Kiudoptilised ühendused lõppkasutajatele
Juhised kiudoptiliste võrkude ehitamiseks
FTTX

Käesolev juhend on rootsikeelse juhendi 434 tõlge, mis pole sõna-sõnalt tõlgitud. Juhendi eesmärgiks on anda lugejale olulist teavet FTTX-võrkude (kiudoptilised võrgud) ehitamise ja strateegia kohta Rootsis.

Rootsikeelsed viited on jäetud tõlkimata.

Bertil Arvidsson

Sisukord

Preambula 2

1 Sissejuhatus 3

2 Võrgustruktuur ja -sõlmed – juhend 5

3 Süsteemilahendused 13

4 Võrgu projekteerimine 29

5 Planeerimine ja paigaldus – üldised nõuanded ja juhised 33

6 Mõõtmised, dokumentatsioon ja kasutamine 51

7 Kvaliteet 56

8 Viitematerjal 57

9 Lühendid 58

Lisa A. Mikrotorude valimine kiudude läbipuhumiseks 60

Lisa B. Korterelamud 62

Lisa C. Eramud ja ridaelamud 68

Preambula

Selle käsiraamatu koostas Rootsi riikliku kiudoptika komitee SEK TK 215 töörühm koos teiste huvitatud isikutega, käsiraamat on ette nähtud lõppkasutajate jaoks Rootsis. Oma panuse andsid Ericsson, Kommunforbundct, Nexans, Post och Telestyrelsen, RaLa, Svenska Stadsnatsforeningen, TeliaSonera, VMC. Toimetajaks oli Stefan Nilsson-Gistvik. Teiste kaastöötajate seas tuleb märkida ka Hans Serranderi.

Käsiraamat valmis tootjate, kasutajate, ametiasutuste ja paigaldusettevõtete koostööna. Tekst on mitu korda üle vaadatud ja toimetatud, et see oleks piisavalt põhjalik, kuid lõpptulemus pärineb siiski koostööd teinud autoritelt. Käsiraamatu koostamisel on arvestatud ka selle rakenduse eeldatavat arengut.

Fotod joonistel 24a, 24b, B4, B5 ja B6 on avaldatud ettevõtte Ericsson loal.
Joonisel Bl olev foto on avaldatud ettevõtte Hudiksvallsboscader AB loal. Ülejäänud käsiraamatu pildid pärinevad Stefan Nillson-Gistvikilt.

1 Sissejuhatus

Käsiraamatu eesmärgiks on lihtsustada operaatoritel, eri piirkondade osas, energiaettevõtetel, paigaldajatel jne kiudoptiliste võrkude (KOV, kiudoptilised võrgud) kvaliteetset ja odavat planeerimist ning paigaldamist ja tagada kiudoptiliste võrkude ühtne struktuur ja kõrge kvaliteet.

Käsiraamatu põhiosa kirjeldab kiudoptilisi võrke, kuid 2. osas on üldisem teave, mis aitab selgeks teha, kuidas need võrgud sobivad teatud piirkonna kiudoptiliste infrastruktuuride planeeringusse.

Kiudoptilisi võrke on juba aastaid peetud lairiba-multimeediumrakenduste edastamise kõige tulevikukindlamaks tehnoloogiaks. Varem takistasid kiudoptiliste võrkude ehitamist suured kulud, mis nende paigaldamise väga ebapraktiliseks muutis. Uued uuringud on aga näidanud, et kui paigaldada vaskvõrkudega sama võimsusega kiudvõrgud. (100 Mbit/s), on kulud enam-vähem samad. Kiudoptiline võrk on ka ainus struktuur, mis vastab lairibateenustele suunatud kaasaegseid ja ka tulevikku puudutavaid nõudeid. Samas võimaldab see tehnoloogia efektiivset hooldust ja kokkuhoidu.

Seda tüüpi võrke on nimetatud FTTH-võrkudeks (Fibre to the Home, kiudoptiline koduvõrk), kuid selle käsiraamatu kohaselt saab kiudoptilisi võrke suvalise kohaga liita, seetõttu on kasutusel lühend FTTX (kus X tähistab suvalist kohta). Lõppkasutaja saab eraldada häire-, seire- ja monitoorimisseadmete jaoks kodu-, hoone- ja kontoriseadmete optoelektroonilisi edastusi.

Käsiraamatust leiate soovitused ja peamised kiudoptilise võrgu paigaldamise nõuded, et vastata kaasaegsetele ja tulevikku puudutavatele mahutavus-, edastuskaugus- ja kvaliteedinõuetele. Väikseim mahutavus on 1 Gbit/s (1000 Mbit/s) kuni 10 km vahemaa peale. Võrk peab olema uuendatav ja vähemalt 30 aastase kasutuseaga.

Soovitused on ette nähtud kõigile, kuid eelkõige era- ja riigiettevõtetega seotud isikutele, kes vastutavad lairibavõrkude planeerimise ja paigaldamise eest.

Käsiraamat on jaotatud viieks osaks:

- 2. osa on sissejuhatav ning annab ülevaate IT-infrastruktuurist ning piirkonna kiudoptilise lairibavõrgu põhistruktuurist;
- 3. osa kirjeldab kiudoptilise võrgu süsteemilahendusi ning hõlmab mahutavusnõudeid ja paigaldustehnoloogia nõudeid;
- 4. osa annab juhised võrgu koostamiseks ning ülevaate rakendatavatest võrgutopoloogiatest;
- 5. osas on paigaldus- ja planeerimisteave;
- 6. osa käsitleb mõõte, dokumentatsiooni ja kvaliteediküsimusi.

Teatud teemadest põhjalikuma ülevaate andmiseks on lisatud ka abimaterjale. Need on üldisemad näited, et anda parem ülevaade kiudoptiliste võrkude mikrotorude ja läbipuhutavate kiudude paigaldusviisidest. Mõningal määral on need lisad ettevõttespetsiifilised.

Lisateabe saamiseks sõlmede turvalisuse kohta soovitame ilmuvaid PTS-väljaandeid.

Praegu töötatakse välja kiudtooteid puudutavat rahvusvahelist standardit IEC 60794-5.

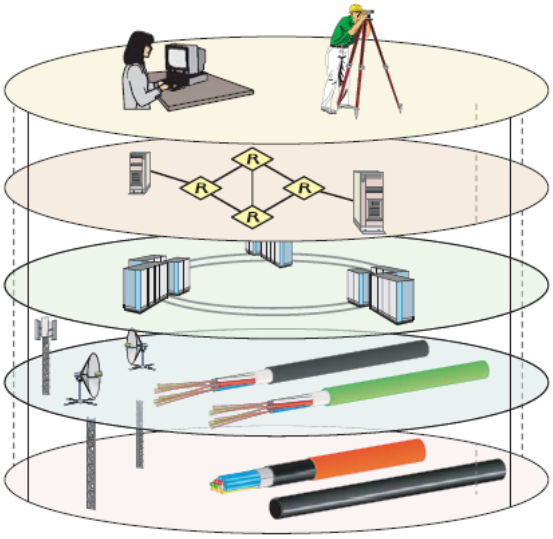
2 Võrgustruktuur ja -sõlmed – juhend

2.1 Sissejuhatus

See käsiraamat käsitleb kiudoptilisi võrke. Selles osas on esitatud ka kiudoptilise infrastruktuuri teised osad. Selgitused on väga üldised. Täielikumad selgitused leiate ilmuvatest Svenska Stadsnatsforeningen, PTS ja Kommunforbundet väljaannetest.

2.2 Kihid

IT-komisjon esitad aruandes 25/2000 infrastruktuuri osade kihilise vaate, vt joonis 1.



Rakendus: seadmed, programm ja kasutaja andmebaasid

IP: Interneti-operaatorvõrgud kasutaja jaoks, teenusepakkuja

Edastus: füüsilise ühenduse loogilised ühendused

Monitooring: kaabel, pimekiud ja antennid

Kaabli-, mikrokaablitorud, läbipuhutud kiudtooted ja antennistruktuurid

Joon. 1. IT-infrastruktuuri kihid (allikas SOU 1999:85: "Bredband for tillvaxt i hela landet")

Kui infrastruktuure kihtidena käsitleda, annab see võimaluse, et neil võivad olla eri valdajad. Nii tekivad avatud võrgud ja konkurents, kuid samal ajal kaasneb sellega risk seoses kohustuste jaotamise ja pikaajalise koostööga.

2.2.1 Marsruutimiskiht

Füüsilise võrgu kõige madalam kiht on marsruutimiskiht. See koosneb muuhulgas standardmõõtudest, antennistruktuuridest, võrgumaterjalidest ja mikromarsruutimisest. Selle kasutusaeg peaks olema vähemalt 30 aastat.

Suur osa sellest kihist kuulub kiudoptilise võrgu juurde ning seda kihti käsitletakse selles käsiraamatus põhjalikumalt. Enamik lairibavõrgu plaanimis- ja paigalduskuludest kuulub marsruutimiskihti. Seega on oluline, et planeerimine, paigaldus ja dokumentatsioon on täpsed ning kasutada tuleb kvaliteetseid materjale. Tavaliselt kuulub see kiht võrgu omaniku valdusse.

2.2.2 Monitoorimiskiht

Teine kiht hõlmab kiudoptikat, vaskkaableid (ei käsitleta selles käsiraamatus) ja raadiovõrkude antenne (FWA, WLAN, 2G, 3G, 4G, LMDS).

Kiudoptika ja kaablite mehaaniline kasutusaeg on sama mis marsruutimiskihil. Kiudoptilise kaabli eeldatav kasutusaeg sõltub siiski andmemahtudest, mida kiudude kaudu tulevikus edastada soovitakse. Tulevikus võib olla vajalik suurem läbilaskevõime, kui praegused plaanid seda ette näevad. Sellised juhul tuleb kiud kaasaegsema kiuga asendada. Seega soovitame kiudoptilistes võrkudes kasutada üherežiimset kiudu, sest sellel on kõige suurem mahutavus (üle 1 Gbit/s 1 km kohta). Kui optilised kiud ja kaablid torudesse paigaldada, on ka nende vahetus- ja paranduskulud väiksemad kui ilma torudeta paigaldamisel. Tavaliselt on kaablite ja kiudude omanikuks võrgu omanik. Antennide puhul see tavaliselt nii ei ole.

2.2.3 Edastus-, IP- ja rakenduskiht

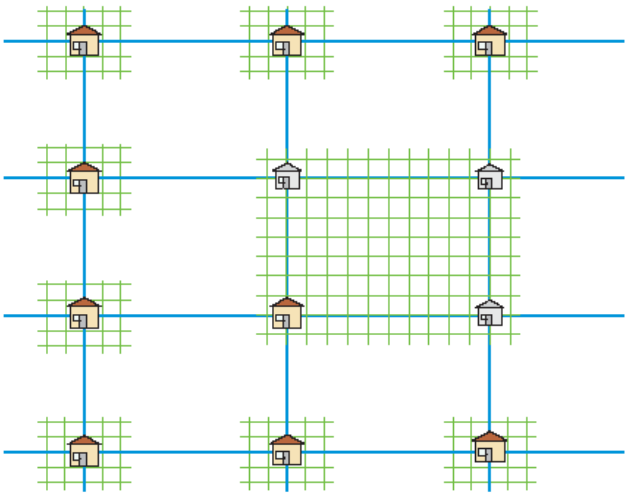
Edastus-, IP- ja rakenduskihti selles käsiraamatus ei käsitleta.

2.2.4 Valdamine, kasutamine ja hooldamine

Kui kõik infrastruktuuri osad vastavad edastuse ja paigalduse kvaliteedinõuetele, võivad neil olla erinevad omanikud. Valdamine ja kasutamine võivad olla jaotatud erinevate riiklike või piirkondlike ettevõtete vahel, või olla erinevate piirkondade, energia- või ehitusettevõtete ühisomandis.
Korteri-, majaühistud, eraisikud ja maaomanikud võivad samuti olla kohaliku võrgu omanikud.

Võrguomanikel peab olema kohustus kindlaks määrata vastuvõetavad seisakuajad seoses töö ja hooldusega.

2.3 Kiudoptika infrastruktuur

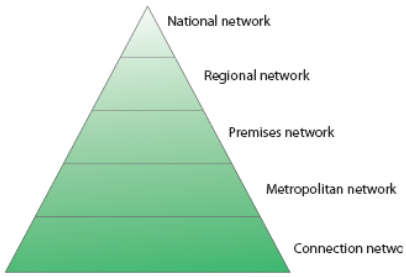


Kiudoptika infrastruktuur koostatakse kvaliteetsete torude ja kaablite võrkudega põhipiirkondade vahel ja piirkondade siseselt. Igas piirkonnas asub piirkonna põhisõlm ja alamsõlmed. Sellise võrgu puhul on võimalus andmeliiklus ümber lülitada. Võrku kasutavad ja valdavad eri operaatorid ja omanikud, võrguomanikud, sideoperaatorid ja teenusepakkujad.

Joon. 2. IT-infrastruktuur ja võrk

IT-infrastruktuur on omanikusuhteid, teenuseid ja edastustehnoloogiad arvestades avatud. Siiski põhineb side Interneti protokollil (IP). See tähendab, et informatsioon saab valida võrgus parima marsruudi, eeldusel, et võrk pakub alternatiivseid marsruute. Tugeva võrgu koostamiseks on seega vajalik ka reserv.

Üldiselt kasutatakse kiudoptikat suure mahutavusega võrkudes ja pikkade vahemaade puhul. Kiudühendused pakuvad kaasaegsetele elamurajoonidele keskmistatud võrgutopoloogiat aktiivsete seadmeteta alas või ala ümbruses. See võimaldab ka madalamaid paigaldus- ja hoolduskulusid. Samal ajal saavutatakse arenguvõimeline infrastruktuur.



Joon. 3. Uus infrastruktuur baseerub nii vana kui ka uuel võrguhierarhial. Kõige ülemiseks kihiks on riiklik võrk ja kõige madalam ühendab lõppkasutajaid või tellijaid.

2.4 Võrgu topoloogia – terminoloogia

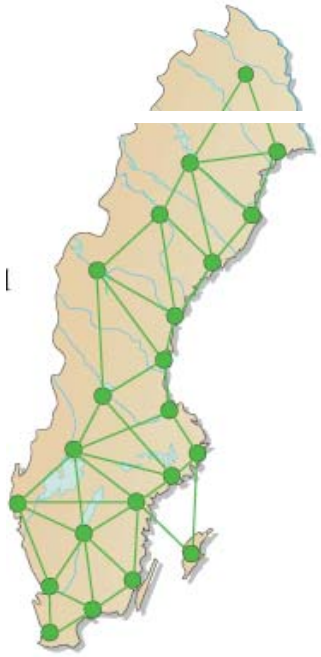
2.4.1 IT-infrastruktuuri osad

Kiudoptilise võrgu ülevaate saamiseks on vajalik selgitada kasutatavat terminoloogiat ja kontseptsiooni. Juhendis üritatakse ka ühtlustada viimasel ajal Rootsi infovõrkudes kasutatud väljendeid.

Mida kõrgemal võrk võrgutopoloogias asub, seda suuremad on nõuded andmeedastusmahtude, funktsioonide ja kasutatavuse osas ja sellest tulenevalt suureneb ka strateegilise aspekti ning võrgukaitse ja -turbe olulisus. IP-liiklust saab jaotada, mis tähendab, et aja jooksul muutub see hierarhia madalamaks. Kaasaegne Rootsi võrk on kombinatsioon tavalisest telefoni- ja tuleviku-IP-võrgust, mida kirjeldatakse joonistel 3 kuni 9.

2.4.2 Riiklik võrk

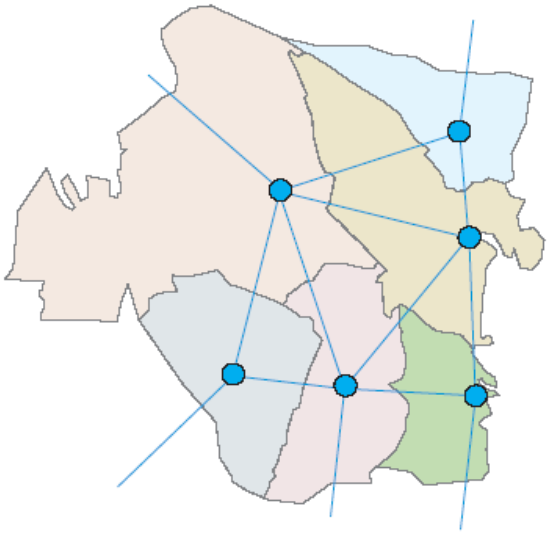
Riiklik võrk ühendab omavahel riigi kõiki piirkondi ning on omakorda ühendatud rahvusvaheliste võrkudega. Seda tüüpi võrgul on väga kõrge turvatase. Riiklikul võrgul on tavaliselt vähe omanikke.



Joon. 4. Riiklik võrk ühendab omavahel riigi erinevaid piirkondi. Peale selle on see ühendatud rahvusvahelistesse võrkudesse.

2.4.3 Regionaalne võrk

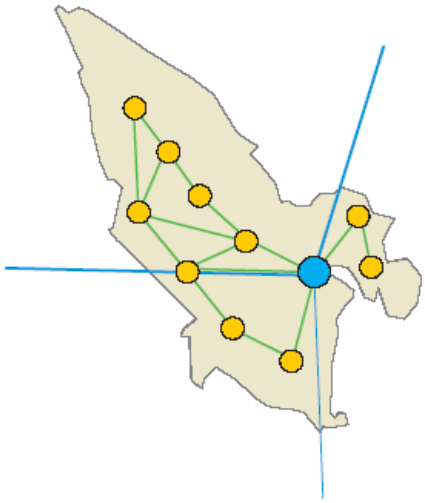
Regionaalne võrk või teatud alasid ühendav võrk ühendab omavahel ühes regioonis olevad võrgud. Regioonisisesed võrgud koosnevad tihti erinevate piirkondade alamsõlmedest (elamurajoonidest). Regionaalne võrk on omakorda ühendatud riikliku võrguga.



Joon. 5. Regionaalne võrk ühendab omavahel regiooni peamised piirkonnad, näiteks maakonnad. Mõned peamised piirkonnad võivad olla ühendatud lähimate regioonidega.

2.4.4 Piirkondlik võrk

Piirkondlik võrk ühendab omavahel piirkonnasisesed võrgud.
Need võrgud on omakorda neist suuremate e regionaalsete ja neist väiksemate e piirkonnasiseste võrkudega ühendatud. Ühendus luuakse piirkonna peasõlme kaudu.



Joon. 6. Piirkondlik võrk ühendab omavahel suuremad piirkonnasisesed võrgud. Igas kohas on üks või enam sõlme, ühendussõlme (tõenäoliselt ka jaotussõlme), mis ühendavad võrguga lõppkasutajad – tellijad.

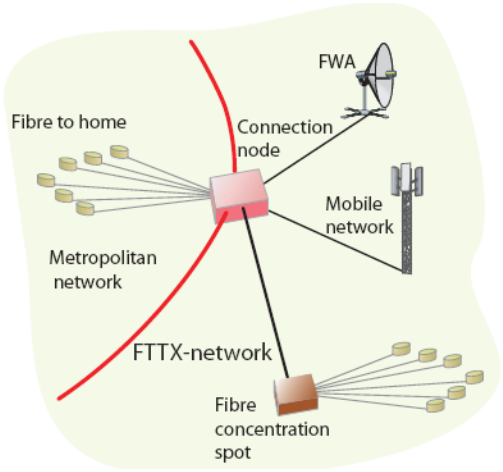
2.4.5 Linnavõrk

Linnavõrgud on linna või väheasustatud alade sees asuvate kohtade sisesed või vahelised võrgud. Need võrgud pakuvad lairiba-infrastruktuuri, mis vastab ka tulevikku suunatud nõuetele. Tellijateni jõudmiseks on lihtne luua tulusaid ühendusvõrkude lahendusi. Selleks tuleb kasutada mitmesuguseid olemasolevaid või alles planeeritavaid võrke. Need võrgud on otseühenduses peasõlme või jaotussõlmega (reserv), mis võib vajadusel olla kiudoptilise võrgu ristumispunktiks teise peasõlmega.

Joon. 7. Piirkondlik võrk (punased jooned) ühendab omavahel kohtade sisesed või väheasustatud ala võrgud. Ringikujulisel struktuuril paiknevad ühendussõlmed.

2.4.6 Ühendusvõrk

Ühendusvõrk ühendab tellijad või tellijate rühma ühendussõlmega. Varem kirjeldatud võrgud on tavaliselt paigaldatud ühismaale. Vastupidine kehtib üldiselt ühendusvõrkude kohta. Paljud ühendusvõrgud paigaldatakse eramaadele. Ühendusvõrguga on ühendatud tellijad eramajadest, ridaelamutest, korterelamutest, ettevõtetest, haiglatest ja ametiasutustest. Peale selle võivad olla ühendatud ka FWA- või WLAN-võrgud ning mobiilsidevõrkude antennid.



Joon. 8. Ühendusvõrk ühendab paljusid lõppkasutajaid.

2.5 Sõlme topoloogia – terminoloogia

Lairibavõrgus on hulk ühenduskohti, kus andmesidehulgad efektiivse voo saamiseks segatakse, multipleksitakse ja demultipleksitakse. Sõlmedes antakse andmepakettidele edastusteevalik. Võimalik on ka eri võrguomanike või operaatorite vaheline ühisliiklus. Kõige rohkem sõlmi kasutatakse lõppkasutajate ühendamiseks.

Sõlmed on kohad, mis on täidetud edastusseadmete, ristühendusseadmete, ühenduskappide, UPS-ide ja soojusjaamadega. Ühendussõlme vaadeldakse lühidalt edaspidi.

Riiklik sõlm

Regionaalne sõlm

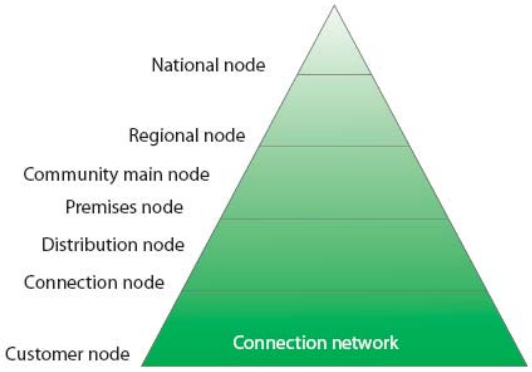
Piirkonna peasõlm

Piirkonnasisene sõlm

Jaotussõlm

Ühendussõlm

Kliendi sõlm



Joon. 9. Sõlme hierarhia

2.5.1 Riiklik sõlm

riiklik sõlm on ühendatud mitme riikliku ja rahvusvahelise võrguga. Turvatase on väga kõrge.

2.5.2 Regionaalne sõlm

regionaalne sõlm on ühendatud riikliku võrgu, regionaalsete ja piirkondlike võrkudega.

2.5.3 Piirkonna peasõlm

piirkonna peasõlm on ühendatud sama regionaalse ja piirkondliku võrguga.

2.5.4 Piirkonnasisene sõlm

piirkonnasisene sõlm on ühendatud piirkondliku võrguga. Väiksemates kohtades võivad lõppkasutajad ühendusvõrgu kaudu otse piirkonnasisese sõlmega ühenduses olla.

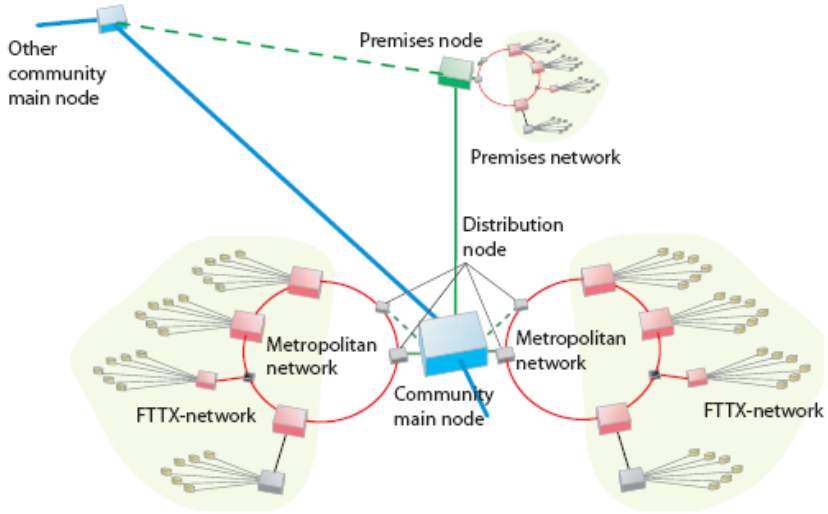
2.5.5 Jaotussõlm

Kui täpne olla, pole tegemist sõlmega. Pigem on tegemist ühendusväljaga reservi loomiseks piirkonnasiseses võrgus peasõlme rikke korral. Jaotussõlmes saab ühendusvõrgu algse sõlme asendamiseks teise peasõlme suunata. Jaotussõlm võib ristühendusena paikneda piirkonna peasõlmes või piirkondlikus sõlmes.

2.5.6 Ühendussõlm

See sõlm on ühelt poolt ühendatud piirkonnasisese võrgu ja teiselt poolt paljude lõppkasutajatega.

Seda sõlme käsitletakse selles käsiraamatus lähemalt edaspidi.



Joon. 10. Laiaulatuslik pilt piirkonna võrgust. Ühendusvõrk on siin defineeritud kui kiudoptiline võrk (FTTX).

2.6 Ühendusvõrk

Võrku, mis kõiki lõppkasutajaid ühendussõlmega ühendab, nimetatakse ühendusvõrguks. Võrk on tavaliselt osa kinnisvarast. Ühendusvõrk võib koosneda majasisestest või hoonetevahelistest võrkudest. Seega võib see hõlmata korterelamuid, eramaju, tööstuspiirkondi, haiglaid või kontoreid.

Ühendusvõrk on kõige keerulisem kiudoptilise IT-infrastruktuuri võrk. Iga ühendusvõrk on unikaalne ja vajab kõigi aspektide optimeerimiseks spetsiaalset planeerimist. Alusena saab kasutada mitmeid lahendusi, vaadake lisasid B, C ja D.

2.6.1 Kiudoptika ühendusvõrkudes

FTTX-võrku nimetatakse ka kiudpääsuvõrguks. Käsiraamatus on see defineeritud ühendusena KASUTAJASÕLMEST, näiteks eramajast esimesse aktiivsesse seadmesse, tavaliselt ÜHENDUSSÕLME. Seega on see osa IT-struktuurist, kus pole nõudeid reservile ning kiud võivad ühendussõlmest tähekujuliselt kasutajani olla ühendatud, vt joonis 8.

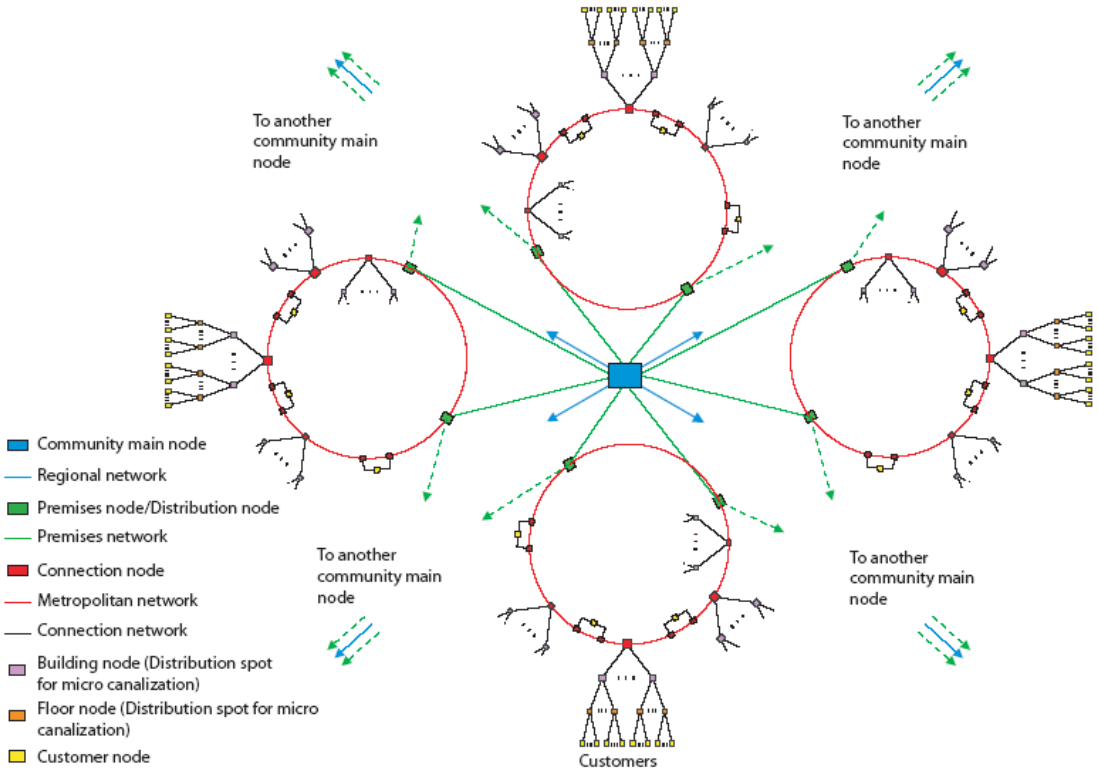
Pange tähele, et paljudes eraomanduses olevate võrkudega paikades asub aktiivne seade majasõlme hoone läheduses. Seega on selline võrk suhteliselt lühikene. Ühendussõlme on koondatud hulk omandisõlmi. Selline struktuur tähendab küll paljudel juhtudel väiksematele kuludele, kuid ei anna head arenguvõimalust. Kasutus- ja halduskulud suurenevad aladel, kus on aktiivsed seadmed mitmes sõlmes.

2.6.2 Kui suur on kiudoptiline võrk?

Sõltuvalt alast võivad vahemaad kasutaja ja ühendussõlme vahel olla 10 meetrist kuni 10 kilomeetrini. Enamik juhtudel on kiudoptilise võrgu suuruseks 300 kuni 2000 meetrit. Vahemaade haldamiseks soovitud 1 Gbit/s mahutavusega on vajalik üherežiimne kiud (SMF). Hetkel kasutatakse kiudoptilistes võrkudes mitmerežiimseid kiude, kuid sellised võrgud on tavaliselt lühemad (kuni 500 meetri pikkused). Neis võrkudes on vajalikud ka aktiivsemad seadmed.

2.6.3 Järgimiseks

Mõned selles käsiraamatus esitatud nõuded on suunatud kiudoptilisele võrgule ning neid ei tohiks rakendada kõigi optiliste võrkude osas.



Joon. 11. Üksikasjalik joonis väikese piirkonna võrgust, kus peasõlm asub keskel

	Piirkonna peasõlm
	Regionaalne võrk
	Piirkonnasisene sõlm / Jaotusõlm
	Piirkondlik võrk
	Ühendussõlm

	Linnavõrk
	Ühendusvõrk
	Hoone sõlm (mikrokanalite jaotuspunkt)
	Korruse sõlm (mikrokanalite jaotuspunkt)
	Kliendi sõlm

3 Kiudoptilise võrgu süsteemilahendused

3.1 Kiu tüübi valik – ühe-/mitmerežiimne

Kiu valik määratakse mitme parameetriga. Kõige olulisemad parameetrid on järgmised.

- Kiu tüüp (ühe- või mitmerežiimne)
- Hajuvus
- Optiline sumbumus

Üherežiimse kiu eelisteks on kõrge edastusmahutavus ja madal optiline sumbumus. Kui kiudoptilises võrgus kasutatakse üherežiimset kiudu, võib sama tüüpi kiudu kasutada terve võrgu ulatuses, et tagada läbipaistvus ja ühtsus. See lihtsustab ka hooldamist ja arendamist. Teiseks eeliseks on see, et vaja on hankida ainult üherežiimse kiu jaoks ette nähtud paigaldusvahendid.

Mitmerežiimne kiud võimaldab lihtsamate optoelektriliste komponentide kasutamist ja selliste võrkude maksumus on natuke väiksem. Kuid sellist kiudu saab kasutada ainult lühemate vahemaade korral (sõltuvalt tüübist kuni paar kilomeetrit).

Seega on kiudoptiliste võrkude infrastruktuuri arendamise eesmärgil soovitatav kasutada üherežiimset kiudu, nagu G652B, C või D (vt allpool).

G652A, B, C ja D on põhimõtteliselt sama tüüpi kiud. Tüüp A on madalama kvaliteediga kui B. C- ja D-kiud on madalama sumbumustipuga 1383 nm. Ainus C- ja D-tüübi vahe seisneb polarisatsioonimoodide hajumises (PMD). D-tüübi PMD on natuke madalam, kuid kõne all oleva kiudoptilise võrgu puhul ei mängi see suurt rolli. C- ja D-tüüpi saab kasutada vahemikus 1260 kuni 1650 nm.

Enamik kiudoptilisi võrke ehitati algselt mitmerežiimse kiuga. Selle põhjus juba mainiti. Kuna huvi kiudoptiliste võrkude vastu on suurenenud, on üherežiimsete kiudude ühendamiseks vajalike aktiivsete seadmete hind langenud. Seega on tänapäeval raske määrata, millised on mitmerežiimsete kiudude eelised üherežiimsete ees. Siiski on alasid, kus mitmerežiimseid kiude kasutatakse, kuid selles raamatus ei ole võimalik seda käsitleda.

Teiseks üherežiimse kiu kasutamise argumendiks on IEEE lOOOBase-LX- ja lOGbase-LX-soovitused.

Kiudoptilistes võrkudes soovitame esimese valikuna kasutada G652B-, C- või D-tüüpi.

Erand 1.

Tiheda asustusega paikades, kus vahemaad lõppkasutajast aktiivse seadmeni on alla 500 meetrit, võib paremini sobida mitmerežiimne kiud OM2 või OM3 [OM, vt viide 3].

Erand 2.

Teiseks erandiks on alad, kus juba on paigaldatud mitmerežiimne kiud ja kus tervel alal peab sama infrastruktuuri kasutama.

Sellisel juhul soovitame kasutada mitmerežiimset “giga”-tüüpi kiudu, st (OM2 või OM3), et võrku ka edaspidi arendada.

Enamik mitmerežiimsete kiudude tootjaid pakuvad suurema jõudlusega mitmerežiimseid kiude kui OM2- ja OM3-spetsifikatsioonide nõuded (vt tabel 2). Maksimaalseks vahemaaks peab olema 1000 m. See garanteerib edastuskiiruse 1 Gbit/s.

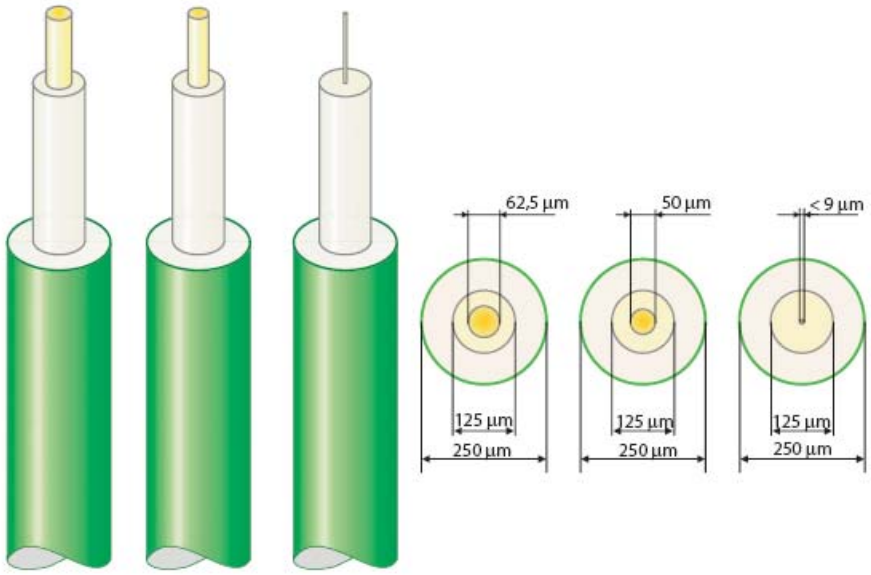
Tabelis 1 ja 2 on esitatud soovitatud kiudude mõned omadused.

Tabel 1. Kiudoptilise võrgu üherežiimsete kiudude omadused. Tavaline erinevus on 1383 nm.

Üherežiimne kiud	Sumbumus (dB/km) tüüpiline (max ITU)		Kromaatiline dispersioon (ps/nm x km) tüüpiline
	1310nm	1550 nm	1550 nm
G652B ja G652C	< 0,35 (0,4)	< 0,20 (0,25)	17

Tabel 2. Kiudoptilise võrgu mitmerežiimsete kiudude omadused. Täielikum tabel on esitatud juhendis SS-EN 50173-1.

Mitmerežiimne kiud	Sumbumus (dB/km)		Ribalaius MHz x km (üle täidetud)	
	850 nm	1300nm	850 nm	1300nm
OM2 (50µm või 62,5µm) IEC 60793-2-10 A1 a	<3,5	<1,5	500	500
OM3 (50µm) IEC 60793-2-10 A1 a	<3,5	<1,5	1500	500



Joon. 12. Optilised kiud, vasakult paremale, mitmerežiimne 62,5/125, mitmerežiimne 50/125 ja üherežiimne. Mitmerežiimse tuumik on 62,5 µm või 50 µm, üherežiimse kiu tuumik on umbes 8,3 µm.

3.2 Lõppkasutajate kiudude arv

Lõppkasutajate kiudude koguarv määratakse võrgus kasutatud optoelektriliste komponentide ja paigaldustehnoloogiaga. Enamik kakspunktühendussüsteemi ühendusi põhinevad kahe kiu lahendusel; üks kiud üleslüliks ja teine allalüliks.

Võrku projekteerides on tarvilik võtta arvesse ka tulevikus tekkivad nõuded, nagu uued rajatised, häired või muu.

On ka WDM-tehnoloogial baseeruvaid süsteeme, kus üles- ja allalülid paiknevad samas kius, kuid erinevatel lainepikkustel. Kiu hulk, ühenduste ja liitmike hulk väheneb poole võrra.

Võrgu uuendamiseks tulevikus peaks olema võimalik ühendada kaks kiudu.

Seega:

- kui paigaldatakse tavaline optiline kaabel, paigaldatakse kahekiuline kaabel ka juhul, kui algselt kasutatakse ainult üht kiudu;
- kui kasutatakse läbipuhumismeetodit, saab paigaldada ühe kiu. Läbipuhumismeetodi eeliseks on see, et kiudu on lihtne kahekiulise üksusega asendada.

Kasutamata kiude ei pea konnektoritega ühendama. Need võivad lahtiselt ühenduskappi või -paneeli jääda.

3.3 Kiudoptilise võrgu konnektorid

Riiklikes, regionaalsetes ja piirkondlikes võrkudes linnades ja linnade vahel tuleb kasutada suurema jõudluse ja kvaliteediga konnektoreid kui ühe lõppkasutajaga kiudoptilises võrgus. Kiudoptilise võrgu konnektorite üheks tingimuseks on erinev ette nähtud kvaliteet. Kasutada võib paljusid erinevaid konnektoreid (SC, LC, MU, MT-RJ jne, vt joonis 13). Valik tehakse hinna ja kvaliteedi suhte põhjal. Järgmisena leiate vaid mõned soovitused, mitte põhjaliku analüüsi.

- Üherežiimses süsteemis (WDM), kus igale tellijale on määratud üks kiud, kasutage konnektoreid SC, LC või MU.
- Eelnimetatud tüüpi duplekskonnektorite kasutamine kahe üherežiimse kiuga süsteemis annab mõningaid eeliseid.
- Mitmerežiimses süsteemis, kus igale tellijale on määratud kaks kiudu, kasutage duplekskonnektoreid, nagu SC, LC või MT-RJ.

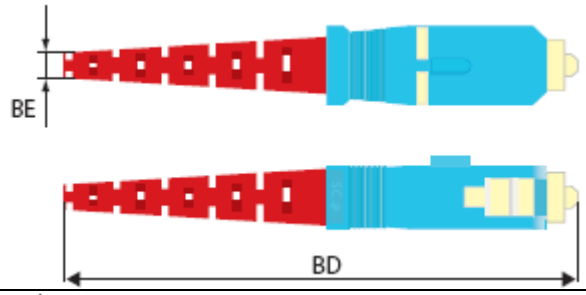
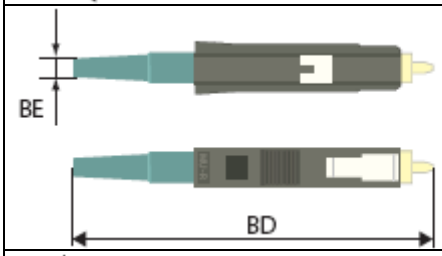
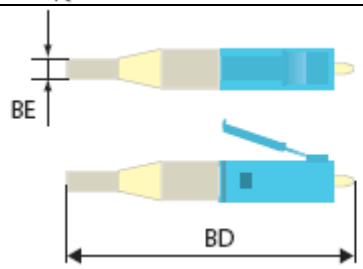
Süsteemilahenduste jaoks saab kasutada eri tüüpi konnektoreid. Üks võimalus on paigaldada ühendussõlme MU-konnektor ja lõppkasutajapoolsesse otsa SC-konnektor.

Kiudühendused saab monteerida tööpaigas või tarnida eelühendatud rullidena.
Üherežiimsete süsteemide korral soovitame vältida tööpaigal ühendamist. Tuleviku arengusuundade suhtes on oluline, et konnektorid on kvaliteetsed, et vältida soovitatud piirmäära ületavaid tagasipeegeldusi. Liiga kõrge tagasipeegeldus vähendab jõudlust.

Tabelis 3 on esitatud kokkuvõte digiedastusega kiudoptilise võrgu konnektorite optilistest spetsifikatsioonidest.

Tabel 3 – konnektori spetsifikatsioonid

Konnektori tüüp	Optiline sumbumus, tüüpiline (dB)	Tagasipeegeldus, tüüpiline (dB)
Üherežiimne	<0,5	<-35
Mitmerežiimne	<0,7	Määramata

	SC BD < 30 mm kui BE = 1,1-1,3 mm või BD <60 mm kui BE = 2,2-2,4 mm
	MU BD < 30 mm kui BE = 1,1-1,3 mm või BD <60 mm kui BE = 2,2-2,4 mm
	LC BD < 32 mm kui BE = 1,1-1,3 mm või BD <51 mm kui BE = 2,2-2,4 mm

Joon. 13. Erinevate konnektorite näited

3.4 Kiu jätkamine

Optilised kiud on tavaliselt sulatamise teel ühendatud. On ka teistsuguseid ühendusi, nagu mehaanilised ühendused.

ITU G.650 kohaselt annab hea sulatusühendus üherežiimsele kiule sumbumuse 0,05 - 0,2 dB. Ühendussumbumus pole paljudes süsteemides väga oluline, kuid ühenduse mehaanilise kasutusea tagamiseks soovitame kiud uuesti ühendada, kui sumbumus on suurem kui 0.3 dB.

Sulatuse või mehaanilise ühenduse sumbumus ei tohi ületada 0,30 dB.

Sulatusühendus tagab parima mehaanilise jõudluse (parem kui liimimine).

Kui kasutate määratud sumbumusega sulatusühendust, olge hoolikas, kuna hindamisalgoritmid ei pruugi täpsed olla. Iga ühendust tuleb kindlasti kontrollida, ühenduse sumbumusmäär peab olema õige.

3.5 Ühenduse projekteerimine

Ühenduse mõõdud arvutatakse järgmiste parameetrite alusel.

- Maksimaalne edastuskaugus
- Süsteemi optilise sumbumuse eelarve
- Kiu tüüp
- Konnektori sumbumus
- Ühenduse sumbumus
- Maksimaalne tagasipeegeldus
- Konnektori tüüp
-Vananemispiir

Mõned süsteemid vajavad ka järgmisi parameetreid.

- Lühima ühenduse pikkus
- Madalaim optiline sumbumus

3.6 Optiline eelarve

Kiudoptiline ühendus sõltub kasutatavatest optoelektrilistest komponentidest.

Kiu maksimaalse pikkuse valem on järgmine.

Märkus. Dispersiooni siin ei arvestata.

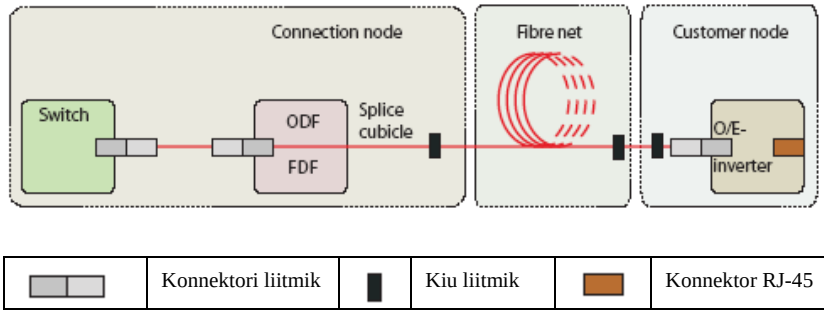
/max = (Opb-0 x Ca - bX Sa - ")/fs

kus

/max = kiu maksimaalne pikkus kilomeetrites
Opb = optoelektrilise süsteemi vajalik optiline võimsus dB
a = ühenduskonnektorite arv (kaks konnektorit = üks ühendus)
Ca = keskmine konnektori sumbumus (dB/konnektor)
b = kiudühenduse arv
Sa = keskmine kiudühendus (dB/ühendus)
n = vananemispiir, sees/väljas-suhe, temperatuurimuutused jne
Fs = kiu sumbumus dB/km

ÜHENDUSE ARVUTAMISE NÄIDE

Arvutage kiu maksimaalne pikkus, /max on kiudoptilise võrgu pikkus kasutajasõlmest ühendussõlme, vt joonis 14.



Joon. 14. Optilise sumbumuse arvutusmudel

Võrk paigaldatakse eelühendatud kiududega, see ulatub kasutajast ühendussõlme. Kiu otsad on sulatuse teel ühendatud eelühendatud ODF-iga (optiline jaotusraam). Paneeli ja kiu vaheline ühendus paikneb ühendussõlme ühenduskapis. Kiudoptiline ühenduskaabel ühendab omavahel kiu ja optoelektrilised seadmed. Paneelil on aktiivse seadme suunaline konnektorühendus. Teine ühendus paikneb võrgus. Kokku asub võrgus kolm konnektorühendust (a=3) ja kolm kiuühendust (b=3).

Standardse üherežiimse kiu optilise 1550 nm ühenduse sumbumus on F_a, on 0,22 dB/km. Kiu kogusumbumus on seega 0,22x/max.

Võrk ühendatakse SMF-konnektoritega, sumbumusega, C_a, 0,5 dB ühe konnektori kohta. Konnektorite kogusumbumus on seega 3x0,5=1,5 dB.

Kiuühenduste sumbumuse (S_a) eeldatav väärtus on 0,3 dB ühenduse kohta. Kiuühenduste kogusumbumus on seega 3 x 0,3 = 0,9 dB.

Selle näite puhul on eeldatav optiline võimsus 0_{pb} max 7 dB. Kiude, konnektorite ja ühenduste kogusumbumus ei tohi seega ületada 7 dB. Vananemismärgiks on valitud 1,5 dB (see väärtus on näitlik). Kiu maksimaalne pikkus on seega järgmine.

Optiline võimsus (O_{pb}) >= kiu sumbumus (F_a x $/_{max}$) + konnektori sumbumus (a x C_a) + kiu ühenduse sumbumus (b x S_a) + 1,5 (n)

või

$$7,5 >= 0,22\ X/_x+3x0,5+3x0,3+1,5$$

mis annab tulemuseks /max = < 16 km

Kui võimsuse määraks on 7,5 dB, on maksimaalne kaugus 16 km. Et tulevikuarenguks piisavalt palju ruumi jätta, peaks võimsus väiksem olema ja pikim kaugus peaks olema alla 10 km. Sellisel juhul saab vajadusel kiudu jätkata.

Iga uus jätk vähendab vahemaad umbes 1,4 km võrra.

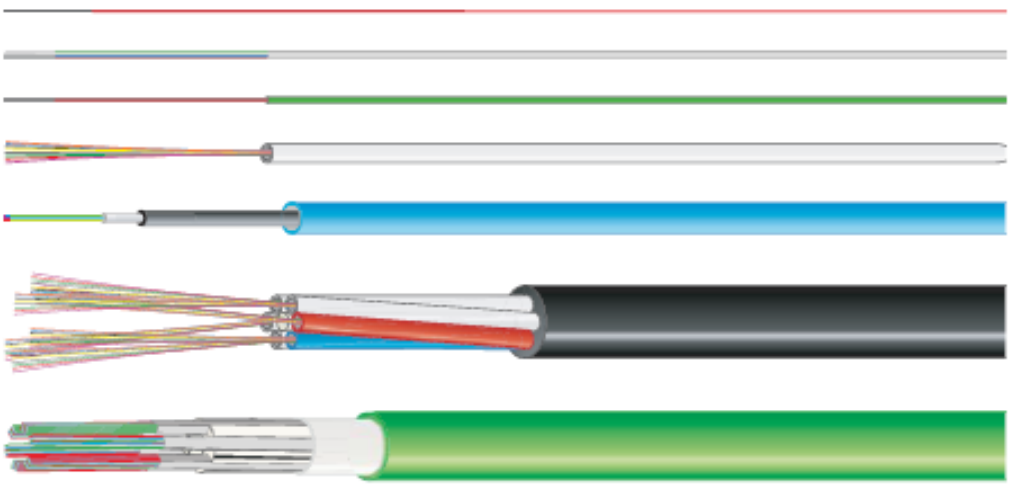
Suurema sumbumuse ja madalama võimsusega mitmerežiimse kiu puhul on vahemaa tavaliselt veel lühem (tavaliselt < 0,5 km).

Märkus. Kõigi rakenduse tüüpide puhul saab võimsus olla märksa suurem, siis on ka vahemaad pikemad.

Mitmerežiimse kiu dispersioon on piiravam kui üherežiimse kiu puhul. Üherežiimse kiudoptilise süsteemi dispersioon on kaduvväike.

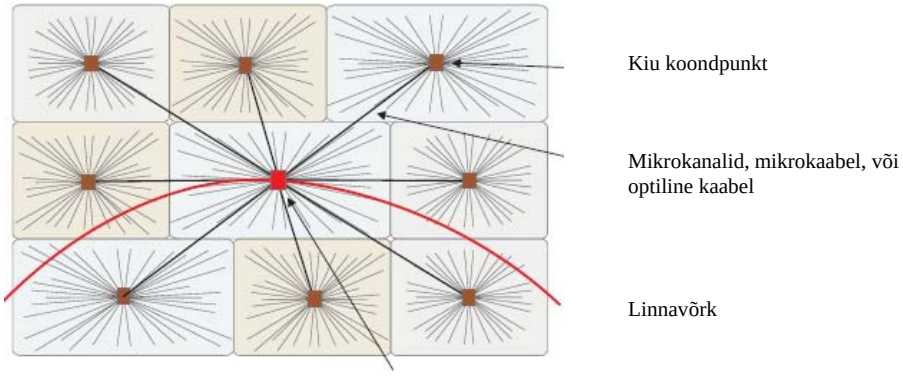
3.7 Kiudoptiline kaabel, mikrokaabel ja läbipuhumissüsteem

Kiudkaabli või mikrokaabli võib otse maapinda paigaldada või torudesse puhuda. Kasutada võib ükskõik kumba meetodit. Tulusam meetod sõltub topoloogiast ja võrgu keskkonnast.



Joon. 15 - ülevalt alla: ühekordselt kaetud kiud (Ø 0,25 mm), kolm erinevat sekundaarkattega kiuüksust - neljakiuline lint (1,1 x 0,4 mm), tiheda kattega (Ø 0,9 mm) ja lahtine toru (ca Ø 3 mm), mikrokaabel mikrotorudes, tavaline kaabel lahtistes torudes ja lintkaabel. Need kõik võivad olla osa kiudoptilisest võrgust.

Geograafiliselt hajusates ühendusvõrkudes, nagu elamu- või tööstusrajoonid, kasutatakse läbipuhutud kiudu, mikrokaableid ja tavalisi kaableid. Mikrotorud saab paigaldada ühe või mitme koondpunktiga aladele/hoonetesse. Sõltuvalt kiu tehnoloogiast saab kiudu mikrotorudesse erinevates suundades puhuda. Koondpunktis kiud ühendatakse kaabliga (tavaliselt torru paigaldatud) ühendussõlme, vt joonis 16.



Joonis 16. Kärgedena planeeritud kiud, kus kiud on koondatud ühte punkti - ühendussõlme.

Majanduslikult ei ole kasulik kõiki kiude kohe paigaldada, välja arvatud väike lisa koondsõlme. Säästlikum on paigaldada odavamad kaablid ja vähem konnektoreid ning jätke. Ühendus- ja koondsõlme vaheline kanal peab sobima ka mikrokaablite jaoks, mis paigaldatakse hiljem, kui kliente lisandub. Kõige õigem on sel juhul paigaldada torud, mis sobivad üle 24 kiuga mikrokaablite jaoks.

Maa- ja elamurajoonide juures võib tavalise kaabli asemel paigaldada mikrotorudesse puhutavad kiud-/mikrokaablid. Paigalduskulusid saab vähendada, kui esmalt paigaldada mikrotorud ning seejärel kiud või kaablid torudesse puhuda. Sellisel juhul vähendatakse kiu jätkamise kulusid. Selline tehnoloogia muudab parandustööd lihtsamaks ja võimaldab kiude vahetada või paigaldada rohkem kiude, sest sama toru saab kasutada mitu korda.

Väheasustatud alal, kus on mõned üksikud majad, on majanduslikult kõige ökonoomsem lahendus kaabelühendus.

Kui kasutatakse kiu läbipuhumismeetodit, koondatakse mitu ühendust ühte mikrokaablisse või tavalisse optilisse kaablisse. Seda nimetatakse kiu koondpunktiks.

Üksikuid kiude, kiukomplekte (lindid või kimbud, vt joonis 19) ei tohi kunagi vabalt kaablikaevu või maha kerida, sest nii võib kiud puruneda ja saada niiskuskahjustusi. Mikrokaablit saab kerida samamoodi nagu tavalist kaablit.

Tellijapoolses otsas tuleb kasutada eelühendatud kiude või harjasaba; need on väga kvaliteetsed konnektorid. Tuleviku arengusuundade suhtes on oluline, et konnektorid on kvaliteetsed, et vältida soovitatud piirmäära ületavaid tagasipeegeldusi. Liiga suur tagasipeegeldus võib süsteemi jõudlust vähendada. UPC-konnektori kvaliteet on koos tagasipeegeldusega parem kui -50 dB. Ühe ala kõigi konnektorite vahetamine võib olla väga kulukas.

3.8 Lahendused – kaabel ja läbipuhumine

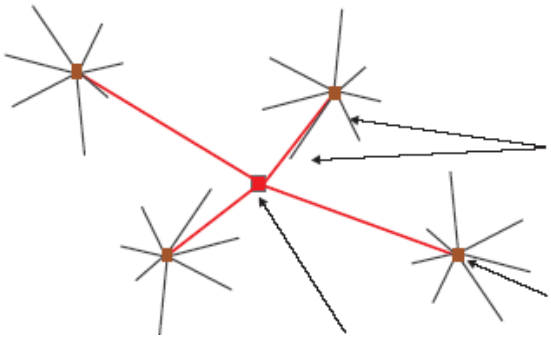
Paljudel juhtudel soovitakse kasutada kaablite, mikrokaablite ja läbipuhutud mikrotorude kombinatsiooni. Järgmisena leiate kolme teguri käsitlused: kiu maht, kiu pikkused ja paigaldus.

3.8.1 Kiu maht

Optilised ja mikrokaablid sobivad tiheda asustusega paikade jaoks, et vähendada paigalduskulusid, sest torud koondatakse ühte punkti (ühenduskapp), kus kõik kiud jätkatakse ühe kaabliga, mis on ühendussõlme paigaldatud. Kaabli kiudude ja torude arv määratakse nii, et neid saab pikendada, ilma et peaks edasi kaevama.

3.8.2 Kiu pikkus

Väheasustatud paikades on odavam ala geograafiliselt jaotada.
Iga tellija on ühendatud kiu koondpunktiga ja sellest punktist on optiline kaabel ühendussõlmega ühendatud (vt ülalpool).



Joon. 17. Kiu struktuur väheasustatud paigas

3.8.3 Paigaldustingimused

Sõltuvalt rakendusest saab optilisi kaableid erinevalt paigaldada: torupaigaldus, otse maapinda paigaldamine, veealune või õhukaudne paigaldus.

3.9 Mikro- ja multitorude mõõdud

Ühendusvõrgus eelistatakse mikrotorude süsteemi. Mikrotorude süsteem ehitatakse ühe või mitme mikrotoruna. Hilisemad kiukomplektid või mikrokaablid saab nendesse torudesse puhuda, vt joonis 20 ja 21.

Mõõdud erinevad sõltuvalt tehnilisest lahendusest. Üldiselt soovitatakse kasutada suurema hulga kiudude jaoks torusid, kui vahemaa on pikem ja kiude on rohkem kui 24.

Paljude ühendustega paikades soovitame paigaldada mikrotorud, et ka hilisemad teenusetellijad süsteemiga ühendada. Eesmärgiks on üks mikrotoru iga potentsiaalse kliendi jaoks.

On olemas kaks peamist mikrotorude tehnilist lahendust.

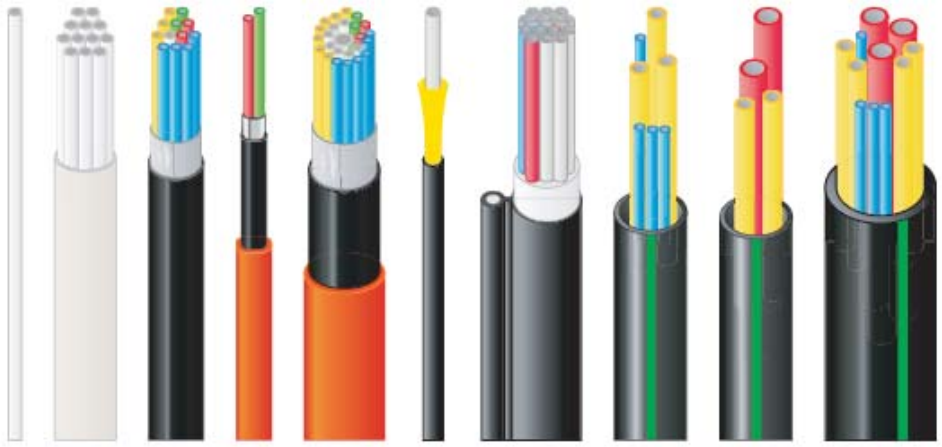
Esimesel juhul paigaldatakse mikrotorusse üksikud kiud. Välilahenduse korral peavad mikrotorud niiskuskindlad olema. Seetõttu on need metalse kilega kaetud. Ka kõik jätkamispaigad peavad olema niiskuskindlad.

Mikrotoru – kaitseb üksikuid kiude või kiukomplekte ka kapis või kaevus. Läbipuhumise vahemaa ei tohiks ületada 1000 m.

Teisel juhul paigaldatakse mikrotorru mikrokaabel. Mikrokaabel asub tavaliselt tugevdatud ja geeliga täidetud kestas. Selline kaabel on õhuke ja elastne. Sellisel juhul ei pea mikrokaabel täiesti niiskuskindel olema. Mikrokaablit saab kaablikaevudesse kerida. Hästi projekteeritud kaabli saab sellise lahenduse korral kuni 2500 meetri pikkuselt puhuda.

Mikrotorusid on eri tüüpi.

- Lahtised mikrotorud paigaldamiseks uutesse või olemasolevatesse HDPE-kanalitesse, standardsuurusega (16/12, 25/21, 32/26, 40/32 või 50/41). Eriseadmetega saab seda tüüpi mikrotorud torudesse olemasolevate kaablite kõrvale paigaldada.
- Leegiaeglustiga halogeenivabad mikrotorud siseruumidesse paigaldamiseks.
- Multitorud siseruumidesse paigaldamiseks.
- Multitorud paigaldamiseks ühendtorudesse, millel on niiskuskindel kiht, et neid välitingimustes kasutada.
- Multitorud paigaldamiseks ühendtorudesse, millel on niiskuskindel kiht, et neid otse liivasesse ja kivideta pinda paigaldada.
- Elektripostide külge paigaldamiseks. Seda tüüpi kaablile saab lisada tugivahendina tugevdatud või aramiidkiuga kandekaabli.



Joon. 18. Valik mikrotorusid kiudude ja mikrokaablite läbipuhumiseks, vt lisa A.

Mikrotorudel on palju eri tootjaid, seetõttu tuleb jälgida, et nende mõõdud oleksid ühesugused.

Kiudoptilise seadmestiku soovitatavad mõõdud on järgmised.

- Sisetingimused - tavaline paigaldus: välimine/sisemine läbimõõt 5/3,5 mm, lühemate vahemaade puhul (<300 m, nt korterelamus) 3/2 mm.
- Välistingimused - tavaline paigaldus: välimine/sisemine läbimõõt 5/3,5 mm.
- Välistingimused - pikad vahemaad: välimine/sisemine läbimõõt 8/6 mm.

Kiudoptilise võrgu mikrotorude ja läbipuhutavate mikrokaablite normaalmõõdud.

- 4/2-5/3,5 mm, väheste kiududega mikrokaabli välimine/sisemine läbimõõt.

-7/5,5-8/6 mm, kuni 20-24 kiuga mikrokaabli välimine/sisemine läbimõõt.

- 10/8 mm kuni 72 kiuga mikrokaabli välimine/sisemine läbimõõt.

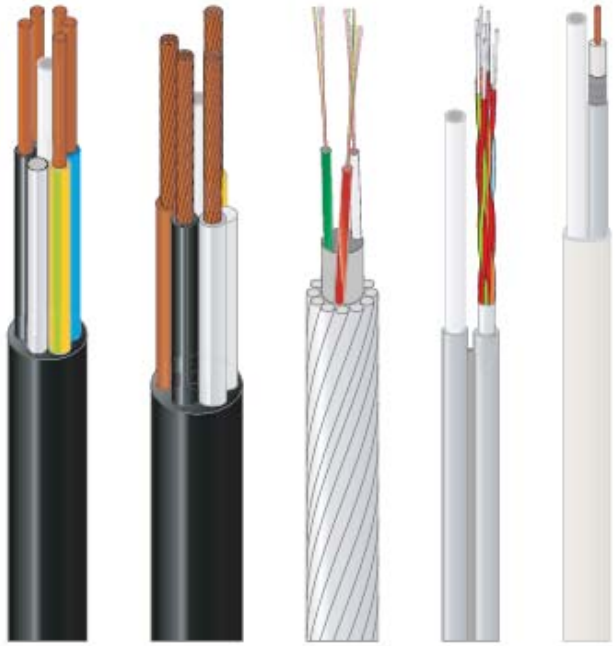
Märkus. Kontrollige kindlasti, et torude ja kaablite mõõdud on vastavad, et neid saaks koos kasutada.

3.10 Hübriidkaablid ja läbipuhutavad torud

Uute ehitiste juures saab paigaldada elektrihübriidkaablid ja kiudoptilised kaablid. Lisaks saab paigaldada toitekaabli koos mikrotorudega ning kiud hiljem läbi puhuda. See vähendab kiudoptika paigalduskulusid. Kasutada saab erinevat tüüpi hübriidkaableid, vt joonis 19: mikrotorudega toitekaablid kiudude läbipuhumiseks ja sisseehitatud kiuga (OPGW, optilise võrgu maandusjuhe), et saada ühendussõlme jaoks kõrgepingevõrgust toidet. Samal joonisel on ka mikrotorud koos 5. kategooria kaablite ja koaksiaalkaablitega.

3.11 Kiudoptilise võrgu paigaldamine sisetingimustes

Sisetingimustes eelistatakse kasutada kiudude läbipuhumist. Need puhutakse mikrokanalitesse. Sellises keskkonnas ei pea kaablitel kaitsekihti olema. Kiud saab lihtsamaks korrastamiseks ja märkimiseks kimpu koguda. Nii kiukimbule kui ka üksikule kiule saab kaitseümbrise lisada. Suure hulga kiudude haldamiseks võib ka sisetingimustes kaableid või mikrokaableid kasutada.



Joon. 19. Hübriidkaablid – vask- ja optiline kaabel. Vasakult paremale viie 10 mm^2 konduktori ja keskmise mikrotoruga toitekaabel, nelja 16 mm^2 konduktori ja keskmise mikrotoruga kaabel. OPGW-kaabel, mikrotoru ja 5. kategooria kaabli kombinatsioon ning mikrotoru ja koaksiaalkaabli kombinatsioon.

3.12 Kiudoptilise võrgu paigaldamine välistingimustes

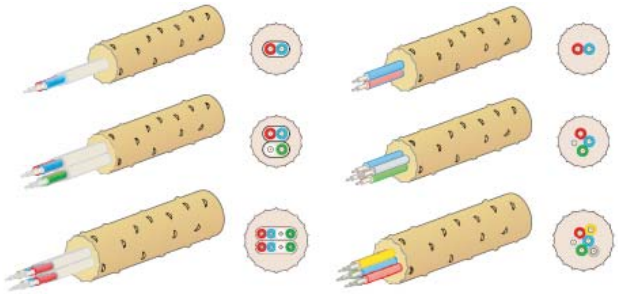
Pikkade vahemaade puhul saab kasutada mikrotorusid, mikrokaableid või tavalisi kaableid. Kuna kaabli saab kiiresti paigaldada ja seda on lihtne edasi arendada (mikrokaabel), on neil tehnoloogiatel teatud eelised.

Üldine kiudoptiline võrk on kombinatsioon sise- ja välispaigaldusest. Seega soovitame järgmist.

- Puhuge kiud läbi mikrokanalite, mikrokaablid kiu koondpunkti. Veenduge, et kasutate välistingimustes õiget mikrotoru.
- Koondpunktist ühendussõlme viiv mikrokaabel peab olema paigaldatud õigesse torru või kasutage tavalist kaablit.
- Kui koondpunkti ei kasutata ning vahemaad on lühikesed, tuleks kasutada kiudude läbipuhumist.

3.13 Kiudude läbipuhumine

Läbipuhutavaid kiude on mitut tüüpi. Kui korraga puhutakse läbi rohkem kui üks kiud, soovitame need lihtsamaks haldamiseks korrastada ja märkida. Kasutada võib kiudude linte või komplekte.



Joon. 20. Läbipuhutud kiud, kahekiuline lint, 2 kahekiulist linti, 2 neljakiulist linti ja üksikute kiudude komplektid (ühes komplektis 1-8 kiudu).

3.14 Läbipuhutavad mikrokaablid

Müüakse ka süsteeme, kus on väga peenikesed kaablid, mis puhutakse mikrotorudesse. Selle tehnoloogia abil saab ka tavalisi kaableid asendada ning mitme tellija kiude võrku koondada. Mikrokaablite kohta kehtiva nõude kohaselt tuleb kasutada ainult teatud tüüpi ja mõõtu mikrokaableid, et tagada standardne võrguareng. Kasutada saab ka mitmekiulist kaablit.

Joon. 21. Läbipuhutud mikrokaablitega mikrotoru

3.15 Läbipuhutavad kaablid

Kui tehnoloogia ja vahemaa seda võimaldavad, saab läbi puhuda optilisi kaableid.

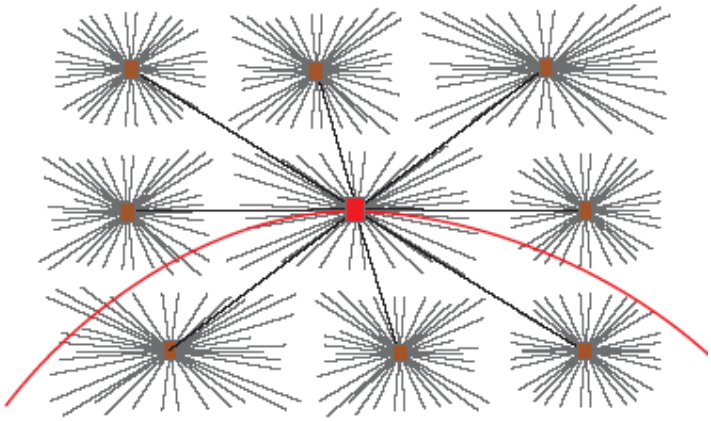
3.16 Eelühendatud kiud

Kõiki kiude on võimalik ka hankida sellisel kujul, kus nad on ühest otsast eelnevalt ühendatud. See vähendab paigaldusaega ning tagab konnektori hea kvaliteedi. Eelühendatud kiud sobivad läbipuhumiseks, kui vahemaa on alla 500 m.

Alternatiivseks meetodiks on konnektorite sulatusühendamine töö käigus, nn rullid.
Rull on umbes ühe meetri pikkune kiud või kiu paar. Konnektor on tehases monteeritud ja testitud. Üherežiimse süsteemi konnektori kvaliteet on selle edasise arendamise suhtes väga oluline.

3.17 Ühendussõlme ruumi ehitamine

Järgmises jaotises kirjeldatakse ühendussõlme ruumi projekteerimist.
Ühendussõlm on koht, kus kiudoptilise infrastruktuuri ühendused on liidetud jaotussõlme või piirkonna peasõlme ja iga tellijaga.
Sõlm on ühenduspunktiks piirkonnavõrgu ja eraomandivõrgu vahel.
Sõlm on piirkonnavõrgu viimane punkt ja samas ka ühendusvõrgu keskus. Ühendussõlm koosneb aktiivsetest ja passiivsetest seadmetest.



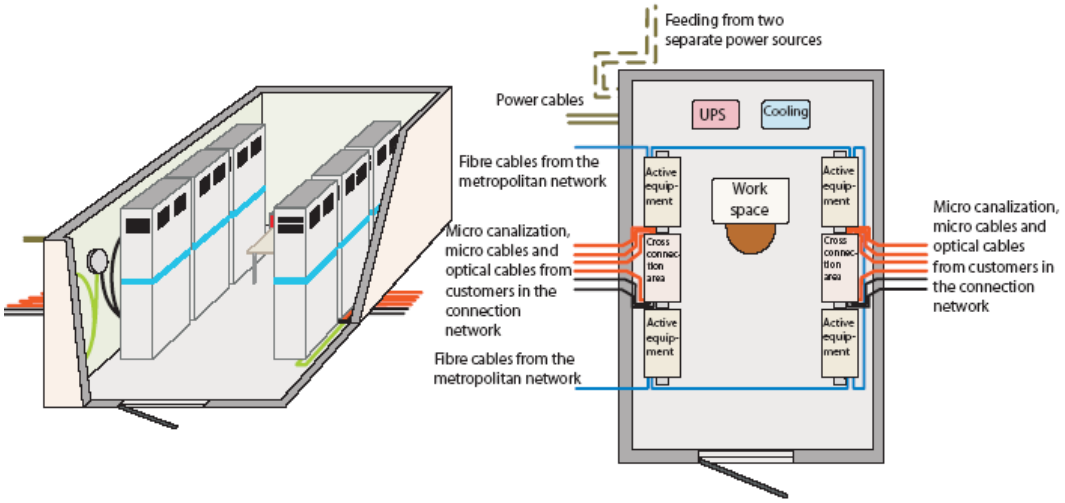
	Ühendus kliendiga		Kiu koondpunkt		Ühendussõlm		Linnavõrk

Joon. 22. Ühendussõlm on kiudoptilise võrgu keskus.

Ühendussõlme aktiivsed seadmed teenindavad nii piirkonnavõrku kui ka tellijaid. Sõltuvalt võrguprojektist võivad piirkonna peasõlm ja jaotussõlm asuda ühes kohas. Reservi saamiseks tuleb ühendussõlm peasõlmega kahes kohas ühendada, kui võimalik siis jaotussõlme kaudu, nagu on kirjeldatud 2. osas.

Jaotussõlm võib olla ristühendus, millega saab piirkonnavõrgu ühest peasõlmest teise ühendada. Sellega tekitatakse piirkonnavõrgu reserv. Sõlmede hierarhias ei peeta jaotussõlme sõlmeks.

Ühendussõlme füüsilised nõuded sõltuvad ühenduste arvust. Suuremal alal võib vajalik olla 10-30 m^2 suurune ruum. Väiksemal alal aga võib piisav olla ainult väike kapp lukustatavas üldruumis. Kui seda ruumi kasutatakse külmladustamiseks, võib sõltuvalt sõlme suurusest ja tähtsusest vajalik olla UPS, vargakaitseseade, tuletõrjealarm ja parooliga kaitstud sisselogimisfunktsioon. Lisateavet leiate Post- och Telesryrelsen väljaandes "Utformning av sakerhet i noder".



Joon. 23. Väikese sõlmeruumi näide

Ühendussõlme ruumi seintel võivad olla raamankrud, mis on vajalikud kaablite ja kanalite paigaldamiseks. Aktiivsete ja passiivsete seadmete alused saab paigaldada seina äärde.

Piirkonnavõrgu kaablid ühendatakse, ristühendatakse või jätkatakse passiivses kiu jaotusvõrgus, kas ühes või mitmes moodulis. Tõenäoline on, et piirkonnavõrku ühendatakse maksimaalselt kahe mikrokaabliga (mõlemas kuni 96 kiudu) sõlm. Paljud kiud läbivad sõlme aktiivse seadme, et ühenduda järgmise ühendussõlmega. Ülejäänud kiud ühendatakse sõlme aktiivse seadmega.

Üks või mitu alust (või aluse osa) on ette nähtud sisenevate ja väljuvate kiupaaride otste jaoks kõigi sõlme vastuvõtuala tellijate jaoks. Seda meetodit saab kasutada 50 maja kuni tuhandete korterite ja kontorite puhul.

Olenevalt sõlme aktiivse seadme tüübist ühendatakse piirkonnavõrku aktiivse seadme kiurühmast vähemalt üks kiupaar. Teenusepakkuja võib valida ühendussõlmes ning seega võib iga teenusepakkuja ühendussõlme oma seadmed paigaldada. Seega töötab piirkonnavõrk kui " must kiuvõrk", kus teenusepakkujad kiudusid rendivad. Sellisel juhul on kiupaaride hulk peasõlmes väiksem, kuid sõlmes on vaja tugevamaid aktiivseadmeid. Kui rakendada hierarhias suurema mahutavusega teenuseid, esitatakse sarnased nõuded ka alumistele aktiivseadmetele.

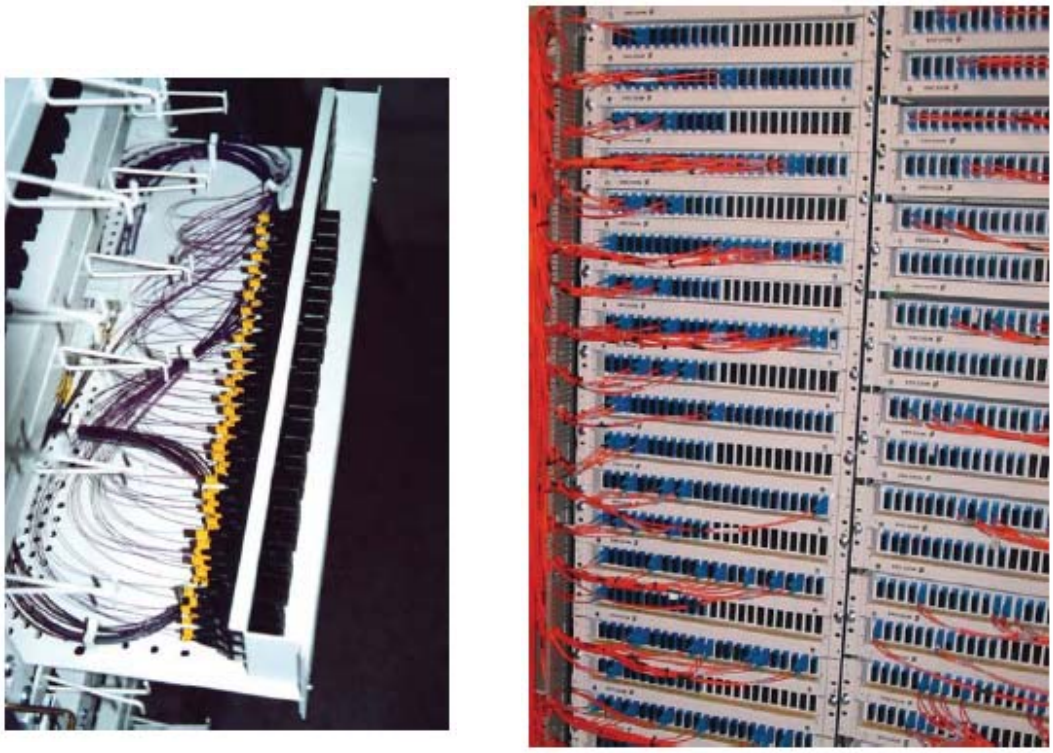
See osa ühendussõlmes, mis on ühendatud ühendusvõrgu kasutajasõlmedega, vajab suuremat kiujaotusvõrku. Täielik 19"- või ETSI-riiul mahutab kuni 1000 ühendatud kiupaari. Üksteise kõrvale saab paigutada mitu riiulit.

Ühendussõlm hõlmab paljusid ühendatud kiudusid: 8-96 kiudu piirkonnavõrgust ja kaht kiudu igalt kasutajalt. Täiesti tavaline on rohkem kui tuhat lõpetatud ja ühendatud kiudu. Seega on kiudude märkimine ja dokumenteerimine paigaldamise ajal väga oluline.

Sõlme maksumuse vähendamiseks ei tohiks lõpetusvälja kasutada seadmete ja võrgu ühendamiseks, vaid ühendus tuleks luua otse aktiivse seadme võrku ühendamise paneelil.

Ruumi ja kulude säästmiseks on vaja suure tihedusega kiudühendusi, vt joonis 24. Neid kiupaare ei taasühendata tihti ja seega võib need väga tihedalt pakkida.

Piirkonnavõrgu optiliste kaablite otsad ei paikne samas riiulis, sest see muudab nende kaablite ja konnektorite hooldamise raskemaks.



Joon. 24. Ristühenduspaneel paljude tellijate ühendamiseks. Vasakul pool on suurendatud kujutis

3.18 Ühendussõlme sõlmeruumi toitmine elektriga

Sõlme saab elektriga toita mitmel viisil, kuid kulude kokkuhoiu eesmärgil soovitame voolu võtta kohalikust elektrivõrgust. Siiski võivad pikad voolukatkestused kõigile, kes võrguga ühendatud on, (ettevõtted, koolid) väga kulukad olla. Väga olulised sõlmed võivad vajada sekundaarset kaugvooluallikat.

Niinimetatud "varutoiteallika" nõue, mida on kasutatud optiliste lahenduste vastuargumendina, ei kehti enam. On olemas mitu akudega lahendust, UPS-i, mis suudavad ühendussõlme lühikese elektrikatkestuse ajal toita.

3.19 Ühendussõlme maandus

Eraldi toite- ja sideallikatel hoonetes, nt sõlmedes, on ka omad eelised. Kiudoptikal põhinevaid infosüsteeme saab paigaldada eri viisidel, sest nende süsteemide kohta ei kehti samad reeglid mis elektrijuhtidele (metallist). Välditakse probleeme maandusvoolude, galvaanilise eraldamise ja piksevarrastega.

Kui välistingimustes kasutatakse metallist niiskuskaitsmega hübriidkaableid ja mitme kanaliga süsteeme, soovitame süsteemi hoonesse viia peamaanduse kaudu, vt "SEK Handbok 413 Potentialutjamning i byggnader" ja "Elforsk rapport 00:12 Elsystem, jordning och transientskydd". Lisateavet soovitame otsida teistest selleteemalistest väljaannetest.

4 Võrgu projekteerimine

Sellest osast leiate kiudoptilise võrgu projekteerimise juhised. Kirjeldused on ette nähtud võrgu projekteerimise ja planeerimise mudelina.

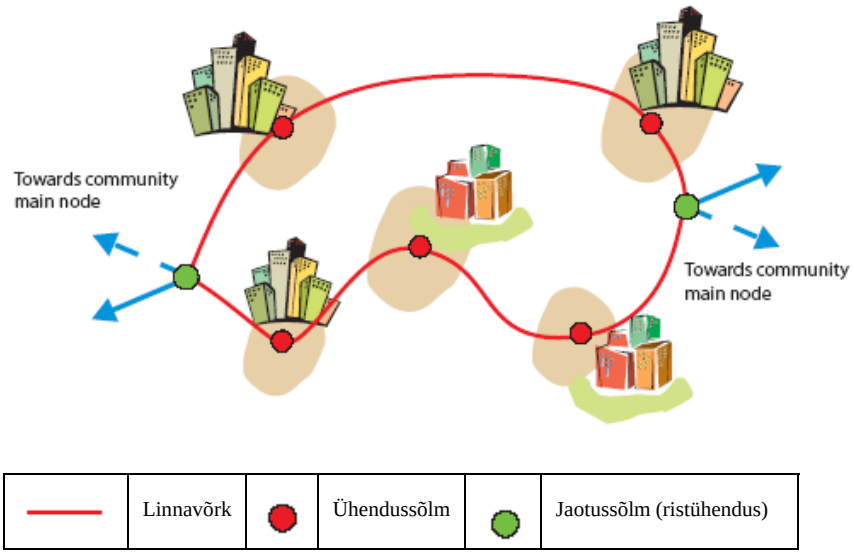
Iga süsteemi projekti eesmärgiks on leida parim lahendus igale keskkonna tüübile. Iga projekti tulemuseks on mitu reaalset alternatiivi, millest saab valida ühe. Seega on oluline leida igale keskkonnatüübile parim optimaalne lahendus. Süsteemi saab projekteerida edukalt siis, kui kohalikku ala hästi tuntakse ning sellel alal on laialdasi kogemusi.

Võrgulahendus oleneb piirkonnatüübist ja karakteristikast. Optimaalne lahendus hõlmab endas madalaid kulusid ja funktsioneerimise, hoolduse ja esteetika kvaliteeti. Allpool on esitatud erinevat tüüpi alade põhireeglid.

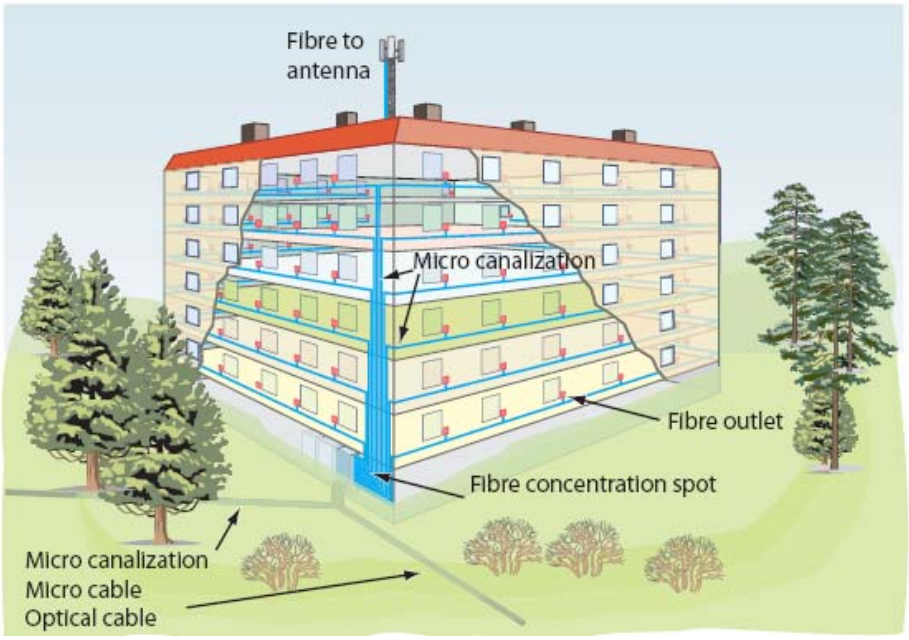
4.1 Korterelamute piirkond

Korterelamute piirkond koosneb mitmest omandist, mis asub tavaliselt mitmel korrusel. Need omandid on piiratud ala sees rühmitatud. Tavaliselt toimub rühmitamine 100 m kuni 1 km raadiuses ja korterite hulk varieerub 100 kuni 5000. Kui olemasolev ühendussõlm on ligipääsmatu, paigaldatakse uus ühendussõlm ala keskele. Sõltuvalt kasutatud kiu tüübist ja edastusseadmetest on ala teatud määral piiratud. Lisaks on seatud piirang ühendussõlme ühendatavate lõppkasutajasõlmede arvule.

Sellistel aladel (vt joonis 25) on tihti võimalik ala võrk omandi ühendussõlmega ühendada, mis tähendab, et ühenduskappe pole vaja. Siiski võivad ühenduskapid vajalikuks osutuda. Ühendussõlm ühendatakse võimaluse korral kahe jaotussõlmega (ristühendussõlm, vt jaotist 2.5.5) piirkonna peasõlmega. Korterelamu iga ühendussõlme jaoks jaotatakse vähemalt kaheksa kiudu.



Joon. 25. Korterelamute võrgu ala



Joon. 26. Korterelamu ristlõige

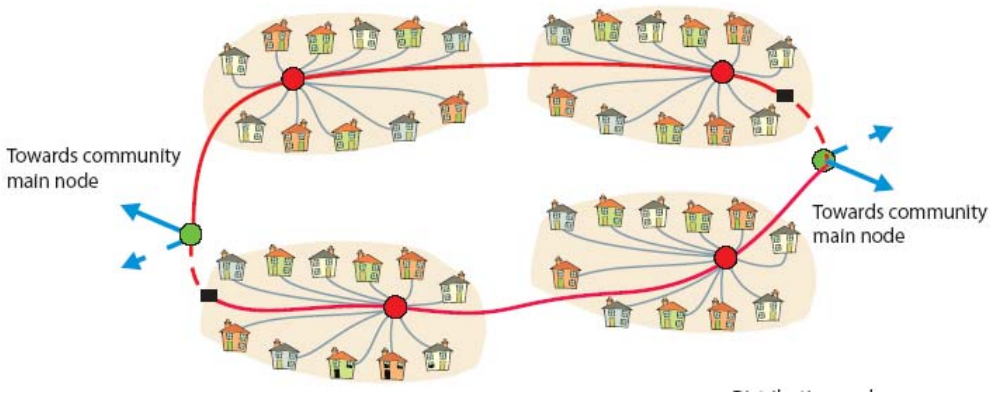
Kui kiud paigaldatakse korterelamusse, minimeeritakse ühenduspunktide arvu paigalduskulude vähendamiseks ja ühendusteks tarviliku ruumi vähendamiseks. Ühendamine ja kiudude kontsentreerumine toimub tavaliselt omandi keldris või esimesel korrusel.

Kiud saab paigaldada keldri ühenduskappi eraldi kaablitena, mis lähtuvad igast korterist (eelistatud variant), või puhuda kiud ühenduskappi mikrokanalite kaudu.
Väheste korterite/kontorite puhul saab mitme hoone kiuühendused ühte ühisesse ühenduspunkti koondada. Kiudoptiline võrk lõpeb igas korteris optilise kaabli pesaga.

Korterelamutes ühendatakse kiudoptilise võrguga tavaliselt kõik korterid, isegi siis, kui mõned neist pole aktiivselt ühendatud. Selline strateegia on äärmiselt efektiivne, eriti nendes korterites, kus seadmestikku tuleb tihti ümber paigutada.

4.2 Eramud ja ridaelamud

Eramute ja ridaelamute ühendussõlm paigaldatakse selleks sobivasse kohta. Kakspunktühendus luuakse maja ja ühendussõlme vahelise kiupaariga. Sõlm ühendatakse seejärel võimaluse korral kahe jaotussõlme kaudu peasõlmega. Võrgu suurus oleneb kasutatud tehnoloogiast. Ühendussõlme suurus määrab ühendatavate kasutajate arvu.

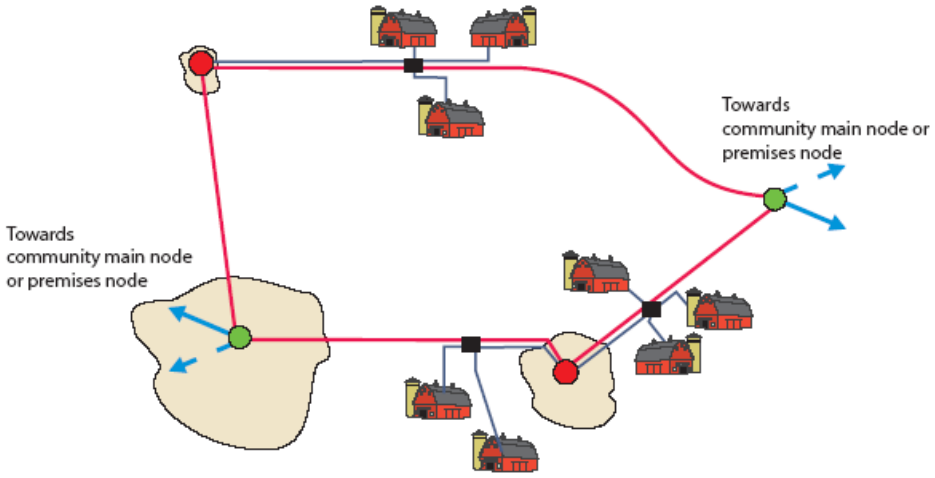


	Linnavõrk		Ühendussõlm		Jaotussõlm (ristühendus)
	Linnavõrk (reserv)		Ühenduspunkt		Ühendusvõrk

Joon. 27. Eramute/ridaelamute ühendusvõrk

Mõned majad pole laienduse kaudu kiudoptilise võrguga ühendatud. Siiski peab ala olema valmis kõigi majade ühendamiseks. See tähendab järgmist.

- Kui kasutatakse kiudude läbipuhumist, paigaldatakse mikrokaablite või kiudude mikrotorud nii, et majad, mis pole veel ühendatud, saab hiljem lihtsalt harutoruga ühendada. Sellisel juhul pole kiudude ühendamine vajalik, sest torud on juba ühendatud ja kiud puhutakse läbi terve torusüsteemi. Seega on kiudude läbipuhumine eramute ja ridaelamute puhul hea alternatiiv.
- Ühendussõlme toru peab hilisema arendamise eesmärgil ehitusplatsist mööduma.
- Kui eramute ja ridaelamute puhul kasutakse optilist kaablit, kuid mitte lisakiudu, tuleb ühenduskaevudesse tühjad torud paigaldada, et vältida tulevikus kaevamistöid.



	Linnavõrk		Ühendussõlm		Jaotussõlm (ristühendus)
	Üle pika vahemaa koos teiste võrkudega paigaldatud ühendusvõrk		Ühenduspunkt		

Joon. 28. Väheasustatud alade ühendusvõrk

4.3 Väheasustatud alad

Joonisel 28 on esitatud eramajade ühendused väheasustatud alal.
Võrgulaiendus tuleb teha siis, kui väljaehitamisel on regionaalne või piirkondlik võrk. Majanduslikult toimiva võrgu loomiseks peab kõik kanalid ja kaablid juba alguses planeerima. Rohkemate ühenduste ettevalmistamiseks saab kaablid maa alla või kaevu kerida. Seda tüüpi alade omandite ühendamine peab olema reguleeritud järgmiste tingimuste kohaselt.

- GEOGRAAFIA. Ühendussõlm peab asuma külas või mööduma piirkonna võrgust.

- KAUGUS ÜHENDUSSÕLMENI. Seda tüüpi aladel peab kasutama ühereżiimseid kaableid (vahemaad on üle 1 km).

Majanduslikult on soovitatav iga peasõlmega ühendada võimalikult palju kasutajaid. Nii alandatakse kulusid kasutaja kohta. Väga suured sõlmed on võimalikud ainult ühereżiimsete kaablitega. Nii vähendatakse ka mõne suure peasõlme halduskulusid, võrreldes mitme peasõlmega suurel geograafilisel alal.

4.4 Võrgu projekteerimise kokkuvõte

Eelnenud võrguüldkirjeldust saab rakendada enamuse kiudoptiliste võrkude puhul.

Siiski tuleb märkida, et kasuks tulevad kiudoptilise võrgu paigaldamise tundmine ja optimeerimine ning kõikide kasutatud materjalide tundmine.

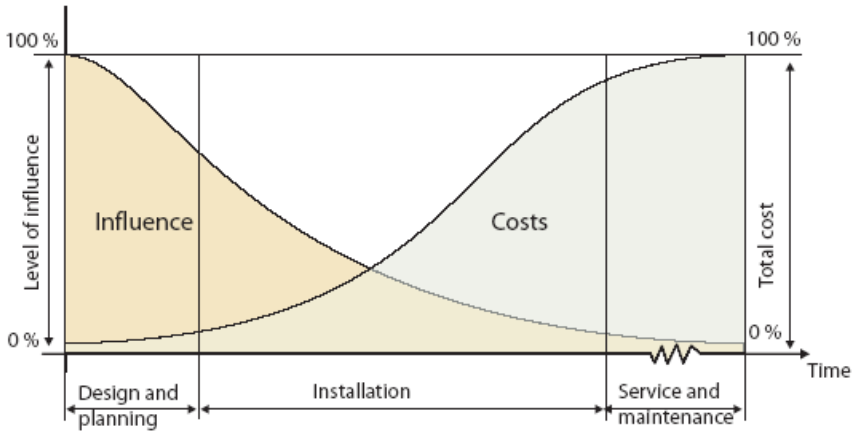
5 Planeerimine ja paigaldus – üldised nõuanded ja juhised

Selles osas käsitletakse eelkõige kiudoptilise võrgu planeerimis- ja paigaldustöid.

5.1 Planeerimine

5.1.1 Esialgne planeerimine

Enne projekti koostamist soovitame koostada paigalduspaiga esialgse plaani.
See aitab mõned põhilised vajadused kindlaks määrata, nagu ühenduste arv, sõlmede asetsemine jne.



Joon. 29. Kõverad näitavad kiudoptilise projekti mõju ja kulude arengut. Pange tähele, et kasutamise ja hooldamise ajatelg on kahest ülejäänud faasist märkimisväärselt pikem.

Soovitatav on planeerida kiudoptiline võrk nii, et võimalikult paljude tellijateni jõutakse ühest või väiksest arvust sõlmedest. Ühendussõlme suuruse määravad kohalikud kaabelvõrgutingimused, nagu hoonete tüübid, hoonete vaheline vahemaa, omandilepingud, paigaldusõigused jne.

Paljudel juhtudel on tarvis planeerida mitu väikest sõlme. Iga projekt on unikaalne ning vajab planeerimist.

5.1.2 Omandiõigused

Lairibavõrgu paigaldamisel soovib maavalduse omanik tihti omandada passiivset teenuste jaotusvõrku, sest lairibavõrgu paigaldamine võib suurendada maavalduse väärtust. Lisaks maksab teenusepakkuja võrgu kasutamise tasu. Seega soovitakse ehitada võrke operaatoritevahelise konkurentsi säilitamiseks. Samas on omanikul kohustus passiivset võrku hooldada.

Loomine

Nagu juba varem mainitud, koosneb ühendusvõrk nii eraomandis olevast võrgust ja omandite vahelisest võrgust. Seega võivad ühendusvõrgul olla palju omanikke või seda võib omada/üürida eraldiseisev võrguomanik/organisatsioon/operaator.

Ühendusvõrk paigaldatakse tihti kaevamistööde vältimiseks keldrisse, kus võrk seejärel teiste valdustega ühendatakse. Selleks on vaja luba. Enne projekti käivitamist tuleb sõlmida kasutusõigus- ja maakasutusõiguslepingud. Koostada tuleks servituut.

Piirkondliku võrguga teatud piirkondades on võimalik üürida kakspunktühendust pimekiu ühenduse kaudu, nt STOKAB Stockholmis või Umenet Umeas.

Ühendussõlme jaoks tuleb leida sobiv koht. Mõnikord peab selle tagama ja ette valmistama valduse omanik. Seejärel saab operaator ruumi üürida. Ruumi peaks saama suurendada, et operaatori seadmeid mahutada.

5.1.3 Elamud ja varaomanikud

Lairibaprojekti täideviimiseks on oluline ka elanike ja varaomanike positiivne suhtumine paigaldustöödesse. Juurdepääs lairibavõrgule suurendab omandi väärtust ja muudab omandi seega turul atraktiivsemaks. See hõlmab ka korteriühistuid. Koostöö erinevate organisatsioonidega (nt varaomanikud, üürnikud jne) on oluline, et luua seda tüüpi projektide jaoks õiged tingimused.

5.1.4 Juriidilised tingimused

Lairibavõrgu projekti seaduslikuks rakendamiseks tuleb enne projekti alustamist sõlmida vastavad lepingud. Kuid keerulised omandiõigused võivad lepingute sõlmimise raskeks muuta.

Lepingud peavad kõigile osapooltele vastuvõetavad olema.
Rakendada saab erinevaid lepinguid. Üheks viisiks on pakkuda kasutusõiguste eest tulevikus pakutavaid teenuseid, rahalist kompensatsiooni või vähendatud ühendustasu.

Kui ühendusvõrk läbib eraomandit, tuleb koostada servituut.

Kaablite vedamist hõlmav leping peaks kehtima vähemalt järgmised 25 aastat. Leping peab jääma jõusse ka valduse edasimüügi korral.

Kraavide kaevamine ühiskinnistul nõuab luba, mille saamine võib aega võtta.

Isikutel, kes on kaablite paigaldusõigus olemas, on loataotlejate ees eelisolukorras. See näide kehtib suurte valdustega ühistuste ja ettevõtete kohta.

5.1.5 Kättesaadavuse uurimine

Kõigepealt tuleb uurida kanalite ja kaablite kättesaadavust omandite sees ja vahel. Sõltuvalt olemasolevast võrgulahendusest tuleb kaaluda ja kombineerida erinevaid kaablite, läbipuhutavate kiudude ja ühenduste paigaldusviise.

- Järgida tuleb tuleohutusnõudeid.
- Piirkonna soojus- ja muude torude paigaldamisel tuleb kontrollida kõiki võimalike paigalduslahendusi.
- Märkige sobivad torutüübid ja -pikkused.

5.1.6 Dokumendid

Enne projekteerimist uurige omandi erinevaid kättesaadavaid paigaldusdokumente, sealhulgas ka järgmist.

- Vajadus kaevetööde järele omandite vahel või olemasolevate kraavide kasutamine.
- Uurige võimalust paigaldada mikrotorusid/torusid/kaableid kõrvalhoonete kaudu.

5.1.7 Detailplaneerimine

Esialgse kogutud teabe põhjal koostatakse edaspidi detailne paigaldusprojekt. See koosneb peamiselt järgmistest osadest.

- Detailsed kaablite ja mikrotorude ning otspunktide joonised.
- Materjalide loend koos maksumusega.
- Kulude hinnang.
- Tingimused materjalide tellimiseks.
- Ajakava
- Paigaldusmeetodid, kaevamistööd võrgu eri osade paigaldamiseks.

5.2 Paigaldus – üldised nõuanded

5.2.1 Puurimine

Enne paigaldustööde alustamist tuleb kontrollida projekti täpsust.
Mürarohked tööd tuleb teha päeva ajal. Puurimistöid tuleb teha sobivate kaitsevahendite ja tööriistade ning -meetoditega.

5.2.2 Katteplaadid

Nähtavad katteplaadid, mis kaitsevad ja peidavad kaableid/mikrotorusid, paigaldatakse enne paigaldustööde alustamist üldruumidesse, nagu trepikoda ja kelder. Oluline on paigaldada plaat, mis sobib keskkonda, pakub kaitset ja pole väga silmatorkav.

5.2.3 Liftišaht

Mikrotorude/kaablite paigaldamine liftišahti on sageli hea lahendus, sest siis ei ole vaja puurida.
Töid lifti šahtis tohib teha ainult sertifitseeritud liftipaigaldaja juuresolekul. Ehitajalt peab saama eriloa juhtmete paigaldamiseks liftišahti. Ehitaja vastutab ka kõige väiksemate Boverketsi eeskirjade (BFS 2002:9) rikkumise eest. Ehitaja on isik, kes teeb ehitustöid või korraldab neid. Lifti omanik vastutab ohutus- ja turvanõuete eest.

5.2.4 Elanike teavitamine

Elanikke tuleb paigaldustööde tegemisest eelnevalt teavitada, eriti enne elektrivoolu, telefoni- või liftiühenduse katkestamist. Kui mööblit tuleb ümber paigutada, peab seda tegema elanik. Paigaldaja peab koristama töö käigus tekkinud suurema prahi.

5.2.5 Kindlustused ja kahjutasu

Töid teostav personal peab olema kompetentne ning kindlustatud. Kui paigaldustehnik tekitab oma töö käigus kahjusid, peab ta need korvama (v.a värvimisega seotud kahjud).

5.2.6 Sertifikaat

Paljudel süsteemipakkujatel on nõue, et paigaldustehnikul oleks sertifikaat, nii saab kliendile süsteemigarantii tagada.

5.3 Paigaldustööd sõlmpunktides

5.3.1 Ühendussõlm

Ühendussõlm on hoonerühma arvuti- ja telefoniseadmete keskpunkt. Projekt sõltub kasutatava seadmestiku tüübist ja hulgast. Uute hoonete puhul võib olla tegemist pika tellimisloendiga. Olemasolevate hoonete juures tuleb tingimusi kohandada. Sõlme geograafiline asukoht peaks olema optimeeritud nii, et vahemaad kõigi lõppkasutajateni on võimalikult väikesed. Peale selle peab sõlmpunktile olema lihtne ligi pääseda.

Koht peab olema kuiv ja ventileeritud, uksed peavad asuma ülalpool maapinda ning olema kaitstud võimalike veekahjustuste eest (vt joonis 23). Täpsemat teavet sõlmpunktide kohta leiate PTS-i ja Svenska Kommunforbundet väljaannetes.

5.3.2 Ühenduskapi asukoht – kiudude koondamispunkt

Kiudude ühendus- ja koondamiskapid peavad olema silmapaistmatud, kuid neile peab olema hooldamiseks lihtne ligi pääseda. Sobivad kohad on toite- või kaablikeskused, keldrid, garaažid jne. Vältida tuleks niiskeid kohti või kohti, mis võivad vee alla sattuda.

5.3.3 Kasutajasõlm – tellijasõlm korteris, majas jne

Kiudoptiline võrk lõpeb kaabli pistikupesas võimalikult toiteallika lähedal. Sobiv lõpetuskoht selleks on esik või muu keskne koht, nt riidekapp; soovitatav on jätta ka ruumi seadmete ja lülitite lisamiseks tulevikus (toiteallika läheduses).

Koduvõrke selles juhendis ei käsitleta. Vt EN-standardit.

Kaabli pistikupesa ja kasutajasõlme (meediumimuundur) ühendab lõppkasutaja.

5.4 Kaevamistööd, torude paigaldamine ja kaablite ning mikrokaablite vedamine

5.4.1 Toru-, kaabli- ja mikrokaablimaterjalid

Torud, mida kaablite paigaldamiseks ja muudeks paigaldustöödeks kasutatakse, peavad kestma aastaid. See tähendab erinõudeid materjalide ja paigaldustööde osas. Torumaterjal peab vastama minimaalselt järgmistele nõuetele.

- Toru peab taluma pinnase survet.
- Toru peab olema valmistatud nii, et kaableid saaks läbi puhuda ning vahetada, kuid kaablikaitsetoru ei peaks vahetama. See aitab vältida hõõrdumisohu.
- Kollaseid torusid ei tohi kasutada, sest need võib elektrikaablitorudega segi ajada.
- Toru ja selle lisatarvikud ning osad peavad olema vastupidavad õhurõhule, mis on vajalik kaablite läbipuhumiseks.
- Varutorude otsad peavad olema suletud.
- Kaablitoru peab olema mõlemast otsast suletud.

Kui torus on palju mikrokaableid ja kiude, on oluline, et neid saab tulevikus ühendada, ilma et peaks kaablit maapinnale tõstma. Jätke tulevaste ühenduste jaoks kaablisse silmus. Kaabel peab olema vastupidav paigaldustemperatuurile -15 °C kuni +40 °C (vähemalt).

Paigaldussügavus peab vastama Rootsi standardile SS 424 14 37 [5].

Kehtivad järgmised nõuded.

- Rohealadele ja sillutise alla paigaldatud torud peavad asuma vähemalt 0,35 m sügavuses.
- Sõiduteede alla paigaldatud torud peavad asuma vähemalt 0,55 m sügavuses.

Kõik kaeve-, täite- ja taastamistööd peavad toimuma ehituseeskirja AMA 98 kohaselt [6].

Riigimaal tehtavate tööde luba tuleb pikalt ette tellida, sest selle saamine võtab tavaliselt kaua aega.

Olenevalt maapinna tüübist saab kasutada erinevaid paigaldusmeetodeid, nt kündmist, freesimist või süvendamist.

Torude mõõdud valitakse kaablimõõtude ja paigaldatavate kaablite/mikrotorude arvu järgi. Siseläbimõõt peab olema vähemalt 1,5 korda suurem kaabli läbimõõdust. Soovitatav läbimõõt on 30-40 mm. Torud on tavaliselt valmistatud HDPE-plastikust.

Kui saab kasutada juba paigaldatud suuremaid torusid, tuleb need lisatorudega varustada, et oleks võimalik lisakaableid paigaldada.

Mikrokaablite paigaldamise jaoks paigaldatakse tavatorudesse mikrotorud (läbimõõduga kuni 10 mm), nagu on kirjeldatud ülalpool ja lisas A. Vt ka kiudude läbipuhumist 3. osas.

Kui maa on kaablite paigaldamiseks kaardistatud ja kõik vajalikud maaga seotud õigused on selgeks tehtud, võib alustada detailplaneerimisega. Enne töö alustamist tuleb kaardistamist kontrollida. Sillad, truubid, maa-alused elektrikaablid, gaasi- ja veetorud ning muud kaablid tuleb kaardile märkida, seda eriti paikades, kus optiline kaabel nendega ristub.

Kaardile märgitakse ühenduskappide ja punktide asukohad. Enne kündmis- või kaevetööde alustamist tuleb võtta pinnaseproove, mis aitab valida sobivat seadmestikku.
Tugevdage kaableid ja tehke vajalikud lõhkamistööd. Pinnaseproove kasutatakse ka hiljem kaablimarsruudi täitmisel.

Planeerige ka ühendus-/jaotuspunktid, selleks jätke kaablisse silmuseid. Mikrokaablite puhul on silmuste vajalikkus väiksem (läbipuhumine).

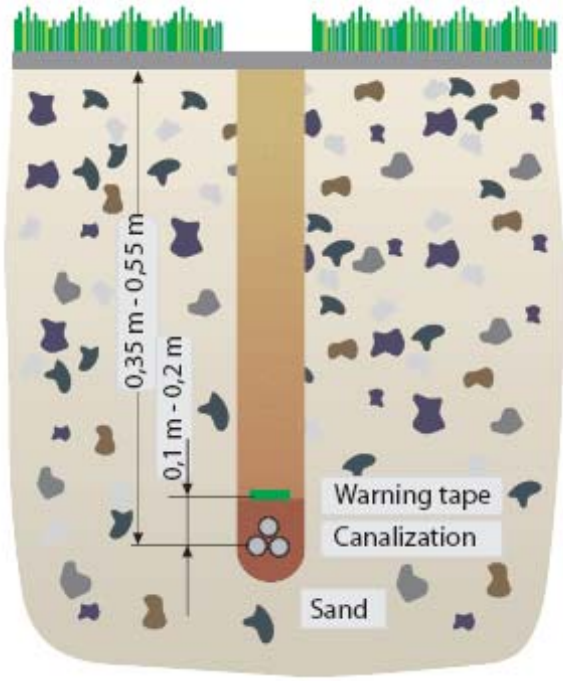
Kaabli tellimisel tuleb arvestada lisapikkust ühenduspunktide jaoks.
Kaabel peab olema piisavalt pikk selleks, et ühenduse saaks luua ka maapinnal.
Kaabli painderaadius peab kaabli raadiusest 15 korda suurem olema (spetsifikatsiooni kohaselt). Liiga väike raadius tekitab kiu sumbumusprobleeme ja muid tõrkeid.

Mitmekiuliste kaablite/kanalite ühendused tehakse ilma kaablit pinnasele toomata.

5.4.2 Kündmine torude (kaablite) paigaldamiseks

Pikkade vahemaade korral on kõige ökonoomsem viis torude või kaablite paigaldamiseks nende otsepaigaldus maapinda. Mudast, kivist või kraaviderohket pinnast tuleb torude paigaldamiseks kaevata. Kündmise puhul tuleb arvestada järgmiste asjaoludega.

- Eelkündmine
- Takistuste vältimine
- Vajaliku arvu torude transport
- Kaablite/torude läbipuhumine
- Kraaviadra hoidmine ühtlasel sügavusel
- Õige sügavuse säilitamine
- Kraaviatra ei paigutata küljele
- Säilitatakse lubatud painderaadius
- Kaabel või toru ei tohi olla pingul



Joon. 30. Toru ettevalmistus kündmise ajal

Kui ader tuleb eemaldada, tuleb koht välja kaevata. Teravate nurkade vältimiseks lastakse ader alla ja tõstetakse üles sujuvalt. Kui peate adraga tagurdama, veenduge esmalt, et ader ja torud on nähtaval. Nii saab adraga torusid kahjustamata tagurdada. Kogemused näitavad, et kui torud ja ader ei ole nähtaval, võivad torud kergesti viga saada.

Kui jätkate liikumist, jälgige, et torud ei libise paigast ega ole liiga pingul. Kui paigalduse ajal tehakse järske pöördeid või sügavus muutub, tuleb kontrollida, kas torud ei saanud selle tagajärjel kahjustada. Torusid tuleb kontrollida ka siis, kui ader jääb muude takistuste (nt suured kivid jne) taha kinni, mis võivad adra liikumissuunda muuta.

Kündmine toimub kiiresti. Kahe päeva jooksul saab paigaldada kuni 6 km torusid: üks päev kulub eelkündmiseks ja teine koos torudega kündmiseks. Korraga saab paigaldada mitu toru.

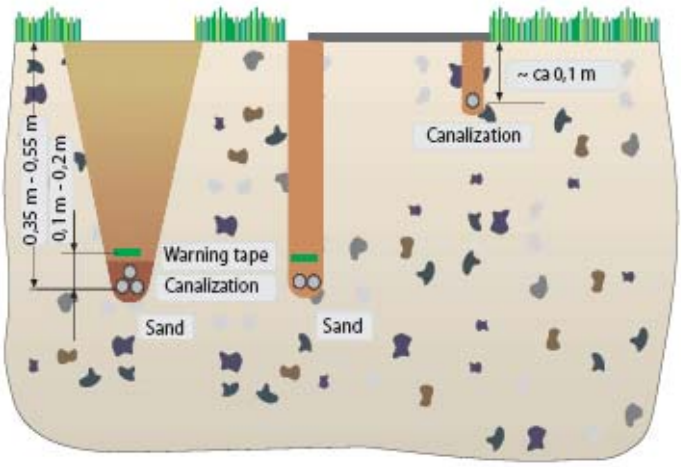
Vibreerivad adrad lõikavad pinnast kergemini ja täidavad pinnase uuesti märksa tõhusamalt kui staatilised adrad. Seega soovitame kasutada vibreerivaid atrasid.

Otse maapinda paigaldatavad torud ja mikrotorud on tavaliselt tugevama kaitsematerjaliga kaetud (nt HDPE).

5.4.3 Kaevamine ja freesimine torude (kaablite) paigaldamiseks

Linnades, kus kaablid on juba paigaldatud, kündmist ei soovitata. Sellistes paikades tuleb kaevata või freesida. Kraavi põhi kaetakse 5 cm paksuse liivakihiga. Järskude nurkade vältimiseks peaks kraav otse ühenduspunktide vahel kulgema. Seejärel kaetakse torud 5-10 cm paksuse peenliivakihiga. Toru paigaldatakse tavaliselt otse rullilt kraavi. Laiematesse kraavidesse saab paigaldada kuni kümme standardtoru, peenematesse üks või kaks.

Mikrofreesimine on uus tehnoloogia, mille kraavi freesitakse asfalti. See meetod sobib siis, kui kahjustused tohivad olla võimalikult väikesed. Tegemist on kompromisslahendusega ühelt poolt kahjude ja kulude ning teiselt poolt kindla kaablipaigalduse vahel.



Joon. 31. Toru paigaldamine kündmise, freesimise ja mikrofreesimisega

Torude paigaldamisel kultiveeritud aladele tuleb need paigaldada nii sügavale, et edaspidine kultiveerimine optilist kaablit ei ohusta.

5.4.4 Hoiatuslint

Toru kohale 10-20 cm kõrgusele paigaldatakse alumiiniumist või plastist hoiatuslint. Nii vähendatakse purunemisohte kaevamistööde käigus. Kui kasutate plastlinti, on toru lihtsam järgida, kui lint on varustatud metalltraadiga.

5.4.5 Paigaldamine torudesse

Kuigi mikrotorude ja kaablite paigaldamiseks on uusi kaasaegsemaid tehnoloogiaid, on oluline käsitleda ka tavalisi paigaldusmeetodeid.

Linnades/piirkondades on kõige praktilisem kasutada paigaldamiseks juba olemasolevaid kanaleid ja torusid.

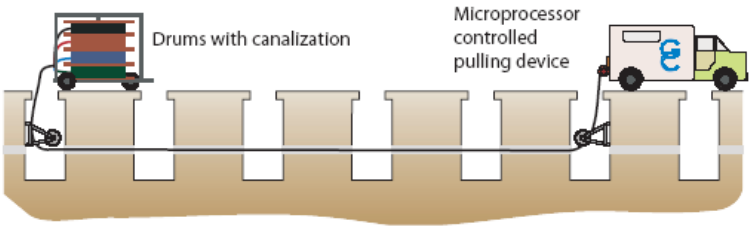
Enne kui kaablid pikkade vahemaade ulatuses paigaldada, tuleb teha täpne planeerimine ja ettevalmistus. Täpsed suunad määratakse koha peal, kui kogu vahemaa üle vaadatakse. Juhistes peab olema ka teave paigalduseelse töö kohta. Vajalik on ka teave parandamist vajavate kaablikaevude, kaabliredelite paigaldamise, torude puhastamise ja parandamise ning üldise puhastamise kohta terve kaabli pikkuse lõikes.

Kaabli/mikrotorude kahjustamise ohu vähendamiseks paigaldamise ajal tuleb kontrollida torude süsteemi, teisi torudes olevaid kaableid jne. Võimalusel tuleb vältida muudatusi torude kõrguse ja asendi suhtes. Tavaliselt paigaldatakse kaabel/mikrotoru nende jaoks ette nähtud torusse. Kui see pole võimalik, võib selle ka mõne teise kaabli (optiline, elektrikaabel) torusse paigaldada, ilma et see nende tööd halvendaks.

Kui lisatorudeks on PE- või PVC-torud, saab suurendada suurema toru mahutavust.
Lisatorudega süsteemi on hiljem lihtsam laiendada, ilma et see olemasolevaid kaableid mõjutaks. Täpsemat teavet leiate lisatorusid käsitlevast jaotisest.

5.4.6 Lisatorud

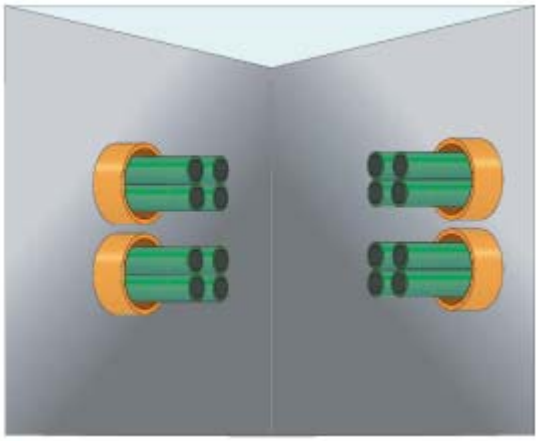
Nagu juba eespool nimetati, saab lisatorude abil suurendada toru mahutavust. 100 mm läbimõõduga torusse saab sisestada neli 30-33 mm läbimõõduga toru. Nii saab hiljem kergemini kaableid/mikrotorusid parandada, neid eemaldada või juurde lisada. Lisatorusid saab kasutada mikrotorude jaoks, kuhu paigaldatakse mikrokaablid.



Joon. 32. Lisatorude paigaldamine

Kui lisatorud on suurema toru sees, tuleb need kõik korraga paigaldada ja mõlemast otsast ankurdada.

Joonisel 33 on neli toru koos lisatorudega. Kui torusid ei ankurdata, võivad hilisemal kaablite paigaldamisel tekkida probleemid, sest lisatoru liigub peatoru sees. Lisatorud tagavad selle, et kaableid/mikrokaableid saab paigaldada nii, et teised torud ei saa kahjustada.



Joon. 33. Lisatorudega torud

5.4.7 Erinevad tehnoloogiad kaablite paigaldamiseks torudesse

Kaablite paigaldamiseks torudesse soovitatakse järgmisi meetodeid.

- Tavaline tõmbeköitega paigaldamine.
- Suruõhuga läbipuhumine.
- Veega paigutamine.

Nende paigaldustehnoloogiatega paigaldatakse kaableid nii piirkonna siseselt kui ka piirkondade vahel.

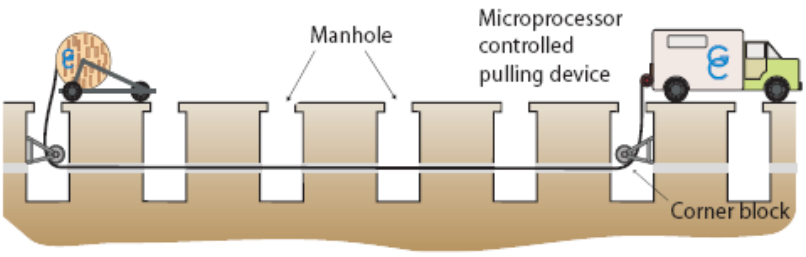
Mõned järgmised nõuanded kehtivad ka mikrotorude/mikrokaablite/läbipuhutud kiudude paigaldamisele.

Ükskõik millist paigaldusviisi kasutatakse, paigaldus peab toimuma eeskirjade kohaselt. Torusid tohib ainult väga vähesel määral painutada. Kanalitorude ühendustel ei tohi olla järske pöördenurki. Maksimaalne paigaldusvahemaa tõmbamise, läbipuhumise või veega paigutamise korral sõltub sellest, kuidas kanalid on paigaldatud. Mustus, paljud kaared ja teravad nurgad vähendavad paigaldusvahemaad. Läbipuhumise või veega paigutamise korral saab kaabli paigaldada 2 kuni 6 km pikkusele vahemaale. Selline paigaldus säästab paigaldamisele kuluvat aega.

5.4.8 Tavaline tõmbeköitega paigaldamine

Kui kaabel on paigaldatud nii, et on palju teravaid nurki ja kaari, tuleb kaablirull nendele kohtadele võimalikult lähedale asetada. Siis on kaabli paigaldamiseks vaja vähem tõmbejõudu rakendada.

Kui kaablit torusse paigaldatakse, suunatakse kaabel tavaliselt plast- või terastoru kaudu rullist kaablikaevu avausse. Selle toru kaudu lisatakse ka määrdeainet, et vähendada kaablikesta ja toru vahelist hõõrdumist.

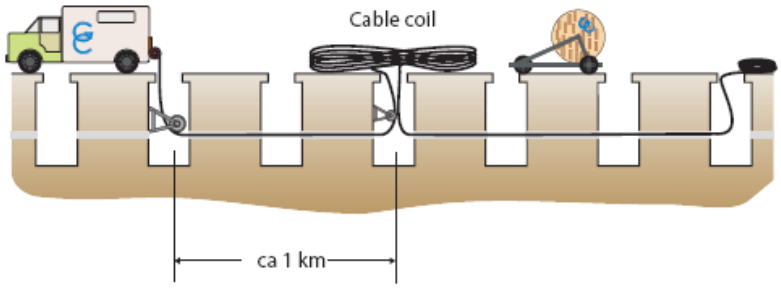


Joon. 34. Tõmbeköitega paigaldamine. Võimalik kuni ühe kilomeetri pikkuse vahemaa puhul.

Paigaldamise käigus saab kasutada lihtsamaid rihmarattaid ja kaablirulle, näiteks kaarte puhul ning et sillata kaablikaevu sisenevaid ja sealt väljuvaid eri kõrgusega torusid. Kaabel tõmmatakse läbi toru jäiga köiega. Köis kinnitatakse kaabli külge pöördepuki abil. Nii välditakse kaabli painutamist.

Köis kinnitatakse kaabli külge veosilmusega. Veosilmus kinnitatakse kaabli tugevdatud kesta külge.

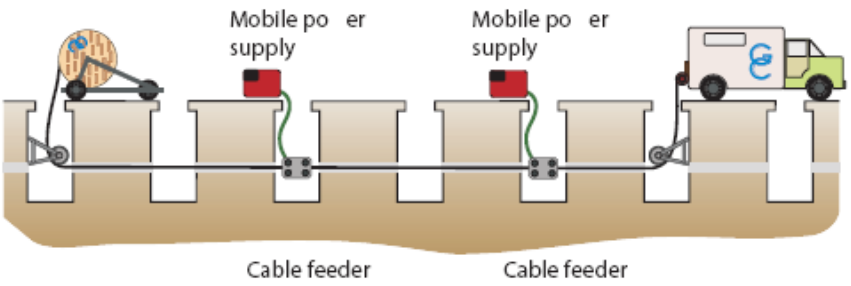
Üle ühe kilomeetrise kaabli puhul paigaldatakse kaabel kõigepealt lõigu keskosas ja seejärel paigaldatakse kaabli üks pool kuni ühenduspunktini. Seejärel keritakse ülejäänud kaabel lahti ja paigaldatakse see kuni teise ühenduspunkti. Selle meetodi puhul peab olema piisavalt ruumi kaabli lahtikerimiseks. Jälgige, et kaabel ei oleks üleliia pingul, vt joonis 35.



Joon. 35. Tõmbeköitega paigaldamine. Kui kaablist aas moodustada, saab katta suuremaid vahemaid.

Kui eelnimetatud meetod ei sobi, võib kasutada motoriseeritud kaablisööturit. Need on spetsiaalse ehitusega tõmbeseadmed, mis on maapinna külge ankurdatud. Mootoriajam tõmbab kaabli läbi kanali. Kaablisööturid tuleb paigaldada nii, et nende maksimaalne vahemaa on 300 m. Kui mitu sööturit sünkroonida, saab korraga paigaldada paar kilomeetrit kaablit.

Võimsa elektrimootoriga kaablisööturit saab kõikjal kasutada. Seadmestiku hulka kuuluvad ka väiksemad bensiinijõul töötavad jõujaamad.



Joon. 36. Paigaldamine motoriseeritud kaablisööturiga

Paigaldamise käigus tuleb kontrollida kaablile suunatud tõmbejõudu, et vältida liigse telgsuunalise jõu rakendamist. Saadaval on ka spetsiaalsed optilise kaabli paigaldusvintsid. Need töötavad tavaliselt elektrimootoriga, mis tagavad kaablipaigalduse kiirusega 0-30 m/min. Tõmbejõudu jälgib vintsi arvuti. Paigaldusjõu ja -kiiruse piiramiseks saab määrata parameetrid. Protokolli prindib sisseehitatud printer.

Seda meetodit soovitame kasutada ainult suure töökogemusega kaablipaigaldajatel.

5.4.9 Kaablite paigaldamine läbipuhumise või veega paigutamise teel.

Läbipuhumine

Optiliste kaablite/mikrokanalite läbipuhumine on väga tõhus tehnoloogia, millel on palju eeliseid.

Läbipuhutavate kaablite/mikrotorude puhul pole vaja tõmbejõudu, see tähendab, et kasutada saab lihtsama ehitusega kaableid, nagu mikrokaablid. Kaablitele/mikrokaablitele kehtivad siiski teatud nõuded. Kaabel ei tohi olla liiga jäik. Kaabel peab olema ühtlane, sest vastasel juhul võivad tekkida puhumisniplid. Toru sisemine läbimõõt peab olema vähemalt 1,5-2 korda läbipuhutava kaabli/mikrokaabli läbimõõdust suurem. Toru peab olema väikese hõõrdejõuga.

Läbipuhumistehnoloogiad sõltuvad tootjast, kuid üks üldistest nõuetest on, et kanalid ja ühenduspunktid peavad olema vastupidavad 10 bar õhurõhule. Tänapäevased torud on enamasti HD-polüeteenist valmistatud ja nende läbimõõt on 10 kuni 50 mm. Tüüpiline läbipuhumise vahemaa on kuni 1000 m. Tandemtehnoloogia abil saab katta ka pikemaid vahemaid.

Kiire õhuvool kannab kaabli/mikrotoru läbi kanali. Toru esiosa ühendatakse sööturseadmega, mis kaablit edasi lükkab. Seejärel kannab suruõhk kaabli läbi toru.

Maksimaalne paigalduskaugus sõltub kasutatavast õhuvoolust ja sellest, kui hästi toru on paigaldatud (mida sirgemalt, seda parem), ning sellest, mida paigaldatakse.

Torus voolava veega paigutamine

Suruõhu asemel saab kasutada vett. Kaablit transporditakse voolava veega.

See meetod on sobiv, kui kaableid tuleb pika vahemaa ulatuses paigaldada nii, et ühenduspunktid puuduvad (maanteede, tunnelite ja raudteede juures või pikkades kanalisatsioonitunnelites).

Korraga saab selle meetodi abil paigaldada 3-4 km kaablit. Pärast paigaldamist juhitakse vesi välja või puhutakse välja suruõhuga. See meetod on sobiv juhul, kui süsteemis on palju kaari ja kurve.

Arvestada tuleb sellega, et vee jaoks on vaja piisavalt ruumi, et kaablit transportida. Kaabli läbimõõdu ja toru siseläbimõõdu vahe peab olema vähemalt 20 mm. Ka kaabli puhul kehtivad teatud nõuded, nt vee tihedus peab olema normaalne ning kaabel ei tohi olla liiga jäik.

Arvestama peab ka kõrguse erinevustega. Enne veega paigutamist täidetakse toru täielikult veega; õhumullid muudavad paigaldamise raskemaks. Paigaldusseadmestik sarnaneb läbipuhumisseadmestikuga. Kuna kaablil ja veel on ühesugune tihedus, ujub kaabel läbi vee pea olematu hõõrdumisega.

Oluline on meelde tuletada, et paigalduskvaliteet on paigalduskauguse määramisel väga oluline.

5.4.10 Kaablikaevus olevate torude ja kaablite ennetav kaitse

Tavaliselt ei pea ühenduspunktide vahelistele kaablitele või torudele kaablikaevus kaitsmeid lisama. Kui kaablikaevude osas planeeritakse suuremaid töid, võib kaabli või toru katta PE- või PVC-toruga. Toru kinnitatakse kaabliredeli või muude seadmete külge.

Toru või kaabel märgistatakse hoiatussildiga, mis tähistab paigaldatud optilist kaablit.

5.4.11 Optiliste õhukaablite või -mikrotorude paigaldamine

Optiliste õhukaablite või -mikrotorude paigaldamiseks on mitu meetodit. Ühel juhul tugevdatakse kaabel tootmise käigus nii, et telgsuunalised jõud ei avalda kiududele mingit mõju. Teise meetodi puhul keritakse optiline kaabel ümber olemasoleva ja paigaldatava kaabli. Kolmandaks meetodiks on ühendada optiline kiud elektrikaabliga. Kõige kasulikum on ühendada kiud maandusjuhtmega, sest see lihtsustab paigaldamist ja lõpuosade ühendamist.

5.4.12 Stabiilsed kaablid/mikrotorud

Stabiilsete kaablite puhul peaks kaabli kinnituskohtade vahe olema alla ühe kilomeetri.
Teavet selle kohta, kui suurt tõmbejõudu (N) tohib rakendada ja kui suur peaks olema lõtk, leiate tootjate juhenditest. Kõiki kaasaegseid seadmeid juhivad arvutid, nii on lihtne jõudude rakendamisel piirväärtuste ületamist vältida. Telgkoormuse ühtlustamiseks peavad kinnituskohtade vahemaad võrdsed olema. Kaabel pingutatakse iga posti küljes. Selleks on müügil mitmesugused vedrustusseadmed ja kinnitusspiraalid. Neid vahendeid tuleb sageli kohandada, et need vastaksid kindlale kaablile/mikrotorule.

Majadevahelistele mikrokanalitele võivad sobida lühemad vahemaad. Muud kinnitusvahendid on samad mis tavakaablite puhul.

5.4.13 Kaablite paigaldamine ümberkerimise ja sidumisega

Sellise meetodiga võib kiudoptilise võrgu paigaldada väheasustatud aladele.

Kõige lihtsam moodus kaabli paigaldamiseks on see siduda olemasoleva kaabli või juhtme külge, nt raudtee elektriliinide, elektriliinide, sidekaablite või spetsiaalse tugijuhtme külge. Teise kaabli ümber keritud tsingitud terasest traat toetab optilist kaablit või mikrotoru. Sellise tehnikaga saab kaablit suhteliselt lihtsalt ja kiiresti paigaldada. See toiming sarnaneb tavakaablite paigaldamise meetodiga, mida on juba üle saja aasta kasutatud. Sidumispunktide vahe peab olema vähemalt 50-60 cm. Kui kaabel paigaldatakse olemasoleva kõrgepingekaabli külge, tuleb kasutada dielektrilist traati.

Kui optiline kaabel on raske, tuleb kasutada tsingitud metallist klambreid või UV-kindlat plastikut.

Optilise kaabli kerimisel ümber maandusjuhtme keritakse peenike optiline kaabel (umbes 8 mm läbimõõduga) kerimismasinaga ümber maandusjuhtme. See üsna uus tehnoloogia on suure populaarse võitnud, sest energiaettevõtted on järjest enam oma energiavõrkude jaoks uusi optilisi lahendusi leidnud. Paljudel ettevõtetel on kompleksvõrkude ehitamise, kasutamise ja haldamise osas pikaajalised kogemused. Nende võrkude ja kiudoptilise võrgu planeerimine, ehitamine ja haldamine on sarnased. Kiudoptiliste võrkude paigaldamisega on paljudest energiaettevõtetest terves maailmas saanud suurte sidevõrkude omanikud.

Võrreldes maa-aluste optiliste kaablite paigaldamisega on selliste võrkude planeerimine ja ehitamine lihtne. Kerimismasin kannab ühte või kahte kuni 2 km kaabliga rulli. Kui kerimismasin piki elektriliini liigub, liigub rull ümber kaabli ja kerib sellele optilise kaabli. Kuna optilist kaablit kannab elektriliin, avaldavad optilisele kaablile mõju ainult väikesed jõud. Optilise kaabli ja kõrgepingeliinide ühenduspunktide vahemaad on võrdse pikkusega.

Kui kasutate kahte kaablirulli, saab iga maandus- või faasijuhtme külge üle 100 kiu paigaldada. Paigaldamine on lihtsam, kui alustatakse lõigu keskelt. Seejärel paigaldatakse kaabel ühes suunas kuni ühenduspunkti. Pärast seda viiakse kerimismasin tagasi keskele ja paigaldatakse kaabel teises suunas. Nii langeb ära vajadus ühe lisaühenduspunkti järele. Ühe päevaga on võimalik paigaldada 2-3 km kaablit.

5.4.14 Kiudoptilise võrgu paigaldamine siseruumides

Korrusmajades on palju elektri-, telefoni-, tele- ja andmesidekaableid. Tavaliselt paigaldatakse need igal korrusel eraldi kaabliredelitele või kanalitesse. Korruste vahel ja keldris paigaldatakse kaablid spetsiaalsetesse šahtidesse.

Optiline kaabel peab paiknema rasketest vaskkaablitest eraldi.
Sest vaskkaabel avaldab optilisele kaablile liiga suurt survet, mille tagajärjel osa kiu signaalist kaob. Kui optilise kaabli peab vaskkaabli alla paigaldama, tuleb optiline kaabel asetada spetsiaalsesse torru. Optiline kaabel peab olema paigaldatud nii, et sellel puuduks mehaaniliste kahjustuste oht.

Šahtides mõjutab optiliselt kaablit pikisuunaline jõud, mis võib kõrghoonete puhul väga tugev olla. Seepärast tuleb kaabel iga meetri järel ankurdada. Kinnitusosad ei tohi olla liiga pingul, sest need võivad kaablit kahjustada ja põhjustada signaalikadusid.

5.4.15 Ühendamine ja selle keskkond

Pärast paigaldamist tuleb terve lõik kohe ühendada. Ühendamistehnoloogia sõltub kaabli tüübist ja edastusnõuetest. Lühikesed kaablilõigud, millel puuduvad spetsiaalsed sumbumus- või mahutavusnõuded, saab mehaaniliselt eri tüüpi konnektorite, mehaaniliste ühenduste või V-vaoga ühendada. Kiudoptiliste võrkude (mahutavusega üks Gbps) või üherežiimsete kiududega pikemate võrkude ühendamiseks on tarvis täpsemat tehnoloogiat, millel on madalam sumbumus. Kõige tavalisem ühendustehnoloogia on sulatusühendus.

Kaabli saab ühendada maapinnal spetsiaalsetes sõidukites või telkides. Kuid seda võib teha ka kaablikaevudes või šahtides. Keskkond peab olema puhas ja õige niiskusmäära ning temperatuuriga. Et kiud ei tõmbuks liiga pingule, soovitame kaabli ühendustöid teha temperatuurivahemikus +10 °C kuni +30 °C.

Otse maa alla paigaldatud kaablite puhul ei kehti sellised erinõuded nagu tavakaablitel. Igas ühenduspunktis peab olema ühenduskapp ja lisakaabel.

Rippkaablid tuleb ühendada maapinnal. Kapp ja lisakaabel kinnitatakse spetsiaalsete vahenditega kõrgele posti külge. Kui kaablit pole võimalik maapinnal ühendada, tuleb kasutada tõstukit või muud taolist vahendit.

5.4.16 Ühenduskapid

Mikrotorude/kaablite või optiliste kaablite ühenduste kaitsekapp peab vastama järgmistele nõuetele:

- kergesti käsitsetav ja paigaldatav;
- kergesti avatav ja suletav;
- tagama keeruliste tingimuste korral kiududele hea mehaanilise kaitse;
- tagama ühesuguse kaitse tugevdatud ja tugevdamata torudele/kaablitele;
- tagama ühesuguse kaitse eri mõõtu torudele/kaablitele.
- tagama ühesuguse kaitse maa-alustele ja rippkaablitele.

Ühenduskapid peavad sobima nii sise- kui ka välistingimuste jaoks. Kapid peavad olema veekindlad. Standardnõudeks on vastupidavus lühiajalisele veesurvele (6 m kõrgune veejuga).

Kapid tuleb seega hoolikalt ja eeskirjade kohaselt paigaldada. Kappide rakendusala ja kiudude arv võib erineda.

5.5 Valmiskonstruktsiooni üleandmine, kontroll

Kui konstruktsioon on valmis ja mõõteprotokollid tellijalt omanikule üle antud, tuleb kõik visuaalselt üle kontrollida. Enne arve esitamist tehtud töö eest tuleb esitada protokoll ja parandada kõik vead, vt ka osa 6.

5.6 Ohutus, riskid ja riskide kõrvaldamine

Lairibakonstruktsiooni kestakaitse on väga oluline. Mõningal määral saab seadmestikku kaitseks kasutada lukke ja häireseadmeid. Oluline on ka kaablimarsruudi valimine. Optilisi seadmeid on raske liiniluurata, sest need ei kiirga tuvastatavat elektromagnetilist energiat. Elektrilahendused ei mõjuta optilist kaablit. Kodus töötab kiud ka piksekaitsmena. Ohutusega seotud asjaolud on väga olulised, kui käsitletakse kindlustusküsimusi.

Määratleda saab järgmisi riske:

- tahtlikult ja tahtmatult põhjustatud kahjustused
- vargus
- tulekahju
- kuumuskahjustused
- külmakahjustused
- veekahjustused
- ülepinge ja elektrikatkestus
- elektromagnetiline kiirgus, kaasa arvatud optiline
- bioloogilised kahjustused

Eelnimetatud riske saab vältida, kui kogu tegevus hoolikalt planeerida. Järgmisena on esitatud mõned üldised nõuanded.

Kaabliteed tuleb valida nii, et kaablid oleks võimalikult vähe nähtaval. Seadmed peavad paiknema võimalikult varjatud kohtades, kus on tugevad uksed ja lukud. Üldkäidavates piirkondades olevad kaablid peavad paiknema spetsiaaltorudes või -kanalites.

Paigaldamise käigus tuleb kontrollida, et kaablid ei oleks liigselt pingul. Arvestada tuleb ka sellega, et hiljem paigaldatavad kaablid ei saaks olemasolevaid kaableid kahjustada. Selleks tuleb jätta lisaruumi. Elektri-, side- ja andmekaablid kasutavad redelil eri marsruute.

Tulekahju

Tulekahjuvastast kaitset on keeruline tagada, kuid tuleriski saab siiski vähendada, selleks tuleb valida kaablid, torumaterjal ja muud vahendid, mis vastavad kinnitatud standarditele. Ärge paigaldage kaabliredeleid sellistesse paikadesse, kus ladustatakse või kogutakse kergsüttivat materjali. Seinu ja torusid läbivad kaablid tuleb katta tulekindla materjaliga. Seadmestike juurde peab paigaldama tulekahjuandurid ja tulekustutid.

Kuumus

Kui elektroonilised seadmed asuvad kõrge temperatuuriga ruumi, võivad neil tekkida kuumuskahjustused. See oht varitseb eriti siis, kui soojust eraldavad seadmed asuvad väikeses ruumis, kus on ebapiisav ventilatsioon. Kahjustused võivad põhjustada seadmete töös tõrkeid ning tekitada püsivaid kahjustusi. Seetõttu tuleb temperatuuritundlikud seadmed paigaldada hästi ventileeritud ruumi. Teatud sõlmedes tuleb õige temperatuuri tagamiseks paigaldada ventilaator või kliimaseade.

Külmus

Külmakahjustused võivad tekkida talvel, kui seadmed on paigaldatud ebapiisava soojustusega aladele. Nii optilised konnektorid kui ka teatud kaablid võivad olla külma suhtes tundlikud.

Vesi

Veekahjustused võivad tekkida üleujutuse korral, kuid need võivad olla tingitud ka hooletusest. Vesi ja niiskus tekitavad elektrilistes seadmetes isolatsiooniprobleeme ja kahjustavad nende tööd. Peaaegu kõik kaablid on niiskustundlikud. Liigsuure niiskuse puhul tekivad optilisel kaablil sumbumusprobleemid. Jaotuspunkt peab olema suletud standardite (IP-klass) kohaselt. Kui kaabel läbib niiskeid alasid või vett, tuleb valida välistingimustele vastav lahendus.

Ülepingest tulenevaid probleeme saab vältida kaitsmete ja pingetasandusseadmetega. Pikemate elektrikatkestuste korral saab UPS-i vahendusel tööd 0,5 kuni 2 tunni vältel jätkata.

Kiirgus

Kiirgus on alati elektromagnetiline, see hõlmab ka optilist kiirgust. Elektromagnetiline kiirgus tekib elektriseadmete, ventilaatorimootorite, liftide jne juures. Kiirgust tekitab ka halb maandus (uitvoolud).

Optiline kiirgus võib segada konnektoreid ja muid seadmeid haldavaid isikuid. Ärge vaadake otse kiu sisse. Nähtamatu laservalgus võib kahjustada silmi. Seetõttu tuleb kiuotste juurde paigaldada vastavad hoiatussildid.

Radioaktiivne kiirgus kahjustab kiuedastusomadusi. Selline probleem võib tekkida tuumajõujaamades, eriti kiirendite (uuringukeskused) ja teatud militaarrakenduste juures.

Bioloogilised kahjustused

Bioloogiliste kahjustuste puhul on tegemist tavaliselt näriliste või putukatega. On olemas kaableid, millel on närilistevastane kaitse. Putukate vastu aitavad ventilatsiooniavade filtrid. Maapinda paigaldatud kaablitel on tavaliselt torukaitse, mis on õigesse sügavusse paigaldatud ja võrgukaardil dokumenteeritud. Torusüsteemide otstesse tuleb paigaldada kaitsmed, mis aitavad nii näriliste kui ka muda ja liiva vastu.

Tolm

Tolm ja muu mustus võivad kahjustada sõlmpunktide aktiivseid seadmeid, samuti ei saa tolmu ja prahi tõttu konnektoreid korralikult ühendada. Keldrites olevad sõlmpunktid tuleb probleemide vältimiseks tolmust ja mustusest puhastada.

Tolmu tõttu võivad tekkida ka soojusprobleemid, sest tolmuosakesed halvendavad ventilaatorisüsteemide tööd, mis võib omakorda ülekuumenemist põhjustada (vt ka kuumuskahjustusi). Lisateavet ohutuse, riskide ja riskide kõrvaldamise kohta leiate PTS-ist ja Svenska Kommunforbundetist.

6 Mõõtmine, dokumentatsioon ja kasutamine

6.1 Mõõtmine

Optilist signaali, mis suundub kasutajasõlmest ühendussõlme, mõõdetakse tavaliselt stabiliseeritud valgusallika ja võimsusmõõturiga. Optilist sumbumust väljendatakse detsibellides. Mõõtmine peab toimuma süsteemiga samal lainepikkusel. Kui lainepikkus ei ole teada, tuleb mõõta 1550 nm (üherežiimne) juures, sest mida suurem on lainepikkus, seda suuremat mõju avaldavad kiududele kaared, kahjustatud konnektorid ja surve. Kui kiud on mitmerežiimne, võib lainepikkus olla 850 või 1300 nm.

Optiliste võrkude mõõtmine on üsna kulukas. Seetõttu soovitame võimalikult vähe mõõtmisi teha. Kiudoptilise võrgu puhul piisab sellest, kui iga kiudu ühel lainepikkusel mõõta. Tulemused tuleb kanda protokolli. Kui väärtus erineb suuresti keskmisest väärtusest, tuleb tulemuse analüüsimiseks teha OTDR-mõõtmine. OTDR-mõõtmisega on võimalik viga täpsustada, nt kahjustatud konnektor või kiud.

Tüüpilist lingikadu saab arvutada 3. osas esitatud meetodiga. OTDR-mõõtmine on kallim, kuid nagu eelnevalt nimetati, saab sellega vea asukohta täpsustada, nt murdunud kiud või liiga suur surve teatud lingiosas. Peale selle saab ka määrata terve lingi sumbumuse, kaasa arvatud iga ühenduskoha väärtuse. Selle vahendiga saab mõõta ka peegelduskadu (RL) konnektorites.

Seejärel märgitakse protokolli iga ühenduse optiline sumbumus, vt joonis 40.

Täpsemat teavet leiate juhendist IEC 61280-4-2 (üherežiimne kiud), kaablipaigaldus [7]. Põhilised mõõtmisviisid leiate juhendist IEC 60793-1.

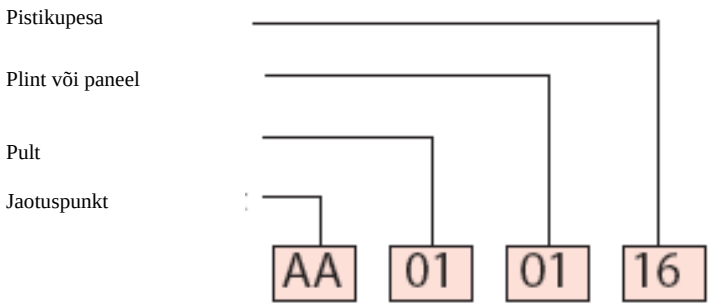
6.2 Märgistamine

Kiudoptilise võrgu dokumentatsiooni osas kehtivad järgmised nõuded:

- võrgu plaan koos ühenduste kirjeldustega;
- analoogiline kaablimarsruutide plaaniga:
- ühenduskappides olevate ühenduste skeemid;
- kappide ühendusskeemid, korteri number, ODF-number;
- analoogne meediumimuundurite skeemiga;
- optilised lülitid;
- mõõtmisprotokoll.

Rootsi standard on juhendis SS 455 12 01 [8].

Igas jaotuspunktis saab iga pistikupesa ainulaadse tähistuse, mis koostatakse pesa asukoha järgi jaotussõlmes. Korteri või ühendussõlme pesa tähistatakse samamoodi nagu vastav pesa korterijaotussõlmes. See tähendab, et ühendussõlm tähistatakse mõlemas otsas ühte moodi, kõrgema järgu võrgus tähistatakse mõlema otsa pesad erinevalt.



Joon. 37. Kiu paigalduse märgistamine

JAOTUSPUNKTI tähistuses märgib esimene täht maja, trepikoda või muud taolist. Teine täht märgib jaotust alates hoone kõige alumisest korrusest.

PULDI numbriks on 01, mis igas jaotuspunktis suureneb.

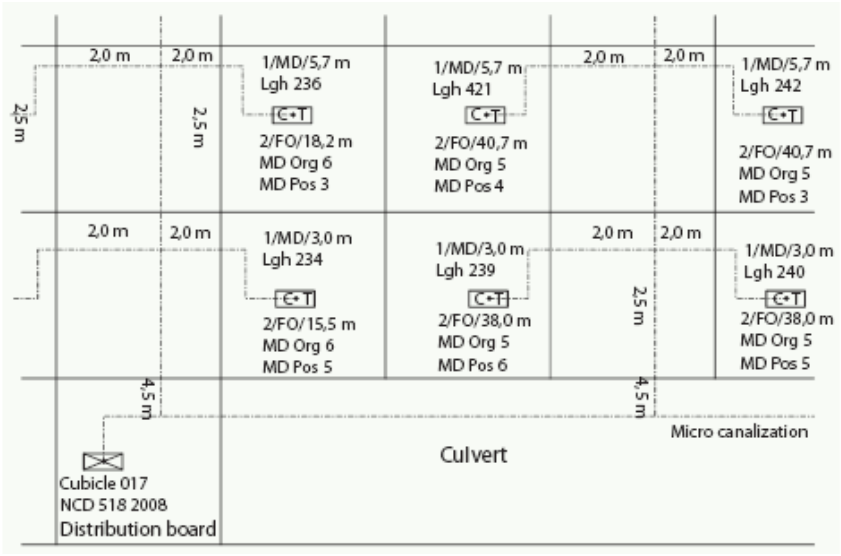
PLINT või PANEEL nummerdatakse ridade kaupa alates 01-st, alustades puldi vasakust ülanurgast. Pulti koondatud aktiivsed seadmed moodustavad samuti plindi või paneeli.

PESA esimene number tähistab tootjat ja teine number rida, alustades plindi või paneeli vasakust ülanurgast. Kui tegemist on duplekskiuga, nummerdatakse kiupesad iga kahe kiu kohta, vastasel juhul nummerdatakse iga kiud eraldi.

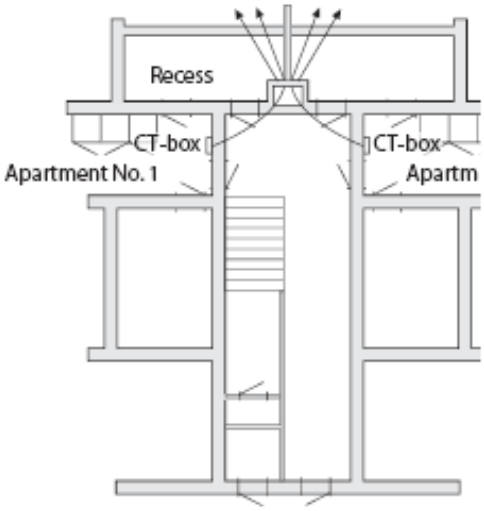
6.3 Lõppdokumentatsioon

Pärast paigaldustöid vaadatakse joonised üle ja kontrollige, kas need on kooskõlas paigaldatud liinidega. Dokumenti peab olema lihtne ning sellel peavad olema märgitud KÕIK kaablid/kanalid ning nende täpsed asukohad hoonetes ja maapinnas. Joonisel 40 on esitatud üks näide.

Dokument edastatakse tavaliselt elektroonilisel kujul (dxf, dwg, hpgl) ja vajadusel ka skaalal 1:1000 või 1:500 paberkandjal mõõdus A0-Al.



Joon. 38. Kiudoptilise võrgu dokumentatsiooni näide koos skeemiga.



Joon. 39. Kiudoptilise võrgu dokumentatsiooni näide, füüsilised liinid (VP-20-torudesse sisestatud mikrotorud).

Kiu ja mikrotorude paigaldus						Kapp: ODF					Kapi tüüp					
Kapi aadress: AA01-stativet Trädgårdsgatan / NOD 1						Omandi nimi:					Kiu tüüp: MM 50 gigabitine					
Kasutajasõlme asukoht ja markeering					Kommentaarid	Ühendus					Multi./mikrotoru			Kiud	Mõõdetud dB	
Aadress	Korrus	Objekt	Tuba / korteri nr	Alla kirjutanu	Märkus	Lindi nr	Kiu nr	FO org	Mi-D org	Mi-D pos	Mi-D nr	Mu-D nimi	Mu-D lõige	Pikkus m	Kiud 1	Kiud 2
Blomgatan 11B	1		199	AA01 01 40		10	7-8		6	1	1	D	12	200	2,5	2,4
Blomgatan 11B	1		198	AA01 01 41		11	1-2		6	2	2	D	12	200	2,4	2,4
Blomgatan 11B	0		197	AA01 01 42		11	3-4		6	3	3	D	12	200	2,6	2,5
Blomgatan 11B	0		196	AA01 01 43		11	5-6		6	4	4	D	12	200	2,3	2,4
Blomgatan 11B	Kv				Reserv, valge kiud				6	5	5	D	12			
Blomgatan 11B	Kv				Reserv, valge kiud				6	6	6	D	12			
Blomgatan 11B	1		195	AA01 01 44		11	7-8		6	7	7	D	12	200	2,4	2,3
Blomgatan 11B	1		194	AA01 01 45		12	1-2		6	8	8	D	12	200	2,4	2,4
Blomgatan 11B	0		193	AA01 01 46		12	3-4		6	9	9	D	12	150	2,1	2,2
Blomgatan 11B	0		192	AA01 01 47		12	5-6		6	10	10	D	12	150	2,2	2,1
Blomgatan 11B	Kv				Reserv, valge kiud				6	11	11	D	12			
Blomgatan 11B	Kv				Reserv, valge kiud				6	12	12	D	12			

Joonis 40. Omandi lõppdokumentatsiooni näide

6.4 Kasutamine ja hooldus

Optilised kiud on väga töökindlad ning neid ei mõjuta välisallikate elektromagnetilised häired. Kõige tundlikumad võrgupunktid on ODF-kapid ja ühenduskaablid. Konnektorid peavad olema puhtad ning eeskirjade kohaselt märgistatud, et kahjustatud ühendusi vältida. Painderaadius ei tohi normi ületada ning kaableid ei tohi pigistada. Peale selle on oluline ka järgmine.

- Hooldusleping tuleb sõlmida iga konstruktsiooni osas eraldi.
- Kui valest kohast kaevatakse, lõigatakse kaablid läbi. Seetõttu tuleb konstruktsioon korralikult dokumenteerida ja paigaldada.
- Varukaabel ja sulatusühendusvahend peavad lähedal asuma, juhuks kui kaevamisel kaablit kahjustatakse. Nii saate vea kiiresti parandada. Õige märgistus muudab veaotsingu lihtsamaks.
- Jaotusvõrgu ettenähtud rikkeparandusaeg on 24-48 tundi.

7 Kvaliteet

Enne iga planeeritud paigaldustööd tuleb koostada kvaliteedikava. Selles kavas määratakse projekti tööetapid, tegevused ja kontrollpunktid. Näited.

- Ulatus tuleb täpselt määrata.
- Osapoolte ja organisatsioonide töölised tuleb täpselt määrata.
- Märkida osapoolte vastutusalad.
- Kõik lepingud peavad olema arusaadavad.
- Järgida kvaliteedipõhimõtet.
- Tagada ressursid ja kvalifitseeritud töötajate baasi.
- Koostada projekti mudel.
- Koostada ajakavad, vahearuanded, hälbearuanded jne.

8 Viitematerjal

[1] Utformning av sakerhet i noder i oppna neutrala bredbandsnat, Post- och Telestyrelsen, Svenska Stadsnatsforeningen och Svenska Kommunforbundet

[2] Rapport 25/2000, Generell vagledning till framtidssaker IT-infrastruktur, Observatoriet for IT-infrastruktur, IT kommissionen

[3] SS-EN 50173-1:2003, Fasrighetsnat for informationsoverforing - Generella kabelnat - Del 1: Allmanna fordringar samt kontorsfastigheter

[4] Elforsk rapport 00:12 Elsystem, jordning och transientskydd

[5] SS 424 14 37, Kabelforlaggning i mark

[6] Aniaggnings AMA 98, Allman Material- och Arbetsbeskrivning (AMA)

[7] IEC 61280-4-2 Kiudoptilise side alamsüsteemide test - Osa 4-2: Kiudoptiline kaabel – üherežiimse kiudoptilise kaabli sumbumus

[8] SS 455 12 01, Registreringssystem for interna tele- och datanat - Registrcringsbetcckning

[9] SS-EN 60793-1-1 Optofibrer - Del 1-1: Matning och provning - Allmant och vagledning.

Vaadake ka:

BFS 2002:9 Foreskrifter om andring av Boverkets foreskrifter och allmanna rad om hissar och vissa andra motordrivna anordningar

SEK Handbok 413 Potentialutjamning i byggnader

9 Lühendid

ATM – ATM-edastus

bps – bitti sekundis (bit/s)

CATV – kaabeltelevisioon

HDPE – kõrgtihe polüetüleen

FDF – kiudjaotusvõrk

FTTC – kiud kuni teeni

FTTB – kiud ettevõttesse

FTTH – kiud koju

FTTX – kiudoptiline võrk (kolme ülemise termini koondtermin)

FWA – püsiraadiosideühendus

G.650 – Internarionell rekommendation for hur olika parametrar for fiber och fiberkabel skall matas, sammanstalld av ITU.

G.651 – Internationell kravrekommendarion pi fiberkabel med multimodfiber, sammanstalld av ITU

G.652 – Internationell kravrekommendacion pa fiberkabel med singelmodfiber, sammanstalld av ITU. Se aven tabell nasta sida.

G.655 – Internationell kravrekommendation pS fiberkabel med singelmodfiber speciellt anpassad for DWDM, sammanstalld av ITU. Se aven tabell nasta sida.

Gbps – gigabitti sekundis (Gbit/s)

IEEE – Elektri- ja Elektroonikainseneride Instituut, www.ieee.org

IL – sissekanduv sumbumus

ISO – Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon

IEC – Rahvusvaheline Elektrotehnika Komisjon

ITU – Rahvusvaheline Telekommunikatsiooniliit

LI – lokaalliides

LSZH – madal suits, nullhalogeen

Mbps – megabitti sekundis (Mbit/s)

MMF – mitmerežiimne kiud

ODF – optiline jaotusraam

OPGW – optilise võrgu maandusjuhe

OTDR – optilise ajadomeeni peegeldusmõõdik

PE – polüetüleen

PTS – Post- och Telestyrelsen

PVC – polüvinüülkloriid

PMD – polarisatsioonimoodide hajumine

PON – passiivne optiline võrk

RL – peegelduskadu

SEK – Svenska Elektriska Kommissionen

SMF – üherežiimne kiud

SVEKOM – Svenska Kommunforbundet

SSNF – Svenska Stadsnatsforeningen

UPC – üliviimistletud konnektor

UPS – puhvertoiteallikas

UTP – varjeta bifilaarkaabel

WDM – lainepikkustihendus

WLAN – raadioside-kohtvõrk

Märkus. Standarditega ITU ja IEC 60793-1-1 [9] määratud üherežiimsete kiutüüpide kompilatsioon

Üherežiimne	ITU	IEC	Selgitus
Nihkumatu dispersioon	G.652.A.B	B1.1	Kõige tavalisem
Piiratud nihe	G.654	B1.2	Madal sumbumus
Madalveetase	G.652.C,D	B1.3	Laiendatud lainepikkus (CWDM)
Dispersioonnihe	G.653	B2	Vana, ei soovitata
Mittenull-dispersioonnihe	G.655	B4	DWDM-i uuem tüüp

Lisa A

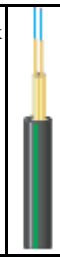
Mikrotorude valimine kiudude läbipuhumiseks

Läbipuhutavate kiudude näited

Tüüp		Alternatiivid	Millal
Siseruumides - Halogeenivaba, tulekindel Tavamudelid: 1-,4-,7-,12- ja 19-torune		Tüüp 2: väline/sisemine läbimõõt 5/3,5 mm	Enamik sisetingimustes kuni 1 000 m kaugusele
		Tüüp 1: väline/sisemine läbimõõt 3/2 mm	Paigaldamiseks korteritesse kuni 300 m kaugusele, max 4 kiudu toru kohta
Välistingimustes torudesse paigaldamiseks Tavamudelid: 1-,2-,4-,7-,12-,19- ja 24-torune		Tüüp 2: väline/sisemine läbimõõt 5/3,5 mm	Enamik välistingimustes torudesse või kontrollitud keskkonnas paigaldamiseks
		Tüüp 3: väline/sisemine läbimõõt 8/6 mm	Välistingimustes kuni 8 kiu paigaldamiseks mikrotorusse, 1000 m[1]
Välistingimustes maapinda matmiseks Tavalised mudelid: 1-,2-,4-,7-,12-,19- ja 24-torune		Tüüp 2: väline/sisemine läbimõõt 5/3,5 mm	Välistingimustes ja ilma kaitsmeta torud otse maapinda paigaldatud[1]
		Tüüp 3: väline/sisemine läbimõõt 8/6 mm	Välistingimustes max 8 kiudu mikrotorus, 1000 m[1]
Välistingimustes, kaabliliinidele paigaldamiseks Tavamudelid: 1-14-torune		Tüüp 2: väline/sisemine läbimõõt 5/3,5 mm	Isetoetuv paigaldus

. Soodsates tingimustes võib läbipuhumiskaugus olla üle 1000 m.

Mikrokaablite ja standardtorudega mikrotorude paigaldamise näited.

Standardne torud Väline/sisemine läbimõõt	Mikrotorud			
Väline/sisemine läbimõõt		7/5,5 mm LSZH*'-versioon	10/8 mm LSZH-versioon	
	kuni 2 üksust	1 üksus	1 üksus	
16/12	kuni 2 x 4 kiudu	2-24 kiudu	2-72 kiudu	. Või LSZH-versioon sisetingimustes. Tavaliselt kuni 300 m.
25/21	1 kuni 6 x 4 kiudu 	< 2 üksust kuni 2 x 24 kiudu	1 üksus 2-72 kiudu	
32/26	< 3 x 6 üksust kuni 18 x 4 kiudu e kuni nt 18 omandit	< 6 üksust kuni 6 x 24 kiudu, e kuni nt 6 maja või ettevõtet	3 üksust kuni 3 x 72 kiudu =216 kiudu	
40/32	kuni 24 x 4 kiudu, e kuni nt 24 korterit	kuni 10 üksust kuni 10 x 24 kiudu e kuni 10 maja või ettevõtet	kuni 5 üksust kuni 5 x 72 kiudu =360	
50/41	< 6 x 6 üksust kuni 36 x 4 kiudu e kuni nt 36 omandit	14 üksust kuni 14 x 24 kiudu e kuni nt 14 maja või ettevõtet	< 7 üksust kuni 7 x 72 kiudu =504 kiudu	
*) LSZH – madal suits, nullhalogeen				

Seda tüüpi mikrotorude kaableid võib puhuda kui 800 m, tavaliste projektide puhul soovitame vahemaadeks kuni 500 m.	Seda tüüpi mikrotorude kaableid saab puhuda kuni 2500 m. Tavaliselt soovitame kuni 1500 m pikkust vahemaad.	
Kasutatakse tiheda asustusega alade kiudoptiliste võrkude puhul või LSZH-torudes, korterites.	Kasutatakse majade kiudoptilistes võrkudes, kuid ka passiivkiudude söötmiseks koondsõlmedes.	Kasutatakse söötmiseks näiteks ühendussõlmedes, kuid ka kiudoptilise võrgu passiivkiudude söötmiseks koondsõlmedes.

Lisa B
Korterelamud

Selles lisas kirjeldatakse elamurajooni. See koosneb kuni viiekordsetest hoonetest ja ridamajadest. Kõne all oleval alal on umbes 600 korterit/tellijat.

Passiivvõrk on mikrotorude, läbipuhutud kiudude, ühenduskappide ja optiliste kaablite kombinatsioon.

Kohe alguses tuleb ühes hoones reserveerida ruum (tavaliselt kelder), mida kasutatakse ühendussõlmena (An).

Antud juhul (joon. B1) paikneb ühendussõlm pika hoone parempoolses osas väikeses laoruumis (punane täpp). Selles ruumis paikneb hoone võrk koos igast korterist lähtuva kiupaariga ning siin on ka ühendus piirkonnavõrku. Optilise kaabli asemel võivad olla torudes paiknevad mikrotorud.

	Kiu koondpunkt		Ühendussõlm		Piirkonna peasõlm

Joon. B1. Käsitletava piirkonna pilt (foto on avaldatud ettevõtte Hudiksvallsbostader AB loal)

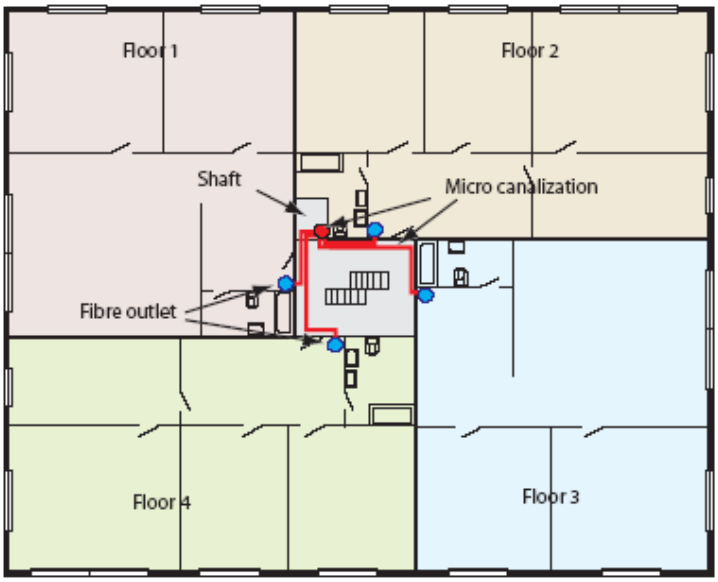
Pildi lähemal uurimisel näeme, et hooned on jaotatud viide rühma. Nelja hoonerühma puhul määratakse neutraalne ala (ruumis või õues), kuhu koondatakse kõik rühma mikrotorud ja kiupaarid. Seejärel puhutakse kõigi rühma korterite kiud sellesse punkti (fkpl-4).

Vastavas kiu koondpunktis ühendatakse kaablid/mikrokaablid ühendussõlmega. Nii on pikim läbipuhumisvahemaa umbes 300 m ning välditakse liiga kaugele puhumisega tekkivaid probleeme. Kui plaan seda võimaldab, peab kaablite kanalid viimase 100 m ulatuses ühendussõlmega ühendama. Nii vähendate paigalduskulusid. Joonisel B1 on see võimalik koondpunktides fkpl-3.

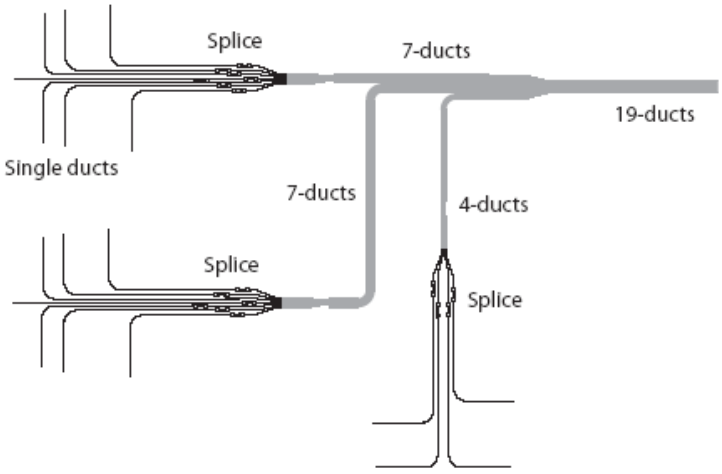
Mikrotorud paigaldatakse ühendussõlmele kõige lähemal olevast alast alates otse ühendussõlmeni, vt kaart joonistel B8 ja B9. Kõige pikem vahemaa kasutajasõlmest ühendussõlmeni on umbes 750 m.

Pärast hoolikat planeerimist ja detailsete korruseplaanide tegemist võib paigaldamistöödega alustada.

- Iga korteri esikust kulgeb mikrotoru korruse koondpunkti, antud juhul liftišahti.
- Üksiktorud koondatakse suuremasse torusse, vt joonis B3, ja ühendatakse maapinnal teiste korruste torudega. Valige sobiv koht, kus siseruumide kanalid lähevad üle välisteks kanaliteks. Praegusel juhul on selleks juba olemasolevate torude või otse maapinda paigaldatud torude mikrokanalid, vt lisa A.
- Mikrotorude paigaldamisel tuleb määrata ja märkida kõik pikkused, sest need on aluseks õige kiupikkuse dokumenteerimisel ja tellimisel.
- Iga hoonerühma kohta suundub kiu koondpunkti (fkpl-4) umbes 100 mikrotoru, üks igast korterist.

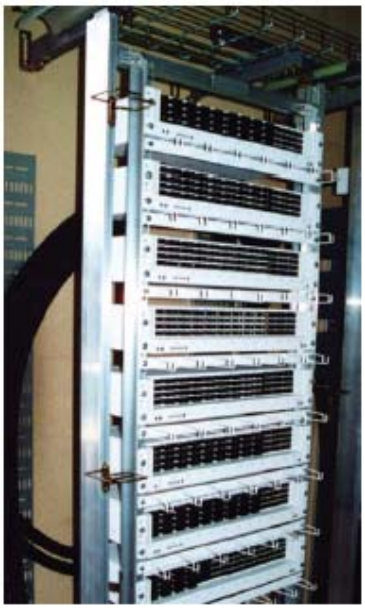


Joon. B2. Korruse mikrotorud ja kiupesad. Üksikud mikrokanalid ühendatakse šahtis suurema toruga.



Joon. B3. Joonisel on näidatud, kuidas üksikud mikrotorud suurematesse torudesse koondada. Torude pildid leiate lisast A.

Joon. B4. Tavalisse elektrikilpi paigaldatud kiukoondpunkt.



Joon. B5. Ühendussõlme kiujaotusvõrk.

Kõik mikrotorud ühendatakse kiukoondpunkti ühenduskapis.

Kiupaarid ühendatakse kaablitega pärast nende läbipuhumist korteritest. Optilised kaablid paigaldatakse ühendussõlme torudesse (40/32 mm). Mikrokaablid paigaldatakse mikrotorudesse.

Toimingut korratakse iga hoonerühma puhul. Kui kiukoondpunktid paigaldatakse välistingimustesse, tuleb valida selline koht, kus ühenduskappi ei pääseks vesi. Vastasel juhul võivad tekkida edastusprobleemid ning kiu kasutusaeg lüheneb. Seega paigaldage kapp nii, et see ei satuks vee alla.

Ühendussõlmele kõigele lähemas hooneterühmas kiukoondpunkt (fkp) puudub. Mikrokanalid ühendatakse otse sõlme kiujaotusvõrguga.

Ühendussõlmes on 19-tolline kapp, kus kõik kiupaaride otsad ühendatakse konnektoritega (paar või topelt).

500 kuni 1000 kiupaari lõpetamine on põhjalik töö, mille puhul on vajalikud täpsed joonised ja hoolikas tegutsemine.

Soovitame selles osas kasutada sertifitseeritud ettevõtete teenuseid.

Ühendussõlmes võib kasutada eelühendatud kiurulle, mis ühendatakse sissetulevate kiupaaridega. Selline lõpetusmeetod tagab väga hea kvaliteedi, sest kasutatakse tehase konnektoreid ja kõik ühendused tehakse sulatusühenduse meetodiga.

Kõigil piirkonna korteritel on ühendussõlme ristühendusega passiivühendus.

Kõiki kiupaare mõõdetakse optiliselt stabiilse valgusallika ja anduriga (võimsusmõõtur).

Kasutada saab 850 või 1300 nm mitmerežiimset või 1310 või 1550 nm üherežiimset kiudu. Ühendusi ja konnektoreid saab kontrollida ka tavalise valgusallikaga.

Nüüd on passiivvõrk paigaldatud. Iga tellija korteri kiupaar on ühendussõlme jaotusvõrguga ühendatud. Nagu juba eelnevalt nimetatud, tuleb kiukoondpunkti planeerida nii, et ruumi jääks lisamikrotorude jaoks. Kaablitel peavad olema ka varukiud uute ühenduste jaoks.

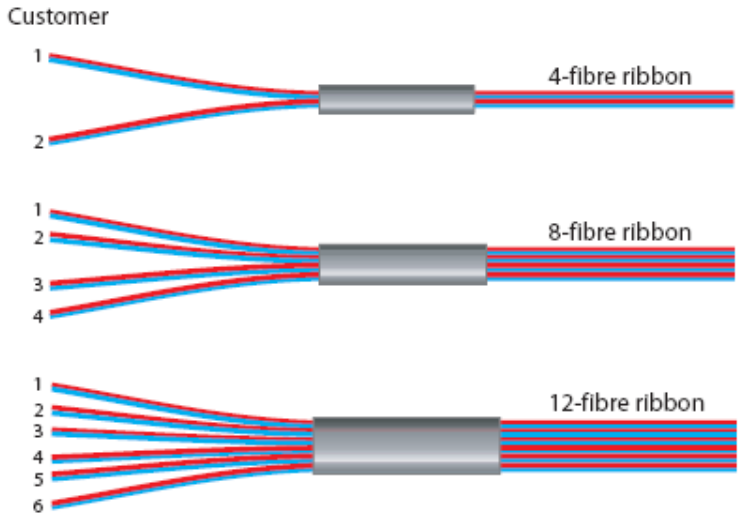
Ühendussõlmes peab olema eraldi moodul kiujaotusvõrgu ühendamiseks piirkonnavõrguga. See moodul peab vastu võtma 96 kiudu isegi juhul, kui algselt kasutatakse vähem kiude.

Kõige kulukam korterelamute võrgu puhul on paigaldamine ja kaevamine. Hoolikas ettevalmistus vähendab projekti kogumaksumust.

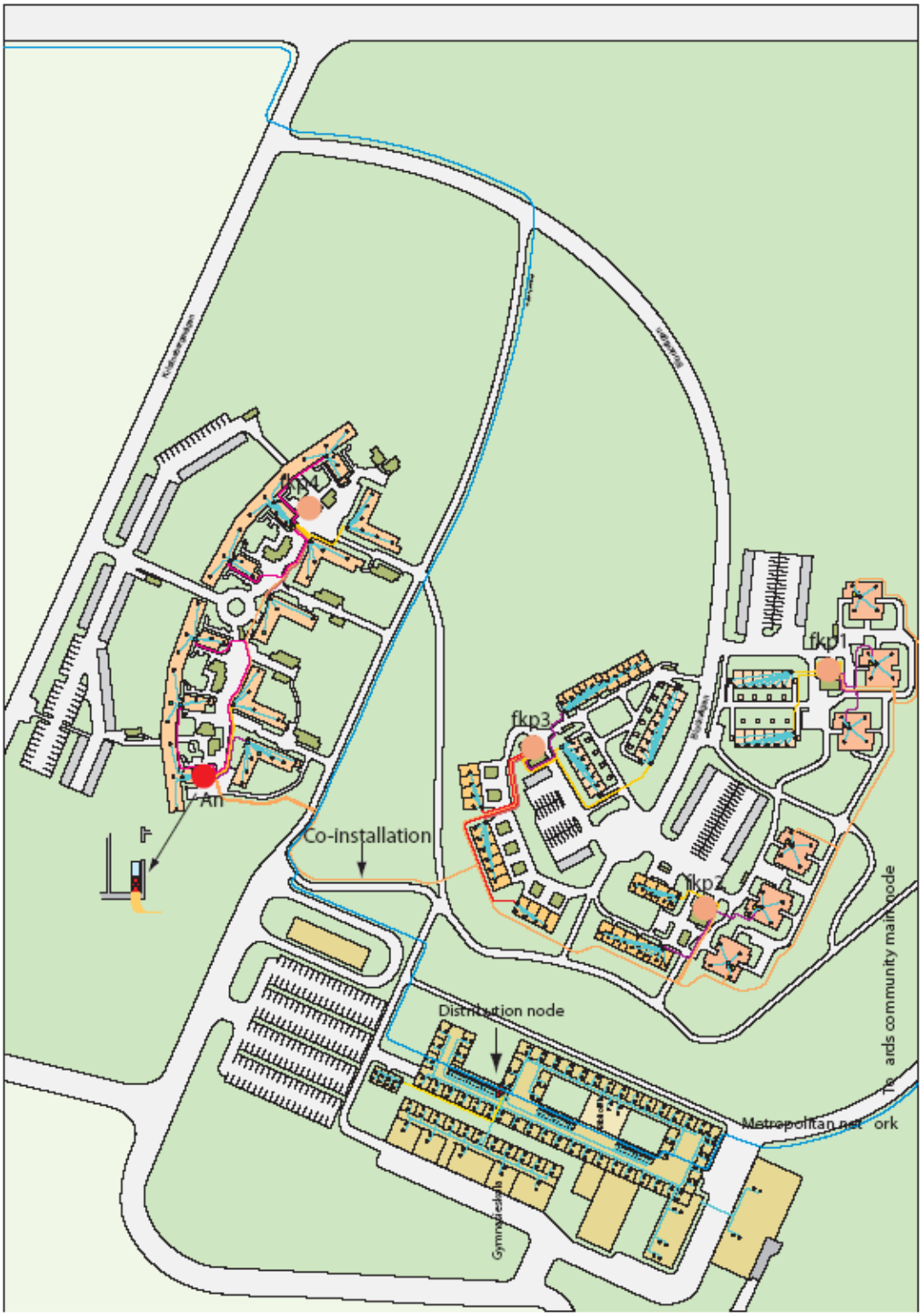
Dokumentatsioon peab olema üksikasjalik, kuid mitte ka liiga detailne.

Protokollis peavad olema kõik vajalikud mõõdud ja nendega kaasnev teade, kuid mitte liiga üksikasjalik.

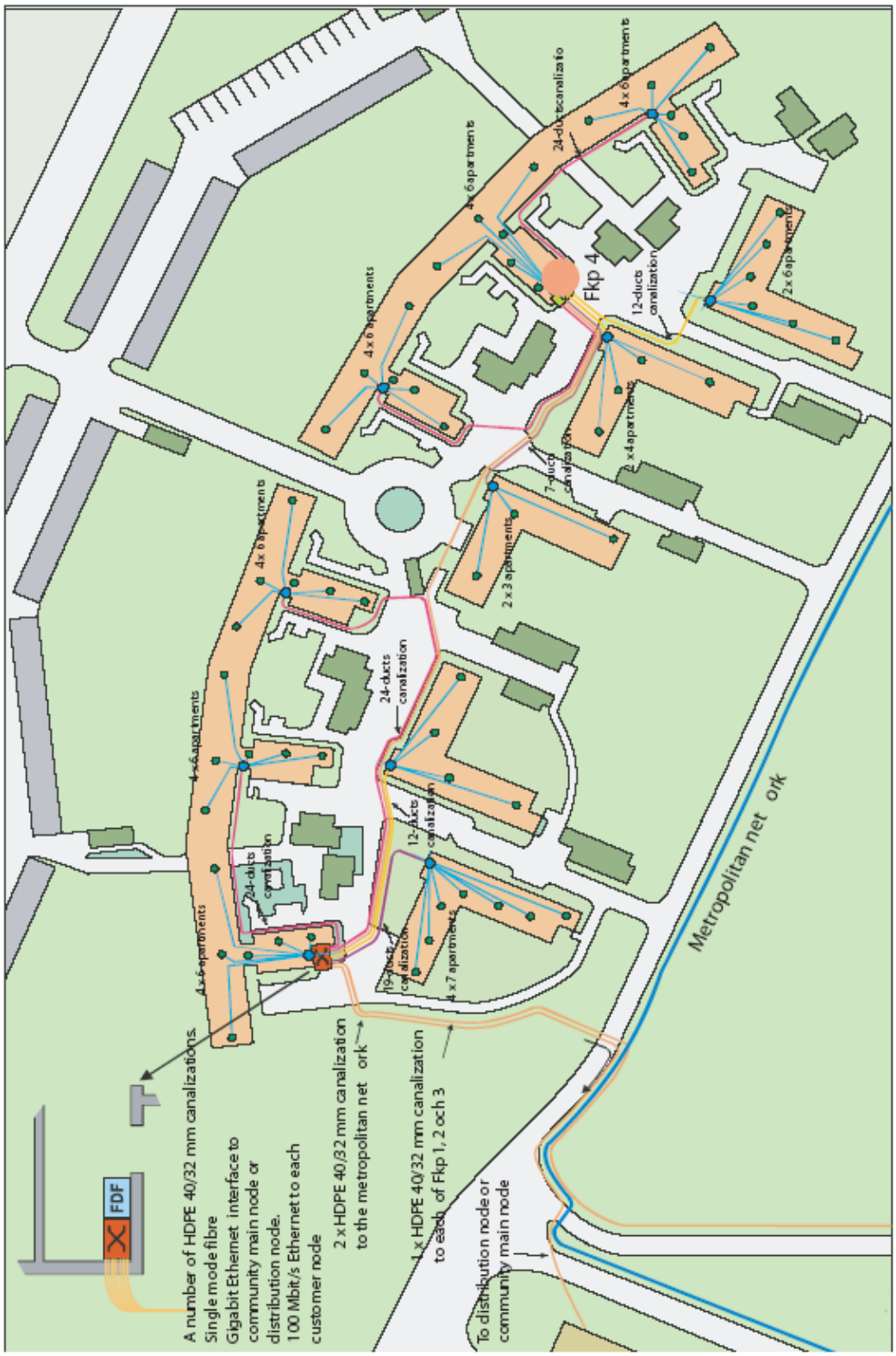
Joon. B6. Ühendatud kiurullid ristühenduspaneelis.



Joon. B7. Joonisel on näidatud, kuidas mitme tellija kiupaare saab mikrotorudesse koondada.



Joon. B8. Joonisel on kujutatud elamurajoon. Ühendussõlm on märgitud punase täpiga. Kiukoondpunktid on märgitud rohelise täpiga.



Joon. B9. Joonisel on kujutatud ühendussõlmele kõige lähemat ala.

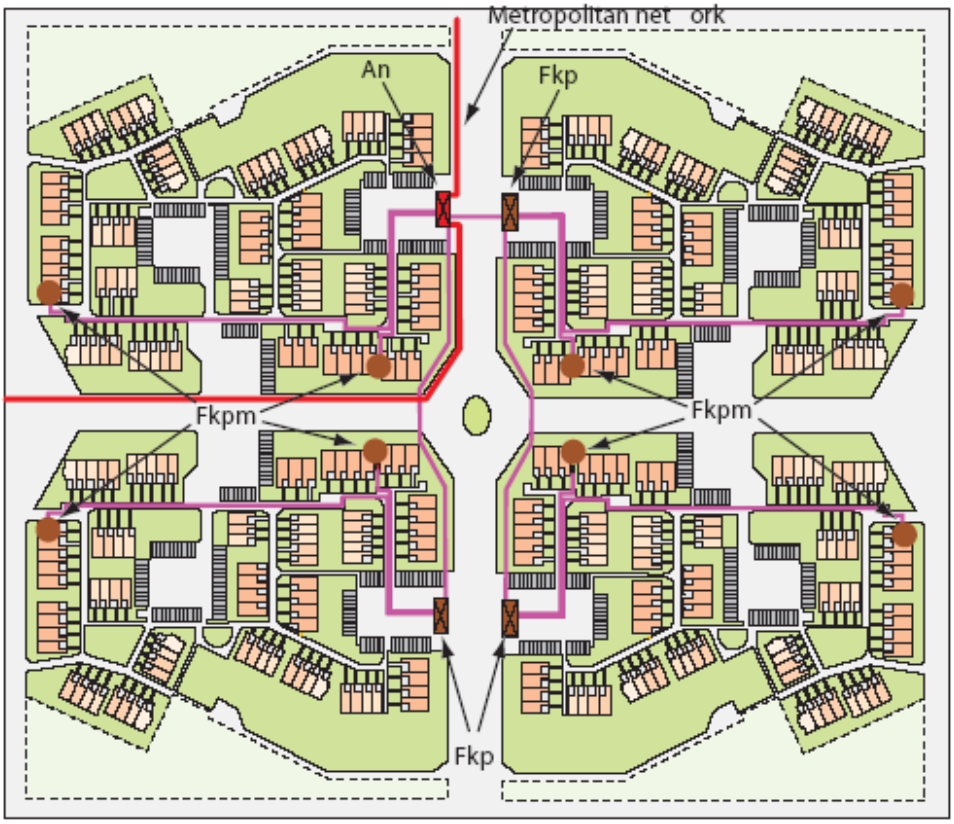
Lisa C

Era- ja ridamajad

Majanduslikust seisukohast on era- ja ridamajade ala kõige raskem planeerida. Majad võivad paikneda hajali ja majade vahele jääv ala ei pruugi kuuluda majaomanikele (nt teed, pargid, aasad). Erinevate omanike vahel tuleb luua koostöö ja sõlmida lepingud.

Paigaldusmarsruut valitakse eelplaneeritud andmete põhjal. Arvestama peab mitme eri aspektiga: pinnasetüüp, olemasolevad seadmestikud, betoonitud piirkonnas, vajalikud ühenduskapid jne. Lühim vahemaa ei pruugi alati hea olla. Kaevamise osas ja majanduslikus mõttes võivad paremini sobida muruplatsid, kuigi see võib tähendada pikemat marsruuti.

Lisas C käsitletakse suuremat eramajade ala, vt joonis C1. Sellel alal on üle 600 maja, mis paiknevad neljas jaos. Ühendussõlme ruumile valiti ühismaa.



Joon. C1. Eramajade piirkonna ülevaade

Ühendussõlme jaoks on vaja umbes 6 m^2 suurust pinda, mis võib olla osa olemasolevast ruumist; kasutada võib ka uue laoruumi osa.

Sõlmeruum asub selle näite puhul punases hoones (An) joonise C1 vasakus ülanurgas. Kolmel ülejäänud rühmal on samasugune ruum, mis on joonisel tähistatud märgistusega (fkp). Need kolm koondpunkti on ühendussõlmega ühendatud kas mikrokaabli või tavalise optilise kaabli vahendusel. Ühenduses peab olema vajalikust rohkem kiupaare, juhuks kui on vaja kõik eramajad ühendada. Nii saab hiljem uusi ühendusi luua.

Igas rühmas on väliste kanalite koondamiseks kaks väiksemat koondpunkti (fkpm, vt joonised C1 ja C2). fkpm ja fkp võivad omavahel ühendatud olla läbipuhutud kiududega mikrotoru või mikrokaabliga. Kasutada võib ka optilist standardkaablit.

Koondpunktide kasutamisega saab efektiivselt algseid kulutusi vähendada ja ühenduste arvu hiljem järk-järgult suurendada. Peale selle saab vastavalt vajadusele ka kiude läbi puhuda. Nimetatud laiendustööde tarvis peavad olema lisakanalid.

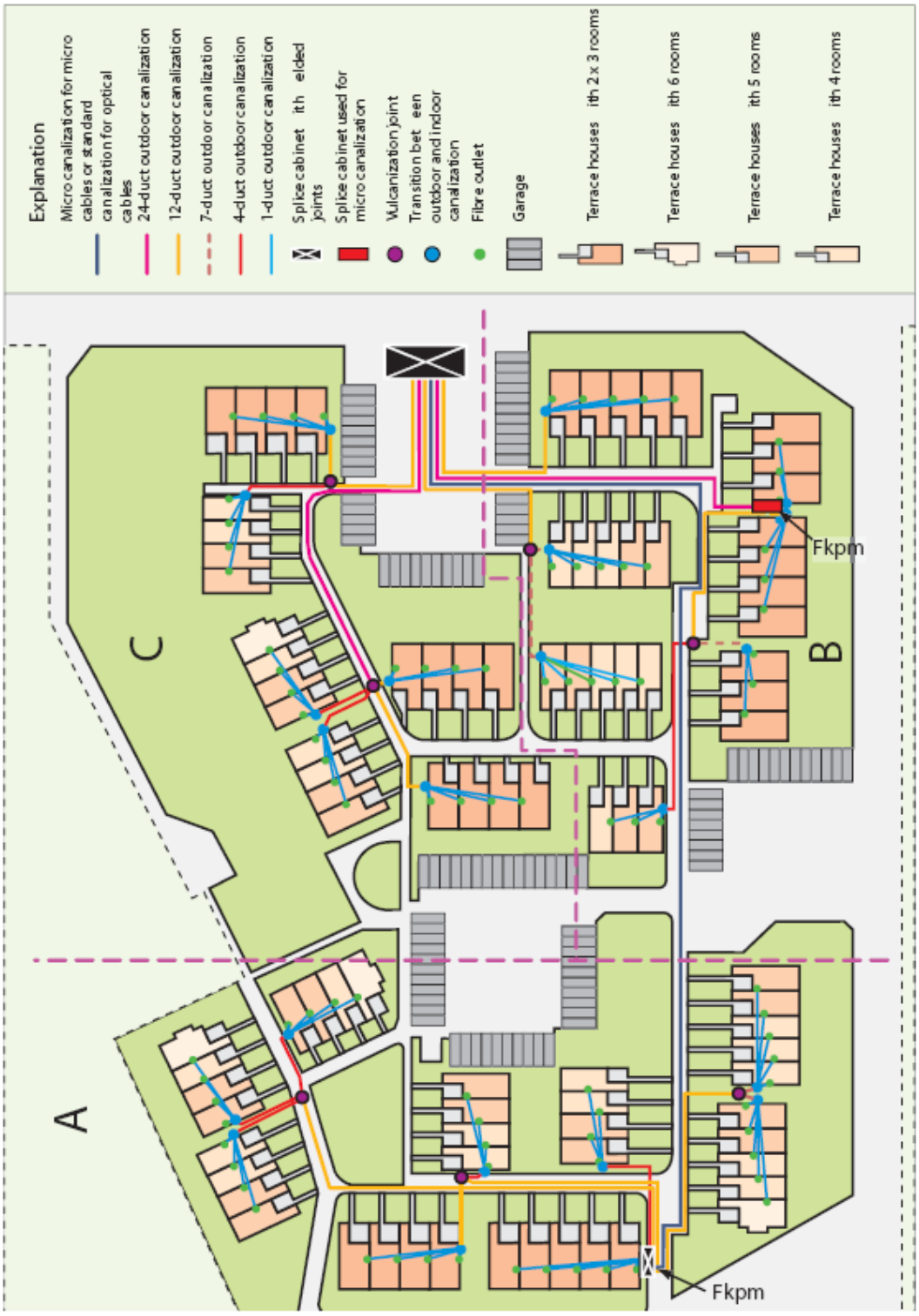
Uusi kliente on lihtne ühendada, sest kapid asuvad maapinnal ja seega on neile kerge ligi pääseda. Mõnikord võib keeruline olla kapile sobivat kohta leida. Koha jaoks võib maaomanike nõusolekut vaja minna. Kapi asukoha leidmisel tuleb arvestada nii turva- kui tehnilisi aspekte. Sageli rüüstatakse või kahjustatakse kappe. Seetõttu tuleb kapid autoteedest eemale paigaldada ning nii, et need väga silma ei paistaks. Seda kõike tuleb eelplaneerimisel arvestada.

RAJOONI PLANEERIMINE – SOOVITUS

Joonisel C2 on kujutatud joonise C1 suurendust ning seal on märgitud ühendussõlme asukoht. Rajooni kuulub kokku 127 maja (mõnedel neist on kaks korrust). Järgmine käsitlus kujutab endast nelja põhjalikku soovitust.

Igasse majja või korterisse paigaldatakse mikrotoru, millele tuleb leida sobiv koht. Selleks võib olla ka pööning. Toru lõpp on üleminekul seest välja (sinine täpp joonisel C2). Selles punktis võib üks või mitu toru y-ühenduse või vulkaniseeritud ühenduse kaudu siseneda suuremasse torusse (vt joonis C7 ja C8). Kanalid võib kokku koondada.

Joonisel C2 toodud rühma võib jagada omakorda kolmeks alamrühmaks. Alal A suunduvad kõik 48 kanalit (üks igast ridamajast) koondpunkti fkpm, milleks on väline ühenduskapp (vt joonis B4 lisas B). Läbipuhutud kiud ühendatakse mikrokaabli või tavalise kaabliga ning puhutakse läbi mikrotoru. Kui kasutatakse mikrotoru või tavalist kaablit, peavad neil olema rohkem kiude kui algselt vaja. Kõik kiupaarid ühendatakse ühendussõlme jaotusvõrku, ükskõik mis paigaldusmeetodiga on tegu.



Joon. C2. Joonisel on kujutatud piirkonna rühma ja võimalikku torulahendust. Joonisel on mikrotorude, optilise või mikrokaabli koondpunktid (fkpm). Kolm alamrühma on märgistatud tähtedega A, B ja C.

Alal B on ühenduskapiga (fkpm) ühendatud mikrotorude abil järgmised nelikümmend ridamaja.
Sellest punktist suunduvad kiud ühendussõlme, siinjuures on kasutusel üks eelnimetatud meetoditest. Kuna läbipuhumisvahemaa on suhteliselt lühike (umbes 200 m), võib koondpunkt koosneda mikrokanalite ühendustest nii, et kiupaarid on otse majast ühendussõlme puhutud.

Kolmandal alal C on mikrotorude süsteem sammkoondpunktide näol mikrotorude lihtsate ühenduspunktidega (vulkaniseeritud või y-ühendused) ühendussõlme jaotusvõrguga ühendatud. Seejärel saab kiud otse ühendussõlme puhuda.

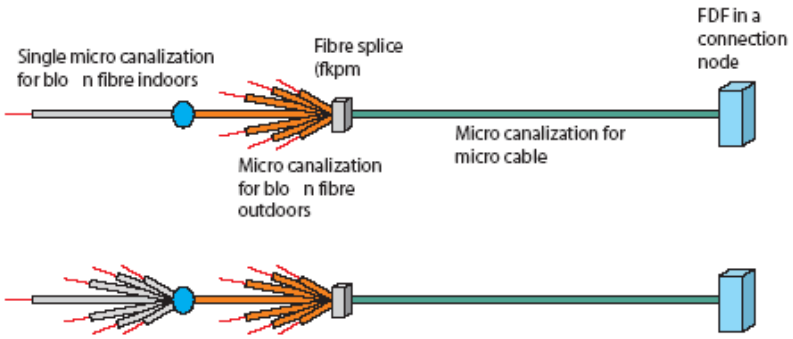
Kiud ja aktiivsed seadmed paigaldatakse samamoodi nagu korterelamute puhul.

Sama ühendussõlme jagavad kolm ülejäänud rühma ühendatakse sama moel. Mikrokanalid, kaablid ja läbipuhutud kiud koondatakse ühte punkti (fkp), kus kõik kiud mikrotorusid või kaableid mööda ühendussõlme suunduvad.

PÕHJALIK SOOVITUS A, LÄBIPUHUMISMEETODI KASUTAMINE KOOS MIKROKAABLITEGA

Kiudude läbipuhumiseks ette nähtud mikrokanalid paigaldatakse tellijast koondpunkti (fkpm) eespool kirjeldatud viisil. Võimaluse korral paigaldatakse mikrotorud teiste torudega paralleelselt. Kiud puhutakse iga tellija pesa juurest koondpunkti (fkpm). Suure arvu kiududega mikrokaablid puhutakse ühendussõlmest koondpunkti. Kiupaarid ühendatakse koondpunktis (fkpm) korraga. Niiviisi peab kiupaare ainult ühe korra ühendama.

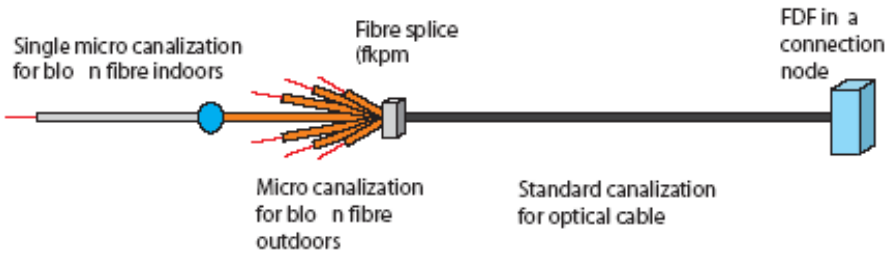
Eelühendatud kiurullid tuleb ühendada kiu lõpus.



Joon. C3. Läbipuhutud kiudude ja mikrokaabli skeem kasutajasõlme ja ühendussõlme vahel. Sinised täpid märgivad üleminekut sisekanalitest väliskanaliteks. Joonise alumises osas on tegemist mitme toruga väliskanaliga (oranž). Need jagatakse iga kasutaja jaoks ette nähtud mikrotorudeks. Sama asi kehtib ka järgmiste soovituste puhul.

LAIAULATUSLIK SOOVITUS B, LÄBIPUHUMISMEETODI KASUTAMINE KOOS OPTILISTE KAABLITEGA

Läbipuhutud kiudega mikrotorud paigaldatakse nii, nagu eespool kirjeldati. Koondpunktide ja ühendussõlme vahele paigaldatakse optilised kaablid. Optilisel kaablil peab olema rohkem kiude kui algselt vaja. Vajadusel peab tulevikus saama uusi tellijaid võrguga ühendada ning võrku uuendada. Läbipuhutud kiudude ja optilise kaabli ühendamine on lihtsam, kui mõlemad otsad on sama tüüpi. Seejärel on võimalik 6 paari (2-kiuline lint) ühendada 12-kiulise lindiga. Sellisel viisil väheneb ühendamiseks kuluv aeg 80%. Kasutada saab ühendussõlme jaotusvõrgu väljundit, mis tähendab, et eelühendatud 12-kiuline lint ühendatakse optilise kaabli 12-kiulise lindiga. Ka sellisel juhul väheneb ühendamiseks kuluv aeg.

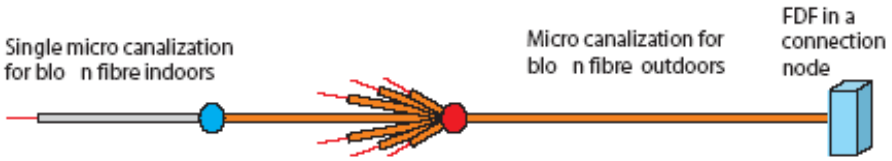


Joon. C4. Läbipuhutud kiudude ja optilise kaabli skeem kasutajasõlme ja ühendussõlme vahel. Sinised täpid märgivad üleminekut sisetorudest välistorudeks.

LAIAULATUSLIK SOOVITUS C, TERVENISTI LÄBIPUHUTUD SÜSTEEM

Kui ühendussõlme ja kõige kaugema tellija vahemaa ei ületa 900 kuni 1000 m, saab terve ala mikrotorude süsteemi läbi puhuda. Mida lähemale ühendussõlmele jõutakse, seda suuremaks mikrotorud igas koondpunktis muutuvad. Seejärel saab kiu ühe korraga ühendussõlmest kuni tellija pesani puhuda (või vastupidi). Kui koostada terve võrk ainult mikrotorudest, saab tellijad ka hiljem võrguga ühendada.

Ühendamine pole vajalik; kui kasutada eelühendatud läbipuhutud kiude, peab ühendussõlmes ühendama ainult eelühendatud rullid.

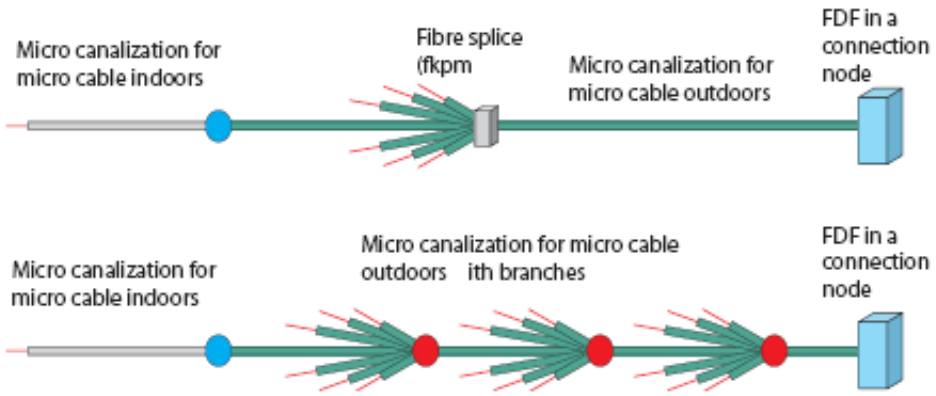


Joon. C5. Läbipuhutud kasutajasõlme ja ühendussõlme skeem. Sinised täpid märgivad üleminekut sisekanalitest väliskanaliteks. Punases täpis jaguneb mikrotoru (vt joonis C7 ja C8) tellijate ühendamiseks.

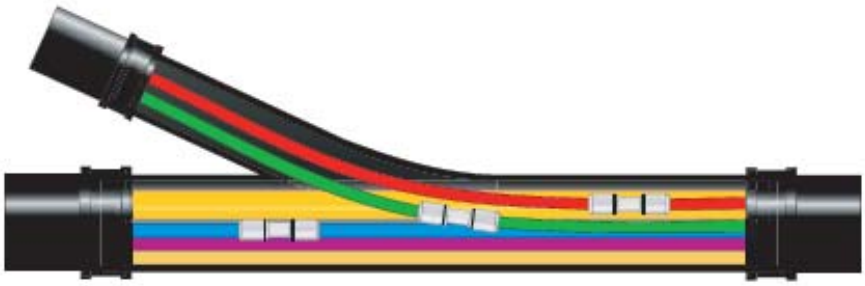
LAIAULATUSLIK SOOVITUS D, TÄIELIK MIKROKAABLISÜSTEEM

Soovitus D on soovituste B ja C kombinatsioon. Kõik mikrotorud on ette nähtud mikrokaablite jaoks.

B ja C kombinatsioonis asendatakse optilised kaablid mikrokaablitega. Hargnemine tehakse koondpunktis (fkpm). Väheste kiududega mikrokaablid puhutakse koondpunktist tellija pessa. Seega on ühendamine vajalik ainult koondpunktis. Selle lahenduse korral tuleb eelühendatud kiurullid iga kiu lõpus ühendada. Kui iga kasutajasõlm ühendatakse ühendussõlmega üksiku mikrokaabli abl, pole vaheühendamine vajalik. Kuid eelühendatud kiurullid tuleb igas otsas ühendada. Mikrotorusid on palju, kuid nende paigaldamine on lihtne. Mikrotorudel on ka üsna palju hargnemispunkte.



Joon. C6. Mikrokaablitega kasutajasõlme ja ühendussõlme skeem. Sinised täpid märgivad üleminekut sisetorudest välistorudeks. Punases täpis jaguneb mikrotoru (vt joonis C7 ja C8) tellijate ühendamiseks.



Joon. C7. Y-ühenduse ristlõige. Mikrotorud hargnevad ühendustorudes. Seejärel saab mikrokaablid või kiud tellijateni või ühendus- või piirkonnavõrgus erinevate sõlmedeni puhuda. Horisontaalkanali läbimõõt on 40/32 mm, harutoru läbimõõt on 25/21 mm.

Joon. C8. Vulkaniseeritud ühendus, üksik või mikrokanal koos väheste mikrotorudega ühendatakse mitme toruga mikrotoruga, et paigaldamist lihtsustada

Kehtivad samad dokumentatsiooni- ja mõõtenõuded, mida on juba juhendis ja selle lisades kirjeldatud.

Tekstis käsitletud võrgud on ainult soovituslikud ning on lihtsalt näiteks, kuidas eraldi hooneid või suuremaid piirkondi või eraettevõtteid kiudoptiliste võrkudega ühendada. Igal kiudoptiline võrgul on eri paigaldustehnoloogiate, seadmete, kavandite ja maksumuse tulemus. Hästi loodud kiudoptiline võrk võib olla nii odav kui ka paindlik ning seda on võimalik soovide ja nõudmiste järgi kohandada.