

# MATERIAALISPEKIFIKAATIO

---

Päiväys: 6.3.2026

<b>Valokaapelit.....</b>	<b>2</b>
Johdanto .....	2
Käytetyt kaapelityypit.....	2
Runkoverkon kaapeleiden vaatimukset.....	3
Liityntäverkon kaapeleiden vaatimukset.....	5
Sisäverkon kaapelien vaatimukset.....	6
<b>Valokuituverkon asennustarvikkeet.....</b>	<b>6</b>
<i>Laiteasemat, Paneelit häntäkaapeleilla</i> .....	6
<i>Etujatkoskaapit ja jatkoslevyt</i> .....	6
<i>Ristikytkentäkaappi 19”</i> .....	7
<i>Avoseinäteline 19”</i> .....	7
<i>Seinäkaappi 19”</i> .....	7
<i>Kytkentäkaapelien hyllyt</i> .....	7
<i>Kytkentäkaapelit</i> .....	7
<i>Jatkoskotelot</i> .....	7
<i>Jatkoskaapit</i> .....	8
Asennustapa 1. kiinteistön ulkoseinällä .....	8
<i>Ulkopäätekotelo</i> .....	8
<i>Sisä-/ulkokaapeli päätekotelolla</i> .....	8
Asennustapa 2: kiinteistön sisällä .....	8
Asennustapa 3: Tilaaikohteet joissa 19” seinäteline tai kaappi.....	9
<b>Muut verkkotarvikkeet .....</b>	<b>9</b>
Varoitusnauha.....	9
Kaapelikaivo.....	9
Pientarvikkeet.....	9
Suojaputket ja -kourut .....	9

---

## Valokaapelit

### Johdanto

Tässä spesifikaatiossa määritellään optisessa valokaapeliverkossa käytettävien kaapeleiden ja niiden optisten kuitujen vaatimukset.

### Käytetyt kaapelityypit

Rakennettavan valokaapeliverkon runko- ja jakeluverkon kaapeleiden tyyppi on FZVD2PMU Flex tai muu vastaava kerratun rakenteen valokaapeli, jossa kuidut ovat joustavasta kumimateriaalista valmistetuissa putkissa ja kuidut on kuorittavissa ilman työkaluja. Muut vaihtoehdot tarjotaan FZVD2PMU Flex tyyppin lisäksi ja hyväksytään tapauskohtaisesti. 12-kuituisen runkokaapelin osalta käytetään tyyppiä FYOVD2PMU. Kaapelin rakenteessa yksittäisessä kuituputkessa on 12 optista kuitua. Kaapelin värijärjestelmä FIN2012 mukaisesti. Käytetyt kaapelityypit ovat taulukossa 1. Kaapelien palotekninen käyttäytyminen tulee olla Fca CPR-luokituksen mukainen. Kaapelin tarkemmat tekniset tiedot on määritelty luvussa 3.

Kaapelin vaippamerkinnän tulee sisältää seuraavat tiedot:

- valmistajan identifiointi
- kaapelin tyyppi
- valmistusvuosi
- valmistuserän identifiointi
- metrimerkintä 1 m välein

**Taulukko 1 Runkoverkon kaapelityypit**

<b>Runkoverkon kaapelityypit</b>
FZVD2PMU Flex 288xSM (12x2x12xSML)
FZVD2PMU Flex 192xSM (16x12xSML)
FZVD2PMU Flex 96xSM (8x12xSML)
FZVD2PMU Flex 48xSM (4x12xSML)
FYOVD2PMU 24xSML (2x12xSML)
FYOVD2PMU 12xSML (1x12xSML)

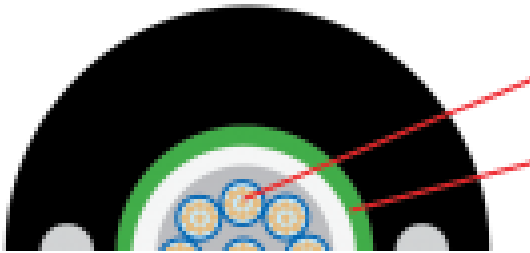
Liityntäverkon kaapelityyppi on FYO2RMU TAI FYORMU FTTH. Kaapelin värijärjestelmä FIN2012 mukaisesti. Käytetyt kaapelityypit ovat taulukossa 2. Kaapelin tarkemmat tekniset tiedot on määritelty luvussa 4.

**Taulukko 2 Liityntäverkon kaapelityypit**

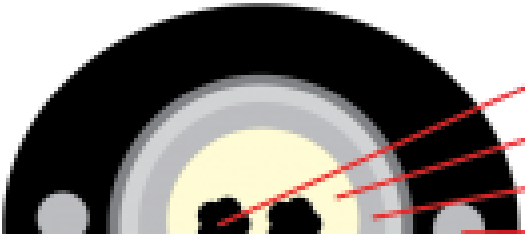
<b>Liityntäverkon kaapelityypit</b>
FYO2PMU 12xSM (1x12)
FYO2RMU 4xSM (1x4)
FYORMU FTTH 4xSM (1x4)

## Runkoverkon kaapeleiden vaatimukset

Kaapelirakenteet on kuvattu kuvassa 1. 48-288xSML kaapelien kuituputket ja mahdolliset täytteet on SZ-kerrattu keskelle kaapelia. 12-24xSML kaapelien kuidut ovat keskiputken sisällä, kuituniput eroteltu langoilla. Kaapelin pitkittäissuuntainen vedenesto on toteutettu paisuvilla langoilla/nauhoilla.



Kuva 1 FZVD2PMU Flex



Kuva 2 FYOVD2PMU

Kaapelin tekniset vaatimukset ovat vähintään taulukon 3 mukaiset. Kaapeleiden testausmenetelmä standardin IEC 60794-1-2 mukaisesti.

Taulukko 3 Runko- ja jakeluverkon kaapeleiden tekniset vähimmäisvaatimukset

Vaatus	Testausmenetelmä		
Kuitutyypin			ITU-T G.657.A1 tai ITU-T G.652.D
Muotokentän halkaisija: 1310 nm			9,0 ± 0,4 μm
Muotokentän halkaisija: 1550 nm			10,2 ± 0,4 μm
Kuidun vaimennus enintään	IEC 60793-1- 40	1310nm 1383nm 1550nm 1625nm	0,35 dB/km 0,32 dB/km 0,22 dB/km 0,25 dB/km
Kromaattinen dispersio		1285...1330nm	max. 3,2 ps/(nm*km)
Kromaattinen dispersio		1550nm	max. 17,0 ps/(nm*km)
Polarisaatiomuotodispersio			max. 0,10 ps/√km

MATERIAALISPESIFIKAATIO

Lämpötila-alue		Asennus Käyttö ja varastointi	-15...+50 °C -45...+60 °C
Kaapelin laskennallinen elinikä			25 vuotta
Vetovoima	E1	Kuidun venymä $\leq 0,33\%$ @1550nm, ei vaimennusmuutosta testin jälkeen ( $\leq 0,05$ dB), testausaika 15 min	5000N
Puristusvoima	E3A	levy/levy 100mm, ei vaimennusmuutosta testin aikana ( $\leq 0,05$ dB), testausaika 15 min	5000N
Puristusvoima	E3B	tuurna/levy (tuurnan halkaisija 25mm), ei vaimennusmuutosta testin aikana ( $\leq 0,05$ dB), testausaika 15 min	2000N
Iskuvoima	E4	Iskupään halkaisija 50mm iskupään kaarevuussäde 300mm 3 iskua ei vaimennusmuutosta testin jälkeen ( $\leq 0,05$ dB)	30J
Taivutussäteet	E18 E11	asennuksen aikana käytön aikana ei vaimennusmuutosta testin aikana ( $\leq 0,05$ dB @1550 nm)	25 x kaapelin halk. 20 x kaapelin halk.
Lämpösyklus	F1	Lämpötila-alue Ta1...Tb1, jolla ei vaimennusmuutosta ( $\leq 0,05$ dB)	-15...+60 °C
		Lämpötila-alueet Ta2...Ta1 ja Tb1...Tb2, jolla vaimennusmuutos vain testin aikana $\leq 0,10$ dB/km	-45...-15 °C

## Liityntäverkon kaapeleiden vaatimukset

Kaapelirakenne on kuvattu kuvassa 3. Kaapelin tulee olla täysin metalliton. Kaapelin tulee voida tiivistää mekaanisesti jatkoskoteloiden läpivientitiivisteistä. Kaapelin suurin sallittu halkaisija on 11 mm. Kaapelin vetolujitteen tulee olla metallinen tai FRP-tanko (lasikuitutanko).



Kuva 3 FYO2RMU

Kaapelin tekniset vaatimukset ovat vähintään taulukon 4 mukaiset. Kaapeleiden testausmenetelmä standardin IEC 60794-1-2 mukaisesti.

Taulukko 4 Liityntäverkon kaapeleiden tekniset vähimmäisvaatimukset

Vaatus	Testausmenetelmä		
Kuitutyyppe			ITU-T G.657.A1 tai ITU-T G.652.D
Muotokentän halkaisija: 1310 nm			9,0 ± 0,4 μm
Muotokentän halkaisija: 1550 nm			10,2 ± 0,4 μm
Kuidun vaimennus enintään	IEC 60793-1- 40	1310nm 1383nm 1550nm 1625nm	0,38 dB/km 0,35 dB/km 0,27 dB/km 0,30 dB/km
Kromaattinen dispersio		1285...1330nm	max. 3,2 ps/(nm*km)
Kromaattinen dispersio		1550nm	max. 17,0 ps/(nm*km)
Polarisaatiomuotodispersio			max. 0,10 ps/√km
Lämpötila-alue		Asennus Käyttö ja varastointi	-15...+40 °C -45...+60 °C
Kaapelin laskennallinen elinikä			25 vuotta
Vetovoima	E1	Kuidun venymä ≤ 0,33% @1550nm, ei vaimennusmuutosta testin jälkeen (≤ 0,05 dB), testausaika 15 min	3500N
Puristusvoima	E3A	levy/levy 100mm, ei vaimennusmuutosta testin aikana (≤ 0,05 dB), testausaika 15 min	4000N
Taivutussäteet	E18  E11	asennuksen aikana  käytön aikana ei vaimennusmuutosta testin aikana (≤ 0,05 dB @1550 nm)	20 x kaapelin halk. 12 x kaapelin halk.

## Sisäverkon kaapelien vaatimukset

Sisäverkon kaapeleina voidaan käyttää joko 4-kuituisia (omakotitalot) tai 12-24-kuituisia (rivi-, kerrostalot ja liikekiinteistöt)

**Taulukko 5 Sisäverkon kaapeleiden vähimmäisvaatimukset**

Kuitutyyppi 4k	4xITU T G.657.A1 tai ITU-T G.652.D
Kuitutyyppi 12k	12xITU T G.657.A1 tai ITU-T G.652.D
Ulkovaipan väri	Vaalea
Kaapelin suurin halkaisija	8,0 mm
Lämpötilaluokitus	IEC 61753-1 Cat. OP+
Toimintalämpötila	-40...+60 °C
UV-kestävyys	ISO 4892/2
Palotekninen käyttäytyminen (CPR)	Dca -s2,d2,a2

## Valokuituverkon asennustarvikkeet

Valokuituverkon kaikissa materiaaleissa tulee liitinten täyttää alla olevat vähimmäisvaatimukset:

Kuitutyyppi	ITU-T G.652.D tai G.657.A1/A2
Ferrule	täysin keraaminen
Liitosvaimennusluokka	APC: ja UPC: $\leq 0,25$ db
Heijastusvaimennusluokka	APC: $\geq 60$ db UPC: $\geq 50$ db
Apex offset	0-50 $\mu$ m
Radius of curvature	APC: 5mm-12mm UPC: SC 10-25mm LC 7-25mm
Fiber height	-50nm - +50nm
APC angle	7,7° - 8,3°

## Laiteasemat, Paneelit häntäkaapeleilla

Kaikki valokuidut tullaan päättämään 19” tekniikkaan perustuviin valokuitupaneelisiin. Paneelien tulee olla esikoottuja ja sisältää tarvittavat jatkostarvikkeet sekä adapterit (LC/APC – liittimillä). Paneeleja ja häntäkaapeleita tulee tarjota sekä 48 kuituisena (LC DUPLEX) että 96 kuituisena (LC QUAD). Paneelien materiaalin tulee olla alumiini tai teräs. Paneeleissa jokainen liitin tulee olla mitattu ja sille pitää löytyä mittaustulokset. Liittimien puhtaus tulee olla tarkistettu mikroskoopilla.

## Etujatkoskaapit ja jatkoslevyt

Etujatkoskaappeina käytetään seinälle asennettavia kaappeja, mittana vähintään k600x1600xs300mm, kaappiin tulee mahtua vähintään 20 jatkoslevyä. Kaappien tulee olla metallirunkoisia ja niissä pitää olla sisäänvientiuulosvienti mahdollisuus sekä kiinnikkeet vähintään kahdellekymmenelle kaapelille. Kaapeissa täytyy olla maadoitusrima.

## MATERIAALISPESIFIKAATIO

Jatkoslevyinä käytetään 48 kuidun jatkoslevyjä, jatkoslevyjen tulee sisältää tarvittavat jatkostarvikkeet. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää 96-kuidun jatkoslevyjä, mikäli paneeleissa päädytään käyttämään 96-kuituisia häntäkaapelipaketteja.

### Ristikytkentäkaappi 19”

Kaapin mitat tulee olla vähintään korkeuden tulee soveltua laitetilassa käsiteltävään kuitumäärään, leveys 800mm ja syvyys 800mm. Kaapissa tulee olla kaapeliohjurit sekä etu- ja takapuolella. Kaapin runkomateriaalin on oltava metallia. Kaapissa täytyy olla kaapeleiden sisäänviennille mahdollisuus sekä ylä- että alakautta. Kaapissa tulee olla maadoituskisko. Kaapissa tulee olla säätävät jalat.

### Avoseinäteline 19”

Metallista valmistettu 19” teline, jonka korkeus on min. 6U ja syvyys 300mm.

### Seinäkaappi 19”

Metallista valmistettu 19” kaappi, jonka korkeus on min. 6U ja syvyys vähintään 300mm.

### Kytkentäkaapelien hyllyt

Laiteasemilla kytkentäkaapelit asennetaan kytkentäkaappien välillä kuituhyllyihin. Kuituhyllyjen materiaali voi olla metalli tai muovi. Hyllyissä ei saa olla teräviä reunoja, jotka voisivat vaurioittaa kytkentäkaapeleita. Lankahyllyjä ja tikasmalleja ei hyväksytä kytkentäkaapelien kuituhyllyiksi. Kuituhyllyt tulee olla yhteensopivia valittavien kytkentäkaappien kanssa.

### Kytkentäkaapelit

Optisissa ristikytkennöissä käytetään keltaisia tai valkoisia kytkentäkaapeleita, joiden tulee täyttää alla olevat vaatimukset.

Toimintalämpötila	-40...+70°C. IEC 61753-1 Cat U uncontrolled environment
-------------------	---

### Jatkoskotelot

Jatkoskoteloiden valinnassa kiinnitetään erityistä huomiota koteloiden mekaaniseen kestävyys, asennettavuuteen ja jälkiliittyjien lisäämisen helppouteen. Verkkoon asennettavan jatkoskotelon tulee soveltua kussakin verkon jatkamiskohdassa tarvittavaan määrään kaapeleita ja kuituja. Jatkoskotelon materiaalin tulee olla haponkestävää ruostumatonta terästä. Runkoverkossa käytettäviin jatkoskoteloihin tulee voida viedä läpivienneistä vähintään 4 runkokaapelia. Kaikki kotelot tulee olla maadoitettavissa ulkopuolelta. Jatkoskoteloiden toimitukseen tulee kuulua jatkamisessa tarvittavat materiaalit. Jatkoskoteloiden tulee soveltua FIN2012 12-värin kuitujaon mukaiseen jatkamiseen.

Jatkoskotelon hinnoittelu tulee perustua em. kohtiin lisättynä läpivientitiivisteillä siten, että jokaisen kotelossa olevaan läpivientiaukkoon kuuluu paketissa joko mekaaninen tiiviste, kutisteletku tai kutistetulppa.

Jatkoskoteloiden tulee olla Suomen olosuhteisiin soveltuvia ja niiden tulee olla tiiveysluokaltaan IP67. Toimintalämpötilan tulee olla vähintään -40...+60 °C ja asennuslämpötilan vähintään -10...+60 °C.

## Jatkoskaapit

Jatkoskaapeissa tulee olla tilaajan määrittämään sarjaan esiasennettu lukko. Pienempi 288-kuidun kaapissa tulee olla jalusta. Kuidut jatketaan kaapissa jatkosmoduuleissa, joissa tulee voida jatkaa 48 tai 96-kuitua. Kaapin ulkomittojen tulee olla noin 400x210x1700mm. Kaappiin tulee sisältyä vähintään 1 jatkosmoduuli sekä auraskeppi. Isommassa 480:lle kuidulle tarkoitetussa jatkoskaapissa tulee olla paikat vähintään 10:lle jatkoslevylle. Kaapin tulee olla valmis kokonaisuus, johon sisältyy mitoiltaan noin K1 1200 mm jakokaappi, kuitujatkoskaappi edelliseen valmiiksi asennettuna sekä jakokaapin jalusta sekä auraskeppi. Jatkoskaapissa tulee olla ohjaimet kuituputkille sekä kaapeleiden kiinnitys- ja maadoituskisko. Molempien jakokaappien värin tulee olla RAL7008. Kaappien tulee olla sellaisia, että niihin voidaan kieputtaa kaapelin jatkosvarat kaapin sisälle.

## Asennustapa 1. kiinteistön ulkoseinällä

### Ulkopäätetekotelo

Tilaajakaapelit tullaan jatkamaan kiinteistön ulkoseinällä ulkojatkoskotelossa sisälle asennettaviin valokaapeleihin. Kotelon tulee olla materiaaliltaan UV-kestävää muovia. Kotelon tulee olla väriltään vaalea ja sen mitat enintään n.220 x 156 x 80 mm. Kotelossa tulee olla mahdollisuus jatkaa neljä valokuitua. Kotelossa tulee olla läpivientimahdollisuus maakaapelille ja kiinteistön sisäkaapelille. Kotelon hintaan tulee kuulua tarvittavat jatkostarvikkeet.

### Sisä-/ulkokaapeli päätetekotelolla

Kaapelia käytetään valokuituyhteyden asentamiseksi ulkopäätetekotelosta kiinteistön sisälle. Kaapeli on ns. häntäkaapelipaketti, jossa kaapelin toinen pää on päätetty muoviseen päätetekoteloon tai pohjalevyyn, jossa on valmiiksi asennettuna 1(yksi) SC/APC liitin adapterineen. Kaapelin tulee olla FTMSU tai sitä vastaava. Kaapelin ja päätetekotelon tarkemmat vaatimukset ovat alla.

Taulukko 6 Sisä-ulkokaapelin päätetekotelopakettin vähimmäisvaatimukset

Ulkovaipan väri	Vaalea
Kaapelin suurin halkaisija	5,0 mm
Liitintyyppi	rasiassa SC/APC
Lämpötilaluokitus	IEC 61753-1 Cat. OP+
Toimintalämpötila	-40...+75 °C
UV-kestävyys	ISO 4892/2
Palotekninen käyttäytyminen (CPR)	Dca
Pituus	1,5m ja 5m
Päätetekotelon koko	Enintään 10x10x4cm
Päätetekotelon materiaali ja väri	Muovi, vaalea

## Asennustapa 2: kiinteistön sisällä

Tilaajakaapeli tuodaan sisälle joko läpiviennin tai putkivarauksen kautta. Tilaajakaapeli päätetään päätetekoteloon. Päätetekotelon tulee sisältää tarvittavat jatkostarvikkeet sekä adapterit ja häntäkuidut SC/APC – liittimillä, sekä pystyttävä päättämään vähintään 2 kuitua. Päätetekotelon tarkemmat vaatimukset ovat alla.

Taulukko 7 Päätetekotelon vaatimukset

Liitintyyppi	1x SC/APC
Päätetekotelon koko	Enintään 220x156x80cm

Päätekotelon materiaali ja väri	muovi tai metalli, vaalea
---------------------------------	---------------------------

## Asennustapa 3: Tilaajakohteet joissa 19” seinäteline tai kaappi

Tilaajakaapeli tuodaan sisälle ja päätetään 19” paneeliin ja paneeli maadoitetaan kiinteistön maadoituskiskoon. Paneelin tulee sisältää tarvittavat jatkotarvikkeet sekä adapterit ja häntäkuidut SC/APC – liittimillä, paneelille on pystyttävä päättämään vähintään 12 kuitua. Paneelin tulee sopia 19” telinepaikkaan joka on korkeudeltaan 1U ja syvyys enintään 260mm. Paneeli voi olla myös malliltaan sellainen, jossa 1U:n tilaan on varattu tilaa myös kytkentäkaapelien säilytykseen, esimerkkinä tällaisesta paneelistä on Nestor Panel Plus.

Taulukko 8 19” tilaajakaapelin päätepaneelin vähimmäisvaatimukset

Liitintyyppi	4x SC/APC
Päätepaneelin koko	19”, 1U, syvyys enintään 260mm
Päätepaneelin materiaali ja väri	Metalli, harmaa

## Muut verkkotarvikkeet

### Varoitusnauha

Paksuuden tulee olla 0,5-0,8mm. Metallittoman kaapelin yhteydessä käytetään kahdella metallilangalla varustettua merkinauhaa. Merkinauha tulee asentaa vain tilaajaosuudella.

### Kaapelikaivo

Käytetään muovista jakokaivoa.

### Pientarvikkeet

Pientarvikkeet kuten teipit, nippusiteet ruuvit, naulat, laudat, ym. tulee olla käyttötarkoitukseen hyväksytyjä ja laadukkaita tuotteita. Pientarvikkeet kuuluvat urakkasuoritteisiin, joista ei makseta erikseen kuin erityistapauksissa tapauskohtaisesti.

### Suojaputket ja -kourut

Kaapeleiden suojaamiseen käytetään punaisia tai oransseja suojaputkia tai kouruja ja niiden tulee kussakin tapauksessa täyttää sille asetetut lujuusvaatimukset.