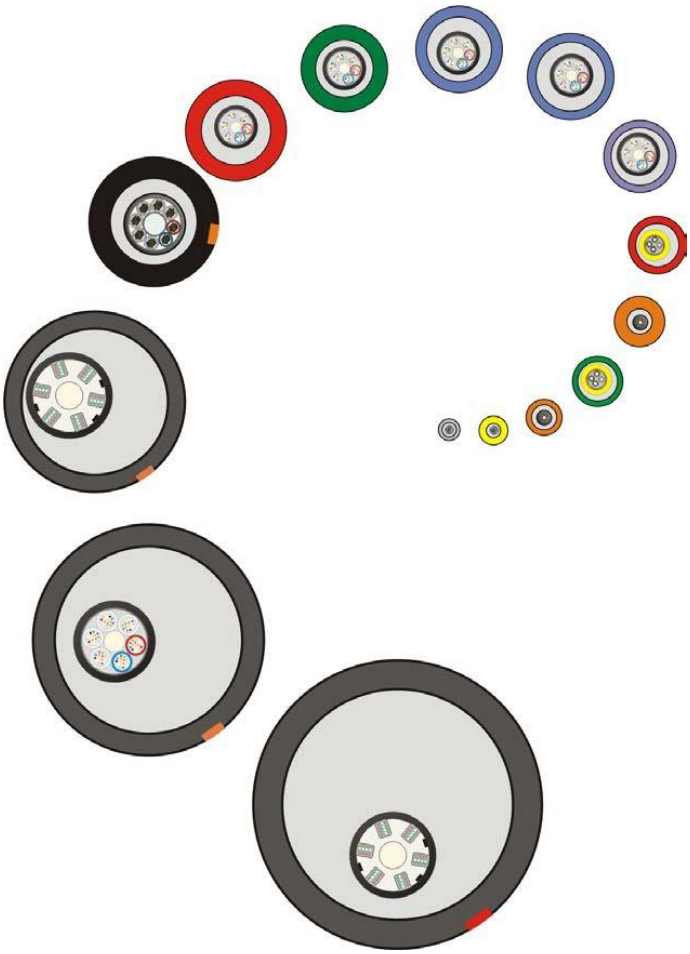
Anvisningar för robust fiber

Bilaga 2

Robusta nät

Ver 1.3.2



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning 5

2. Nät 6

2.1 Förberedelser för förläggning av kanalisation och optokablar 6
2.1.1 Planera nätstruktur 6
2.1.2 Markundersökning 6
2.1.3 Tillstånd 6
2.1.4 Ledningsanvisning 7
2.1.5 Val av förläggningsteknik 7
2.2 Kanalisation 8
2.2.1 Kanalisationsrör 8
2.2.2 Spridningspunkt 11
2.2.3 Spårbarhet 15
2.3 Förläggning 18
2.3.1 Tätning av kanalisation 18
2.3.2 Förläggning i mark 18
2.3.3 Minsta fyllningshöjd 24
2.3.4 Anslutning till hus 26
2.3.5 Förläggning i sjö eller vattendrag 28
2.3.6 Förläggning på stolpar 31
2.3.7 Förläggning vid bro 33
2.3.8 Förläggning i tunnel eller kulvert 33
2.4 Optokablar 34
2.4.1 Optokablar generellt 34
2.4.2 Optokablar för förläggning i mark 37
2.4.3 Optokablar, kabelrännor och kabelstegar för inomhusförläggning 37
2.4.4 Optokablar för stolpförläggning 37
2.4.5 Optokablar för förläggning i vatten 38
2.4.6 Optokablar för förläggning i tunnel och kulvert 38
2. 5 Kabelhantering 39
2.5.1 Generella krav 39
2.5.2 Läggning av optokabel i brunnar och skåp 40
2.5.3 Förläggning av optokabel inomhus 40
2.5.4 Skarvning av kabel 40
2.5.5 Skarvenheter 41
2.5.6 Terminering av kabel i nod 43
2.5.7 Optokontakter och rengöring 45
2.5.8 Terminering utomhus 47
2.5.9 Terminering i fastighet 47
2.5.10 Optisk strålning 48
2.5.11 Leveransmätning av fiberförbindelser 49
2.5.12 Leveransmätning av passiv fiber 49

2.5.13 Leveransmätning av aktiv fiber 51
2.6 Märkning 53
2.6.1 Märkning och benämning av kanalisation 53
2.6.2 Märkning av kablar 54
2.6.3 Numrering och märkning av stativ och paneler 54
2.6.4 Skarvenheter 54
2.6.5 Fiberuttag 55
2.7 Säkerhet 55
2.7.1 Lås 55

1. INLEDNING

Dokumentet "***Anvisningar för Robust fiber***" består av ett huvuddokument och ett antal bilagor.

I denna bilaga, bilaga Robusta nät, finns minimikrav på hur kanalisation och optokablar ska väljas, förläggas, hanteras, märkas och mätas. Bilagan innehåller även rekommendationer samt exempel på hur det kan se ut vid byggandet av en robust fiberanläggning.

Inom följande områden finns minimikrav definierade i bilagan:

- Förberedelser
- Kanalisation (rör, brunnar och markskåp)
- Lägesinmätning
- Markering
- Tätning av kanalisation
- Förläggning kanalisation i mark
- Fyllningshöjd
- Anslutning till hus
- Förläggning i sjö eller vattendrag
- Förläggning på stolpar
- Förläggning vid bro
- Förläggning i tunnel och kulvert
- Optokablar
- Kabelhantering
- Skarvning
- Skarvenheter
- Terminering
- Leveransmätning av fibrer
- Märkning

2. NÄT

2.1 Förberedelser för förläggning av kanalisation och optokablar

Innan arbetet med att förlägga kanalisation och optokablar påbörjas ska ett antal aktiviteter genomföras.

2.1.1 Planera nätstruktur

En grovprojektering görs och innehåller antal möjliga kunder, ett förslag till nätstruktur för att täcka området, lämplig förläggningsteknik, schaktlängder samt i vilket material som schakten sker.

Utgående från nätstrukturen vid grovprojekteringen görs en detaljprojektering som leder till val av storlek på optokablar och antalet skarvenheter. Därefter väljs typ av skåp eller brunnar. Sedan ska kanalisationsrör väljas för att passa till de optokablar man valt för anläggningen. Rekommenderat är att planera viss överkapacitet för både fiber och kanalisationsrör.

2.1.2 Markundersökning

Avgörande för val av materiel och förläggningsteknik är att det har genomförts en okulär markundersökning av den planerade kabelsträckningen.

Innan markarbeten påbörjas görs därför okulärbesiktning (syn) av arbetsområdet. Okulärbesiktningen utförs av utsedda ombud för beställaren och entreprenören. Representanter från berörda markägare bör även vara med. Resultatet av okulär-besiktningen dokumenteras i ett protokoll som bör kompletteras med bilder på arbets-området.

Samråd med länsstyrelsen och/eller kommunen avseende kultur och miljö krävs i vissa fall. Detta gäller speciellt där det kan finnas fornlämningar, vid vattendrag, vid otjänlig mark, unik växtlighet och liknande.

MINIMIKRAV MARKUNDERSÖKNING:

- Okulärbesiktning före genomförande ska göras och protokollföras.
- Nödvändiga kontakter avseende kultur och miljö ska tas av nätägaren.

2.1.3 Tillstånd

Beroende av kabelsträckning behöver samråd ske och tillstånd sökas från berörda intressenter som markägare eller väghållare. Markavtal tecknas mellan nätägaren och berörda markägare. Ansvar att samla in markavtal åligger nätägaren. Denne kan låta annan utföra arbetet, t.ex. entreprenören.

Exempel på tillstånd är öppningstillstånd, schakttillstånd, starttillstånd, TA-plan (trafikanordningsplan) och Ledningstillstånd (Trafikverket). Olika intressenter kan ha olika tillståndshantering. Lokala föreskrifter för den aktuella markägaren eller väghållaren kan finnas.

Lista över erforderliga tillstånd som kan behövas i ett projekt.

- Generellt marktillstånd från kommunen för rätten att ha ledningar i kommunal mark.
- Ledningsläge från markägare t.ex. kommun, Trafikverket eller väghållare. Reglerar var ledningen kan placeras.
- Starttillstånd (öppningsanmälan) från markägare t.ex. kommun eller vägförening.
- Godkänd TA-Plan. För Trafikverket se Ledningstillstånd
- Ledningstillstånd från Trafikverket. Villkoren för trafik-och skyddsanordningar erhålls tillsammans med beslutet om ledningstillstånd.
- Bygglov.
- Tillstånd från stolplinjeägare.
- Samråd med Länsstyrelse och/eller kommun avseende kultur och miljö (vattendrag, fornminnen, alléer, otjänlig mark, unik växtlighet, kulturminnesmärken).

MINIMIKRAV TILLSTÅND:

- Nödvändiga tillstånd ska inhämtas av entreprenören.
- Markavtal mellan nätägaren och berörda markägare/väghållare ska upprättas.
- Lokala föreskrifter ska följas.
- Ärende för ledningsanvisning skapas i Ledningskollen (*se Bilaga 8 Ledningskollen*) och eventuella lokala rutiner.

2.1.4 Ledningsanvisning

Innan arbetet med att förlägga kanalisation och optokablar påbörjas skapas ett ärende i den nationella tjänsten Ledningskollen (*se Bilaga 8. Ledningskollen*) och enligt eventuella andra lokala rutiner. Andra ledningsägare i området kan därmed få information om det planerade arbetet.

Ledningsanvisning från berörda ledningsägare beställs av entreprenören där det behövs. Detta för att minimera risken för att skada befintliga ledningar.

2.1.5 Val av förläggningsteknik

Utgående från resultatet av markundersökningen och lokala föreskrifter fastställs lämpliga förläggningsmetoder. Överenskommelser om vald förläggningsmetod per sträcka dokumenteras i protokoll från Byggmöte eller motsvarande. Information om respektive förläggningsmetod och när metoden bäst lämpar sig finns i bilaga Förläggningsmetoder.

2.2 Kanalisation

Med kanalisation avses de komponenter som tillsammans bildar framföringsväg och skydd för en eller flera optokablar. Kanalisationsrör (opto- eller mikrorör) utgår från nod, brunn eller skåp och utgör framföringsväg till nästa nod, brunn, skåp eller fram till slutkund.

2.2.1 Kanalisationsrör

Kanalisationsrör att lägga optokabel i kan delas in i optorör och mikrorör. De tillverkas normalt av högdensitetspolyeten, HDPE. Insidan av rören tillverkas av lågfriktions, antistatisk plast för att främja maximalt långa installationssträckor med kabel.

Även kraftigare rör finns och de används i mark för att omsluta opto- och mikrorör. Vanligast är dimensioner med ytterdiameter från 50 mm upp till 160 mm.

Vid val av kanalisationsrör för förläggning i mark tas hänsyn till markförhållanden där förläggning ska ske, med vilken metod rören förläggs och att rören lämpar sig för den teknik som används för att installera optokabeln.

Viktigt vid val av kanalisationsrör är att säkerställa att leverantören har mekaniska tätningar som passar mot vald optokabel, se vidare under Markskåp och Tätning av kanalisation. Kanalisationsrör för direktförläggning i mark ska som tumregel ha en godstjocklek på minst 1,8 mm. Om kanalisationsrören ska användas för inblåsning eller inspolning av optokabel rekommenderas att:

- Optokabelns diameter inte bör överstiga 75% av kanalisationsrörens innerdiametervid blåsning av optokabel. Följ tillverkarens rekommendation.
- Kanalisationsrören klarar lufttrycket som erfordras för att blåsa in en mikrokabel eller optokabel. Vanligt är 8–10 Bars lufttryck vid inblåsning av optokabel. Kanalisationsrören bör därför vara specificerade för att klara 50 % högre lufttryck under en begränsad tid. Kontrollera därför med materialleverantör innan blåsning vad som är rekommenderat och vad som är maximalt lufttryck för det aktuella kanalisationsrörets dimension.

MINIMIKRAV KANALISATIONSRÖR:

- Skarvkoppling i mark ska säkras enligt tillverkarens anvisningar.
- Kanalisationsrören ska vara avsedda för förläggning av optokabel och ha låg invändig friktion.
- Typ av kanalisationsrör ska väljas efter den metod som används vid förläggning av rören. Tillverkarens rekommendationer ska alltid följas.
- Ringstyvhet och väggtjocklek ska ha rätt dimensioner för de förhållanden rören ska klara efter förläggning. Tillverkarens specifikationer ska följas.
- Materialtillverkaren ska kunna påvisa att kanalisationsrören är åldersbeständiga och specificerade för en förväntad livslängd på minst 30 år.
- Kanalisationsrören får inte innehålla miljöfarligt material, t.ex. blystabilisatorer.
- Vid risk för angrepp från skadedjur ska kanalisationsrör väljas med hög beständighet mot angrepp. Alternativt ska extra skydd monteras utanpå befintliga rör.
- Förvaring och hantering av kanalisationsrören ska ske enligt tillverkarens specifikationer avseende UV-ljus, temperatur, miljö, dragning, upprullning etc.
- Kanalisationsrör ska skarvas med tät skarvkoppling enligt tillverkarens anvisning.

- Vid skarvning av kanalisationsrör bör dessa inte ha för stor temperaturskillnad mot skarvkopplingen detta för att förhindra krypning.
- Vid kapning av kanalisationsrör ska rören kapas med verktyg avsett för kapning av kanalisationsrör. Detta för att undvika grader, snedkapningar mm som i sin tur kan leda till blåsproblem.

Ett problem som kan uppstå är att fukt tränger in i kanalisationsröret vid inblåsning (om avfuktning saknas), vid skarvar, vid ändar eller genom plastmaterialet. Om fukten fryser till is i kanalisationsröret kan optokabeln skadas genom drag- eller klämskador.

Därför ska även följande krav uppfyllas:

- För att minimera risken för skador ska optokabeln ha tillräcklig dragavlastning och vara längsvattentätad med exempelvis fyllmedel eller svällande material. Om optokabeln saknar detta ska kanalisationsröret vara helt fuktskyddat, t.ex. med metallfolie i materialet och noga tätade skarvar. Detta gäller speciellt vid förläggning i små mikrorör, t.ex. i dimensionen 7/3,5 mm.

Exempel på kanalisationsrör i olika dimensioner.

2.2.1.1 Optorör

Optorör är avsedda för direktförläggning i mark, vatten eller luft.

Rör för direktförläggning i mark ska ha en godtjocklek som är dimensionerad för att klara trycket från omgivande mark. Detta ska vara specificerat i produktbeskrivningen från tillverkaren av optoröret. Generellt gäller att vid större ytterdiameter krävs större godstjocklek för bibehållen ringstyvhet.

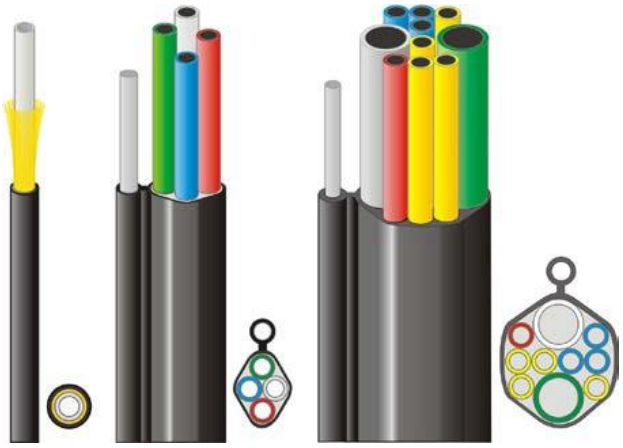
MINIMIKRAV

Tillverkaren ska i sin rörspecifikation ange att röret är dimensionerat med en godstjocklek att klara tryck från omgivande mark.

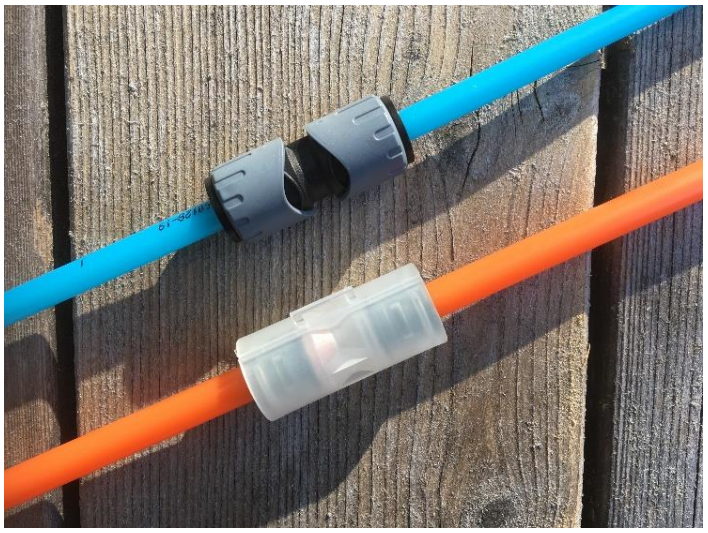
2.2.1.2 Mikrorör

Mikrorör är tunnväggiga rör (subkanalisation eller för inomhusbruk) eller tjockväggiga rör (för direktförläggning i mark, vatten eller luft) med innerdimensioner från ca 3 mm upp till ca 18 mm. Vanligt förekommande är 16/12 samt 7/3,5 mm. Mikrorör används för att blåsa (i vissa fall även dra) mikrokablar eller blåsfibrer.

Mikrorör för luftförläggning har inbyggd dragavlastare i form av aramidgarn eller glasfiberförstärkt plaststav. Använd alltid av tillverkare rekommenderade spänn- och upphängningsdon för det mikrorör som installeras.



Mikrorör för luftförläggning



Exempel på skarv av mikrorör

2.2.1.3 Märkning och identifiering av kanalisation

Märkning av kanalisation ska fungera som identifiering av kanalisation i nätet. Identifiering skapas genom t.ex. färgade, räfflade eller numrerade kanalisationsrör för att rören ska gå att särskilja vid eventuell uppgrävning eller avgrävning samt exempelvis vid inblåsning av optokabel från markskåp.

2.2.2 Spridningspunkt

En spridningspunkt är ett utrymme, en nod, en brunn eller ett skåp i vilket kanalisationsrör och optokablar startar, avgrenas eller avslutas. Exempel är en accessnod, en kabelbrunn eller ett markskåp.

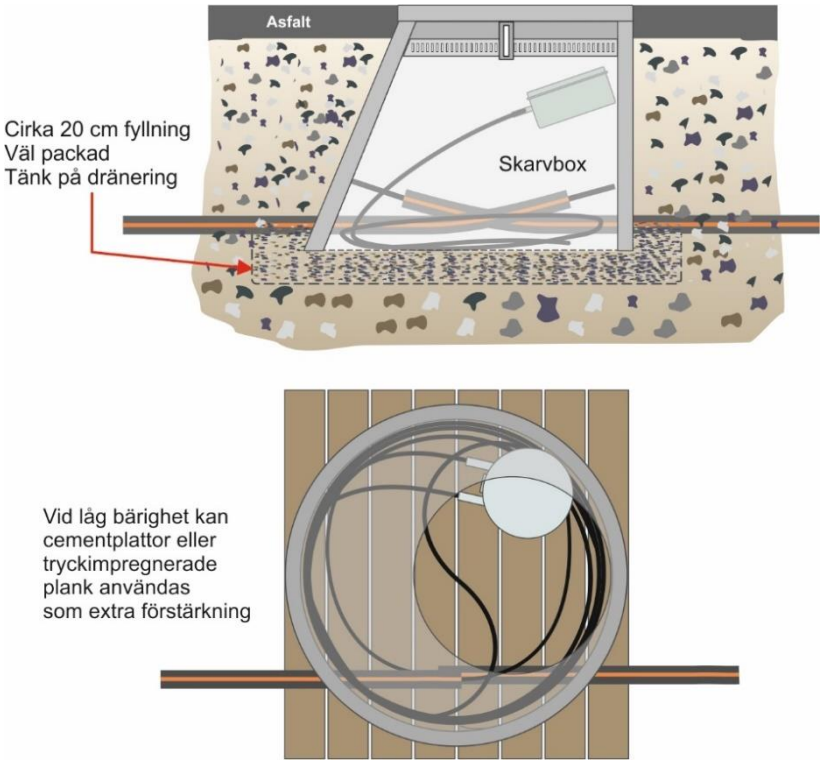
Typ av spridningspunkt väljs utifrån den geografiska placeringen, antal kanalisationsrör, optokablar och skarvenheter som ska inrymmas i spridningspunkten.

2.2.2.1 Kabelbrunnar

En kabelbrunn är en del av kanalisationen.

Kabelbrunnar finns i flera olika utföranden och är anpassade efter var de ska placeras och vad de ska innehålla. Materialet i brunnen kan vara betong, gjutjärn eller plast. Lämpligen väljs en brunnskropp som är sektionerad vilket ger en flexibel lösning med avseende på djup och håltagningar för inkommande kanalisationsrör.

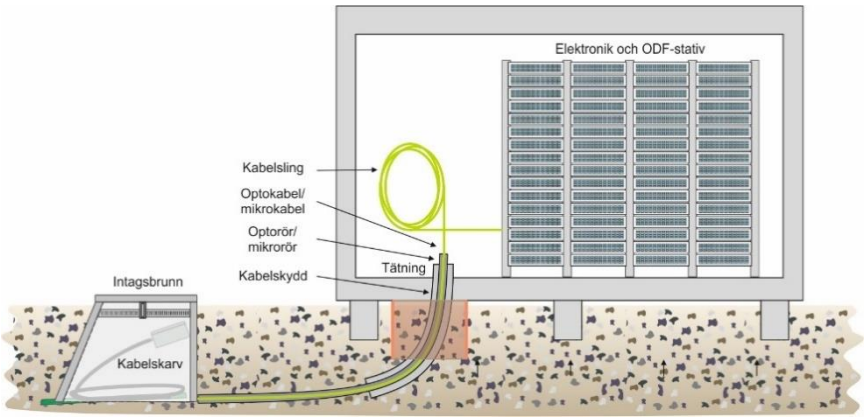
Det finns brunnar avsedda för placering i olika miljöer, t.ex. hårdgjord yta (körbana, trottoar) eller för nergrävning i orörd mark. Brunnens form kan vara olika t.ex. rund eller fyrkantig.



Exempel på brunnar

Intagsbrunn bör finnas i nära anslutning till en nod. Kanalisationen bör där vara bruten för att inte riskera vatteninträngning i noden.

Exempel på intagsbrunn



MINIMIKRAV BRUNNAR:

- Brunnstypen ska vara avsedd för den miljö där den placeras, till exempel körbana, trottoar eller nergrävd i orörd mark.
- Särskild hänsyn ska tas till hållfasthet. Tillverkarens föreskrifter och rekommendationer ska följas.
- Vid val av kabelbrunn ska hänsyn tas till typ av kanalisationsrör och optokablar som kan komma att installeras i brunnen med tanke på minsta böjningsradie, typ av skarvbox samt antalet kanalisationsrör och optokablar.
- Kanalisationsrör som installeras i kabelbrunn ska inte vara buntade.
- Kanalisationsrör som installeras i kabelbrunn ska dras in till mitten av brunnen för att minimera risken för att röret kryper ut. Detta ska göras med beaktande av att etablering och användbarhet för fiber inte blir nedsatt. Synlig kabelbrunn (ej övertäckt) ska låsas för att förhindra obehörig åtkomst.
- Av brunnens utsida ska inte framgå vad brunnen innehåller.
- Placering av brunnar i diken ska undvikas
- Placering av brunnar bör undvikas i dikesslänt.
- Brunnar ska placeras på ett sådant sätt att risken för vatteninträngning minimeras och så att erforderlig dränering kan utföras.
- Projektering av brunnsplacering ska baseras på platsbesök.

2.2.2.2 Markskåp

Ett markskåp är en del av kanalisationen.

Val av markskåp görs utgående från antalet kablar och fibrer samt det antal skarvar som ska hanteras. Välj därefter skåpstyp och storlek på markskåpet. Tillräcklig plats ska finnas för slinga med tillräcklig minsta böjradie samt för skarvenheter.

Exempel på markskåp med skarvenhet

MINIMIKRAV MARKSKÅP:

- Skåpet ska vara av klass IP34 eller högre.
- Skåpet ska vara av klass IK10 eller motsvarande.
- Skåpet ska klara korrosivitetsklass C3 under specificerad livslängd på kanalisation.
- Markskåp ska vara tillverkade av korrosionsbeständigt material eller ha korrosionsskyddande ytbehandling.
- Markskåp utomhus ska låsas mekaniskt eller elektromekaniskt.
- Markskåp ska vara anpassad för enkelhet av efteranslutning.
- Installationsarbete i markskåp ska kunna utföras utan att påverka funktionen hos befintlig installation.
- Skarvenhet i markskåp ska installeras enligt tillverkarens anvisning.
- Projektering av skåpplacering ska baseras på platsbesök.

Skåp inomhus behöver inte låsas om lokalen är låst och endast behöriga har tillträde.

2.2.2.3 Fukt i markskåp

Fukt i markskåp kan orsaka problem i termineringar, skarvenheter, skarvar och kabel. Detta kan leda till driftproblem och minskad livslängd. Markfukt är en av de stora problemkällorna.

Därför ska även följande krav uppfyllas:

- Har ett skåp levererats med markisoleringsskiva ska den alltid monteras enligt tillverkarens föreskrifter. Alla öppningar mellan skivan och skåp, kabel och andra genomföringar ska tätas.
- Om ett skåp har levererats utan markisoleringsskiva ska annan markisolering installeras, t.ex. i form av lecakulor. Vid användning av lecakulor, se avsnitt 2.2.3.2.
- Tätning av kanalisationsrör i markskåp ska göras ovan markisoleringsskiva eller annan isolering och utföras genom mekanisk tätning som passar respektive kanalisationsrör.
- Om tjockväggiga mikrorör, som är bundlade genom en plastkappa används, så ska plastkappan snittas under markisolerskivan vid montage i markskåp. Detta för att eventuellt vatten inte ska krypa upp inne i skåpet, se bild nedan.

Exempel på korrekt slitsad kappa

Exempel på korrekt tätning av kanalisationsrör

2.2.3 Spårbarhet

För att möjliggöra spårning av nergrävd kanalisation ska lägesinmätning alltid utföras. Som komplement bör söktråd förläggas tillsammans med kanalisationen. Markeringsband, varningsnät eller annan tydlig markering ska läggas ovanför kanalisationen för att minska risken för avgrävning.

2.2.3.1 Lägesinmätning

Med lägesinmätning avses att fiberanläggningens geografiska läge mäts in som koordinater som kan visas på en karta.

MINIMIKRAV LÄGESINMÄTNING:

- Inmätning av fiberanläggningens läge ska utföras med geodetisk inmätning med mätinstrument DGPS (Differentiell GPS) eller motsvarande.
- Inmätning ska vara utförd med noggrannhetsklass 2 (≤0,25 meter) eller exaktare. Därför kan det i vissa fall vara nödvändigt att mäta in verkligt läge innan schakt återfylls för att säkerställa inmätningens kvalité.
- Koordinatsystemet som används ska anges t.ex. WGS 84, RT 90 2.5 gon V, SWEREF 99 TM eller SWEREF 99 (lokal zon).
- Vid borrning och tryckning ska djup mätas in.
- Inmätning ska göras av fiberanläggningen dvs. kanalisationsrör, alla termineringspunkter för kanalisation, skåp, kabelbrunnar och kabellådor, kanalisations ändpunkter samt kabelutsättningspunkter.
- Ände på kanalisationsrör som lämnas i mark för framtida bruk ska lägesinmätas.
- För brunnar, skåp och kabellådor ska mittpunkten mätas in.
- För kanalisationsrör ska start- och slutpunkter, brytpunkter, alla korsningar av gator och vägar samt intagens läge i byggnad mätas in.
- Mellan brytpunkter ska mätningar göras med en punkttäthet av minst 50 meter inom tätbebyggelse samt inom minst 100 meter utanför tätbebyggelse.
- Svängar/böjar/kurvor ska mätas in med 5–10 meters mellanrum beroende på radie eller det avstånd som lämpar sig för den specifika punkten.

Rekommendation för lägesinmätning:

- För optorör rekommenderas att alla skarvar mäts in.

2.2.3.2 Markering

Med markering avses att en tydlig markering placeras ovanför kanalisationen vid förläggning i mark.

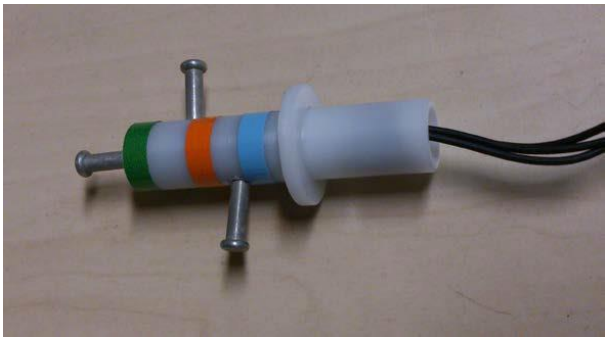
MINIMIKRAV KABELMARKERING I MARK:

- Markeringsband, varningsnät eller annan tydlig markering ska förläggas ovan kanalisationsrör för att minska risken för avgrävning.
- Markeringen ska ligga centrerat minst 10 cm över kanalisationsrören.
- Markeringen ska vara utfört av material som är ålderbeständigt i mark och har goda hanteringsegenskaper även vid låga temperaturer.
- Färgen på markeringen ska vara tydlig.

För att förenkla spårbarheten bör markeringsbandet ha söktråd så att läget kan återfinnas med hjälp av tonsändare och kabelsökare. Alternativt kan separat söktråd förläggas ovan eller under kanalisationsrören

MINIMIKRAV OM SÖKTRÅD ANVÄNDS:

- Söktråden ska vara syrafast rostfri tråd.
- Söktråden ska vara åtkomlig (på skruv eller liknande) i nod, brunn, skåp eller kabelutsättningspunkt (KUP).
- Söktråden ska vara isolerad från jord för att inte kortsluta kabelsökarens signal.
- Varje delsträcka med söktråd ska uppgå till max 1000 meter då kabelsökare normalt endast klarar 500–700 meter.
- Söktråds delsträcka får inte överstiga 500 m vid korsning av elledning större än 130 kV eller vid längre sträcka parallellt med och närmare än 150 m till elledning större än 130 kV.
- Söktråden ska skarvas enligt leverantörers föreskrifter med därtill avsedda verktyg och skarvtillbehör.
- Om det finns flera söktrådar på samma plats ska märkning ske med vilken sträcka söktråden följer.
- Vid korsning (borrning/tryckning) av väg där optokabeln läggs i rör ska söktråd följa i kanalisationen.
- Söktråd ska generellt inte följa med i ett skyddsrör förutom vid tryckning och borrning då den läggs i röret.



KUP, stolpe respektive skåp, för åtkomst av söktråd

Ytterligare ett sätt att markera nergrävd kanalisation är att använda sökbollar eller sökpegar.

De är helt passiva och kräver ingen energi, därför är livslängden väldigt lång. Sökfältet runt bollen eller pegen har en radie på ca 1,5 m. Det innebär att det är mycket praktiskt att placera ut sökbollar i övertäckta brunnar och vid nergrävda kanalisationsändar. För att lokalisera en sökboll eller sökpeg används ett speciellt sökinstrument. De finns för olika ändamål och fungerar med olika frekvenser för att kunna skilja olika infrastruktur åt.

Färg	Frekvens	Användningsområde
röd	169,8 kHz	el
blå	145,7 kHz	vatten
grön	121,6 kHz	avlopp
orange	101,4 kHz	tele
gul	83 kHz	gas
svart och röd	77 kHz	kabel-TV
lila	66,35 kHz	används ofta av privata användare

Exempel på sökboll och sökpeg

2.3 Förläggning

Förläggning av kanalisation och optokablar sker normalt i mark, men flera alternativ förekommer, se nedan.

Kanalisationen förläggs så att risken för angrepp från skadedjur minimeras, genom t.ex. extra gnagarskydd och ändtätning av kanalisationsrör.

2.3.1 Tätning av kanalisation

MINIMIKRAV FÖR TÄTÄTNING AV KANALISATIONSRÖR:

- Tätning av kanalisationsrör ska utföras så att smuts och vatten inte kan tränga in i rören. Detta gäller i alla ändpunkter där nya eller befintliga kanalisationsrör nyttjas.
- Tätning ska klara minst 5 m vattenpelare.
- Rörändarna i eventuell subkanalisation (kanalisation anordnad i en befintlig kanalisation) ska vara väl förslutna under och efter installation.

2.3.2 Förläggning i mark

Grundsyftet med att gräva ner kanalisation är att fiberanläggningen då blir skyddad på det säkraste sättet. Därmed blir fiberanläggningens robusthet som bäst.

För förläggning i mark finns ett flertal metoder som lämpar sig olika bra beroende på markförhållanden, lokala föreskrifter etc. Mer utförlig information om metoder och när de är lämpliga att använda finns i bilagan" Förläggningsmetoder".

Den projekterade förläggningsmetoden anpassas vid behov till verkliga förhållanden i samband med genomförandet för att t.ex. få en effektivare förläggning eller klara krav på fyllningshöjd.

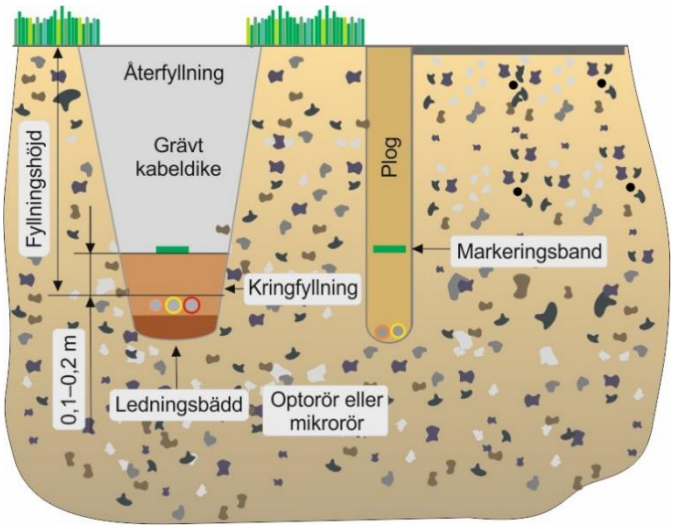
Viktigt är att följa lokala föreskrifter om fyllningshöjd, metoder, avstånd till befintliga ledningar etc.

MINIMIKRAV VID FÖRLÄGGNING I MARK:

- Vid förläggning i mark ska kanalisationsrör förläggas plant i ledningsbädden.
- Överasfaltering av kabelbrunn får inte göras.
- I snörika områden eller vid tät vegetation ska markskåp förses med markeringsstång för att undvika påkörningsskador och att det lättare ska gå att hitta.
- Märkning av markskåp ska göras i enlighet med beställarens anvisningar.
- Märkning ska ske på sådant sätt att innehåll inte röjs.
- Kanalisationsrör får inte skarvas i kurvor och böjar.
- Placering av brunn i svacka ska undvikas p.g.a. risk för vatteninträngning.
- Vid tryckning genom järnvägsbank ska trafikverkets anvisningar följas.

Rekommendationer vid förläggning i mark:

- Placering av brunnar i körbana, busshållplats eller parkering bör i möjligaste mån undvikas, då särskilda krav på hållfasthet samt tillstånd av väghållare krävs. Ur underhålls- eller arbetsmiljösynpunkt är det heller inte lämpligt med en sådan placering.
- Placering av markskåp vid vägkorsning, vid snöupplag samt där sikt skyms för trafikanter och boende bör undvikas. Ta även hänsyn till arbetsmiljön för de som ska arbeta vid skåpet. Placera skåpet väl skyddat för att minimera risken för t.ex. skadegörelse, påkörningsskador eller skador orsakade av snö- och slyröjningsfordon.
- Röret ska ges sådan lutning att vatten inte kan samlas i röret.
- Undvik att förlägga kanalisationsrör över träds rotsystem. Det är stor risk för skada om trädet faller omkull.



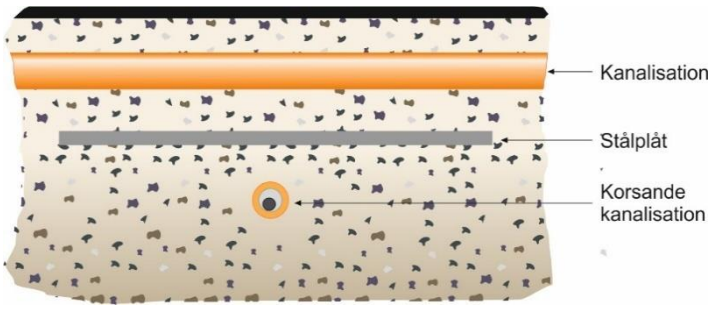
Exempel på schakt

Viktigt vid förläggning i mark är att ta hänsyn till att kanalisationsrör påverkas av temperaturskiftningar. Det är speciellt viktigt vid förläggning av längre sträckor i varmt väder och i direkt solljus. Varma kanalisationsrör kan dra ihop sig när de placeras i kallare mark och täcks över. Rekommenderat är att lämna skarvar och ändar utan övertäckning tills kanalisationsrören har anpassats till den omgivande temperaturen. Följ alltid tillverkarens rekommendationer om hantering av kanalisationsrör.

Redundans används för att minimera risken för avbrott om en framföringsväg skadas. Förbindelser som levereras med redundans har två eller fler framföringsvägar. Särskilda krav gäller då för att hålla de olika framföringsvägarna åtskilda från varandra inom fiberanläggningen.

MINIMIKRAV VID KORSNING AV KANALISATIONER FÖR ATT UPPFYLLA KRAV PÅ REDUNDANS:

- Korsning av kanalisation ska ske med 90 graders vinkel.
- En meter före och efter korsning ska särskilt mekaniskt skydd anordnas om avståndet mellan kanalisationerna är mindre än 2 meter (t.ex. i höjdled). Med särskilt mekaniskt skydd menas någon form av grävsäkert skydd, t.ex. 10 mm tjock stålplåt eller likvärdigt.



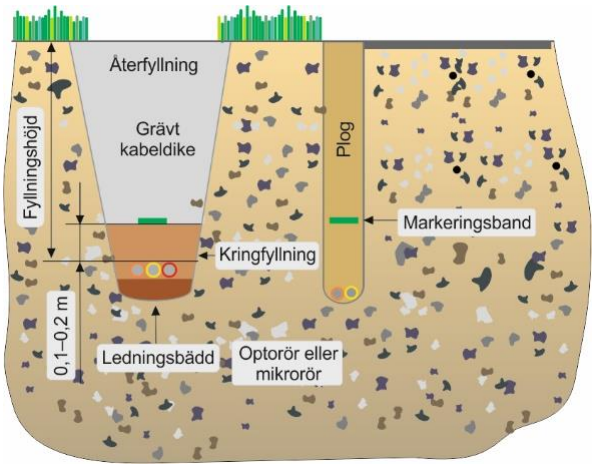
Exempel på korsande kanalisation

2.3.2.1 Bädda in rör

Beroende på förläggningsmetod finns krav på kringfyllning och ledningsbädd.

MINIMIKRAV PÅ KRINGFYLLNAD OCH LEDNINGSBÄDD:

- Ledningsbädd och kringfyllnadsmaterial ska bestå av fyllnadsmassa i enlighet med avsnitt *2,3,2,6 Fyllnadsmassor*.
- Åtgärder ska vidtas så att kringfyllning och ledningsbädd förblir intakta under kanalisationens hela livslängd.
- Vid förläggning av flera rör samtidigt ska kringfyllning finnas runt hela rören så att det inte uppstår luftfickor mellan dem.



Exempel på ledningsbädd och kringfyllnad

Felaktigt utförd kringfyllning riskerar att rören kan tryckas ihop när återfyllnadsmassorna komprimeras.

För att bibehålla distansen mellan rören vid komprimeringen rekommenderas också distanshållare för kanalisationsrören.

Exempel på distanshållare för optorör

2.3.2.2 Sättning av brunn och skåp

Följande gäller vid sättning av kabelbrunn och markskåp.

MINIMIKRAV VID SÄTTNING AV KABELBRUNN:

- Bottensektionen ska placeras på en bädd bestående av samma material som för ledningsbädd med kornstorlek 8-16 mm. Bädden ska vara väl packad och avjämnad och minst 200 mm tjock. Hänsyn ska tas till eventuella nivåskillnader i ytan vid skapande av bädden. Eventuellt behov av markduk ska beaktas.
- Anvisningar från leverantör ska följas vid sättning av kabelbrunn.

Rekommendationer vid sättning av kabelbrunn:

- Har marken/underlaget låg bärighet bör impregnerad plank eller cementplattor placeras under brunnskroppen för att minska marktrycket.
- För att hålla brunnen renare inuti och öka bärigheten kan också fiberduk placeras under bädden.
- Vid behov ska dränering av bädd utföras.

MINIMIKRAV VID SÄTTNING AV MARKSKÅP:

- Markskåp ska placeras på en bädd likadan som för brunnar.
- Ben, stativ eller socklar ska vara helt utfällda och monterade enligt tillverkarens anvisning.
- Skåpen ska placeras så att markeringen på skåpets utsida är i marknivå.
- Om skåpet ska ha markisoleringsskiva så skall man fylla med massor upp till marknivåmärkning på insidan.
- Om skåpet ska ha fyllning med lecakulor så bör det vara minst 35 cm lecakulor och fyllningen ska avslutas över marknivån.
- Markskåp ska placeras med skåpöppning in mot gata/väg.
- Markskåp ska monteras på rätt höjd och i rätt lutning enligt tillverkarens anvisningar samt med rätt grussort packat runt skåpet så att det står stadigt och fast.

- Marktopplagret runt skåpet ska ska vara av samma typ som den befintliga markytan så att det smälter in i miljön.
- Kringfyllning ska göras med kringfyllnadsmaterial, mellangrus.
- Är markförhållandena sådana att fundamentet/skåpet befaras bli instabilt ska förstärkning ske med betongplattor eller tryckimpregnerad plank.

2.3.2.3 Tolkning

Ett sätt att kontrollera att kanalisationen inte har skadats i samband med förläggning är att genomföra en tolkning. Ett föremål (en tolk) med något mindre diameter än kanalisationens innerdiameter dras eller blåses då igenom. Tolkningen bör genomföras med en tolk som har viss längd och inte med en tolk i form av en kula. En kula kan lätt passera avsnitt i rören som sedan är omöjliga att komma igenom med en kabel.

Rekommendationer om tolkning utförs:

- Tolkens diameter bör vara ca 20 % mindre än innerdiametern på kanalisationen.
- Tolk bör vara formad som ett rör med koner i respektive ände. Varje ände bör bestå av en ögla för infästning av lina Se bild Exempel på tolk.

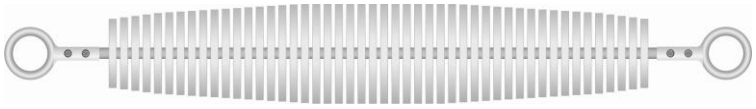


Bild Exempel på tolk

2.3.2.4 Tjältining

Innan tjältining utförs är det viktigt att kontrollera vilka lokala föreskrifter som finns gällande metod för tjältining.

Kanalisation och optokabel är känsliga för hög värme. Kontrollera därför alltid med respektive tillverkare innan tjältining sker.

Om annan ledningsägare ska tjältina för ledning som ligger djupare än fiberanläggningen är det viktigt att påtala att kanalisation och optokabel är känsliga för höga temperaturer. Detta är speciellt viktigt där optokabeln är förlagd med liten fyllningshöjd vid t.ex. microtrenching.

2.3.2.5 Samförläggning

Samförläggning innebär att rör och kablar som ägs av flera nätägare förläggs i samma schakt. Överenskommelse om villkor för samförläggning träffas mellan parterna från fall till fall.

Kraven på samförläggningen ska minst vara enligt" Anvisningar *för robust fiber*". Det är viktigt att tänka på olikfärgad färgmarkering vid samförläggning.

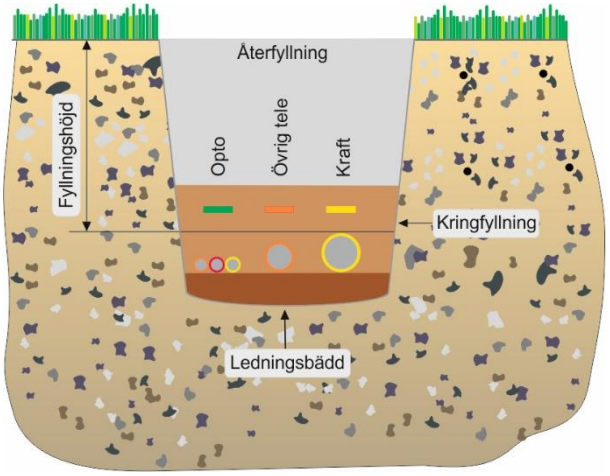


Bild på Samförläggning

2.3.2.6 Fyllnadsmassor

För att tydliggöra applicering av fyllnadsmassor används AMA Anläggning och den tabell som beskriver jordarter. -Återfyllnad av schakt bör ske i samråd med markägaren.

Tabell: Fyllnadsmassor

Klassificering av jordarter baserat på kornfraktioner			
Huvudfraktion	Underfraktion	Beteckning	Fraktionsgränser (mm)
Grovjord	Grus	Gr	>2 to 63
	Grovgrus	CGr	>20 to 63
	Mellangrus	MGr	>6.3 to 20
	Fingrus	FGr	>2 to 6.3
	Sand	Sa	>0.063 to 2.0
	Grovsand	Csa	>0.63 to 2.0
	Mellansand	Msa	>0.2 to 0.63
	Finsand	Fsa	>0.063 to 0.2

Rekommendationer fyllnadsmassor

- **Mellangrus** bör användas som kringfyllnad för optorör (större dimensioner) samt vid sättning av
  brunnar och skåp.
- **Fingrus** bör användas som ledningsbädd och kringfyllnad vid schakt och förläggning av mikrorör
- **Sand** bör används som kringfyllnad vid microtrenching.
- För resterande fyllnad av schakt används fyllnadsmassa som närmast kanalisationsröret/kabelskyddet inte innehåller stenar med skarpa kanter och där max 10% utgörs av kornstorleken 100–150 mm.

2.3.3 Minsta fyllningshöjd

Fyllningshöjd är avståndet mellan överkant på nedgrävd kanalisation till färdigställd markyta. Generella krav på minsta fyllningshöjd framgår av tabellen nedan.

Andra krav och föreskrifter kan bestämmas av väghållare och markägare för förläggning och ledningars placering i t.ex. tätorter, vid större vägar och i åkermark.

Lokala regler och föreskrifter ska alltid följas.

2.3.3.1 Generella krav på minsta fyllningshöjd:

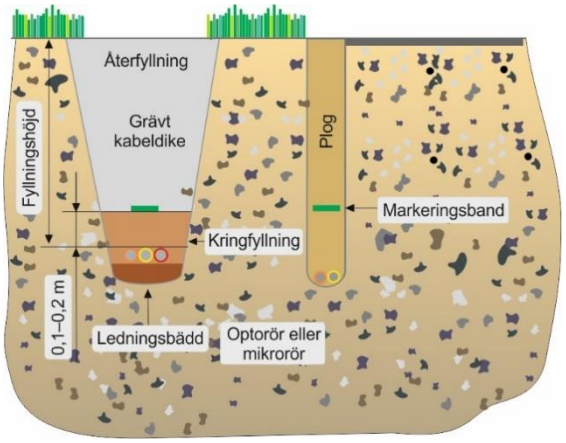
Minimikrav på fyllningshöjd:

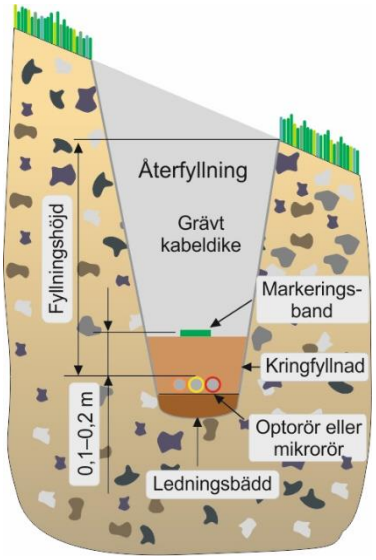
- Vid tryckning genom väg- eller järnvägsbank ska väghållares och Trafikverkets föreskrifter följas.
- För minimikrav för fyllningshöjd se tabell Fyllningshöjd nedan.

Vid korsning med andra ledningar förläggs normalt optokabel över kraftkabel, vatten och avlopp samt fjärrvärme. Extra skydd runt kanalisationen kan behövas. Riskanalys är att rekommendera för att rätt åtgärder ska vidtagas.

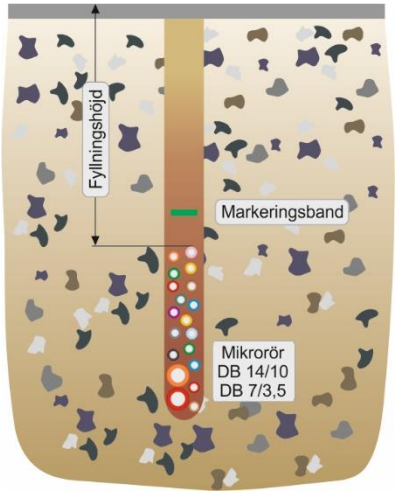
Yta	Fyllningshöjd	Metod	Information
Tomtmark intill bostadshus	30 cm	Alla	
Körbana och gång/cykelväg	25 cm	Mikrotrenching Spårfräsning	Ytterligare 10 cm vid ej belagd yta (grusväg).
Gång/cykelväg	30 cm	Alla	
Korsning av mindre väg	70 cm	Alla	Mindre vägar typ gårds-, åker- eller skogsväg.
Körbana	45 cm	Alla	
Korsning av dike	55 cm	Alla	Räknat från en väl rensad dikesbotten.
Orörd mark (ej åkermark)	45 cm	Alla	
Grönyta utanför tomtmark	45 cm	Alla	
Åkermark	75 cm	Alla	Hänsyn måste tas till eventuell dränering.

Tabell, Fyllningshöjd





Exempel på fyllningshöjder



Visar fyllningshöjd vid microtrenching

2.3.4 Anslutning till hus

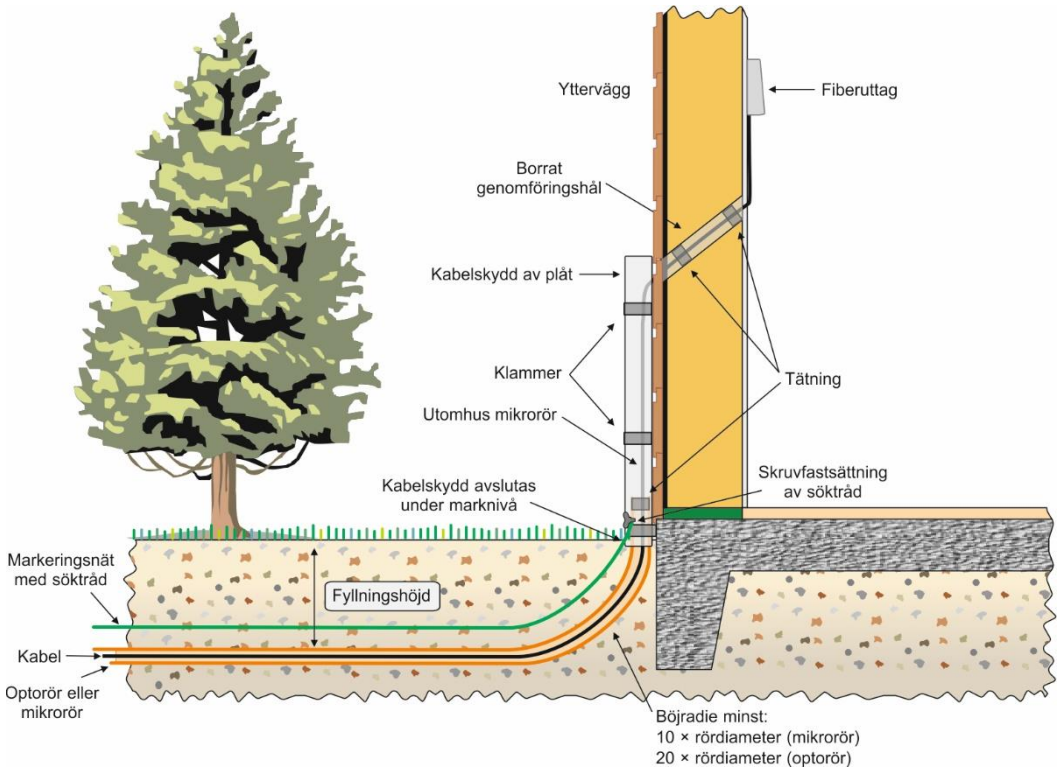
Placeringen av intaget av kanalisationen i en byggnad (en fastighet) bestäms av beställaren i samråd med fastighetsägaren entreprenören. Minimikraven för anslutning av villa redovisas i nedanstående punkter.

2.3.4.1 Intag av kanalisation över marknivå i fastighet

Intag av kanalisation över marknivå ska bestämmas av beställaren i samråd med fastighetsägaren.
Underlaget för beslut utgörs av beställarens riskbedömning och lokala bestämmelser.

MINIMIKRAV VID INTAG AV KANALISATIONSRÖR ÖVER MARKNIVÅ:

- Böjradien på optorör ska vara minst 20 gånger rörets ytterdiameter och böjradien på mikrorör minst 10 gånger rörets ytterdiameter. Annars försvåras eller i värsta fall omöjliggörs indragning av optokabel i röret.
- Vid husgrund ska röret avslutas minst en decimeter ovan mark.
- För införing in i fastigheten ska ett hål borras med en lutning på minst 30 grader där högsta punkten är inne i fastigheten.
- Kanalisationsrör ska tätas mot hålet genom husväggen. Utrymmet runt kanalisation ska därför vara tillräckligt stort för att ge utrymme för tillräcklig mängd tätningsmassa eller mekanisk tätning.
- Tätning ska ske så nära innervägg och ytterväg som möjligt.
- Kanalisationsrör ska ändtätas för att inte få in smuts eller dylikt tills optokabeln förläggs. Rör ska även tätas efter fiberinstallation.
- Kanalisationsrör ska tätas mot optokabeln i fiberuttaget för att förhindra att vatten läcker in från röret.
- Kabelskydd som tål utomhusmiljö ska användas för att täcka synlig kanalisation på husvägg.
- Markeringsband ska läggas fram till husliv.
- Eventuell söktråd ska avslutas i skruv eller kabelskydd vid husliv.
- Mekaniskt skydd (t.ex. plåtränna) ska täcka kanalisationsröret.
- Vid luftledning ska anslutning göras enligt leverantörens anvisningar.



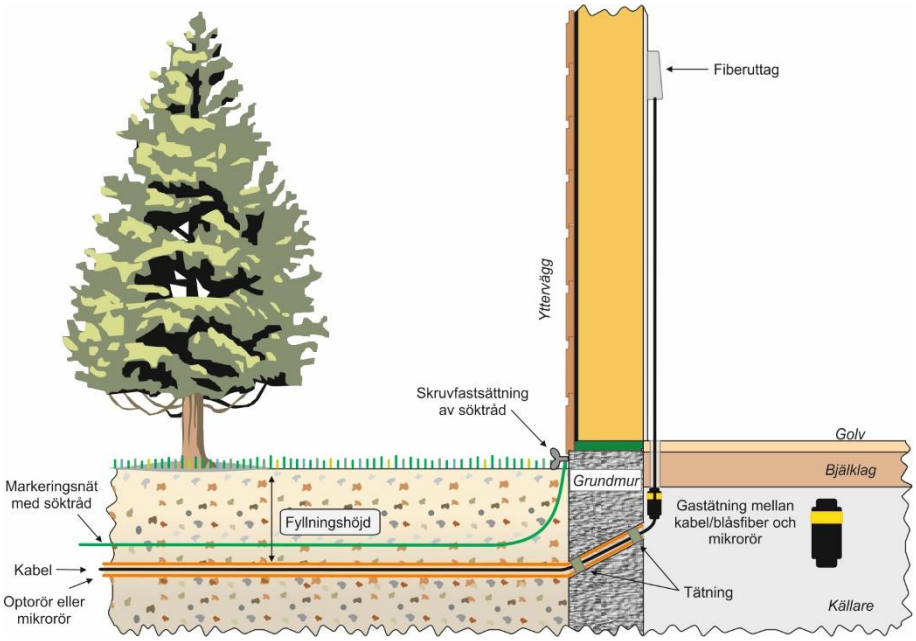
Exempel intag till hus

2.3.4.2 Intag av kanalisation under marknivå

Intag av kanalisation under marknivå ska bestämmas av beställaren i samråd med fastighetsägaren. Underlaget för beslut utgörs av beställarens riskbedömning och lokala bestämmelser.

MINIMIKRAV VID INTAG AV KANALISATION UNDER MARKNIVÅ:

- Kabelschaktet ska dras fram till husliv med en fyllningshöjd på minst 30 cm över kanalisationen.
- Ett hål ska borras in i fastigheten med en lutning på minst 30 grader med högsta punkten inne i fastigheten. Om hålet borras genom grundens befintliga dräneringsskydd får skyddet inte försämras utan ska återställas.
- Kanalisationen ska tätas mot hålet genom husgrunden. Utrymmet runt kanalisation ska därför vara tillräckligt stort för att ge utrymme för tillräcklig mängd tätningsmassa eller mekanisk tätning.
- Kanalisationsrör ska ändtätas för att inte få in smuts eller dylikt tills optokabeln förläggs. Rör ska även tätas efter fiberinstallation.
- Markeringsband ska läggas fram till husliv.
- Eventuell söktråd ska avslutas i skruv vid husliv.
- Har fastigheten en grundbeklädnad av typ isodrän eller platonmatta ska tillverkarens rekommendationer angående tätning följas.



Exempel intag till hus

2.3.5 Förläggning i sjö eller vattendrag

Innan förläggning i sjö eller vattendrag påbörjas är det viktigt att göra en grundlig kontroll av aktuell sträckning för att försäkra sig om att sträckan är lämplig med avseende på bottenförhållanden, sjötrafik m.m. Vanligt är även att förlägga med tryckning eller styrd borrning under vattendrag. Nedan följer en beskrivning med minimikrav vid förläggning längs botten.

MINIMIKRAV VID FÖRLÄGGNING I SJÖ ELLER VATTENDRAG:

- Vid förläggning av optokabel i sjö eller större vattendrag ska godkännande från länsstyrelsen inhämtas. I vissa fall ska också en miljökonsekvensplan upprättas.
- Kontakt ska tas med ansvariga myndigheter för sjötrafikområdet för att diskutera behovet av kabelmarkering och skyltning. Nätägaren är skylthållare och ska sätta upp och underhålla skyltarna.
- Kontakt ska också tas med ansvariga myndigheter för sjötrafikområdet för att diskutera behovet av landmärkning och uppgifter för uppdatering av sjökort, såväl efter utläggning som efter upptagning/urdrifttagning. Krav på lägesanvisning och leverans av digitala data ska även fastställas.
- Vid förläggning av optokabel eller kanalisation i vatten ska användas en för ändamålet godkänd konstruktion avsedd för förläggning i vatten med hänsyn taget till vattendjup, bottenbeskaffenhet, framtida muddring etc. Rådgör därför alltid med kabeltillverkare.
- Används kanalisation avsedd för vatten i vattendrag så behöver inte optokabel vara anpassad för vatten mer än de krav som finns för längsvattentät optokabel för mark.
- På sjöbotten där det finns vrak, klippor eller liknande ska det göras en bottenundersökning så att kabeln/kanalisationen förläggs utanför riskområdet.

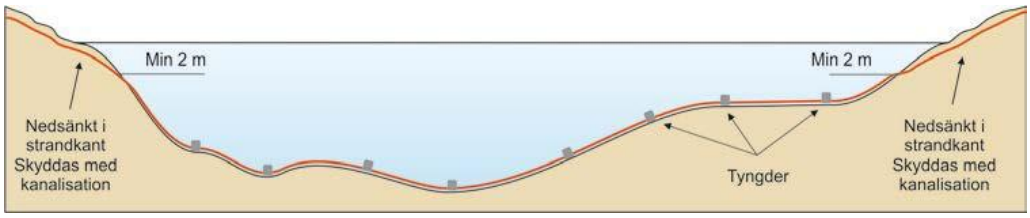
- Vid förläggning av sjökabel ska alltid läggas slinga vid båda landfästena lämpligen på utsidan runt en cementring eller motsvarande, vilken då även har en förankrande funktion
- Kanalisationen/sjökabeln ska efter förläggning följa bottenkonturen och vara väl förankrad.
- Kanalisation/sjökabel ska förläggas på behörigt avstånd från alla typer av sjömärken.
- Vid korsning av andra ledningar som exempelvis VA ledningar ska kanalisationen/sjökabeln förläggas under dessa.

Rekommendationer vid förläggning i sjö eller vattendrag:

- Om uppenbar risk för skada på kabel föreligger (t.ex. hamninlopp, hamnbassäng mm) kan ansökan om ankringsförbud övervägas.
- I farleder och vid bergiga bottenförhållanden bör det i anslutning till förläggningen användas dykare för att lägga kabeln rätt och om möjligt fixera den.
- Vid förläggning av kabel i sjö erfordras normalt ingen ytterligare kanalisation om sjökabel används. Under vissa omständigheter kan kanalisation vara ett lämpligt alternativ även vid sjöförläggning. Röret förankras i botten eller förläggs i sjöbotten. Normalt förankras röret med tyngder när risk finns att röret flyter upp till ytan. Kabeln kan därefter spolas in i röret.
- Vid förläggning av lättarmerad sjökabel bör kabeln förankras i botten med hänsyn till kabelns låga specifika vikt.
- Kanalisationen bör, för att underlätta utmärkning, förläggas i rät linje mellan kanalisationens landfästen.
- Vid korsning av särskild markerad farled eller i starkt trafikerat farvatten bör korsning ske i rät vinkel mot farledens respektive sjötrafikens huvudriktning.
- Vid korsning av mindre vattendrag, typ större dike eller bäck, erfordras normalt inte omskarvning till sjökabel om kabeln förläggs i kanalisation avsedd för förläggning i vatten.
- Vid korsning av större vattendrag, typ å eller kanal där vattendjupet ofta är så stort att normal grävning inte kan utföras förläggs kabeln som vid förläggning i sjö.

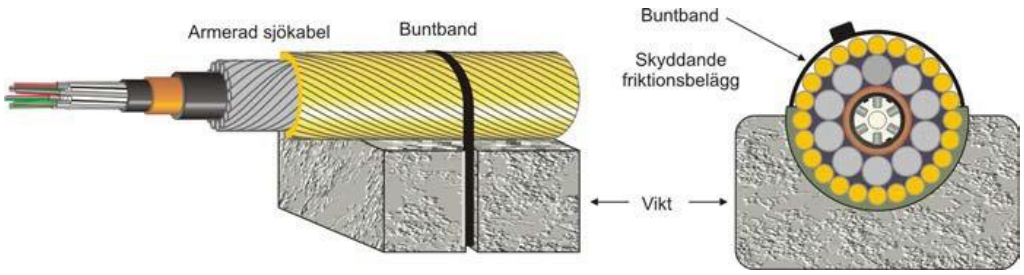
Exempel på förläggning med kanalisationsrör i vatten:

Kanalisationsrör förläggs på botten genom förankring med tyngder. Vikt på tyngderna dimensioneras efter kanalisationsrörens diameter och med hänsyn till rådande vattenförhållanden. Tyngdernas vikt och mellanrummet mellan tyngderna ska framgå i projekteringsunderlag. Kanalisationsrör kan behöva skyddas mot yttre påverkan från exempelvis bottenförhållande genom lämpligt fyllnadsmaterial vilket ska framgå i projekteringsunderlag.



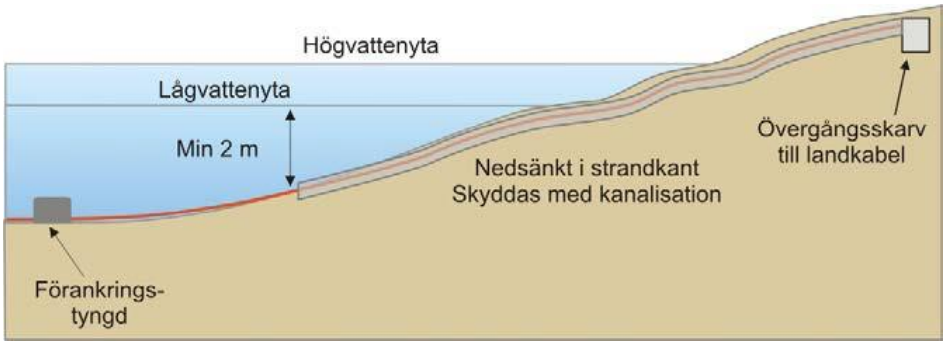
Exempel visar hur kanalisation förläggs på botten med hjälp av tyngder

Kanalisationen placeras på en vikt med ett skyddande friktionsbelägg, och fästes med buntband.



Exempel visar exempel hur kabel fästs på tyngd. Samma princip gäller för kanalisationsrör.

Från land bör kanalisationen tryckas eller borras ut i sjön alternativt schaktas ner där det är möjligt. Kanalisationen förläggs under vattenytan med rekommenderat djup på ca 2 m under lågvattenytan. Detta för att inte utsätta kanalisationen för påverkan av isbildning.



Exempel visar förläggning av kanalisation 2 m under lågvattenyta

2.3.5.1 Extremt strömmande vatten

Vid extremt strömmande vatten är det extra viktigt att välja rätt tyngder för att fixera kanalisationen på botten.

2.3.5.2 Kontroll av förläggning i sjö eller vattendrag med sjötrafik i enlighet med Sjöfartsverkets regler

Kanalisationen ska under eller efter förläggning kontrolleras av dykare. Vid kontroll ska speciellt beaktas hur kanalisationen är förankrad, tillräcklig förläggning i strandkanter, skydd och tillräckligt mellanrum mellan tyngder. Protokoll över besiktningen ska upprättas och dokumenteras.

MINIMIKRAV PÅ KONTROLL AV FÖRLÄGGNING I SJÖ ELLER VATTENDRAG MED SJÖTRAFIK:

- Kanalisation eller kabel ska kontrolleras av dykare.
- Protokoll över besiktningen ska upprättas.

2.3.6 Förläggning på stolpar

Ur robusthetssynpunkt bör förläggning på stolpar undvikas.

När stolplinje nyttjas ska det säkerställas att stolplinjens ledningsgata är rensad från träd och grenar för att minimera risken att optokabeln skadas.

Om stolplinje används som kanalisation kan förläggningen utföras på flertal olika sätt.

- Montering på separata stolpar (egen stolplinje).
- Sambyggnad med elnätsägares stolplinjer för låg och mellanspänning.
- Utnyttja fas- eller jordlina i kraftledningsstolpar genom sambyggnad med elnätsägare.
- Sambyggnad med teleoperatörers telestolpar.
- Sambyggnad med Trafikverket eller andra järnvägsbolags stolpar.

MINIMIKRAV VID FÖRLÄGGNING PÅ STOLPAR:

- Säkerställ att stolplinjens ägare har rutiner för att rensa ledningsgatan mot skador från träd och grenar.
- Stag ska finnas för att motverka sidokrafter vid avgrening eller vid sväng

2.3.6.1 Sambyggnad

Vid sambyggnad med annan ägare av stolpar måste ansvarsfrågor, gränsdragningar och underhållsåtgärder klarläggas och dokumenteras i ett avtal mellan innehavarna.

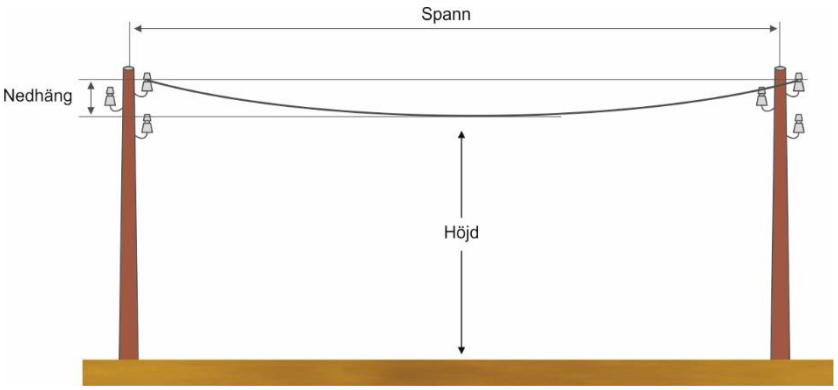
Rådgör med aktuell part vid sambyggnad för information om vilka regler och föreskrifter som gäller. Av avtalet ska tydligt framgå vem som äger, underhåller, har besiktningsansvar samt villkor vid eventuella överlåtelser. Det ska även finnas hänvisning till de säkerhetskrav som gäller. Särskilt att beakta är behörighet för service och underhållspersonal.

MINIMIKRAV VID SAMBYGGNAD:

- Avtal med andra ledningsägare ska upprättas.
- Andra ledningsägares föreskrifter ska följas.

2.3.6.2 Luftledningars höjd över mark

Avståndet mellan kabel och mark gäller vid maximal belastning och ska räknas från överkant av eventuellt snötäcke.



Exempel luftledning

Krav på luftledningars höjd över mark:

- Luftlednings minsta höjd över mark eller vatten får inte understiga 3,5 m. Från sista stolpe till byggnad kan höjd över mark vara mindre.
- Vid mark där fordon kan komma att passera som exempelvis åkermark, jordbruksmark eller parkmiljö ska minsta höjd över mark vara 5 m. Samråd ska hållas med markägare innan installation utförs.
- Luftledningens minsta höjd över allmänt trafikerad väg eller annat område med passerande trafik ska installationen utföras i enlighet Trafikverkets anvisningar för Ledningsarbeten inom vägområdet eller annan väghållares anvisningar. Ansvarig väghållares krav gäller alltid före Robust fibers anvisning om kravet är högre.
- Vid upphängning av optokabel så ska EBR K30:04 angående sambyggnad optisk fiberkabel följas.
- Luftledning över område med sjötrafik ska vara installerad på minsta höjd över normal högvattenyta som Sjöfartsverket eller annan myndighet föreskriver som segelfri höjd.
- Då en luftledning korsar en elektrifierad järnväg ska den förläggas på den höjd och enligt de anvisningar som Elsäkerhetsverket bestämmer efter samråd med järnvägens innehavare.
- Vid luftförläggning ska kabeltillverkarens anvisningar om monteringstillbehör och installationsätt följas.

MINIMIKRAV BESIKTNING AV LUFTLEDNING

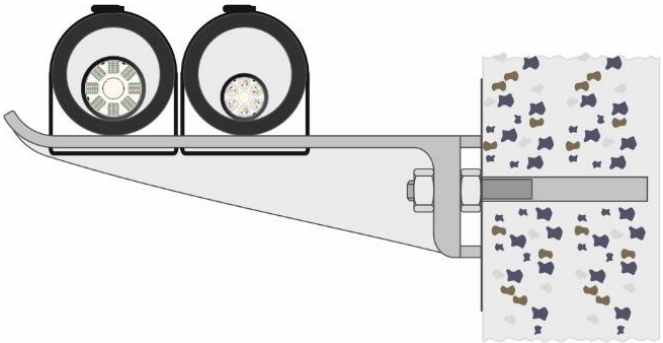
- Besiktning sker enligt stolpägare och leverantörens anvisningar.

2.3.7 Förläggning vid bro

Placeringen av kanalisationen på bro bestäms av väghållaren/broägaren i samråd med entreprenören.

MINIMIKRAV FÖRLÄGGNING VID BRO:

- Kanalisationen ska fästas och skyddas väl.
- Kabelslinga ska finnas på minst en sida av bron om kabel är en stamfiberkabel. Kundkabel behöver inte slingas.



Exempel på förankring i bro

2.3.8 Förläggning i tunnel eller kulvert

Vid förläggning i tunnel behövs inte kanalisation i form av kanalisationsrör.
Som alternativ kan optokabel och kanalisationsrör med bärlina eller ett linspann monteras.

MINIMIKRAV VID FÖRLÄGGNING I TUNNEL:

- Material som används ska vara klassat för inomhusbruk.
- Optokabel eller kanalisationsrör ska placeras på kabelstege eller klamras i tunnelvägg. Optokabel eller kanalisationsrör ska fästas med t.ex. buntband och då ska minst vart tredje band vara av metall för att förhindra att kabeln faller ner vid brand.
- Föreligger risk för intrång, skadegörelse eller skadedjur ska armerad optokabel eller kanalisationsrör användas.

Förläggning i tunnel

2.4 Optokablar

2.4.1 Optokablar generellt

För kabelkonstruktioner och val av kabel hänvisas generellt till materialleverantörer. Det finns några olika konstruktioner på optokablar:

- Ribbonkabel – fibrerna är sammanfogade i bandstrukturer (4 eller 8 fibrer) som möjliggör att man skarvar (svetsar) alla fibrerna på en gång. Banden placeras sedan i en spårprofil av plast.
- Kablar uppbyggda med tuber där fibrerna skyddas i fyllda tuber som ligger runt en dragavlastare.
- Kablar med centralt fylld tub med fibrer med eller utan yttre dragavlastning.
- Mikrokablar är uppbyggda liknande optokablar men med slankare konstruktion
- Blåsfibrer är 1–12 fibrer buntade med minimalt externt skydd i form av mantel. Om blåsfiber förläggs utomhus ska endast kanalisationsrör som är avsedda för blåsfiber användas.

Det finns flera standarder för färgkodning av fibrer i optokabel. Viktigt att tänka på är att bestämma sig för en färgkod och att använda samma färgkod i hela fiberanläggningen.

Rekommenderat är att använda färgkoden S12 för alla optokablar.

MINIMIKRAV PÅ OPTOKABLAR:

- Optokabel ska ha fibrer av singelmodtyp och följa standard enligt ITU-T G.652 eller G.657.
- Optokabelns dragavlastning ska vara anpassad till de installationsmetoder och skarvenheter som används i fiberanläggningen.

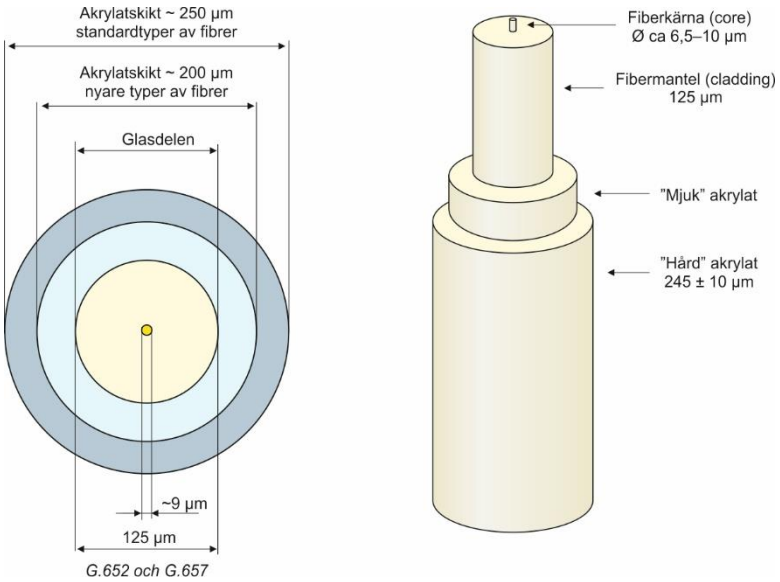
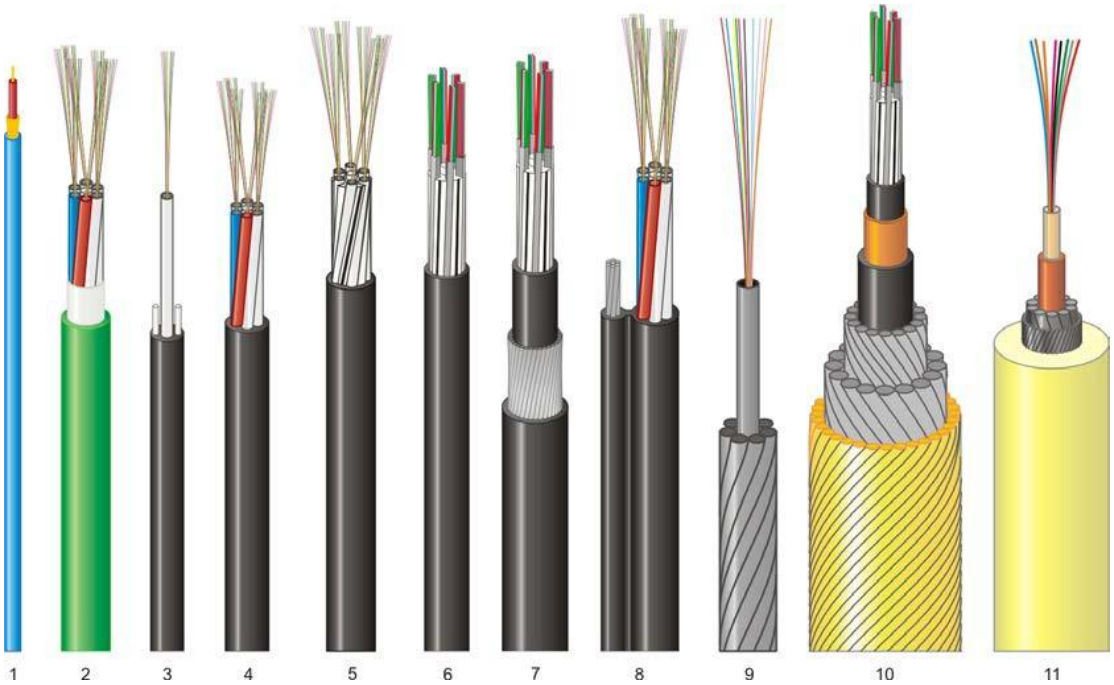


Bild uppbyggnad av optokabel G.652 och G.657.

Optokabel med G.652 fibrer används i de flesta standardkablar. Optokablar med fibrer av typ G.657 är mindre böjkänsliga och används främst i accessnät till enskilda kunder.

Nedan följer exempel på olika typer av optokablar.



Exempel på olika optokablar

1. Kopplingskabel, förses med kontakt i vardera änden och används vanligen för att koppla nät mot nät eller aktiv utrustning till nät, oftast mellan ODF:er i ODF- stativ
2. Koncentrisk kabel med fibrer i rör. Kabeln används för att bygga nät i kanalisation eller i skyddad miljö, t.ex. inomhus, i tunnlar, inom industribyggnader och liknande. Den gröna färgen markerar att kabeln är flamskyddad, detta är dock ingen standardfärg för detta ändamål utan har blivit en de facto standard.
3. Tunn kabel för utomhusapplikation. Lösa fibrer eller fiberband ligger centralt placerade i fettfyllt rör eller hålighet. Två tunna dragavlastare är placerade på var sin sida av kabeln.
4. En mycket vanlig kabel. Den ska förläggas i optorör. Fyra upp till 16 sekundärrör med lösa fibrer (vanligt är 24 fibrer i varje rör) är kablade runt en central dragavlastare. Hålrummet mellan rör och rör och yttre mantel fylls med fyllmedel för att göra kabeln längsvattentät. Detta gäller för samtliga kablar 4–11.
5. Kabel med spårprofil i vars spår sekundärrör placeras. Kabeln blir betydligt tåligare för radiellt tryck än de som enbart kablas koncentriskt.
6. Samma typ av kabel som föregående men istället för sekundärrör finns i spåren fiberband, denna typ av kabel används främst på sträckor med stort fiberbehov. Skarvning av fiberband går avsevärt snabbare än med enkelfiber.
7. Här har kabel nummer 6 försetts med kraftig förstärkning för direkt nedgrävning eller nedplöjning. Förstärkningen består av stål- eller aluminiumtrådar.
8. Kabel med inbyggd bärlina för upphängning mellan stolpar (telestolpar) med max spann begränsat till 50 meter. Modellen brukar kallas "figur-8 kabel".
9. Jordlinan högst upp på fackverkskonstruktionen för högspänningskablarna kan förses med optofiber, denna typ av kabel kallas OPGW-kabel då den är avsedd för att förbinda fackverken med varandra och med jord.

10. Undervattenskabel för kustnära installationer med behov av många ej förstärkta fibrer och med begränsat förläggningsdjup. Kan förses med erbiumdopade fiberförstärkare varför avståndet mellan sändare och mottagare kan vara över 300 km. Den tunga förstärkningen med ståltrådar gör kabeln stark mot lättare ankare samt ger tyngd för att följa havsbottens konturer. Fibrer av typen ITU-T G.655 kan komma ifråga.
11. Kabel för oceanförläggning, här kan förläggningsdjupet vara närmare 8–10 km. De extremt långa förläggningsavstånden medför att förstärkare används. Dessa strömförses genom det inre kopparröret. Den fiber som används är ofta ITU-T G.654 med extremt låg dämpning.

Exempel på mikrokablar

1. Alternativ till "blåsfiber" är denna 1,2 mm tunna kabel som används för blåsning till enskild slutanvändare.
2. Tunn mikrokabel med fibrerna i ett fettfyllt rör omgivet att aramidgarn som dragavlastare. Utanpå aramidgarnet finns mantel av flamskyddande polyeten, PE.
3. Bilden visar en ovanlig 48-fiberskabel där fibrerna är buntade i 12-fiberskardeler (buntar), kardelerna identifieras genom olikfärgat garn som lindats runt varje kardel. Samtliga kardeler är placerade i ett fettfyllt plaström som i sin tur omges av aramidgarn som dragavlastare och en yttre flamskyddande mantel av halogenfri PE.
4. Mikrokabel med samma uppbyggnad som en standarkabel för förläggning i optorör. Bilden visar en kabel där varje fettfyllt rör har samma diameter som den centralt placerade dragavlastaren vilket resulterar i sex omgivande rör. Standarddesign är att varje rör innehåller 12 fibrer varför kabeln på bilden innehåller 72 fibrer. Antalet fibrer i varje rör kan fördubblas.
5. I den här kabeln har den centrala dragavlastaren gjort något grövre än de omgivande rören. I det här fallet har man anpassat den för åtta omgivande rör, det ger en kabel med 96 fibrer. Dubblas antalet fibrer i varje rör får man en 192-fiberskabel.
6. Samma design som i de två föregående kablarna men har några plaststrängar placerats mellan sekundärrören för att göra en mer cirkulär kabel.

Fibrer i en optokabel som är kontakterade i båda ändar benämns fiberlänkar. En fiberlänk startar och slutar i en nod, en anslutningspunkt (hos en kund) eller i en spridningspunkt (kopplingsställe), vanligtvis en ODF (Optical Distribution Frame). Respektive ände av fiberlänken är kontakterad i uttag monterade i en ODF-enhet. ODF-enheten är monterad i ett stativ eller i en mindre låda hos en kund.

En förbindelse utgörs av en fiberlänk, eller av två eller flera fiberlänkar som är sammankopplade (korskopplade).

2.4.2 Optokablar för förläggning i mark

MINIMIKRAV PÅ OPTOKABEL SOM SKA FÖRLÄGGAS I MARK

- Optokabeln ska förläggas i kanalisationsrör.
- Optokabeln ska vara godkänd för förläggning i rör och kanalisation utomhus.
- Optokabeln ska vara utförd med ett identifieringssystem för identifiering av enskild fiber exempelvis genom färgmärkning.
- Optokabeln ska vara längsvattentätad.
- Optokabeln ska vara halogenfri.

2.4.3 Optokablar, kabelrännor och kabelstegar för inomhusförläggning

MINIMIKRAV PÅ OPTOKABLAR FÖR INOMHUSFÖRLÄGGNING:

- Optokabel avsedda enbart för utomhusbruk får maximalt sträcka sig 20 m in i byggnad och inom samma brandcell enligt Boverket CPR-klass Dca-s2, d2, gällande från 2017. Därefter ska kanalisationsrör och optokabel klassade för inomhusbruk användas.
- Kabelrännor och kabelstegar kan utformas enligt SS-EN 61537. Kabelskenor kan utformas enligt SS-EN 61534 serien. Upphängningsanordningar i utrymningsvägar bör utformas i materialklass A2-sl, do. (*BSF 2018:4*).

2.4.4 Optokablar för stolpförläggning

Ur robusthetssynpunkt bör förläggning på stolpe undvikas.

För stolpförläggning finns optokablar av följande typer:

- lindad runt kraftledning (kallas wrapping)
- inbyggd i jordlina (kallas OPGW)
- hängd i bärlina (kallas figur 8)
- med inbyggd bärlina som är självbärande (kallas ADSS)
- i mikrokanalisation för stolpförläggning.

MINIMIKRAV PÅ OPTOKABEL VID FÖRLÄGGNING AV OPTOKABEL PÅ STOLPAR:

- Om förläggning av optokabel sker på stolpar ska den utföras med kabel och fästanordningar som är anpassade efter förläggningsmetoden.
- Stolpägarens regler och anvisningar ska gälla och kan variera beroende på lokala föreskrifter, stolplinjens användning (el, tele) m.m.

2.4.5 Optokablar för förläggning i vatten

Viktiga parametrar vid förläggning av optokabel i vatten är vattendjup, förekomst av sjötrafik, ankring, fiske m.m. Se vidare under" Förläggning i sjö eller vattendrag".

MINIMIKRAV PÅ OPTOKABEL FÖR FÖRLÄGGNING I VATTEN:

- Förläggning ska ske med optokabel som är anpassad för förläggning i vatten.
- Optokabeln ska vara vattentät i dess längdriktning.

2.4.6 Optokablar för förläggning i tunnel och kulvert

MINIMIKRAV PÅ OPTOKABEL VID FÖRLÄGGNING I TUNNEL OCH KULVERT

- I kulvert, väg-, järnvägs- och gångtunnlar ska optokabeln vara av halogenfritt och självslocknande utförande.
- Föreligger risk för intrång, skadegörelse eller skadedjur ska armerad optokabel eller kanalisationsrör användas.

2. 5 Kabelhantering

2.5.1 Generella krav

Generellt vid all förläggning av optokabel är att dragning/blåsning/flottning måste ske kontrollerat med avseende på dragkrafter och böjradier enligt kabeltillverkarens anvisningar och med därför avsedda utrustningar.

MINIMIKRAV FÖR HANTERING AV OPTOKABEL:

- Minsta tillåtna böjradie får inte underskridas.
- Maximalt tillåten dragkraft får inte överskridas
- Maximalt tillåtet mekaniskt tryck får inte överskridas
- Alla kablar som lämnas oanslutna ska ändtätas.
- Kabeln får inte hanteras vid temperatur som är lägre än den som specificerats. Detta medför att trumman i vissa fall måste stå i uppvärmd lokal något dygn innan den transporteras ut. Under transporten bör den täckas så att kabeln inte kyls ner.
- Slingor ska läggas i spridningspunkt där framtida markarbeten kan förväntas, exempelvis vid större diken, vägar och i närheten av tätorter där bebyggelse kan tänkas komma till stånd. Slingors längd och placering ska dokumenteras.
- Slinga ska alltid läggas i kabelbrunn oavsett optokabeltyp.
- Kabeltrummor med optokabel ska hanteras stående.
- Kabelns avspolningsriktning är markerad på kabeltrumman och ska följas.
- Vid blåsning av mikrokabel ska kompressor med fuktavskiljare och rätt filter enligt kompressortillverkaren användas.

Kabeldimensionering: Tabellen visar lämplig matchning för dimension av optokabel med lämpligt kanalisationsrör.

Kabel	Mikrorör med innerdiameter						Optorör med innerdiameter							
ytterdiam.	2.1	2.8	3.5	5.5	8	10	12	14	16	20	26	28	32	40
1.2	■	■	■											
1.8		■	■											
2.4			■	■										
3.9				■	■	■								
4.0					■	■	■							
5.4					■	■	■							
6.2					■	■	■							
6.4					■	■	■	■						
6.8						■	■	■						
7.5						■	■	■	■					
8.5							■	■	■	■				
9								■	■	■				
10								■	■	■				
11								■	■	■	■			
12									■	■	■			
13									■	■	■			
14										■	■	■		
15										■	■	■		
16										■	■	■		
17											■	■		
18											■	■		
19											■	■		
20											■	■		
21											■	■		
22											■	■		
23												■	■	
24												■	■	
25													■	■

2.5.2 Läggning av optokabel i brunnar och skåp

För att placera optokabeln rätt i kabelbrunn eller markskåp där en slinga ska göras, krävs noggrann förberedelse och hantering. Kabelns egenskaper ändras om kabeln vrids och det är lätt hänt vid slingning om det inte görs på rätt sätt. Följ kabeltillverkarens anvisning angående slingning. Viss kabeltyp kan t.ex. behöva slingas i form av en åtta. Kontroll om optokabeln är vriden kan göras genom att inspektera att kabelns längsgående märkning är åt samma håll. En kabellängd på ca 20-meter är lämplig som slinglängd.

Slingning av mikrokabel kan ske på samma sätt som för standardkabel. Mikrokabel är dock inte lika robust i konstruktionen som standardkabel och därför behöver extra försiktighet iakttagas vid hantering av mikrokabel.

MINIMIKRAV VID FÖRLÄGGNING AV OPTOKABEL I KABELBRUNN OCH MARKSKÅP:

- Slinga ska placeras i kabelbrunn för att möjliggöra framtida förändringar i nätet t.ex. utvidgning, reparationer m.m.
- Kabeltillverkarens anvisning angående slingning ska följas.
- Om enskilda fibrer, fiberenheter, fiberband (ribbon) eller buntade fibrer används får dessa aldrig slingas fritt i kabelbrunn då risk finns för fiberbrott och fuktskador. De ska slingas i skarvbox.
- Alla fiberoptiska kablar för utomhusbruk ska tåla att ligga i vatten.

2.5.3 Förläggning av optokabel inomhus

Där optokablar förläggs i allmänna utrymmen som källare, garage och liknande och risk finns för intrång, skadegörelse eller sabotage ska säkerheten förbättras genom att förläggningen görs så dolt som möjligt med ett mekaniskt skydd.

MINIMIKRAV VID FÖRLÄGGNING AV OPTOKABEL INOMHUS:

- Vid risk för intrång, skadegörelse eller sabotage ska optokablar inomhus skyddas mekaniskt med kanalisationsrör eller motsvarande.

2.5.4 Skarvning av kabel

MINIMIKRAV VID SKARVNING AV OPTOKABEL:

- Fibrerna i kabeln ska skarvas genom svetsning.
- Fiberskarven ska skyddas i en skarvhylsa. De skarvade fibrerna ska därefter läggas i en eller flera fiberkassetter som i sin tur ska skyddas av skarvskåp eller skarvbox.
- Fibrernas minsta böjradie får inte underskridas. Se kabeltillverkarens specifikation.
- Optokablarna ska dragavlastas vid skarvbox eller skarvskåp med för aktuell kabel inbyggd dragavlastare, t.ex. glasfiberstav eller aramidtråd.

Undvik i möjligaste mån en nätdesign där skarvning sker i kontakter. Kontakter ger alltid mer dämpning och reflektion som kan påverka signalen.

2.5.5 Skarvenheter

Optokabelns skarv skyddas i en skarvenhet. Skarvenheter i form av skarvboxar eller skarvskåp väljs efter den miljö som den placeras i, antalet fibrer som ska skarvas samt de kablar och eventuella mikrorör som ska anslutas. Följ alltid tillverkarens anvisningar angående temperatur, trycktätning, dragavlastning, kabeltvist, böjradier, skarvhållare etc.

Skarvboxar är normalt avsedda för direktförläggning i mark eller kabelbrunn. Skarvskåp finns för montering utomhus i markskåp och för montering i inomhusmiljö. Väggbox för utomhusbruk är ett skarvskåp och markskåp i en enhet. Fasadbox är box som sitter på en villafasad och används för skarvning av fiberkabel till villan.

MINIMIKRAV PÅ SKARVBOXAR OCH VÄGGBOX:

- Skarvboxar och väggboxar för utomhusbruk ska uppfylla minst klassning IP68.
- Väggbox för utomhusbruk ska kunna låsas i form av plombering.
- Väggbox placerade åtkomligt för allmänheten ska vara i klass IK 8.
- Skarvboxar ska vara UV-tåliga.
- Skarvboxar ska vara trycktäta för att klara ett vattentryck motsvarande 5 m vattenpelare.
- Skarvboxar ska tåla de påfrestningar som de utsätts för i vattenfyllda brunnar, monterade utomhus eller direkt nedgrävda i marken.

MINIMIKRAV PÅ FASADBOX:

- Fasadbox för utomhusbruk ska uppfylla minst klassning IP54.
- Fasadbox placerade åtkomligt för allmänheten ska vara minst klass IK 7.
- Fasadboxar ska vara UV-tåliga.
- Om genomföring i fasad sker bakom fasadbox genom att ett hål borras i fasaden och boxen, ska det säkerställas att upptaget hål och genomföring genom fasad tätas. Tätning sker med avsedd tätmasssa för bibehållen funktion av fuktspärr.
- Skarvning av fiber i fasadbox kan ske genom svetsning alternativt med fasadbox monterad med skarvstycke för montage av fiber.

Exempel på fasadboxar

MINIMIKRAV PÅ SKARVSKÅP:

- Skarvskåp för utomhusförläggning ovan mark ska vara omslutet av yttre kapsling som uppfyller minst klassning IP34. Tillse att skarvskåpets tätning är tillräcklig, avseende t.ex. skadedjur och vatteninträngning, för den miljö där skarvskåpet är placerat.
- Skarvskåp ska utomhus monteras i markskåp eller motsvarande kapsling.
- Skarvskåp ska vara UV-tåliga.
- Skarvskåp placerade åtkomligt för allmänheten ska vara i klass IK 8.

Exempel på markskåp för utomhusbruk med skarvenhet

Exempel på markskåp med skarvskåp och skarvkassett.

2.5.6 Terminering av kabel i nod

Terminering innebär att fibrerna i en optokabel görs åtkomliga via kontakter i en kopplingspanel. Kopplingspanelen är en del av en ODF (Optical Distribution Frame).

Optokabel klassad för utomhusbruk ska skarvas (övergångsskarv eller stationsskarv) om till optokablar för inomhusbruk om sträckan inomhus överstiger 20 m, se punkt 2.4.3.

Vanligt är att övergångsskarvning sker utomhus i intagsbrunn eller markskåp.

Ofta används förkontakterad inomhuskabel (s.k. stubbkabel) från ODF till övergångsskarv.

Inomhuskabeln avslutas med optokontakter på insidan (linjesidan) i en ODF-enhet. Fibrerna är därmed åtkomliga för korskoppling eller anslutning av aktiv kommunikationsutrustning på framsidan (kopplingspanelen) av ODF-enheten.

2.5.6.1 ODF (Optical Distribution Frame)

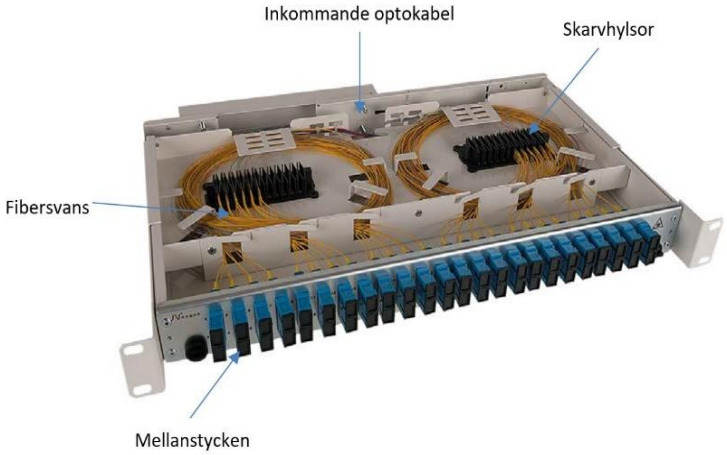
I en ODF-enhet svetsas optokabeln mot förkontakterade fibersvansar (pigtail) eller förkontakterade fiberband (fan-out). På ODF-enhetens panel (framsida) monteras mellanstycken där kontakterna ansluts. På så vis görs fibrerna åtkomliga för anslutning i kontakter för anslutning av utrustning eller korskoppling.

En ODF-enhet är ofta 19 tum bred och höjden kan vara från 1U (höjdenhet) upp till 3U. En ODF kan utgöras av allt från en enstaka ODF-enhet med ett fåtal kontakter till att omfatta många enheter i flera stativ där samtliga optokablar i noden är terminerade.

När materiel väljs till ODF ska vissa grundläggande funktioner enligt nedan uppfyllas för ett robust nät.

MINIMIKRAV PÅ ODF-ENHET:

- ODF-enheten ska ha beröringsskydd framför kontaktpanelen.
- Det ska vara enkelt att komma åt de inre kontakterna för rengöring eller byte av mellanstycke t.ex. genom utdragbar eller svängbar frontpanel.
- Tomma mellanstycken, där ingen kontakt sitter i, ska förses med dammskydd både inne i ODF-enheten och på panelen.
- Olika lösningar och modeller i samma stativ ska undvikas då de kan förhindra arbete i enhet ovan eller nedanför.
- Gröna mellanstycken får aldrig användas tillsammans med blå kontakter eller tvärtom.



Exempel på ODF-enhet

Exempel på kopplingskablar

MINIMIKRAV PÅ ODF-STATIV:

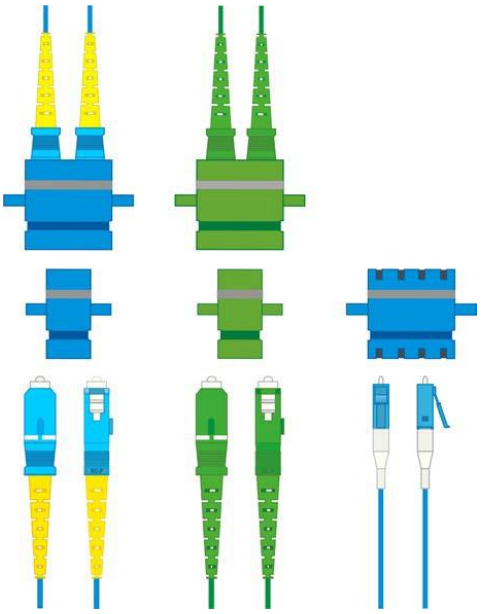
- ODF-enheter med stubbkabel (förtillverkad enhet med kontakter och optokabel i olika längder) ska kunna installeras i stativet. Stubbkabeln dras från ODF-stativet t.ex. på kabelstegar fram till en övergångsskarv där den svetsas mot inkommande optokabel.
- ODF-stativ ska placeras så att inkommande optokabel som förläggs inomhus kan skarvas direkt inuti ODF-enhet.
- ODF-stativ ska vara konstruerade så att framtida drift- och underhållsarbete enkelt går att utföra som t.ex. byte, reparation och komplettering i ODF-enheterna.
- Kabelföringsvägar ska finnas och samtliga kopplingskablar ska placeras i hållare för kablage. Kravet gäller i hela ODF, dvs. i paneler inom samma stativ och mellan stativ.
- ODF-stativ ska vara konstruerade så att hantering av anslutnings- och kopplingskablar är rationell avseende radiebegränsning, ordning, överlängd, antal, omkoppling, komplettering m.m.
- ODF-stativ ska vara konstruerade så att korskoppling kan ske inom samma ODF-stativ eller via avsedda framföringsvägar till annat ODF-stativ eller till stativ med aktiv utrustning.

2.5.7 Optokontakter och rengöring

2.5.7.1 Optokontakter

Det finns flera typer av optiska kontakter. De vanligast förekommande kontakttyperna i bredbandsnät är LC (Lucent Connector) och SC (Subscriber eller Standard Connector). För att koppla samman två kontakter används ett mellanstycke.

Färgen på kontaktdonen berättar vilken typ av slipning ändytan har på kontaktdonet. De vanligast förekommande är UPC (blå, sfärisk slipning) eller APC (grön, 8 graders snedslipning). UPC är vanligast förekommande i bredbandsnät. APC används mestadels i kabel-TV nät där det är viktigt att reflektion av ljus minimeras (hög reflektionsdämpning).



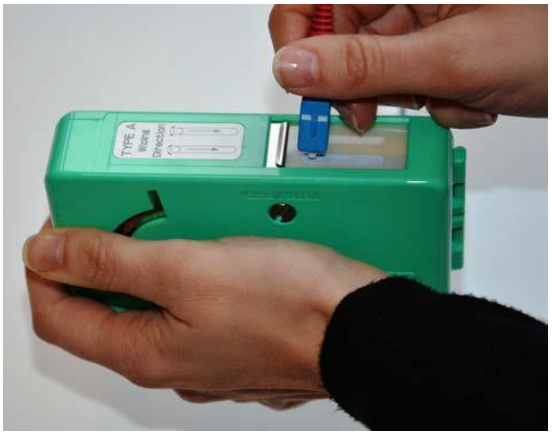
Exempel på optokontakter och mellanstycken. Från vänster: SC-kontakt UPC, SC-kontakt APC, LC-kontakt UPC med mellanstycken.

Olika slipning av den s.k. kontaktferulen. Angivna dämpningsvärden är kvalitetsparametrar.

2.5.7.2 Rengöring

Optokontakter och mellanstycken rengörs normalt enbart med torra metoder (t.ex. rengöringsdosa/kort och stift/penna).

I undantagsfall, vid starkt nedsmutsade kontakter, kan kontakten rengöras med isopropanol. Vid rengöring med isopropanol behöver kontakten omedelbart torkas genom rengöring med torr metod.



Rengöring av fiber med rengöringskasett

2.5.8 Terminering utomhus

ODF-enheter eller motsvarande öppna paneler används inte utomhus i markskåp för att skapa omkopplingspunkter då detta kräver helt täta boxar.

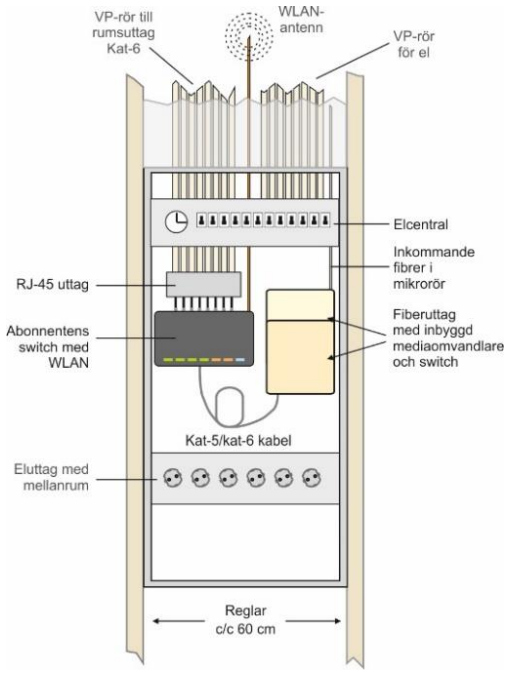
Om omkopplingspunkter med optokontakter placeras ute i nätet bör dessa placeras inomhus eller i speciella utomhusskåp (miljöskåp).

2.5.9 Terminering i fastighet

För terminering i flerbostadshus se rekommendation" Robusta fastighetsnät".

Efter att optokabel är förlagd in i fastigheten monteras en tätning mellan kanalisationsrör och optokabel.

Inkommande optokabel till bostad termineras i ett fiberuttag som bör placeras i omedelbar närhet av kabelintag på vägg eller i ett" bredbandsutrymme" för att skapa en flexibel anslutningspunkt. Från uttaget dras en kopplingskabel som är robust och anpassad för installation inne i hushåll fram till den aktiva kundutrustningen.



Exempel på bredbandsutrymme kombinerat med elcentral i bostad

MINIMIKRAV FÖR TERMINERING I FASTIGHET:

- Inkommande kabel till bostad ska termineras i fristående fiberuttag.
  Med fristående menas också enhet/platta som switch monteras på och separat utrymme för fiber finns på enheten/plattan.

2.5.9.1 Fiberuttag

Fiberuttaget i en bostad är nätägarens egendom. Fiberuttaget bör vara konstruerat så att kontakten på en ansluten kopplingskabel inte är alltför synlig och lättåtkomlig (annars är det enkelt för t.ex. småbarn att dra ut kontakten).

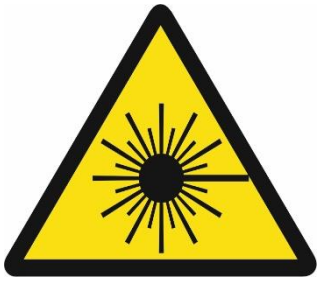
En kund med teknisk kunskap och en anvisning bör själv kunna lossa och byta kopplingskabel utan att öppna fiberuttaget. Kopplingskabeln bör vara i ett för ändamålet anpassat och robust utförande.

MINIMIKRAV PÅ FIBERUTTAG I VILLA/RADHUS:

- Uttag monterat direkt på vägg ska vara riktat neråt parallellt med vägg.
- Mellanstycket ska fysiskt skyddas för damm även om kontakt tas ur.
- Fiberuttag i hushåll ska märkas med symbol "Varning för Laser" enligt avsnitt 2.5.10 Optisk strålning.

2.5.10 Optisk strålning

Optisk strålning är främst en skyddsfråga för de som hanterar optiska kontaktdon och kablage. Titta inte in i kontaktdon om dessa är anslutna till laser.



Laserstrålning kan skada synen. Eftersom ljuset är infrarött och osynligt, ska varningsetiketter finnas vid fiberuttag för att upplysa och varna om dessa risker. Den infraröda strålen utlöser ingen blinkreflex som skyddar ögat.

2.5.11 Leveransmätning av fiberförbindelser

Efter installation görs leveransmätning på anläggningen och mätprotokoll upprättas. Leveransmätning av optokablar utförs för att säkerställa att den fysiska installationen och dokumentationen stämmer överens och för att verifiera att minimikrav avseende bl.a. dämpning är uppfyllda. Som hjälpmedel finns en exel-kalkyl att tillgå. Se underbilaga 2.1 Dämpningsberäkning.

2.5.11.1 Mätmetoder

Det finns två vanliga mätmetoder för leveransmätning av nyanlagda optokablar:

- Dämpningsmätning, dB-mätning
- OTDR-mätning.

För robust fiber gäller OTDR-mätning.

Vid OTDR-mätning används en optisk reflektometer (OTDR = Optical Time Domain Reflectometer). OTDR sänder en ljuspuls som reflekteras i inhomogeniteter, skarvar, kontakter och ändpunkt.

OTDR används för att mäta bl.a. dämpning och kontaktreflektioner. OTDR används också för att hitta dämpningsökningar t.ex. i dåliga skarvar, klämningar eller felaktiga fibrer. Följ alltid instrumenttillverkarens anvisningar avseende mätningens utförande.

2.5.11.2 Val av OTDR-instrument

Instrumentens prestanda väljs utifrån den typ av förbindelse som mäts.
Ett OTDR-instrument som används i nationella nät kan mäta långa sträckor med stor noggrannhet, medan ett OTDR-instrument som används i anslutningsnät behöver en bra upplösning på korta sträckor.

2.5.11.3 Vid misstanke om felaktig optokabel

Vid misstanke att optokabeln har utsatts för yttre påverkan i samband med installationen, t.ex. trasig kabeltrumma, klämningar m.m. kontrolleras fibrerna med hjälp av någon av de nämnda mätmetoderna.

2.5.12 Leveransmätning av passiv fiber

MINIMIKRAV AVSEENDE LEVERANSMÄTNING PASSIV FIBER:

- OTDR-mätning ska utföras på samtliga förbindelser vid 1310 nm och 1550 nm.
- OTDR-mätning ska ske enligt instrumenttillverkarens anvisningar.
- Mätinstrumenten ska vara kalibrerade enligt tillverkarens rutiner.
- På mätprotokollet ska anges vilket mätinstrument, OTDR inställningar (mätområde, puls, tid samt IoR (index of refraction)) och vem som utfört mätningen.
- Mätresultat från dämpningsmätningar och OTDR-mätningar ska sparas i allmänt läsbart filformat t.ex. Excel, .pdf eller. sor för OTDR.

- Gränsvärdena enligt tabell 2.5.12.1 får inte överskridas.
- Vid anslutnings-och regionnät ska dubbelriktad OTDR-mätning utföras.

2.5.12.1 Mätresultat och gränsvärden på fiber i kabel

Tabell: Minimikrav gränsvärden på fiber i kabel (sammanfattande tabell)

Gränsvärde för dämpning i förlagd optokabel	
Gränsvärden vid 1310nm	Max 0,40 dB/km Medel 0,37 dB/km
Gränsvärden vid 1550nm	Max 0,25 dB/km Medel 0,22 dB/km
Gränsvärden vid 1625nm*1	Max 0,40 dB/km Medel 0,30 dB/km
Punktvis dämpningsförändring vid 1550nm eller 1625nm. Med punktvis dämpningsförändring avses "spik" större än 0,05 dB.	0,05 dB
Fiberdämpningen får max överstiga fabriksmätningen på fibern med 0,03 dB/km vid 1310/(1550 eller 1625) nm. Med medelvärde avses det sammanlagda värdet av alla fibrer på en kabelsträcka.	
Gränsvärde på enskild skarv	
Max gränsvärde accessnät (<10km)	0,25 dB
Max gränsvärde anslutningsnät, regionnät (>10km)	0,20 dB
Gränsvärde på kontakt	
Reflektionsdämpning UPC-slipad kontakt	min 50 dB
Reflektionsdämpning APC-slipad kontakt	min 60 dB

*1) Vid mätning av aktivt accessförbindelse med filtrerad våglängd 1625nm

Nedanstående krav på fiber i kabel utgör indata vid leveransmätning av installerad anläggning.

MINIMIKRAV punktvisdämpningsförändring

- Krav punktvis dämpningsförändring vid 1550 nm: Max 0,05 dB
  Med punktvis dämpningsförändring avses ”spik” större än 0,05 dB.

MINIMIKRAV fiberdämpning vid 1310 nm

- Max dämpning 0,40 dB/km Medel 0,37 dB/km
- Fiberdämpningen får max överstiga fabriksmätningen på fibern med 0,03 dB/km
- Med medelvärde avses det sammanlagda värdet av alla fibrer på en kabelsträcka.

MINIMIKRAV fiberdämpning vid 1550 nm

- Max dämpning 0,25 dB/km Medel 0,22 dB/km
- Fiberdämpningen får max överstiga fabriksmätningen på fibern med 0,03 dB/km
- Med medelvärde avses det sammanlagda värdet av alla fibrer på en kabelsträcka.

MINIMIKRAV på enskild skarv

- Max dämpning 0,25 dB Accessnät
- Medeldämpning 0,20 dB anslutning- och regionnät

MINIMIKRAV avseende mätresultat:

MINIMIKRAV för sträckor under 10 km har karaktären accessnät:
Vid acccessnät(<10km) används maxdämpning vid beräkning.
Det erhållna värdet på dämpningen ska vara under följande teoretiska beräkning:
Vid 1310 nm: längd x 0,40 + skarv x 0,25 + 1,0 + 0,5 dB
Vid 1550 nm: längd x 0,25 + skarv x 0,25 + 1,0 + 0,5 dB

MINIMIKRAV för sträckor över 10 km har karaktären anslutning- och regionnät:
Vid anslutning- och regionnät (>10km) används medeldämpning vid beräkning.
Det erhållna värdet på dämpningen ska vara under följande teoretiska beräkning:
Vid 1310 nm: längd x 0,37 + skarv x 0,10 + 1,0 + 0,5 dB
Vid 1550 nm: längd x 0,22 + skarv x 0,10 + 1,0 + 0,5 dB

Förklaring till förkortningar ovan:

längd = optisk längd (km) **skarv** = antal skarvar

1,0 dB avser förluster vid inkoppling mot ODF, 2 st om 0,5 dB (inklusive första skarv efter ODF)
0,5 dB avser den samlade mätonoggranheten i instrument med kontakt.

Som stöd för att beräkna förbindelsen dämpning finns en framtagen excel-kalkyl att hämta på robustfiber.se under anvisningar.

2.5.13 Leveransmätning av aktiv fiber

Med aktiv fiber menas en förbindelse som har en aktiv CPE/Switch som signalerar på 1310nm och 1550nm på fibern. Leveransmätning kan då genomföras med en filtrerad våglängd på 1625nm. Aktiv mätning utgår från att mätning sker från ett håll endast.

MINIMIKRAV AVSEENDE LEVERANSMÄTNING AKTIV FIBER:

- OTDR-mätning ska utföras på 1625 nm på aktiv fiberförbindelse. Mätinstrumenten ska vara kalibrerade enligt tillverkarens rutiner.
- OTDR-mätning ska ske enligt instrumenttillverkarens anvisningar.
- På mätprotokollet ska anges vilket mätinstrument, OTDR inställningar (mätområde, puls, tid samt IoR (index of refraction) och vem som utfört mätningen.
- Mätresultat från dämpningsmätningar och OTDR-mätningar ska sparas i allmänt läsbart filformat t.ex. Excel, .pdf eller. sor för OTDR.
- Gränsvärdena enligt tabell 2.5.12.1 får inte överskridas.
- Leveransmätning på en aktiv fiberförbindelse för användas endast för villaanslutningar (SDU).

2.5.13.1 Mätresultat och gränsvärden på fiber i kabel

Se Tabell 2.5.12.1 för minimikrav gränsvärden på fiber i kabel (sammanfattande tabell). Nedanstående krav på fiber i kabel utgör indata vid leveransmätning av installerad anläggning.

MINIMIKRAV punktvisdämpningsförändring

- Krav punktvis dämpningsförändring vid 1625 nm: Max 0,05 dB.
  Med punktvis dämpningsförändring avses ”spik” större än 0,05 dB.

MINIMIKRAV fiberdämpning vid 1625 nm

- Max dämpning 0,40 dB/km Medel 0,30 dB/km.
- Fiberdämpningen får max överstiga fabriksmätningen på fibern med 0,03 dB/km.
- Med medelvärde avses det sammanlagda värdet av alla fibrer på en kabelsträcka.

MINIMIKRAV på enskild skarv

- Max dämpning 0,25 dB Accessnät.
- Medeldämpning 0,20 dB anslutning- och regionnät.

MINIMIKRAV avseende mätresultat:

MINIMIKRAV för sträckor under 10 km har karaktären accessnät:
Vid acccessnät(<10km) används maxdämpning vid beräkning.
Det erhållna värdet på dämpningen ska vara under följande teoretiska beräkning:
Vid 1625 nm: längd x 0,40 + skarv x 0,25 + 1,0 + 0,5 dB.

MINIMIKRAV för sträckor över 10 km har karaktären anslutning- och regionnät:
Vid anslutning- och regionnät (>10km) används medeldämpning vid beräkning.
Det erhållna värdet på dämpningen ska vara under följande teoretiska beräkning:
Vid 1625 nm: längd x 0,30 + skarv x 0,10 + 1,0 + 0,5 dB.

Förklaring till förkortningar ovan:

längd = optisk längd (km) **skarv** = antal skarvar

1,0 dB avser förluster vid inkoppling mot ODF, 2 st om 0,5 dB (inklusive första skarv efter ODF)
0,5 dB avser den samlade mätonoggranheten i instrument med kontakt.

Som stöd för att beräkna förbindelsen dämpning finns en framtagen excel-kalkyl att hämta på robustfiber.se under anvisningar.

2.6 Märkning

Märkningar av fiberanläggningen ska ske på ett enhetligt sätt.

MINIMIKRAV AVSEENDE MÄRKNING AV FIBERANLÄGGNINGEN:

- Alla fiberanläggningens delar ska märkas med unika beteckningar och all märkning ska vara ålders- och väderbeständig. Detta är särskilt att beakta vid märkning utomhus.
- Märkning ska överensstämma med dokumentationens beteckning.
- Märkning med klartext får av säkerhetsskäl inte göras, exempelvis" Arboga-Köping" eller kundens namn.
- Märkning ska vara UV tålig, klara ligga i vatten under lång period samt klara olika typer av vätskor så som oljor, bensen, alkoholhaltiga lösningsmedel m.m.
- Märkningen ska vara skrapsäker.

2.6.1 Märkning och benämning av kanalisation

MINIMIKRAV AVSEENDE MÄRKNING OCH BENÄMNING AV KANALISATION:

- Vid förläggning av flera kanalisationsrör i samma rörgrav ska rören kompletteras med olika längsgående färgmärkningar eller annat väder- och åldersbeständigt märksystem, för att möjliggöra identifiering och dokumentation, så att förväxlingar undviks.
- Eventuell subkanalisation ska vara försedd med ett identifieringssystem för identifiering av enskilda rör, t.ex. färgmärkning.
- Kanalisationsrör ska märkas vid både ingång och utgång i brunnar och skåp, vid övergångar från exempelvis mast till kabelstege samt på ömse sidor vid väggenomföringar.
- Kanalisationsrör ska märkas vid både ingång och utgång i väggenomföringar vid anslutning av hus/fastighet. Undantag kan göras om kanalisationsröret är till för en enstaka kundanslutning, t.ex. anslutning till en villa.

Märkning av brunnar och skåp görs lämpligen innanför dörr/lock för att förhindra obehöriga att se märkningen.

Exempel på märkning av kanalisation

2.6.2 Märkning av kablar

MINIMIKRAV AVSEENDE MÄRKNING AV KABLAR:

- Optokablar ska märkas vid både ingång och utgång i brunnar och skåp, vid övergångar från exempelvis mast till kabelstege samt på ömse sidor vid väggenomföringar.
- Märkningar ska inte följa med exempelvis täcklock eller frontplåtar när dessa avlägsnas.

Exempel på märkning av optokabel

2.6.3 Numrering och märkning av stativ och paneler

Stativnumrering ska starta från vänstra hörnet sett från ingången (gäller i mindre nod). I stor nod ska en siteritning skapas som visar stativens placering och numrering.

En panel, t.ex. en ODF-enhet, som monteras i ett stativ ska få sin beteckning efter var det övre vänstra hörnet är placerat i förhållande till indelningen i stativet.

Numrering av uttag i panel ska starta från det övre vänstra hörnet i varje panel. Utgå från fabrikants märkning om sådan finns. Finns ej märkning ska uttag numreras löpande t.ex. 01, 02, 03 osv.

MINIMIKRAV PÅ MÄRKNING AV STATIV OCH PANELER:

- Varje stativ ska märkas med en unik beteckning.
- Varje enskild ODF-enhet ska märkas.
- Uttagens numrering ska vara märkt på panelen.

2.6.4 Skarvenheter

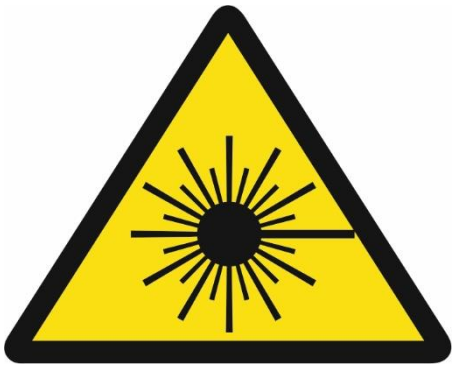
MINIMIKRAV PÅ MÄRKNING AV SKARENHETER:

- På skarvkassett ska framgå vilka fibrer/kablar som ligger i kassetten.
- Skarvenheten ska märkas med "Varning för laser".

2.6.5 Fiberuttag

MINIMIKRAV FÖR MÄRKNING AV FIBERUTTAG VILLA/RADHUS:

- Fiberuttag i hushåll ska märkas med symbol" Varning för laser".



2.7 Säkerhet

2.7.1 Lås

En spridningspunkt kan vara utformad på många olika sätt. Gemensamt för samtliga typer är att de låses med nyckel, kort eller på liknade sätt, så att obehöriga inte kan komma in i utrymmet. Detta gäller således noder, kabelbrunnar, markskåp och skarvlådor samt andra utrymmen där åtkomst till ändpunkter eller skarvar finns.

Vad gäller kabelbrunnar finns en mängd olika utföranden på lås, t.ex. låsbara innerluckor eller specifika" öppningsverktyg". Om en kabelbrunn förläggs under markytan, alltså med fyllnadsmassor ovan brunnslock, erfordras inte låsanordning.

Lås av typen" enspårigt", som kan öppnas med mejsel, eller" trekantslås" är inte godkända ur robusthetssynpunkt.

MINIMIKRAV AVSEENDE LÅSNING:

- Spridningspunkter ska vara låsta med godkänd nyckel, kort eller på liknade sätt.

Nedan följer exempel på lås som är godkända:

- EBR-lås eller" Stockholmslås".
- Hänglås med nyckel.
- Cylinderlås.
- Pentaheadlås.

Exempel på lås