 4584 jne.
- lukuisat pienjännitesähköasennuksia ja ilmajohtoja koskevat standardit
- SFS 3161 Maanalaisten johtojen kartta. Piirrosmerkit, esitys- ja valmistustavat. SFS 1996. 3. painos
- SFS 5636 PEX-eristeiset 10, 20 ja 30 kV AL- ja CU-voimakaapelit. Rakenne ja testaus. SFS 2008. 2. painos
- SFS 3468 Muoviputket. Maahan asennettavat muovikaivot. Laatuvaatimukset. SFS 1990. 2. painos
- EN 45510-2-9:2008 Guide for procurement of power station equipment - Part 2-9: Electrical equipment - Cabling systems
- EN 45510-2-8:2004 Guide for procurement of power station equipment - Part 2-8: Electrical equipment - Power cables.

Maantialueelle sijoitettavista sähköjohtoista Tiehallinto on laatinut ohjeen: Sähköjohtot ja yleiset tiet, TIEH 2122342-01. Tiehallinto 2001.

#### 4. Tievalaistus ja liikenteen ohjaus

Liikenneministeriö on antanut päätöksen liikenteenohjauslaitteista (203/1982) ja Liikenne- ja viestintäministeriö asetuksen tieliikenteen liikennevaloista (1012/2001). Liikennevirasto on laatinut ohjeet tievalaistuksen toimintalinjoista (TIEH 1000105-06) ja tievalaistuksen suunnittelusta (TIEH 2100034-06 Tievalaistuksen suunnittelu. Tiehallinto 2006). Ulkovalaistusta käsitellään myös Kuntaliiton julkaisussa Ulkovalaistuksen tarveselvitys (Kuntaliitto 2002).

**Tievalaistuksen standardeja (SFS-ICS ryhmä 93.080.40):**

- CEN/TR 13201-1 Road lighting. Part 1: Selection of lighting classes – määrittelee 13201-2 ja 13201-3 soveltamisaloja
- SFS-EN 13201-2 Road lighting. Part 2: Performance requirements (2004)
- SFS-EN 13201-3 Road lighting. Part 3: Calculation of performance (2004)
- SFS-EN 13201-4 Road lighting. Part 4: Methods of measuring lighting performance (2004)
- SFS-EN 40-sarjan seitsemän valaisinpylvässtandardia (osat 1–7, 40-(1-7))
- SFS 4829 Valaisinpylväät. KytKentätilat ja kalusteet. SFS 1982
- SFS 5269 Valaisinpylväät. Tyypipylväät. SFS 1989
- SFS 5559 Valaisinpylväät. Puupylväiden valaisinvarret. SFS 1992. 2. painos
- SFS 5608 Maahan asennettavat kaapelinsuojukset ja varoitussauhat. Rakenne ja koestus. SFS 1990. 3. painos.

Sähkö- ja elektroniikka-alan standardisoimisjärjestö SESKO ry on valmistellut standardeja ja käsikirjoja. SFS-käsikirja 608: Valaistusstandardit (2009) – Käsikirjaan valitut standardit on jaoteltu aihepiirien mukaan neljään eri ryhmään seuraavasti: 1) yleiset käsitteet ja energiatehokkuus, 2) työkohteiden valaistus, 3) tievalaistus ja 4) turvavalistus.



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

## Liite 2

Kaasu – säädökset, ohjeet ja standardit



## Kaasu - säädökset, ohjeet ja standardit

Maakaasun käsittelyn turvallisuudesta annetussa valtioneuvoston asetuksessa (551/2009) säädetään maakaasun siirrosta ja jakelusta sekä niihin liittyvästä sijoittamisesta ja rakentamisesta. Siirtoputkistoja sekä teräksisiä ja muovisia jakeluputkistoja saa asentaa vain TUKES:n hyväksymä asennusliike.

Painelaitelaissa (869/1999) säädetään maakaasun käyttöputkiston ja siihen liittyvien laitteiden ja laitteistojen rakennevaatimuksista sekä vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta. Kaasuasennuspäätöksessä (KTMP 1286/1993) säädetään kaasuasennuksista.

Maakaasukäsikirja (Suomen Kaasuyhdistys, 2/2014), luku 5: Maakaasun jakelu- ja käyttöputkiston rakentaminen (Putkiston sijoittaminen, Peitesyvyydet, Kaivanto ja täytöt, Kaivamaton tekniikka, Etäisyydet maanalaisiin putkiin, kaapeleihin ja rakenteisiin, Etäisyydet rakennuksiin ja liikenneväyliin, Suojaputket ja -rakenteet jne.), luku 6 Maakaasuputkiston merkinnät (Siirtoputkiston merkinnät – linja, Jakeluputkiston merkinnät – linja ja paikantaminen jne.)

Maakaasuputket ja maantiet. Suunnitteluvaiheen ohjaus (Tiehallinto, Gasum Oy, Maakaasuyhdistys ry., 17.12.2009): siirtoputkille haetaan lunastuslupa, jolloin maakaasun siirtoputken rakennustyö ei edellytä maantielain 42 §:n mukaista lupaa. Varsinaisen, rakentamisluvan myöntää TUKES (mm. kaasunsiirtoputki DN 700 mm 54 bar). Haettaessa lupaa teialueella työskentelyyn on hakemukseen liitettävä alustava liikenteenohjaussuunnitelma (Liikenne tietyömaalla sarjan ohjeiden mallipiirustukset).

Maarakentamisessa noudetaan erityisesti kaasuputkien rakentamisessa noudatettavien määräysten ja ohjeiden lisäksi em. yleisiä maan- ja kadunrakennusstandardeja, kuten MaaRYL 2010, InfraRYL 2010, InraRYL 2006, Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 (KT 02) ja Katu 2002 – Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, siltä osin kuin ne eivät ole ristiriidassa erityisesti kaasuputkia koskevien määräysten ja ohjeiden kanssa.

Maakaasun käyttöä, siirtoa, jakelua ja käyttöputkistoa koskevat seuraavat standardit:

- SFS-käsikirja 58-1: Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 1: Säädökset
- SFS-käsikirja 58-2: Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 2: Nesteytetty maakaasu (LNG) – standardi liittyy myös satamiin, joissa LNG muutetaan kaasumuotoon
- SFS-käsikirja 58-3: Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 3: Standardit. Kaasun siirto
- SFS-käsikirja 58-4: Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 4: Standardit. Kaasun jakelu
- SFS-käsikirja 58-5: Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 5: Standardit. Käyttöputkisto

Maakaasuasituksen lisäksi siirtoputkiin sovelletaan standardeja:

- SFS-EN 1594, Kaasuputkistot. Maksimikäyttöpaine yli 16 bar. Toiminnalliset vaatimukset.
- SFS 2896, Maakaasuputkisto. Rakentaminen.
- SFS 3177 Maakaasuputkisto. Merkinnät.
- SFS 5608 Maahan asennettavat kaapelinsuojukset ja varoitusnauhat. Rakenne ja koestus.

Maakaasuasituksen lisäksi käyttöpaineltaan enintään 16 bar jakeluputkien suunnittelussa, rakentamisessa ja uusimisessa sovelletaan standardeja:

- SFS-EN 12007-1, Yleiset toiminnalliset suositukset.
- SFS-EN 12007-2, Muoviset jakeluputkistot.
- SFS-EN 12007-3, Teräksiset jakeluputkistot.
- SFS-EN 12007-4, Jakeluputkistojen uusiminen.

Kaasun jakelussa käytettävät PE-putket on standardisoitu standardissa SFS-EN 1555-2 (kaasu). Lähes koko jakeluputkisto (yli 1.900 km) on polyeteeniä (yli 1.800 km). Lisää rakennetaan noin 40 km vuosittain. Terästä on enää 49 km ja valurautaa 20 km eikä niiden määrä ole kasvanut.

Radanalituksissa maakaasuputkiston suojaputket ovat standardin SFS 2896 ja valtioneuvoston asetuksen 551/2009 liitteiden I ja II mukaan. Alituksissa käytetyt suojamuoviputket ovat standardissa SFS 5608. Terässuojaputkien osien materiaali on standardin SFS-EN 10025 mukainen

Kaasuputkistojen maanrakennustöissä noudatettavia yleisiä ohjeita:

- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy
- Kaupunkien paikalliset suunnittelu- ja rakentamisohjeet
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset s. 115–116, 16210 Putki- ja johtokaivannot s. 197–198, 16212 Kaapelikaivannot s. 200, 18370 Johtokaivantojen virtaussulut s. 291)
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (33100 Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet, 33110 Maakaapelirakenteet, 34000 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät). Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimuksiin.
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009).
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009. (Taso 1800 putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110, 3100 Vesihuollon järjestelmät, 3300 Sähkö-, tele- ja kone-tekniset järjestelmät, 3400 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät, putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110)
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 4.2.3 Kaasunsiirtojärjestelmä, 4.3 Tietoliikenneverkko
- Katu 2002 – Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, Suomen kuntatekniikan yhdistys 2002.
- Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 (KT 02). Suomen kuntaliitto.



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

## Liite 3

Kaukolämpö – säädökset, ohjeet ja standardit

## Kaukolämpö - säädökset, ohjeet ja standardit

Kaukolämpöverkkojen ja sen yhteydessä rakennettavan laajakaistan yhteisrakentamisen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan soveltuvin osin samoja maanrakennusohjeita kuin muussakin infrarakentamisessa ja erityisesti kadunrakentamisessa, koska kaukolämpöverkostoja rakennetaan asemakaavoitetuille alueille:

- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.
- Kaupunkien paikalliset suunnittelu- ja rakentamisohjeet
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset s. 115–116, 16210 Putki- ja johtokaivannot s. 197–198, 16212 Kaapelikaivannot s. 200, 18370 Johtokaivantojen virtaussulut s. 291)
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (33100 Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet, 33110 Maakaapelirakenteet, 34000 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät, 34100 Kaukolämpöjohdot). Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimuksiin.
- Infra 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009).
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009. (Taso 1800 putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110, 3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät, 3400 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät, putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110)
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 4.2 Energiansiirtojärjestelmät (4.2.1 Kaukolämpöjärjestelmä, 4.2.2 Kaukojäähdytysjärjestelmä), 4.3 Tietoliikenneverkko.
- Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 (KT 02). Suomen kuntaliitto. Luku 20000 Liikenneväylätyöt.
- Katu 2002 – Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, Suomen kuntatekniikan yhdistys 2002
- Kaukolämpöjohdot ja maantiet, TIEH 2100032-05. Tiehallinto 2005.

Erityisesti kaukolämpörakentamista koskevia ET:n teettämiä ohjeita:

- Kaukolämpöverkon rakentamisen urakka-asiakirjat. Suositus L5/2014 (uusittu). Energiateollisuus ry 2014
- Suositus L11/2013, Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet. Suositus L11/2013. Energiateollisuus ry 2013
- Kaukolämpöverkon pumppausjärjestelyt. Suositus 10/2011. Energiateollisuus ry 2011
- Ympäristö- ja jäteasiat kaukolämpöverkon rakentamisessa ja kunnossapidossa. Suositus L22/2011. Energiateollisuus ry 2011
- Kaukolämpöjohtojen putkityöt, urakka- ja työohje. Suositus L5B 96. Energiateollisuus ry, Adato Energia Oy 1996
- Käytössä olevan kaukolämpöjohdon haaroitus porausmenetelmällä. Suositus L6/98. Suomen Kaukolämpö ry 1998
- Työturvallisuus kaukolämpöjohtojen rakennusurakoissa. Raportti L16/2005. Energiateollisuus ry 2005
- Suojaukset ja merkinnät sekä työturvallisuus kaukolämpöjohtotöissä. Raportti L18 95. Energiateollisuus ry, Adato Energia Oy 1995
- Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen kaivot. Suositus L3 95. Energiateollisuus ry, Adato Energia Oy 1995
- Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohdot. Suositus L1/2010. Energiateollisuus ry 2010.
- Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset. Suositus L2/2010. Energiateollisuus ry 2010
- Ympäristön laatu kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen asentamisessa. Raportti L22 97. Energiateollisuus ry, Adato Energia Oy 1997
- Kaukolämpöverkon perusparannustoiminnan yhtenäistäminen. Suositus KK4 2008. Kaukolämpöekstra 2008
- Kaukolämpöjohdoissa käytettävät teräsputket ja teräskäyrät. Suositus L7/2003. Energiateollisuus ry 2003
- Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkon dokumentointi. Suositus L9/2006. Energiateollisuus ry 2006
- Kaukolämpöjohdoissa käytettävät sulkulaitteet. Suositus L4/2012. Energiateollisuus ry 2012
- Suojaukset ja merkinnät sekä työturvallisuus kaukolämpöjohtotöissä. Raportti L18/95. Lämpölaitosyhdistys ry 1995
- Kaukolämpöjohdon rakentaminen radan alitse. Suositus L14/2005. Energiateollisuus ry 2005.

Energiateollisuus ry ja Muoviteollisuus ry ylläpitävät vapaaehtoista kaukolämpöjohtojen laadunvarmistusjärjestelmää, joka käsittää kaukolämpöverkon materiaalien ja rakennustuotteiden, kuten putket ja putkiosat, liitosratkaisut ja venttiilit, sertifiointin sekä asennusurakoitsijoiden ja asentajien auktorisoinnin. Suomen kaukolämpöyritykset edellyttävät hankinnoissaan yleensä sertifiikaattia ja auktorisointia, vaikka sitä ei säädösten tasolla vaadita. Suomen kansallinen menettely ja LT-laatumerkki korvataan kaukolämpöalan eurooppalaisen yhteistyöjärjestön (Euroheat & Power) eurooppalaisella EHP-sertifikaatilla ja -merkillä (tuotesertifiointi). Kaukolämpöjohtourakoitsijoiden ja asentajien auktorisointimenettely säilyy ennallaan.

Kaukolämpöputket voidaan rakentaa tyyppihyväksytyillä PE-X-putkilla. PE-putket (polyeteeni) on standardisoitu standardeissa SFS-EN 12201-2 (vesi). PE-X putkessa polyeteeni on ristosilloitettu vulkanoimalla valmistusvaiheessa polyeteenin joukkoon molekyyliketjujen välisiä sidoksia muodostavaa peroksidia. PE-X putkia käytetään myös kylmä- ja kuumavesijohdoissa sekä vaihtosähkökaapelin eristeenä. Kaukolämpöputkia rakennetaan myös tyyppihyväksytyillä kupari- tai teräsvirtausputkilla. Teräspankujen (RST) ympärillä on HD-polyeteenistä tehty tai PE-LD -suojakuori tai -putki.

EHP-tuotesertifiointiin kuuluvat yksiputkirakenteena (2Mpuk-rakenne) ja kaksiputkirakenteena (Mpuk) kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot. Kaukolämpöputket eristetään kiinnivaahdotettavalla polyuretaanilla (PUR). 2Mpuk -rakenteessa teräksinen virtausputki on vesitiiviissä muovikuorella ja välitila on täytetty kiinnivaahdotetulla PUR:illa. Mpuk-rakenteessa meno- ja tulovirtausputket ovat saman muovikuoren ja eristeen sisällä. Kiinnivaahdotetuissa johdoissa teräksisen virtausputken ja muovisen suojaputken välissä oleva PUR-eristys kiinnittää rakenteen yhdeksi kokonaisuudeksi. Enintään 200 mm meno- ja paluuvirtausputket voivat olla samassa tai erillisessä suojaputkessa (käytännössä 20–80 mm). Yli DN 200 meno- ja paluuvirtausputket ovat aina erillisten suojaputkien sisällä. Lisäksi käytössä on E-tyypin betoninen kokoelementtikanava, jonka sisällä on asennetut teräksiset meno- ja tulovirtausputket, joiden pinnassa on kuivana pidettävä vuorivillieriste.

Tiehallinto (Liikennevirasto, yhdessä ET:n kanssa) on julkaissut suosituksen L15/2005 "Kaukolämpöjohdot ja maantiet". Esimerkiksi sisäluisen alueella, jonne Liikennevirasto sallii tieliikennejohtojen sijoittamisen, voivat valaisinylväät ja tierakenteen johdot estää kaukolämpöjohtojen sijoittamisen. Vastaavasti kadunrakentamisessa niitä ei sijoiteta samaan kaivantoon. Niiden yhteisenä nimittäjänä on vain samanaikaisesti rakennettavana oleva katu. ET on laatinut suosituksen kaukolämmön radanalitusjohdoille: Kaukolämpöjohdon rakentaminen radan alitse. Suositus L14/2005. Energiateollisuus ry, 2005. 17 s.

ET:n ja MT:n laatutakuu (LT) on julkaissut 1.3.2010 voimassa olleet erityisohjeen 2: "Kaukolämpöjohtojen liitostyö, urakoitsijoiden auktorisointi ja asentajien pätevyys", asteittain väistyvän erityisohjeen "Kaukolämpöjohtojen laadunvarmistus- ja sertifiointijärjestelmä" (1. Johtojen liitokset) ja erityisohjeen "Kaukolämpöjohtojen laadunvarmistus- ja sertifiointijärjestelmä" (3. Palloventtiilit). Erityisohjeet ovat siirtymässä Euroheat & Powerille (EHP), joka myöntää EHP-sertifikaatteja.

Kevään 2015 aikana Energiateollisuus ry ja Adato Energia Oy julkaisevat suosituksen "Kaukolämpöjohtojen kaivoja koskeva suositus L3/20152 sekä Urakka-asiakirjasuosituksista L5/2014 täydentävän kvr-sovelluksen "Kvr-urakka-asiakirjoja koskeva suositus L5B/2015".



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Liite 4

Vesihuolto – säädökset, ohjeet ja standardit

## Vesihuolto - säädökset, ohjeet ja standardit

Maanrakennusta koskevat ohjeet:

- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.
- Kaupunkien paikalliset suunnittelu- ja rakentamishojeet
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset s. 115–116, 16210 Putki- ja johtokaivannot s. 197–198, 16212 Kaapelikaivannot s. 200, 18370 Johtokaivantojen virtaussulut s. 291)
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (31100 Jätevesiviemärit, 31200 Hulevesiviemärit, 31300 Vesijohdot, 33100 Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet, 33110 Maakaapelirakenteet). Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimuksiin.
- Infra 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009).
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009. (Taso 1800 putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110, 3100 Vesihuollon järjestelmät, 3300 Sähkö-, tele- ja kone-tekniiset järjestelmät, putki- ja johtokaivantojen täytät s. 110)
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 4.1 Vesihuollon järjestelmät (4.1.1 Vedenjakelujärjestelmä, 4.1.2 Jätevesijärjestelmä, 4.1.3 Hulevesijärjestelmä), 4.3 Tietoliikenneverkko.
- Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 (KT 02). Suomen kuntaliitto. Luku 30000 Vesihuollon maatyöt, Luku 40000 Viemäriyöt, Luku 50000 Vesijohtotyöt.

Vesihuoltoverkkojen perusteet, toiminnallisuus, mitoitus ja suunnittelu on kuvattu ohjeessa RIL ry:n ohjeissa.<sup>1</sup> Vesihuolto- ja muita putkikaivantoja koskee ohje RIL 194-1992 Putkikaivanto-ohje (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. 1992, 96 s. + liitteet).

Vedenjohtamisen standardeja (SFS-EN):

- SFS-EN 545. Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines. Requirements and test methods. 2003
- SFS-EN 744 Muoviputket ja putkistojärjestelmät. Kestomuoviputket. Iskunkestävyyden määrittäminen kellotaulumenetelmällä. 1. painos. 1995
- SFS-EN 1057. Kupari ja kupariseokset. Saumattomat pyöreät kupariputket LVI-käyttöön. 2006
- SFS-EN ISO 1452-1. Muoviputkijärjestelmät paineellisen veden johtamiseen ja paineviemärointiin. Pehmitämätön polyvinyylikloridi (PVC-U). Osa 1: Yleistä (ISO 1452-1:2009). 2010
- SFS-EN ISO 1452-2. Muoviputkijärjestelmät paineellisen veden johtamiseen ja paineviemärointiin. Pehmitämätön polyvinyylikloridi (PVC-U). Osa 2: Putket (ISO 1452-2:2009). 2010
- SFS-EN ISO 1452-3. Muoviputkijärjestelmät paineellisen veden johtamiseen ja paineviemärointiin. Pehmitämätön polyvinyyli kloridi (PVC-U). Osa 3: Putkiyhdyt. (ISO 1452-3:2009, korjattu versio 2010-03-01). 2011
- SFS-EN ISO 1452-4:en. Plastics piping systems for water supply and for buried and above-ground drainage and sewerage under pressure. Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U). Part 4: Valves (ISO 1452-4:2009). 2010
- SFS-EN ISO 1452-5. Muoviputkijärjestelmät paineellisen veden johtamiseen ja paineviemärointiin. Pehmitämätön polyvinyylikloridi (PVC-U). Osa 5: Soveltuvuus järjestelmäkäyttöön. (ISO 1452-5:2009, korjattu versio 2010-03-01). 2011
- SFS-EN ISO 1461. Teräs- ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille. Erittelyt ja koestusmenetelmät. 1999
- SFS-EN 10240:en. Teräsputkien ulkoinen ja/tai sisäinen suojapinnoite. Kuumasinkkipinnoitteen määrittäminen. SFS, 1998
- SFS-EN 10312. Ruostumattomat teräsputket ja osat vesipitoisten nesteiden kuljetukseen, talousvesi mukaan luettuna. 2003
- SFS-EN ISO 11298-1:en. Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks. Part 1: General (ISO 11298-1:2010). 2011
- SFS-EN ISO 11298-3:en. Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks. Part 3: Lining with close-fit pipes (ISO 11298-3:2010). 2011
- SFS-EN 12201-2. Muoviputkijärjestelmät talousveden johtamiseen. Polyeteeni (PE). Osa 2: Putket. 2003 (paineistettuun käyttöön)

<sup>1</sup> RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu - Mitoitus ja suunnittelu (2010). Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, Perusteet ja toiminnallisuus (2010). RIL ry.

- SFS-EN 14801:en. Conditions for pressure classification of products for water and wastewater pipelines. 2007
- SFS-EN 14802:en. Plastics piping systems. Thermoplastics shafts or risers for inspection chambers and manholes. Determination of resistance against surface and traffic loading. 2006
- SFS-EN 14830:en. Thermoplastics inspection chamber and manhole bases. Test methods for buckling resistance. 2007
- SFS-EN ISO 22391-1:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 1: General (ISO 22391-1:2009). 2010
- SFS-EN ISO 22391-2:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 2: Pipes (ISO 22391-2:2009). 2010
- SFS-EN ISO 22391-3:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 3: Fittings (ISO 22391-3:2009). 2010
- SFS-EN ISO 22391-5:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 5: Fitness for purpose of the system (ISO 22391-5:2009). 2010
- SFS 3314. Teräspuutket. Kuumasinkkipinnoitteet. 1980
- SFS-EN 14801:en. Conditions for pressure classification of products for water and wastewater pipelines. 2007
- SFS-EN 14802:en. Plastics piping systems. Thermoplastics shafts or risers for inspection chambers and manholes. Determination of resistance against surface and traffic loading. 2006
- CEN ISO/TS 22391-7:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 7: Guidance for the assessment of conformity (ISO/TS 22391-7:2011). 2012
- SFS-EN ISO 22391-1:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 1: General (ISO 22391-1:2009). 2010
- SFS-EN ISO 22391-2:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 2: Pipes (ISO 22391-2:2009). 2010
- SFS-EN ISO 22391-3:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 3: Fittings (ISO 22391-3:2009). 2010
- SFS-EN ISO 22391-5:en. Plastics piping systems for hot and cold water installations. Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT). Part 5: Fitness for purpose of the system (ISO 22391-5:2009). 2010
- SFS-EN 14801:en. Conditions for pressure classification of products for water and wastewater pipelines. 2007
- SFS-EN 14802:en. Plastics piping systems. Thermoplastics shafts or risers for inspection chambers and manholes. Determination of resistance against surface and traffic loading. 2006
- SFS-EN 14830:en. Thermoplastics inspection chamber and manhole bases. Test methods for buckling resistance. 2007
- SFS-EN ISO 15875-1 ja 15875-2. Muoviputkijärjestelmät kuuma- ja kylmävesiasennuksiin. Ristisilloitettu polyeteeni (PE-X). Osat 1 ja 2: Putket. 2004

#### Viemäröinnin standardeja (SFS-EN, CEN/TR, CEN/TS):

- SFS-EN 124. Sadevesi- ja tarkastuskaivojen kansistot ajoneuvo- ja jalankulkualueille. Rakennevaatimukset, testaukset, merkinnät, laadun tarkastus. 1995
- SFS-EN 274-1 + AC:en. Waste fittings for sanitary appliances. Part 1: Requirements. 2002
- SFS-EN 274-2 + AC:en. Waste fittings for sanitary appliances. Part 2: Test methods. 2002
- SFS-EN 274-3 + AC:en. Waste fittings for sanitary appliances. Part 3: Quality control. 2002
- SFS-EN 295-1:en. Vitrified clay pipe systems for drains and sewers. Part 1: Requirements for pipes, fittings and joints. 2013
- SFS-EN 295-2:en. Vitrified clay pipe systems for drains and sewers. Part 2: Evaluation of conformity and sampling. 2013
- SFS-EN 295-3:en. Vitrified clay pipe systems for drains and sewers. Part 3: Test methods. 2012
- SFS-EN 744 Muoviputket ja putkistojärjestelmät. Kestomuoviputket. Iskunkestävyyden määrittäminen kellotaulumenetelmällä. 1. painos. 1995
- SFS-EN 1091:en. Vacuum sewerage systems outside buildings. 1997
- SFS-EN 1123-1:en. Pipes and fittings of longitudinally welded hot-dip galvanized steel pipes with spigot and socket for waste water systems. Part 1: Requirements, testing, quality control. 1999
- SFS-EN 1123-1/A1:en. Pipes and fittings of longitudinally welded hot-dip galvanized steel pipes with spigot and socket for waste water systems. Part 1: Requirements, testing, quality control. 2005
- SFS-EN 1123-2 + A1:en. Pipes and fittings of longitudinally welded hot-dip galvanized steel tube with spigot and socket for waste water systems. Part 2: Dimensions. 2008
- SFS-EN 1123-3:en. Pipes and fittings of longitudinally welded hot-dip galvanized steel pipes with spigot and socket for waste water systems. Part 3: Dimensions and special requirements for vacuum drainage systems and for drainage systems in ship-building. 2005
- SFS-EN 1124-1:en. Pipes and fittings of longitudinally welded stainless steel pipes with spigot and socket for waste water systems. Part 1: Requirements, testing, quality control. 1999



- SFS-EN 1124-1/A1:en. Pipes and fittings of longitudinally welded stainless steel pipes with spigot and socket for waste water systems. Part 1: Requirements, testing, quality control. 2005
- SFS-EN 1124-3:en. Pipes and fittings of longitudinally welded stainless steel pipes with spigot and socket for waste water systems. Part 3: System X. Dimensions. 2009
- SFS-EN 1124-4:en. Pipes and fittings of longitudinally welded stainless steel pipes with spigot and socket for waste water systems. Part 4: Components for vacuum drainage systems and for drainage systems on ships. 2006
- SFS-EN 1610 Viemäriputkiston rakentaminen. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1998
- SFS-EN 13476-1 ja SFS-EN 13598-2 Muoviputkijärjestelmät maanalaiseen paineettomaan viemäröintiin.
- SFS-EN 13476-2. Muoviputkijärjestelmät maanalaiseen paineettomaan viemäröintiin. Pehmittämättömästä polyvinyylikloridista (PVC-U), polypropeenista (PP) ja polyeteenistä (PE) valmistetut rakenneseinämäiset putkijärjestelmät. Osa 2: Vaatimukset putkille ja putkiyhteille sileällä sisä- ja ulkopinnalla sekä järjestelmälle, tyyppi A. 2007
- SFS-EN 13476-3. Muoviputkijärjestelmät maanalaiseen paineettomaan viemäröintiin. Pehmittämättömästä polyvinyylikloridista (PVC-U), polypropeenista (PP) ja polyeteenistä (PE) valmistetut rakenneseinämäiset putkijärjestelmät. Osa 3: Vaatimukset putkille ja putkiyhteille sileällä sisäpinnalla ja profiloitulla ulkopinnalla sekä järjestelmälle, tyyppi B. 2007
- SFS 5906 Muoviputket. Paineettomat PE- ja PP-rakenneputket ja -putkiyhteet maahan asennettuun viemäröintiin. Nimelliskoko yli 1200 mm. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 2004. 1. painos
- SFS-EN ISO 1461. Teräs- ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille. Erittelyt ja koestusmenetelmät. 1999
- SFS-EN 1916 + AC. Betoniset putket ja osat, raudoitetut, raudoittamattomat ja teräskuiduilla vahvistetut. 2003
- SFS-EN 1917 + AC. Betoniset hulevesi- ja viemärikaivot, raudoitetut, raudoittamattomat ja teräskuiduilla vahvistetut. 2003
- SFS 3314. Teräsputket. Kuumasinkkipinnoitteet. 1980
- SFS 7033. Betoniputkilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot. 2014
- SFS 7035. Betonirenkailta (betoniset hulevesi- ja viemärikaivot) eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot. 2014
- SFS-ISO 1190-1. Kupari ja kupariseokset. Nimikejärjestelmät. Osa 1: Nimikkeet. 1999
- SFS-EN 10312. Ruostumattomat teräsputket ja osat vesipitoisten nesteiden kuljetukseen, talousvesi mukaan luettuna. 2003
- SFS-EN 10240:en. Teräsputkien ulkoinen ja/tai sisäinen suojapinnoite. Kuumasinkkipinnoitteen määrittäminen. 1998
- SFS-EN ISO 11296-1. Muoviputkijärjestelmät maahan asennetun paineettoman viemäriverkoston kunnostamiseen. Osa 1: Yleistä. 2011
- SFS-EN ISO 11296-3. Muoviputkijärjestelmät maahan asennetun paineettoman viemäriverkoston kunnostamiseen. Osa 3: Muotoputkisujutus. 2011
- SFS-EN ISO 11296-4. Muoviputkijärjestelmät maahan asennetun paineettoman viemäriverkoston kunnostamiseen. Osa 4: Sukkasujutus. 2011
- SFS-EN ISO 11296-7:en. Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 7: Lining with spirally-wound pipes (ISO 11296-7:2011). 2013
- SFS-EN ISO 11297-1:en. Plastics piping systems for renovation of underground drainage and sewerage networks under pressure. Part 1: General (ISO 11297-1:2013). 2013
- SFS-EN ISO 11297-3:en. Plastics piping systems for renovation of underground drainage and sewerage networks under pressure. Part 3: Lining with close-fit pipes (ISO 11297-3:2013). 2013
- SFS-EN 12201-1. Muoviputkijärjestelmät veden johtamiseen ja paineviemäröintiin. Polyeteeni (PE). Osa 1: Yleistä. 2012
- SFS-EN 12201-4:en. Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure. Polyethylene (PE). Part 4: Valves. 2012
- SFS-EN 12201-5:en. Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure. Polyethylene (PE). Part 5: Fitness for purpose of the system. 2012
- SFS-EN 12380. Viemäreiden alipaineventtiilit. Vaatimukset, testausmenetelmät ja yhdenmukaisuuden arviointi. 2003

- SFS-EN ISO 13260:en. Thermoplastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage. Test method for resistance to combined temperature cycling and external loading (ISO 13260:2010). 2012
- SFS-EN ISO 1452-1. Muoviputkijärjestelmät paineellisen veden johtamiseen ja paineviemärointiin. Pehmittämätön polyvinyylidikloridi (PVC-U). Osa 1: Yleistä (ISO 1452-1:2009). 2010
- SFS-EN ISO 1452-2. Muoviputkijärjestelmät paineellisen veden johtamiseen ja paineviemärointiin. Pehmittämätön polyvinyylidikloridi (PVC-U). Osa 2: Putket (ISO 1452-2:2009). 2010
- SFS-EN ISO 1452-3. Muoviputkijärjestelmät paineellisen veden johtamiseen ja paineviemärointiin. Pehmittämätön polyvinyyli kloridi (PVC-U). Osa 3: Putkiyhteet. (ISO 1452-3:2009, korjattu versio 2010-03-01). 2011
- SFS-EN ISO 1452-4:en. Plastics piping systems for water supply and for buried and above-ground drainage and sewerage under pressure. Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U). Part 4: Valves (ISO 1452-4:2009). 2010
- SFS-EN ISO 1452-5. Muoviputkijärjestelmät paineellisen veden johtamiseen ja paineviemärointiin. Pehmittämätön polyvinyylidikloridi (PVC-U). Osa 5: Soveltuvuus järjestelmäkäyttöön. (ISO 1452-5:2009, korjattu versio 2010-03-01). 2011
- CEN/TR 12566-2:fi. Pienet jäteveden käsittelyjärjestelmät, asukasvastineluku enintään 50. Osa 2: Maahanimeyttämöt. 2005
- CEN/TR 12566-5:en. Small wastewater treatment systems up to 50 PT. Part 5: Pre-treated Effluent Filtration systems. 2008
- CEN/TR 14920:en. Jetting resistance of drain and sewer pipes. Moving jet test method. 2005
- SFS-EN ISO 14982:en. Agricultural and forestry machinery. Electromagnetic compatibility. Test methods and acceptance criteria (ISO 14982:1998). 2009
- CEN/TS 13476-4:en. Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage. Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE). Part 4: Guidance for the assessment of conformity. 2013
- CEN/TS 13598-3:en. Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage. Unplasticized poly(vinyl chloride)(PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE). Part 3: Guidance for assessment of conformity. 2012
- CEN/TS 1401-2:en. Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage. Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U). Part 2: Guidance for assessment of conformity. 2012
- CEN/TS 14632:en. Plastics piping systems for drainage, sewerage and water supply, pressure and non-pressure. Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on unsaturated polyester resin (UP). Guidance for the assessment of conformity. 2012
- CEN/TS 14758-2:en. Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage. Polypropylene with mineral modifier(s) (PP-MD). Part 2: Guidance for the assessment of conformity. 2007
- CEN/TS 14807:en. Plastics piping systems. Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on unsaturated polyester resin (UP). Guidance for the structural analysis of buried GRP-UP pipelines. 2014
- CEN/TR 14920:en. Jetting resistance of drain and sewer pipes. Moving jet test method. 2005
- CEN/TR 15128:en. Survey of European Standards for rehabilitation of drain and sewer systems. 2005
- CEN/TR 16626:en. Vitrified clay pipe systems for drains and sewers. Guidance for voluntary third-party certification procedures. 2014
- CEN/TS 1852-2:en. Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage. Polypropylene (PP). Part 2: Guidance for the assessment of conformity. 2009

#### Ohjeita:

- Talousveden kanssa kosketuksissa olevat verkostomateriaalit Suomessa. Vesi-Instituutin julkaisuja 1, 2007
- SITRA. Korrosio vesilaitoksilla, vesijohtoverkossa ja kiinteistöjen käyttövesilaitteistoissa. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto, sarja B n:o 55, 1980
- Yleisten vesijohtojen ja viemäreiden aines- ja työselitys. Suomen kaupunkiliiton julkaisu B 44. 5. painos. 1982
- Rakennusten vesijohdot ja viemärit, RVV-käsikirja. Julkaisu no 7/1987. Suomen kunnallisteknillinen yhdistys 7. painos. 1987
- Infra 31-710119 Vesihuoltoverkkojen saneeraus. Ohje, 2013.



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Liite 5

Kadut – säädökset, ohjeet ja standardit

## Kadut - säädökset, ohjeet ja standardit

Katujen ja niihin liittyvien johtojen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatettavia ohjeita:

- Katu 2002 – Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, Suomen kuntatekniikan yhdistys 2002.
- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.
- Kaupunkien paikalliset kadun suunnittelu- ja rakentamisohjeet
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy (14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset s. 115–116, 16210 Putki- ja johtokaivannot s. 197–198, 16212 Kaapelikaivannot s. 200, 18370 Johtokaivantojen virtaussulut s. 291)
- Infra 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009). Infra 013-710008 (3100 Vesihuollon järjestelmät, 3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät, 3400 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät)
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009, 213 s. (Taso 1800 putki- ja johtokaivantojen täytöt s. 110, 3100 Vesihuollon järjestelmät, 3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät, 3400 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät, putki- ja johtokaivantojen täytät s. 110)
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 4.1 Vesihuollon järjestelmät (4.1.1 Vedenjakelujärjestelmä, 4.1.2 Jätevesijärjestelmä, 4.1.3 Hulevesijärjestelmä), 4.2 Energiansiirtojärjestelmät (4.2.1 Kaukolämpöjärjestelmä, 4.2.2 Kaukojäähdytysjärjestelmä, 4.2.3 Kaasunsiirtojärjestelmä, 4.2.4 Sähköverkko, 4.2.5 Sähköistysjärjestelmä), 4.3 Tietoliikenneverkko, 4.4 Huoltojärjestelmät (4.4.1 Valaistusjärjestelmä, lisäksi mm. neljä järjestelmää), 4.5 Informaatiojärjestelmät (mm. 4.5.1 Liikennevalojärjestelmä)
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. (31100 Jätevesiviemärit, 31200 Hulevesiviemärit, 31300 Vesijohdot, 33100 Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet, 33110 Maakaapelirakenteet, 33120 Ilmajohtorakenteet, 33130 Maadoitukset, 33300 Pylväs- ja tukirakenteet, 33310 Pylväät, 33311 Sähkönjakelun pylväät, 33320 Ilmajohtojen kannatinrakenteet, 33400 Muuntamot, erottimet ja keskukset, 33600 Valaistusrakenteet, 33610 Valaisinpylväät, 33654 Maakaapeliasennukset puupylväillä, 34000 Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät). Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimukseen.
- Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 (KT 02). Suomen kuntaliitto. Luku 20000 Liikenneväylätyöt, Luku 30000 Vesihuollon maatyöt, Luku 40000 Viemäryöt, Luku 50000 Vesijohtotyöt.
- Katujen ja piha-alueiden päällystystöiden työselitys 1995 - PANK ry/Suomen Kuntaliitto.
- Asfalttinormit 2008 - PANK ry.
- Pohjarakennusohjeet - RIL 121 - 2004.
- Tilapäiset liikennejärjestelyt katualueilla - SKTY 19/1999.



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Liite 6

Maantiet – säädökset, ohjeet ja standardit

## Maantiet - säädökset, ohjeet ja standardit

Maanteiden ja niihin liittyvien johtojen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatettavia ohjeita:

- Maantielaki (503/2005) ja -asetus (924/2005)
- Sähkö- ja telejohdot ja maantiet (2014)
- Telekaapelit ja maantiet (2009)
- Yksityisten teiden liittymät maanteihin. Lupa-asioiden käsittely. Tiehallinto (2005).

Maanteiden maanrakennustöissä noudatettavia ohjeita:

- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimukseen
- Infra 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009)
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 4.3 Tietoliikenneverkko, 4.4 Huoltojärjestelmät (4.4.1 Valaistusjärjestelmä, lisäksi mm. neljä järjestelmää), 4.5 Informaatiojärjestelmät (mm. 4.5.1 Liikennevalojärjestelmä)

Liikenteenohjaus ja valaistus

- Liikenneministeriön päätös liikenteenohjauslaitteista (203/1982)
- Liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista (1012/2001)
- Liikenneviraston ohje tievalaistuksen toimintalinjoista (Tiehallinto 2006)
- Liikenneviraston ohje tievalaistuksen suunnittelu (Tiehallinto 2006).



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Liite 7

Radat – säädökset, ohjeet ja standardit

## Radat - säädökset, ohjeet ja standardit

Radan rakentamisessa noudatetaan yleisiä maanrakennustöiden standardeja. Liikenneviraston rautatieosasto teetti RMYTL–InfraRYL -vertailun, jonka tuottamat muutokset ja ratojen päällysrakenteiden päivitystiedot on sisällytetty InfraRYL 2010 vastaaviin lukuihin.

InfraRYL 2010 (Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet) sisältää myös rataaninfrastruktuurin rakentamista koskevia vaatimuksia. InfraRYLin toimivuusvaatimukset sisältyvät erityisesti seuraavaan jaksoon:

- 30000 Ratarakenteet
- InfraRYLin (Osa1 ja 3) tekniset vaatimukset, maapenkereiden ja jakavien kerroksien lisäksi, sisältyvät erityisesti seuraaviin jaksoihin:
- 21000 Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset
- 21220 Eristyskerrokset ratarakenteissa (ei kaapeleita)
- 21230 Välikerrokset ratarakenteissa (ei kaapeleita, mutta betonikouru on välikerroksen tasalla)
- 24100 Ratojen tukikerrokset

InfraRYL2010 sisältää yleiset säännökset ratarakenteiden purkamisesta ja siirtämisestä, esim. kohta 11212.3: "Ratarakenteet sekä sähköistys- ja turvalaitteet siirretään suunnitelma-asiakirjojen mukaan." Lisäksi kaapelit siirretään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti kanavoimalla, asentamalla kaapeliojaan tai auraamalla niin, että ne eivät vaurioidu. Rakennettavan tai siirrettävän johto-, putki- ja kaapelilinjan kaivu-, perustamis-, asennus-, täyttö- yms. työt tehdään johdon-, putken- ja kaapelinhaltijan kirjallisten ohjeiden ja suunnitelma-asiakirjojen mukaan. Rata-alueella on noudatettava myös rataoperaattorin vaatimuksia. Kaapelin rakennus- ja siirtotyöstä suunnitelma-asiakirjoissa esitetään kaapelin sijainti, asennussyvyys, suojaputken tyyppi ja pituus, merkintä maastoon ja jatkettavan kaapelin osalta jatkoskaapelin tyyppi.

Rata-alueella olevia johtoja ja kaapeleita koskevat ohjeet ja standardit:

- Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella. Toimintaperusteet, Ratahallintokeskuksen julkaisuja B13.
- Sähköratamääräykset, Ratahallintokeskuksen julkaisuja B5 2001.
- Ratatekniset ohjeet RATO, jonka luvuista aihetta koskevat erityisesti:
  - Osa 3 Radan rakenne. Ratahallintokeskus 2005 (44 s. + liitteet).
  - Osa 5 Sähköistetty rata. Ratahallintokeskus 2004.
  - Osa 8 Sillat. Ratahallintokeskus 2000.
  - Osa 9 Tasoristeykset. Ratahallintokeskus 2004.
  - Osa 11 Radan päällysrakenne. Ratahallintokeskus 2002.
  - Osa 13 Radan tarkastus. Ratahallintokeskus 2004.
  - Osa 15 Radan kunnossapito. Ratahallintokeskus 2000.
  - Osa 18 Rautatietunnelit (Rautatietunneleiden tarkastuslomakkeet). Ratahallintokeskus 2008.
- Tuettujen kaivantojen suunnittelu rautatiealueiden kaivantotöissä. VR Ratayksikön Georyhmä (1993).
- Tuettujen kaivantojen rakentaminen rautatiealueiden kaivantotöissä. VR Ratayksikön Georyhmä (1993).
- Tuettujen kaivantojen rakentamisen valvonta rautatiealueiden kaivantotöissä. VR Ratayksikön Georyhmä (1993).
- Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin, RHK B 10. 2002.
- Sähkörataohjeet, RHK B 22. 2009.
- Sähköratamaadoituksien perusteet – suoja-aidat, rakennukset ja laiturirakenteet, RHK A1. 2005.

Ratahallintokeskus (Liikennevirasto) on vuonna 2004 laatinut yleisohjeen johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella. Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 13.

Rautatiealueella työskennellessä on käytettävä CE-merkittyä standardin SFS-EN 471 mukaista luokan 2 tai 3 varoitusta. Henkilösuojaimien ja rakennustyön muutenkin on oltava rakennustyön turvallisuudesta annetun asetuksen (205/2009) mukaisia.

CENELEC on määrittänyt lukuisia rautateiden ja niiden osajärjestelmien suunnittelussa ja rakentamisessa noudatettavia standardeja.

Liikenteen turvallisuusvirasto on antanut mm. seuraavat määräykset:



- Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) määräys 18.12.2013 Käyttötoiminta ja liikenteen hallinta-osajärjestelmä, joka sisältää ratatyötä koskevat kansalliset vaatimukset
- Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) määräyksen 18.12.2013 Ohjaus-, hallinta- ja merkinanto-osajärjestelmä
- Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) määräys 22.1.2013 Suurten nopeuksien rautatiejärjestelmän infrastruktuuri-, käyttötoiminta-, liikkuva kalusto ja energiaosajärjestelmät, jolla panttiin sellaisenaan täytäntöön mm. komission päätökset 2008/217/EY (infrastruktuuri) ja 2008/284/EY (energiaosajärjestelmä)
- Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) määräys 27.9.2012 Rautatieliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan turvallisuusjohtamisjärjestelmä.



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

## Liite 8

Lentokentät ja satamat – säädökset, ohjeet  
ja standardit

## Lentokentät ja satamat - säädökset, ohjeet ja standardit

### 1. Lentokentät

Lentokentän rakentamiseen ja turvallisuuteen liittyviä säädöksiä ja määräyksiä:

- maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- ilmailulaki (864/2014)
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 300/2008 (turva-asetus)
- Ilmailulaitoksen ilmailumääräys AGA M3-1 (2000)
- Ilmailulaitoksen ilmailumääräys AGA M3-2 (2000)
- Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) ilmailumääräys AGA M3-3 (2013) Yleiset määräykset lentoaseman pidosta
- Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) ilmailumääräys AGA M3-5 (2013) Kentän suunnittelu
- Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) ilmailumääräys AGA M3-7 (2013) Lentoaseman visuaaliset maalaitteet
- Liikenteen turvallisuusviraston AGA M3-8 Kenttäalueen liikenteen ohjaus ja valvonta

### 2. Satamat

Sataman rakentamiseen ja turvallisuuteen liittyviä säädöksiä ja määräyksiä:

- maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- vesilaki (587/2011)
- ilmailulaki (864/2014)
- työturvallisuuslaki (738/2002)
- liikenneviraston ohje ilmajohtojen, kaapeleiden ja muiden johtojen asettamisesta ja merkitsemisestä vesiliikennealueella (Dnro 6155/040/2010)
- VNA rakennustyön turvallisuudesta (205/2009)
- Parlamentin ja neuvoston asetus N:o 1692/96/EY

### 3. Lentokenttien ja satamien maa- ja vesirakennustyöt

Rakentamisessa noudatettavia ohjeita:

- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy
- Kaupunkien paikalliset suunnittelu- ja rakentamisohjeet
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimukseen
- Infra 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009)
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy
- Katu 2002 – Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet, Suomen kuntatekniikan yhdistys 2002 – soveltuvien osien, koska satamissa on katualueita
- Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02 (KT 02). Suomen kuntaliitto.

Lisäksi on noudatettava jokaista lentokentällä tai satamassa toimivaa muuta infrastruktuuria koskevia standardeja, etäisyysvaatimuksia jne.



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Liite 9

Laajakaistat – säädökset, ohjeet ja standardit

## Laajakaistat - säädökset, ohjeet ja standardit

### 1. Maanrakennustyöt

Kaikkien johtojen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan soveltuvin osin ohjeita:

- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Osa 3. Talonrakennuksen maatyöt.
  - Kohta 2214.4 Rakenteiden suojaaminen, tukeminen ja vahvistaminen (s. 68). Ohje: Tehtäessä kaivutöitä säilytettävien johtojen, putkien ja kaapelien sivulla tai alapuolella johdot, putket ja kaapelit tuetaan siten, että ne eivät pääse haitallisesti liikkumaan rakennustyön aikana.
  - 2222.4.4 Maankaivun tekeminen, putki- ja kaapelikaivannot. Vaatimukset: Johtokaivannon pohjan leveys määräytyy putkien ulkohalkaisijan, putkien välisen keskinäisen etäisyyden sekä putkien ulkoreunan ja kaivannon seinämän välisen etäisyyden perusteella. Jos kaivannossa joudutaan työskentelemään, kaivannon pohjan on oltava vähintään 1,0 m leveä.
  - 2222.5.3 Valmis putki- ja kaapelikaivanto Vaatimukset: Putki- ja kaapelikaivanto on riittävän suuri, jotta kaikki putket ja rakenteet voidaan sijoittaa siihen suunnitellusti. Kaivoille yms. laitteille on kaivettu tarpeelliset levennykset.
  - Työn aikana kaivanto on joko tukematon tai tuettu. Kaivanto tuetaan kaivantosuunnitelman mukaisesti. Tukemistarve ja -menetelmä esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. Kaivannon tukemistarve selvitetään maan laadun, kaivannon syvyyden, ulkopuolisen kuormituksen yms. tekijöiden perusteella. Kaivanto tuetaan, jos kaivannon pohjan tai luiskan vakavuus on liian pieni.
- InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy (16210 Putki- ja johtokaivannot, 16212 Kaapelikaivannot)
- InraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. RT 14-10959. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 33100 Sähkön- ja tiedonsiirtorakenteet, 33110 Maakaapelirakenteet, 33654 Maakaapeliasennukset puupylväillä). Laatuvaatimukset esitetään ohjeessa rakenteen toimivuus- ja teknisinä vaatimuksina. Tietoliikennekaapelit eivät sisällyneet laatuvaatimuksiin.
- Infra 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistö (päivitys 2009).
- Infra 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Versio 2.1. Rakennustieto 2009. (Taso 1800 putki- ja johtokaivantojen täytöt, 3300 Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät, putki- ja johtokaivantojen täytöt)
- Infra 2011 hankeosanimikkeistö (2012). Infra 013-710091. Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. 4.3 Tietoliikenneverkko
- Verkostotöiden kustannusluettelo KA 2:06
- RAL 1021 ja IEC 304
- Suositussopimus tele- ja sähköjohdoista (2008). MTK R.Y., SLC r.f. Energiateollisuus ry, Finnet-liitto ry ja Teliasonera Finland Oyj.

### 2. Viestintäverkon sähköturvallisuus ja varmistaminen

Viestintämarkkinalain (393/2003) nojalla annettuja Viestintäviraston määräyksiä:

- Viestintäviraston määräys MPS43 (Viestintävirasto 43 D/2010 M), jonka taustaksi on julkaistu Viestintäviraston määräyksen 43 perustelut ja soveltaminen – MPS43 viestintäverkon sähköisestä suojaamisesta.
- Viestintäviraston määräys MPS54 (Viestintävirasto 54 A/2012 M), jonka taustaksi on julkaistu Viestintäviraston määräyksen 54 perustelut ja soveltaminen – MPS54 viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta. Määräyksen tarkoituksena on viestintäverkkojen ja -palvelujen toimintavarmuuden, tietosuojan ja tietoturvan takaaminen normaalioloissa, normaaliolojen häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Tavoitteena on varmistaa kuluttajien laajasti käyttämien viestintäpalvelujen toiminta myös vika- ja häiriötilanteissa.

Viestintäverkon sähköinen suojaaminen on osa sähköturvallisuuslain (410/1996) mukaisesti laitteistojen suojaamista, jonka noudattamista valvoo työ- ja elinkeinoministeriön ohjauksessa turvatekniikan keskus (TUKES). Sähköturvallisuuslain soveltamisalaan kuuluvat viestintäverkot ja viestintäverkkolaitteet ja niiden yhdistelmien kiinteät asennukset ja niistä aiheutuvat häiriöt siltä osin kuin niistä voi aiheutua viestintämarkkinalain (393/2003) soveltamisalaan kuuluvaa vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle.

Viestintäverkkoa koskevia standardeja:

- Standardi SFS-EN 60950-1 on sekä sähkö- että viestintäverkkoon liitettävien laitteiden sähköturvallisuusstandardi, joka määrittelee millaisen tulee sähköturvallisen laitteen olla rakenteeltaan niin, ettei sähköverkossa esiintyvä jännite missään olosuhteissa uhkaa päästä viestintäverkon johdoille.
- Standardi SFS-EN 60065 koskee elektronisia laitteita, jotka on suunniteltu syötettäväksi verkosta tai verkkolaitteella ja tarkoitettu äänen, kuvan ja niihin liittyvien signaalien vastaanottamiseen, muodostamiseen, tallentamiseen tai toistamiseen. Tämä standardi koskee yllämainittuja laitteita, mikäli ne on suunniteltu liitettäväksi televerkkoon tai vastaavaan verkkoon, esimerkiksi sisäänrakennetulla modeemilla.
- Standardissa SFS-EN 60728-11 määritellään kaapeli-tv-verkon laitteiden sähköturvallisuusvaatimukset sekä potentiaalintasaus, maadoitus ja suojautumisen ilmakehän aiheuttamilta ylijännitteiltä.
- Standardi ITU-T K.50 määrittelee turvallisen tason kaukosyöttöjännitteelle ja virralle.
- Standardi ITU-T K.51 määrittelee EN 60950-1 täyttävälle viestintäverkkoon liitettävälle laitteille lisävaatimuksia joiden vaikutuksesta tulipalon riski sekä asentajien sähköisku ja loukkaantumisen riski pienenee.
- Standardi SFS-EN 60950-21 Information technology equipment. Safety. Part 21: Remote power feeding

### 3. Kaapelointikäsikirjoja ja -standardeja

Tietotekniikasta on julkaistu SFS-käsikirja 662: Tietotekniikan yleiskaapelointi (2012) – Eurooppalainen standardi, joka sisältää sisäverkkojen eli talojakamosta lähtevän kaapeloinnin standardit (ei turvallisuuteen (sähköturvallisuus ja suojaus, optinen teho, tulipalo jne.) ja sähkömagneettiseen yhteensopivuuteen (EMC) liittyviä vaatimuksia, mutta auttaa niiden soveltamisessa)

- SFS-EN 50173-4 (2007)
- SFS-EN 50174-1 (2009)
- SFS-EN 50174-2 (2009)
- SFS-EN 50174-1/A1 (2011)
- SFS-EN 50173-4/A1 + AC (2011)
- SFS-EN 50174-2/A1 + AC (2011)
- SFS-EN 50173-2/A1 + AC (2011)
- SFS-EN 50173-1 (2011)

Seuraavia SFS-EN -standardeja on noudatettava kaapeloinnissa ja sitä koskevissa kaivu- ja asennustöissä:

- Standardi SFS-EN 50173-1 (Yleiset vaatimukset) on yleiskaapeloinnin rakennetta ja suorituskykyä koskeva järjestelmästandardi. SESKO on julkaissut tietoteknisestä yleiskaapeloinnista käsikirjan SFS-käsikirja 662 Tietotekniikan yleiskaapelointi (1. painos, 2012, 495 s.).
- Standardi SFS-EN 50174-1 (Tietotekniikka. Kaapeloinnin asentaminen, Osa 1 (2. painos 2010 86 s.): Asennuksen spesifiointi ja laadunvarmistus) spesifioi asennusta, määrittelee hallinnon ja laadunvarmistuksen sekä käytön ja ylläpidon. Omissa luvuissaan eriteltyinä käsitellyt spesifiointi ja hallinto koskevat kaapeloinnin omistajaa ja laadunvarmistus kaapeloinnin asentajaa. Standardin mukaisesti toimivat suunnittelijat, rakentajat, telesuunnittelijat, asentajat ja kaapeloinnin omistajat. Se on tarkoitettu julkisille verkonhaltijoille ja paikallisille palvelutarjoajille.
- Standardi SFS-EN 50174-2 (Tietotekniikka. Kaapeloinnin asentaminen. Osa 2 (2. painos 2010 116 s.) määrittelee asennuksen suunnittelun ja asennuskäytännöt rakennusten sisätiloissa sisältäen mm. kaapeleiden ja komponenttien asennustavat sisätiloissa, palo- ja työturvallisuuden sekä maadoitukset ja häiriösuojaukset. Standardin mukainen hyvä asennustapa tukee SFS-EN-50173-sarjan järjestelmästandardeja. Standardi sisältää johtoteitä ja niiden täyttöä koskevat vaatimukset, uudet etäisyydet vahvavirtakaapeleihin viitaten myös käytettyjä kaapeleita koskeviin standardeihin. Standardiin on lisätty MICE-luokituksen asettamat vaatimukset.
- Kaivu- ja asennustöiden standardi SFS-EN 50174-3 standardoi ulkoasennukset. Standardissa on minimiasennussyvydet.
- Siirtoteiden kaivu- ja asennustöiden tekemiseen on annettu velvoite noudattaa standardia SFS-EN 50174-3. Standardissa on minimiasennussyvydet.
- Standardin SFS-EN 50310 uusien paino sisältää maadoituksen ja potentiaalintasauksen. Asennetun kaapeloinnin testausvaatimukset ja -menetelmät on määritelty standardissa SFS-EN 50346. Parikaapeloinnin testaus on parikaapeloinnin testauksen perus- ja referenssistandardissa EN 61935-1.
- SFS 5648 Valokaapelit. Kaapelin ja kuitujen tyyppimerkintä. Kuitujen tunnistusjärjestelmä. SFS 1995. 2. painos.
- SFS 5740 Telekaapelit. 2007. 2. painos.
- SFS 5741 Telekaapelit. SFS 2007. 2. painos.

#### Pari- ja koaksiaalikaapelit:

- Parikaapeleiden on täytettävä kategorian 6 kaapeleita koskevan standardin SFS-EN 50288-6-1 (suojaamaton) tai SFS-EN 50288-5-1 (suojattu) vaatimukset.
- Parikaapeloinnin liittämistarvikkeiden tulee täyttää vähintään kategorian 6 liittämistarvikkeita koskevan standardin SFS-EN 60603-7-4 (suojaamaton) tai SFS-EN 60603-7-5 (suojattu) vaatimukset.
- Koaksiaalikaapeloinnissa on kaapeleina käytettävä asennusympäristö huomioiden standardisarjan SFS-EN 50117 mukaisia, suojauskyvyltään vähintään luokan A koaksiaalikaapeleita sekä näiden kanssa mekaanisesti ja sähköisesti yhteensopivia liittimiä. Koaksiaalikaapeleiden liittiminä ei saa käyttää kierrettäviä liittimiä.

#### CENELEC on julkaissut seuraavat eurooppalaiset standardit:

- CLC/TC 215 "Electrotechnical aspects of telecommunication equipment" (koti)
- CLC/TC 46X "Communication cables"
- CLC/TC 86A "Optical fibres and optical fibre cables"
- CLC/TC 86BXA "Fibre optic interconnect, passive and connectorised components"
- CLC/TC 108X "Safety of ICT equipment" and CLC/TC 210 "EMC" (turvallisuus ja sähkömagneettikentät)

Kategorian ISO/IEC 11801 mukaiset yksimuotokuitu on ns. vesipiikitön OS1/OS2. Kategorian ISO/IEC 11801 mukaiset monimuotokuituluokat ovat OM1, OM2, OM3, OM3 Plus ja OM4.

#### 4. Muita ohjeita ja käsikirjoja

##### Muita ohjeita ja käsikirjoja:

- Liikenneviraston ohje Sähkö- ja telejohdot ja maantiet (2014)
- Liikenneviraston ohje Telekaapelit ja maantiet (2009)
- Verkonkutojan käsikirjat I (2003 Etelä-Pohjanmaan liitto / Tuija Riukulehto) ja II (2007 Tuija Riukulehto).