



Kabelförläggning max. 145 kV

KJ 41:21

1. Förord

Föreliggande EBR-publikation KJ 41:21 ersätter tidigare utgåvor av KJ 41 och KJ 41.1 som behandlar förläggningskonstruktioner för kablar i mark med märkspänning upp till 145 kV. Fokus i publikationen ligger på spänningsområdet upp till 24 kV. Förläggningsfall för 36 kV-kabel likställs med förläggning för 24 kV.

Publikationen har baserats på SEK handbok 429, Kabelförläggning i mark och har kompletterats med innehåll från KJ 41.1:08.

Publikationen är upplagd som en komplett handbok för kabelförläggning och omfattar konstruktioner för förläggning av kraftkablar och kabelslang/rör, respektive samförläggning av kraftkablar, telekablar och optokanalisation. I föreliggande version av KJ 41:21 har nya grundläggningsritningar för nätstationer lagts till.

Publikationen presenterar en helhet runt hantering av kablar i mark. Det gäller planeringskriterier inför kabelförläggning men även själva hanteringen och förläggningen av kablar och markarbeten för nätstationer och kabelskåp.

Alla mått gällande fyllningshöjd som anges i publikationen är minimimått. Beroende på markförhållanden, normal eller svår, kan man välja mellan två olika alternativ. Valet av alternativ beror på hur befintliga schaktmassor uppfyller de krav som ställts på fyllnads-material kring kablar och rör.

När markförhållandena är kända väljs lämplig förläggningskonstruktion med hjälp av bilagda typblad som redovisar ett antal typfall för kabelförläggning.

Denna publikation är sammansatt av en arbetsgrupp inom EBR.

Arbetsgruppen har bestått av sakkunniga experter från elnätföretagen.

I arbetsgruppen har följande personer ingått:

Pernilla Owe, Ellevio AB

Ulf Kronander, Vattenfall Eldistribution AB

Karl-Johan Mannerback, Jönköping energi Nät AB

Jimmy Vylund, Göteborg energi Nät AB

Peter Ipsen, E.ON Energidistribution AB

Lars Jönsson, Tekniska verken i Linköping Nät AB

Christer Gruber, Energiföretagen Sverige

Innehåll

1. Förord	3	7. Kabelhantering	21
Innehåll.....	4	7.1 Skalning av kabelmantel	21
2. Regelverk	6	7.2 Lagring av kabel	21
2.1 Föreskrifter	6	7.3 Hantering av kapad kabel	22
2.2 Standarder.....	6	7.4 Ej driftsatt kabel i mark	22
2.3 Övriga bestämmelser	7	7.5 Utdragning med maskin eller motordrivet spel	22
2.4 Definitioner	7	7.6 Böjningsradier	24
3. Krav på kompetens	8	7.7 Avvikande temperatur	25
4. Kabelkonstruktioner	9	7.8 Lossning av kabeltrummor	26
4.1 Ledarmaterial	11	8. Markundersökning.....	28
4.2 Isolermaterial, ledare och mantel	11	8.1 Markundersökning med hjälp av georadar.....	28
4.3 Ledande skikt.....	13	9. Markklasser.....	29
4.4 Utfyllnad	13	9.1 Markklass normal	29
4.5 Bandning.....	13	9.2 Markklass svår	30
4.6 Kabelskärm.....	13	10. Tillståndsansökning.....	32
4.7 Armering.....	14	10.1 Kontakt med överliggande elnätsägare	32
4.8 Kabelbeteckningar	14	11. Arbetsmiljö/miljö i sam- band med markarbeten	33
4.9 Mantelmärkning	15	11.1 Arbetsmiljö.....	33
4.10 Partmärkning för lågspänning	15	11.2 Miljö	34
5. Val av kabel.....	16	11.3 Arbetsmaskiner och arbetsredskap	34
5.1 Val av mantelmateriel	16	11.4 Schaktmassor	35
5.2 Miljökrav	16	11.5 Asfalt.....	35
5.3 Totaltätta kablar (TT).....	16	11.6 Bullerstörande verksamhet.....	35
5.4 Längsvattentäta kablar (LT).....	16	11.7 Omhändertagande av farligt materiel.....	35
5.5 Ledarmaterial och kabelareor.....	16	11.8 Tjältining.....	35
6. Kabeldimensionering.....	18		
6.1 Vid förläggning i mark.....	18		
6.2 Korrektionsfaktor	18		
6.3 Förlustkostnader	20		

12. Förläggning.....	36	18. Grundläggning av nätstationer och skåp	92
12.1 Fyllningshöjd.....	36	18.1 Nätstation	92
12.2 Olika förläggningsfall.....	37	18.2 Kabelskåp	95
12.3 Kabelförläggning i rör.....	48	18.3 Kopplingsbrunn för fiber i förhållande till el.....	97
12.4 Förläggning i vatten	51	19. Kontroll och märkning i samband med förläggning	98
13. Förläggningssmetoder.....	54	19.1 Kontroll före förläggning	98
13.1 Planering av förläggning.....	54	19.2 Kontroller efter förläggning.....	98
13.2 Förläggningssmetoder	54	19.3 Märkning av kabel efter förläggning	103
13.3 Berg i schaktsträckan	68	20. Skarvar och Avslut.....	104
13.4 Metoder för förläggning i vatten	70	20.1 Krav på materiel och ingående delar	104
14. Korsningar och avstånd mellan kablar i schakt.....	73	20.2 Skarvar	106
14.1 Korsning mellan elledning och annan infrastruktur	73	20.3 Kabelavslut.....	108
14.2 Korsningar mellan elkablar och andra ledningar.....	76	21. Konstruktioner	111
14.3 Kabelgrav, kabeldimensioner, avstånd	79	21.1 Beteckningar för kabelförläggning ..	111
15. Kabelmarkering	81	21.2 Kabelmarkering	112
15.1 Kabelmarkering under mark	81	21.3 Kabelskydd	112
15.2 Kabelmarkering ovan mark.....	83	21.4 Exempel vid användning av beteckningssystemet vid olika förläggningsfall	113
15.3 Ledningsanvisning	83	22. Typblad	114
16. Kabelskydd	84	Bilagor	139
16.1 Plana kabelskydd.....	84	Bilaga 1	139
16.2 Kabelrör/Slang	85	Bilaga 2	140
16.3 Kabelskydd ovan mark.....	89	Bilaga 3	146
16.4 Övriga kabelskydd	89	Bilaga 4	151
17. Samförläggning.....	90	Bilaga 5	152
17.1 Kabelskydd och markering.....	90		
17.2 Förläggning i gemensamt rör	91		

2. Regelverk

2.1 Föreskrifter

- Starkströmsföreskrifterna ELSÄK-FS
- Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS

2.2 Standarder

SS 401 03 82	Kablar – Ordlista
SS 424 14 07	Kraftkablar – Egenskaper vid kortslutning
SS 424 14 16	Kraftkablar – PEX-isolerad kabel med märkspänning 7/12 till 21/36 kV – Konstruktion och provning
SS 424 14 17	Kraftkablar – PEX-isolerad kabel och tillbehör med märkspänning 30/52 kV till 98/170 kV – Provning
SS 424 14 18	Kraftkablar med märkspänning 0,61/1 kV – Konstruktion och provning
SS 424 14 19	Kraftkablar – Provningmetoder
SS 424 14 24	Kraftkablar – Dimensionering av kablar med märkspänning högst 0,6/1,0 kV med hänsyn till belastningsförmåga, skydd mot överlast och skydd vid kortslutning
SS 424 14 45	Kraftkablar – Skarvar och avslutningar för kabel med märkspänning 3,6/6 (7,2) kV – 20,8/36 (42) kV – Allmänna fordringar vid provning
SS 424 14 37	Kabelförläggning i mark
SS 424 14 38	Kabelförläggning i byggnader
SS 424 17 01	Kraft-, styr- och installationskablar – Typbeteckningar (svenska)
SS 424 17 02	Kraftkablar och installationskablar – Typbeteckningar (europeiska)
SS 424 17 20	Kraftkablar och installationskablar – Partmärkning och mantelmärkning
SS-EN 501 09-1	Handverktyg för kontaktpressning
SS EN 50393	Kraftkablar – Skarvar, isolerade kabeländar och utomhusavslutningar för kabel med märkspänning 0,6/1 kV – Allmänna fordringar och provning
SS-EN 608 11	Kablar – Allmänna provningmetoder för material i isolering och mantlar
SS EN 60228	Kraftkablar och installationskablar – Ledare

SS-EN 61238-1	Kablar – Förbindningsdon för kraftkablar med märkspänning upp till 36 kV (Um 42 kV) utförda genom kontaktpressning eller annan mekanisk metod – Del 1: Fordringar och provning
SS EN 61386-1	Elinstallationsrör med tillbehör. Del 1: Allmänna fordringar
SS EN 61386-24	Elinstallationsrör med tillbehör – Del 24: Särskilda fordringar – Kabelskyddsrör för förläggning i mark
SS-EN 61936-1	Starkströmsanläggningar med nominell spänning överstigande 1 kV AC
SS-EN 12201-2	Plaströrssystem – Trycksatta rörsystem för vattendistribution och för avlopp – PE (polyeten) – Del 2: Rör
SS-EN 4364000	Elinstallationer för lågspänning – Utförande av elinstallationer för lågspänning

2.3 Övriga bestämmelser

- Svenska kraftnät, Vägledning för verksamhet vid markförlagd kabel i transmissionsnätet. (2014/1643)
- Telestörningsnämndens meddelande 21, Avstånd mellan högspänningsanläggningar och andra strömförande anläggningar
- Gällande lagar och förordningar
- Applicerbara IEC-standarder

2.4 Definitioner

För förklaring av de begrepp som används i denna publikation hänvisas till kabelordlistan SS 401 03 82 och till starkströmsföreskrifterna.

I elbranschen finns begreppen lågspänning och högspänning definierade i ELSÄK-FS. Där beskrivs att lågspänning är <1000 V och högspänning är ur ELSÄK-FS hänseende ≥1000 V.

I detta dokument så används ytterligare begrepp för att beskriva spänning.

- ▶ Lågspänning (<1 kV)
- ▶ Mellanspänning (1–36 kV)
- ▶ Högspänning (>36 kV)

3. Krav på kompetens

Den som arbetar med verksamhetstypen kabel- och rörförläggning för ett elnätsföretag ska ha ett egenkontrollprogram som säkerställer kompetensen inom området. Företaget ska dessutom vara registrerat hos Elsäkerhetsverket. Egenkontrollprogram ska innefatta den organisation samt de system, rutiner och övriga åtgärder som krävs för att företagets elinstallationsarbeten ska utföras i enlighet med gällande regler.

För att uppfylla kravet på egenkontroll så ska alla som arbetar med eller invid elektriska kablar ha en aktuell utbildning. Utbildning Krav 05 EBR Kabelförläggning alternativt utbildning i KJ 41 Kabelförläggning anses uppfylla kompetenskravet enligt Elsäkerhetsverkets föreskrift för alla som utför elinstallationsarbete med kabelförläggning. Man ska även ha en erforderlig ESA-utbildning anpassad för det arbete som ska utföras samt för de anläggningsdelar som förväntas finnas inom arbetsområdet om den beställande parten eller arbetsgivaren har antagit ESA.



Den som arbetar direkt eller indirekt med förläggning av kabel, sättning av skåp och nätstationer ska vara utbildad enligt Krav 05 – Krav vid kabelförläggning.

4. Kabelkonstruktioner

En kabel är uppbyggd av ett antal skikt av olika material. Dessa skikt har normerade benämningar.

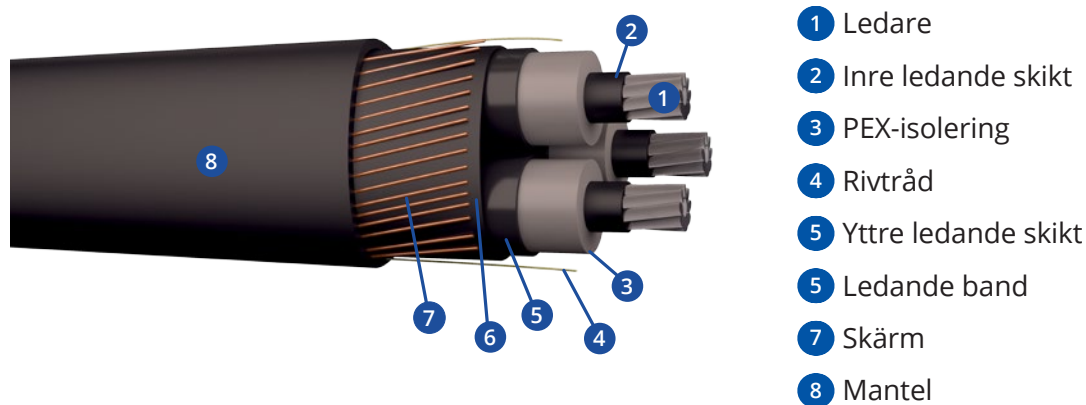


Bild 1. Exempel på Längsvattentät (LT) mellanspänningskabel.

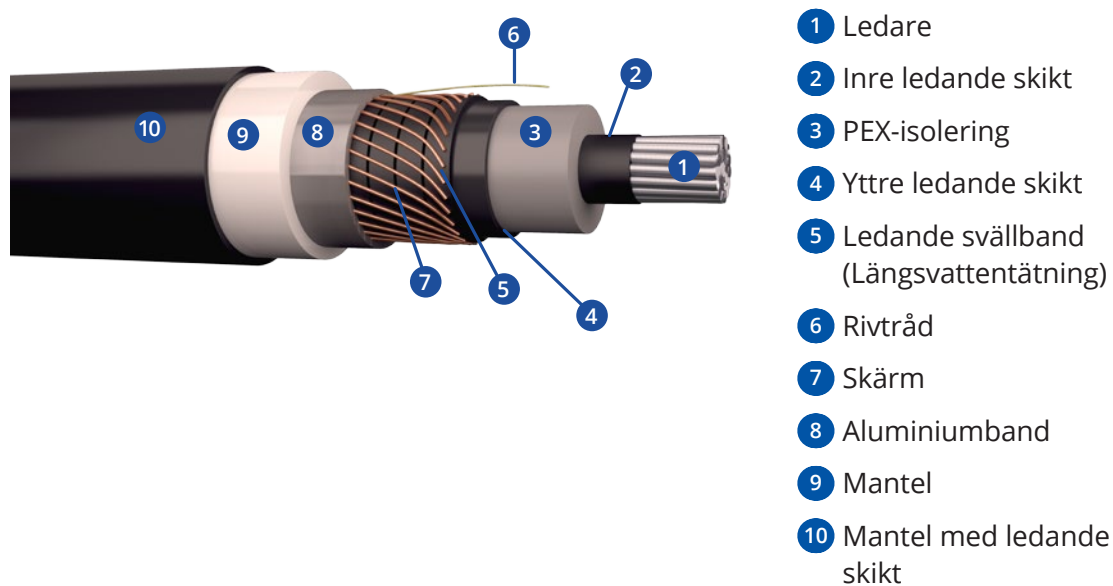


Bild 2. Exempel på Totaltät (TT) mellanspänningskabel för 1-ledare med ledande mantel.

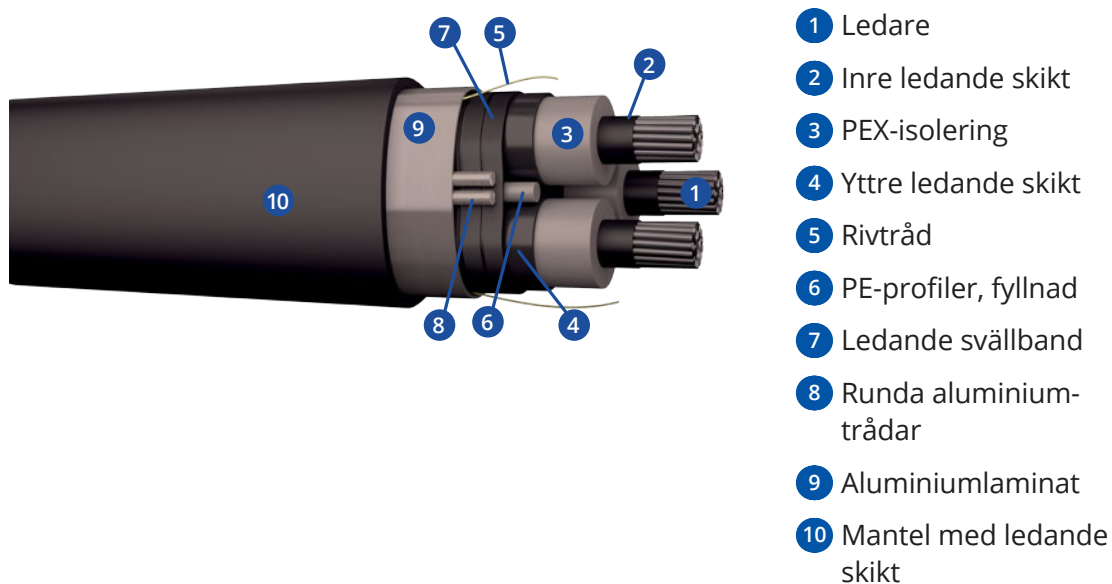


Bild 3. Exempel på Totaltät (TT) mellanspänningskabel för 3-ledare med ledande mantel.

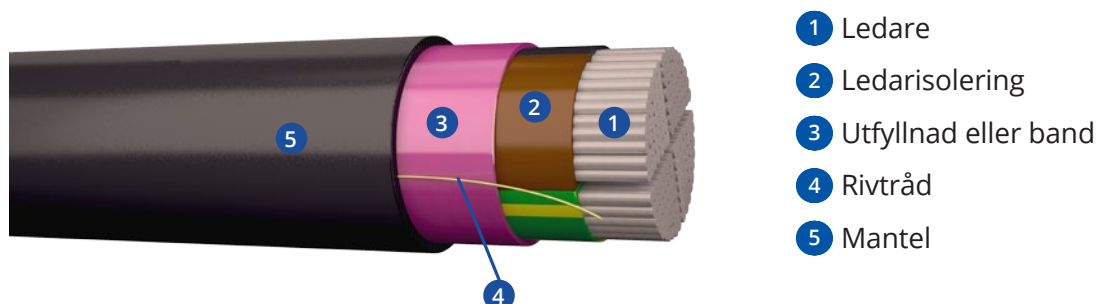


Bild 4. Exempel på lågspänningskabel 4-ledare Aluminium (Al).

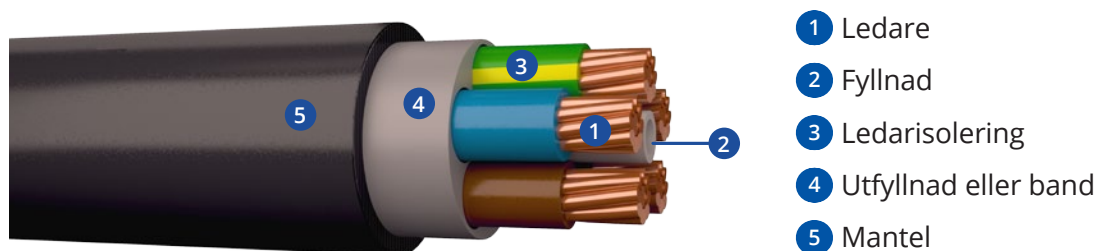


Bild 5. Exempel på lågspänningskabel 5-ledare Koppar (Cu).

4.1 Ledarmaterial

Kabelns ledare består av koppar eller aluminium. Ledaren kan vara rund eller sektorformad. Ledaren kan vara solid, få- eller mångtrådig. Val av ledare bestäms bland annat av hur böjlig kabeln behöver vara.

För jordledare är ledaren ofta av koppar, men problem med stölder har gjort att utveckling och användning av alternativa material för jordledare har skett. Förekommande alternativ kan vara aluminium eller kopparöverdragen ställina.

4.2 Isolermaterial, ledare och mantel

Kabelns ledarisolering består vanligtvis av PEX (tvärbunden polyeten) samt mantel av polymer (PE). Ett flertal av tillverkarna tillhandahåller även halogenfri mantel av polymer (HFFR). Inom elnätsbranschen har tidigare PVC-mantlad kabel ofta använts. EBR rekommenderar att PVC-kabel ska undvikas med hänsyn till dess miljö- och brandegenskaper. Nedan följer egenskaper hos olika material.

4.2.1 PEX (*Ledarisolation*)

- Tvärbunden polyeten.
- Underhåller brand.
- Avger vattenånga vid brand.
- Lägsta förläggningstemperatur, -20 °C , (se avsnitt 7.7.3).
- Drifttemperatur max. 90 °C .
- Kortslutningstemperatur 250 °C .
- Hög motståndskraft mot vatteninträngning.
- Är mekaniskt stark.
- Kallflyter vid kraftig mekanisk påverkan.
- Svår att materialåtervinna.
- Lätt att energiåtervinna.

4.2.2 PE (*Mantelmateriäl*)

- Finns i olika densiteter, hårdheter typ LD, LLD, MD och HD (LD är mjukast och HD är hårdast).
- Underhåller brand.
- Avger vattenånga vid brand.
- Lägsta förläggningstemperatur, -20 °C, (se avsnitt 7.7.3).
- Hög motståndskraft mot vatteninträning.
- Är mekaniskt stark.
- Kallflyter vid kraftig mekanisk påverkan.
- Går att materialåtervinna.
- Lätt att energiåtervinna.

4.2.3 Halogenfri kabel, Halogen Free Flame Retardant, HFFR (*Mantelmateriäl*)

- Kabel som normalt inte innehåller PVC-plast.
- Består av polyolefiner (till exempel PE eller PP) med tillsats av olika fyllnadsmaterial.
- Innehåller flamskyddsmedel till exempel krita, aluminiumtrihydrat eller magnesiumhydrat.
- Ger vid förbränning mindre rök än PVC.
- HFFR-kabel har i stort samma mekaniska egenskaper som PVC-kabel.
- Lägsta förläggningstemperatur 0 °C, (se avsnitt 7.7.3).
- Går bra att materialåtervinna.
- HFFR-kablar rekommenderas i installationer där sannolikheten för brand är större än normalt.

4.2.4 PVC

- Är mjuk och lätthanterlig.
- Underhåller inte brand.
- Avger giftiga gaser vid brand.
- Lägsta förläggningstemperatur 0 °C, (med speciell försiktighet kan förläggning ske ner till -10 °C), (se avsnitt 7.7.3).
- Har en max. drifttemperatur 70 °C.
- Kortslutningstemperatur 150 °C.
- Är inte motståndskraftig mot vatteninträngning.
- Kallflyter vid mekanisk påverkan.

4.3 Ledande skikt

För kablar med högre spänning än 3 kV används inre och yttre halvledande skikt för att utjämna spänningen mellan ledare, ledarisolering och skärm.

4.4 Utfyllnad

Utfyllnad mellan ledarna används för att ändra kabelns form och egenskaper.

4.5 Bandning

Kabelparterna hålls samman med band. Syftet med banden är att hålla ihop konstruktionen vid tillverkning och kortslutning.

4.6 Kabelskärm

Kabelskärmen består oftast av koppar men kan även bestå av aluminium eller kopparbelagd aluminium (CCA)¹⁾. Vissa tillverkare bäddar in aluminiumtrådar i ett halvledande material i sin kabelkonstruktion av typen totaltät kabel. Här är det viktigt att elektrisk kontakt mellan aluminiumfolien och de inbäddade skärmtrådarna säkerställs.

I 1 kV 3-ledarkablar används skärmen som PEN-ledare och vid 4-ledarkablar som PE-ledare.

¹⁾Copper Clad Aluminium

4.7 Armering

Kablar som utsätts för stora mekaniska påfrestningar kan ha en ståltråds- eller bandarmering. Till exempel sjökablar som ligger i hårt strömmande vatten eller vid svåra bottenförhållanden.

4.8 Kabelbeteckningar

För att skilja olika kablers konstruktioner och användningsområden finns ett bokstavs-kombinationssystem. Det finns ett svenskt och ett europeiskt system. Man använder allt mer det europeiska systemet för märkningen. Se SS 424 17 01 och SS 424 17 02.

Exempel på europeisk märkning:

SE-N1XE-AS 4G240 vilket betyder:

- SE = Sverige
- N = nationell standard
- 1 = spänningsnivå
- X = ledarisolering (X = PEX)
- E = mantelmaterial (E = PE)
- AS = aluminium sektorformad
- 4G240 = antal ledare/area
- G = med skyddsledare

AXAL-TT 3X240/50 AL 24 kV vilket betyder:

- A = aluminium
- X = ledarisolering (X = PEX)
- A = skärm av aluminium
- L = PE-mantel
- TT = totaltät
- 3X240 = antal ledare och area
- 50 AL = är för att förtydliga att skärmarean avser nominell skärmarea i aluminium (För koppar används ingen tilläggsbeteckning)
- 24 kV = konstruktionsspänning

4.9 Mantelmärkning

Kablar ska vara märkta på manteln för att underlätta identifiering av typ och tillverkare. Metermärkning och tillverkningsår rekommenderas.

4.10 Partmärkning för lågspänning

Parterna ska vara märkta genom färg eller siffror enligt gällande standard. Det finns en standard för benämning av kabelns ledare, SS-424 17 20.

Följande huvudregler gäller:

- ▶ Fas 1 (L1) = brun
- ▶ Fas 2 (L2) = svart
- ▶ Fas 3 (L3) = grå
- ▶ Neutralledare (N) = blå
- ▶ Skyddsledare (PE) = gulgrön

Gemensam skyddsneutralledare (PEN) = gulgrön som tilläggsmärks med blå tejp i ändarna. PE- och PEN-ledare kan bestå av kabelns skärm, och ska då vara grön-gul i hela dess synliga längd samt blå i ändarna.

Skarvar och anslutning för olika kabeltyper (serviser) hanteras i bilaga 2.

5. Val av kabel

5.1 Val av mantelmateriel

Vid förläggning i mark rekommenderas PE-mantel. Denna typ av mantel finns i varierande hårdhetsgrad. För att underlätta avmantling bör kabel med inbyggd rivtråd väljas. Halogenfri och flamskyddad mantel bör väljas där kabel ska förläggas längre sträckor inomhus. För mer information om förläggning inomhus se avsnittet 12.2.20, Förläggning inomhus, brandklassning.

Färgad mantel

Om man vill ha möjlighet att på ett lätt sätt skilja kablar åt, finns olika färger på kabelmanteln att tillgå. Normalt är kabelns mantel svart. Används färgad mantel rekommenderas gul kabelmantel för vägbelysning och röd för mellanspänningskabel.

5.2 Miljökrav

Återvinningsbarhet bör beaktas. Miljödeklaration ska tillhandahållas av tillverkaren. Vid all användning av kabel- och skarvmateriel är det viktigt att man tänker på att hålla deponikostnaderna så låga som möjligt. För mer information om hantering av uttjänt kabel se publikation EBR HMS4.

5.3 Totaltät kablar (TT)

Totaltät kabel har en konstruktion som gör kabeln längs- och tvärvattentät. Exempel på en totaltät konstruktion är en kabel med aluminiumfolie som ligger under mantelisoleringen kombinerat med svällpulver och svällband. Fördelen med totaltät kablar är att kabeln blir tät mot vatteninträngning. En totaltät kabel förväntas ha längre livslängd än en icke totaltät kabel. Då totaltät kabel används är det viktigt att även använda skarvmateriel som också det är totaltätt.

5.4 Längsvattentät kablar (LT)

Längsvattentät kabel har en konstruktion som gör kabelns ledare längsvattentäta. Exempel på en längsvattentät konstruktion är att svällpulver applicerats under ledarisoleringen eller i ledaren.

5.5 Ledarmateriel och kabelareor

Aluminium är det vanligaste ledarmaterialet och används framförallt när arean överstiger 10 mm². För ledare ≤10 mm² är ledarmaterialet koppar. Det finns fördelar och nackdelar med både aluminium och koppar som ledare. Aluminium är känsligt för inträngning av vatten i ledaren. Detta gäller främst kabel med PVC-mantel där ledarna

oxideras och förstörs. Det har i branschen funnits initiativ att börja använda solida ledare. Dessa ledare blir redan för låga areor relativt styva och svåra att böja. Fåtrådiga ledare är idag den dominerande ledartypen.

Följande standardareor rekommenderas:

0,4 kV:

10Cu, 16Cu, 16Al, 25Al, 50Al, 95Al, 150Al, 240Al mm²

12/24 kV:

3-ledare: 10Cu, 25Al, 50Al, 95Al, 150Al, 240Al, 300Al, 400Al mm²

1-ledare: 50Al, 95Al, 150Al, 240Al, 300Al, 400Al, 500Al, 630Al mm²

5.5.1 1-ledarkabel eller 3-ledarkabel

Vid förläggning av lågspänningskabel används uteslutande 3-, 4- eller 5-ledarkabel. Vid val av mellanspänningskabel kan valet också handla om att välja mellan 1-ledarkabel och 3-ledarkabel.

Följande skillnader kan vara lämpliga att kalkylera med vid jämförelse mellan 1-ledarkabel och 3-ledarkabel.

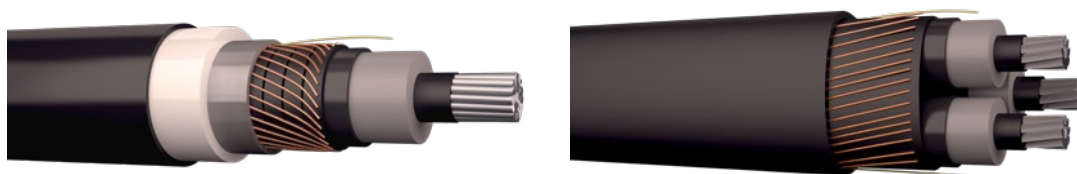


Bild 6. 1-ledarkabel och 3-ledarkabel.

Fördelar 1-ledare:	Fördelar 3-ledare:
• Bättre överföringsförmåga • Större skärmarea • Minimerar risken för kortslutning • Lättare att ansluta • Enklare skarvar • Enklare avslut • Grövre areor	• Lägre anskaffningskostnad • Lägre förläggingskostnad • Lägre förlustkostnader • Enklare hantering • Mindre materialåtgång vid tillverkning • Man slipper bunta kablagen

6. Kabeldimensionering

6.1 Vid förläggning i mark

Kablar blir under drift uppvärmda i varierande grad beroende på bland annat markens värmeledningsförmåga, markresistivitet, där kabeln ligger förlagd och kabelns förläggningsdjup. Exempelvis leder sand värme mycket dåligt medan blandade massor leder värmen bra. Det innebär att kabel som förläggs i sand, uttorkad lera eller uttorkad mossmark kommer att få arbeta under en högre temperatur eftersom värmen inte leds bort utan stannar i kabelns ytskikt.

På samma sätt kommer kablar som förläggs på stort djup att värmas upp mer än kablar som är förlagda grunt. För att kompensera för ökad temperatur finns reduktionsfaktorer att använda vid belastningsberäkningar.

6.2 Korrektionsfaktor

Tabellerna nedan refererar till lufttemperatur på 25 °C, marktemperatur 15 °C.

Korrektionsfaktor vid olika förläggningsdjup¹⁾

Tabell 1. Korrektionsfaktor vid olika fyllningshöjder.

Förläggningsdjup/m	Faktor
0,25–0,70	1,00
0,71–0,90	0,97
0,91–1,10	0,95
1,11–1,30	0,93
1,31–1,50	0,92

¹⁾Denna standard SS 424 14 24 och tabell gäller för dimensionering av kablar med märkspänning upp till 1 kV, medan SS 424 14 16 gäller för kablar 12–36 kV.

Korrektionsfaktor vid förläggning med flera kablar i samma kabelgrav

När flera kablar förläggs i samma kabelgrav måste korrigering för den ömsesidiga uppvärmningen göras.

Från gällande standard SS 424 14 16²⁾ har följande korrektionstabell hämtats:

Tabell 2. Korrektionsfaktor vid förläggning av flera kablar i samma schakt.

Inbördes avstånd/mm	Antal 3-ledarkablar eller grupper av 1-ledarkablar				
	2	3	4	5	6
00	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55
70	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60
250	0,89	0,79	0,75	0,72	0,69
500	0,91	0,84	0,81	0,79	0,77
1 000	0,95	0,91	0,89	0,88	0,87

Korrektionsfaktorer vid förläggning i rör

Vid förläggning av kabel i rör erhålls en högre ledningstemperatur jämfört med om kabeln förläggs direkt i mark. Detta beror på att luften i röret tillsammans med röret fungerar som isolation mot marken. På grund av den minskade värmeledningsförmågan och uppvärmning av luft och kabel i röret reduceras kabelns belastningsförmåga med korrektionsfaktorer i tabell 3. Vid förläggning av en kabel i rör tillkommer en korrektionsfaktor på 0,8 för mellanspänningskabel och 0,95 för lågspänningskabel.

Korrektionsfaktor för <1 kV flerledarkabel i rör, en kabel per rör.³⁾

²⁾ Denna standard och tabell gäller för dimensionering av kablar med märkspänning 12–36 kV. För kablar upp till 1 kV se SS 424 14 24.

³⁾ Denna tabell gäller för dimensionering av kablar upp till 1 kV se SS 424 14 24. För kablar med märkspänning 12–36 kV gäller korrektionsfaktor enligt SS 424 24 16 tabell C.10.

Tabell 3. Korrektionsfaktor för parallella rör med kabel.

Antal kablar/rör (st)	Inbördes avstånd mellan rör			
	0 m	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

6.3 Förlustkostnader

Vid dimensionering av ett kabelnät bör även en beräkning av förlustkostnaden göras. Förlustkostnaden kommer att påverka priset på kabeln för hela livslängden. En tumregel för att bestämma den ekonomiska arean är att den ekonomiska strömtätheten för aluminiumkablar (Al) är 1 A/mm² och för kopparkablar (Cu) 2 A/mm².

7. Kabelhantering

Fast förlagd kabel ska vara skyddad mot skada genom utförande, läge eller särskild anordning. För att erhålla full livslängd på kabeln är det viktigt att kablarna hanteras på ett korrekt sätt vad beträffar lagring, transporter, utdragning, förläggning, böjning med mera. Generellt bör tillses att kabeln inte utsätts för kraftigt tryck och att alla former av slag mot kabeln, speciellt vid låga temperaturer, undviks. Detta gäller inte minst vid transport och lagring. Vid utdragning av kabel måste man se till att inga vassa föremål kan skada kabeln. Det ska även beaktas att utdragning av kabel parallellt med annan ledning kan skapa induktion i kabeln. Detta ska beaktas och hanteras i riskhanteringen.

Tillverkaren av kabel ska tillhandahålla information om preparering och hantering av kabeln tillgänglig för användarna. Normalt ska kabel som levereras från fabrik vara urladdad. Detta görs som ett led i tillverkarens egenkontroll. Det har konstaterats att statisk uppladdning av skärm/ledare kan ske vid omspolning och utdragning av kabeln. Inför varje arbete med kabel ska dessa risker hanteras.

7.1 Skalning av kabelmantel

Vid kabelförläggning i mark väljer man i första hand en kabel som har en mantel av typ polyeten (PE). Vissa typer av polyeten kan vara hårda och kanske besvärliga att skala upp. Vid skalning av speciellt hårda kabelmantlar rekommenderas att försiktigt värma kabeln före uppskalningen. Det är viktigt att man vid skalning av kabel använder korrekta verktyg som är bra underhållna och avsedda för ändamålet. EBR rekommenderar kablar med rivtråd för förenklad skalning av mantel.

7.2 Lagring av kabel

Alla kablar ska levereras med ändtätning som skapar varaktig tätning.



Vid kapning ska kabel alltid förses med ändtätning.

Kabel som används i projekt med miljöer där åverkan, skada och stöld kan förmodas, ska skyddas genom erforderliga åtgärder. Detta kan innebära att kabel placeras inom låst område eller transporteras till säker plats under de perioder då man inte har uppsikt över kabeln. Vid lagring av kabel bör den inte förvaras i starkt solljus.

7.3 Hantering av kapad kabel

All kapad kabel som inte skarvas eller där ändavslut inte monteras samma dag som kapning skett ska ändtätas, detta för att förhindra att fukt tränger in i ledare och skärmkonstruktion. Vidare ska man ändtäta en kapad kabel innan genomföring i ett tryckt eller förlagt rör då det med stor sannolikhet finns vatten inuti röret. Även detta för att förhindra inträngning av vatten i ledare och skärmkonstruktion. All fukt i kabeln innebär att dess livslängd förkortas.

Kapad kabel som tas ur drift och lämnas i mark ska ändtätas med en varaktig tätning. Med ändtätning avses förformad varaktig försegling som skapar en vattentät ändförslutning. Ändtätning ska göras med varm- eller kallkrymp som appliceras enligt tillverkarens anvisningar.

7.4 Ej driftsatt kabel i mark

Det finns indikationer på att åska kan förstöra kablar som ligger i mark utan att vara driftsatta. Det kan avhjälpas genom jordning av skärmen mot jordledare alternativt jordtag.

7.5 Utdragning med maskin eller motordrivet spel

Utdragning av kabel kan ske med maskin om kabeln tål dragkrafter enligt nedanstående tabell. Kabeltrumman kan då hängas upp i lagerbockar vid ena änden av kabelsträckningen och kabelrullar placeras ut med jämna mellanrum i kabeldiket. Kabeländen kopplas till en draglina och dras fram med ett motordrivet spel, traktor eller annat lämpligt fordon.

7.5.1 Högsta tillåten dragkraft vid utdragning

Vid utdragning av kabel ska den maximalt tillåtna dragkraften beräknas för den aktuella kabeln enligt tabellen nedan.

Tabell 4. Dragkraft vid utdragning av kabel

Draganordning	Dragkraft P, N (Newton)
Koppling direkt i ledarna	Cu: $P = 50 \times A$ Al: $P = 30 \times A$
Dragstrumpa utanpå höljet, plast	$P = 5 \times D^2$
Dragstrumpa utanpå höljet, pappersisolerad	$P = 3,3 \times D^2$

A = total ledararea i mm^2 . D = ytterdiameter i mm.

Det är viktigt att maximal tillåten dragkraft inte överskrider, oavsett koppling direkt i ledaren eller i dragstrumpa. (50 N/ mm^2 ledararea för kopparledare och 30 N/ mm^2 ledararea för aluminiumledare.)

Utdragning ska ske med jämn hastighet och för att undvika ryck i kabeln bromsas kabeltrumman så att kabeln hålls sträckt. Vid tyngre kabel placeras kabelrullar på lämpliga platser utefter kabelns sträckning. Detta är särskilt viktigt vid snäva böjar. Vid långa sträckor eller tyngre kabel kan kabelmatarmaskin med fördel användas för att minska dragpåkänningen på kabeln. Vid kabeldragning i rör måste man se till att friktionen är tillräckligt låg. Dragkraften kan minskas genom smörjning med lämpligt medel som inte skadar mantel eller isolering.

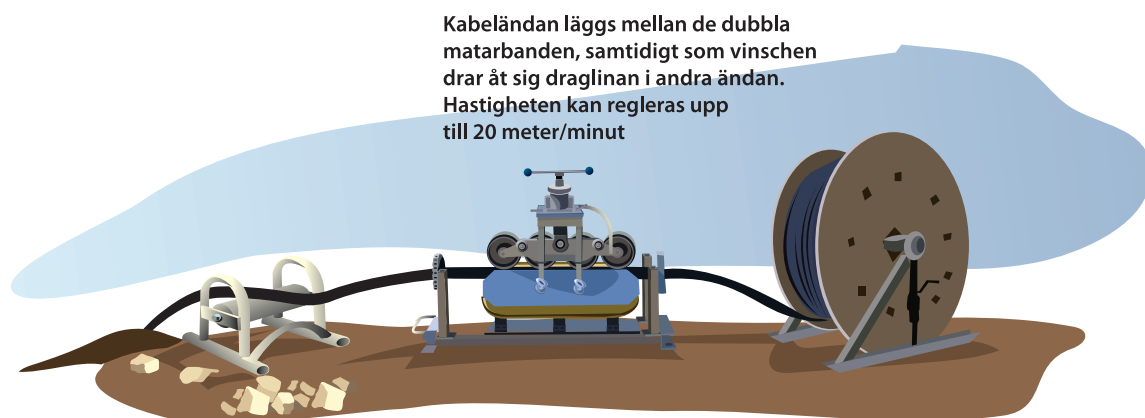


Bild 7. Kabelmatarmaskin.

7.5.2 Utdragning med fordon

Om det är en fri sträcka utan hinder kan kabeln dras ut med bil. Vid utkörningen kan trumman hängas upp mellan lagerbockar på en vagn som körs utefter kabelsträckningen samtidigt som man låter kabeln löpa ut. Man kan också använda en lastbil med hydraullyft för containrar. Kabeltrumman hissas då upp i en axel mellan liftens gafflar och kabeln rullas ut medan bilen körs utefter kabelsträckningen.

7.6 Böjningsradier

Minsta tillåtna böjningsradie

Under hela förläggningsarbetet, från det att kabeln lämnar trumman till dess att den är slutmonterad, måste man se till att kabeln inte blir för kraftigt böjd. Det som begränsar kabelns böjningsradie är kabeltyp, kabelns temperatur och hur många böjningar respektive uträtningar den utsätts för. Riktvärden enligt tabellen nedan kan tillämpas vid en temperatur på kabeln över 0 °C.

Tabell 5. Böjningsradie för kabel.

Kraftkabel t.o.m. 36 kV	Böjningsradie		
	Utdragning	Plöjning (läggarrör)	Slutmontering och förankring
Plastisolerad:			
Enledare	15 x D	8 x D	10 x D
Flerledare	12 x D	8 x D	8 x D
Pappersisolerad:	20 x D	–	15 x D

D = kabelns ytterdiameter. Bilaga 3 anger generella värden för olika kabeltyper. För nya kablar, se tillverkarens datablad. Eventuellt kan andra böjningsradier rekommenderas av respektive tillverkare. Vid kabel med märkspänning över 36 kV gäller tillverkarens anvisningar.

7.7 Avvikande temperatur

7.7.1 Förläggning vid hög temperatur

Vid höga temperaturer blir isolering och mantel mjukare vilket innebär att det finns risk för mantelskada. Varsamhet bör därför iakttas vid transporter, utdragning, förläggning och montering. Högsta temperatur på kabeln vid förläggning framgår av tillverkarens anvisningar.

7.7.2 Förläggning vid låg temperatur

Vid låga temperaturer blir isolering och mantel inte bara styv utan det finns också risk för sprickbildning om kabeln utsätts för slag eller kraftig böjning. Varsamhet bör därför iakttas vid transporter, utdragning, förläggning och montering. Lägsta temperatur på kabeln vid förläggning framgår av tillverkarens anvisningar.



Vid låga och höga temperaturer ska hantering av kabel ske med extra försiktighet.

7.7.3 Rekommendation temperaturgränser

Följande riktvärden rekommenderas:

Tabell 6. Rekommenderade temperaturgränser för hantering av kabel.

Kabeltyper	Lägsta förlägnings-/hanteringstemperatur
PVC-mantlad kabel (PVC- eller PEX-isolerad)	0 °C med åtgärder enligt ovan. -10 °C med speciell försiktighet mot slag och kraftig böjning.
PE-mantlad kabel (PEX-isolerad)	-20 °C
HFFR (Halogenfri kabel)	0 °C med åtgärder enligt ovan. -10 °C med speciell försiktighet mot slag och kraftig böjning.
Pappersisolerad kabel	+5 °C

Om möjligt bör kabeln värmas till minst +10 °C före utdragning, till exempel genom förvaring i uppvärmd lokal minst ett dygn, för att därmed bli mer lätthanterlig och för att risk för skador ska minskas.

7.8 Lossning av kabeltrummor

I samband med lossning av kabeltrummor föreligger alltid stor risk för skador på kabeln. Det är därför av stor vikt att upplagsplatser för kablarna är fria från uppstickande föremål, exempelvis större stenar. Marken ska vara plan. Det är viktigt att uppställda kabeltrummor förhindras från att rulla iväg, med risk att skada människa och egendom. Särskild uppmärksamhet ska beaktas vid uppställning i snöiga och isiga förhållanden med avseende på hur marken ser ut under snön och isen.

Vid val av placering av kabel/kabeltrumma ska den om möjligt placeras så att den inte påverkas från intilliggande ledning via induktion eller influens. Vid misstanke om påverkan från annan ledning ska detta beaktas i riskhanteringen.



Bild 8. Avlastning av kabeltrumma.

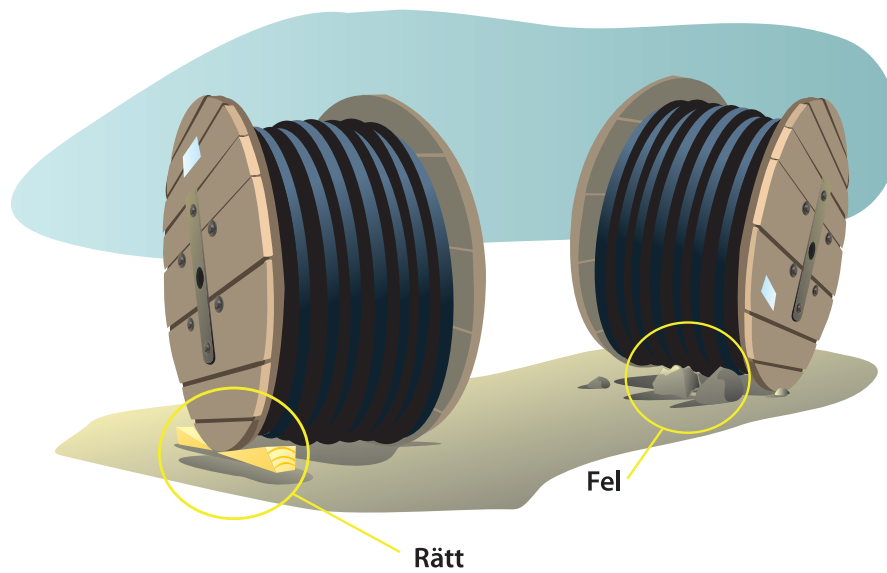


Bild 9. Uppställning av kabeltrumma.

8. Markundersökning

Marktypen samt förekomst av olika hinder i marken är avgörande för val av material och utförandemetod vid uppförande av elanläggningar. Projektörer och beredare måste därför ha tillgång till hjälpmedel för att kunna utföra tillförlitliga markundersökningar. En felbedömning av markförhållandena på grund av en summarisk eller inte utförd markundersökning kan förutom felaktiga metodval innebära stora oförutsedda kostnader.

För planering finns geologiska kartor att tillgå från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), där de olika markslagen framgår. Energiföretagen Sverige lät SGU ta fram en karta, "Geokartan". Kartan är digital och täcker i stort sett hela landets areal. I kartan presenteras jordartsdata som används för att klassa markens grävbarhet.

Markundersökning kan utföras med en sticksond eller med hjälp av en georadar.

8.1 Markundersökning med hjälp av georadar

Georadarmätning är en elektromagnetisk metod som bygger på att en radiosignal från en sändarantenn reflekteras mot olika jordlagergränser eller föremål i marken tillbaka till en mottagare. Mätningar ger en bild av jord- och berglagrens strukturella uppbyggnad.

Det är viktigt att kunskap om geologi inom ett undersökt område knyts till tolkningen av ett radargram. Kontroll av jordlagren kan därför behöva utföras genom så kallad sticksondering (eller provgrop) om osäkerhet föreligger.

Mer information om användning av georadar kan läsas i EBR handbok IN043 Georadar.

9. Markklasser

Vid ledningsschakt anges två olika markklasser vilka bygger på SGU:s nationella grävbarhetskarta som är framtagen för elnätsbranschen på uppdrag av Energiföretagen Sverige. Kartan är digital och täcker i stort sett hela landets areal. I kartan presenteras jordartsdata som används för att klassa markens grävbarhet.

Avsikten är att varje eldistributör med hjälp av den nationella grävbarhetskartan ska kunna fastställa mark- och terrängklasser och tillämpa dessa i sin verksamhet. Den nationella grävbarhetskartan innehåller flera olika markslag som av EBR har reducerats till två.

- ▶ **Markklass** normal mark
- ▶ **Markklass** svår mark

Anmärkning: Mark AMA:s benämning: A avser markklass normal och B markklass svår. Med normal mark avses mark som är gynnsam för kabeln. Med svår mark avses stenfylld mark, pinnmo eller annan liknande mark. Beroende på markklass utförs kabelgraven på olika sätt.

Lättfyllning¹⁾ som fyllningsmaterial i samband med kabelförläggning accepteras endast som fyllningsmaterial under kabelstråket. Detta med anledning av bristande värmeavledningsförmåga i materialet.

9.1 Markklass normal

Vid förläggning i schakt kan kablar och rör förläggas direkt på schaktbotten enligt bild nedan. Därefter fylls kringfyllning på kabeln för att skapa ett skydd mot vassa stenar och andra föremål som kan skada kabeln. Kringfyllning ska vara 0,1 m tjock över den grövsta kabelns övre kant.

Kringfyllning ska bestå av någon av dessa sorter:

- Okrossat material med max. 8 mm kornstorlek, fritt från skarpa stenar.
- Natursand med max. 8 mm kornstorlek.
- Krossat material med max. 4 mm kornstorlek.

Befintliga massor i schaktets botten motsvarar kravet på kringfyllning.

¹⁾Lättfyllning är material som har en densitet på mindre än 1 ton/m³.

Resterande fyllning närmast intill kringfyllning eller kabelskydd får inte innehålla skarpa stenar som kan skada kabeln vid jordkomprimering, tjällossning eller trafikbelastning. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorleken 100–150 mm.

Marköverbyggnad är fyllning som läggs överst i schakten (0,15–0,2 m) för att motsvara befintliga massor i markytan i övrigt.

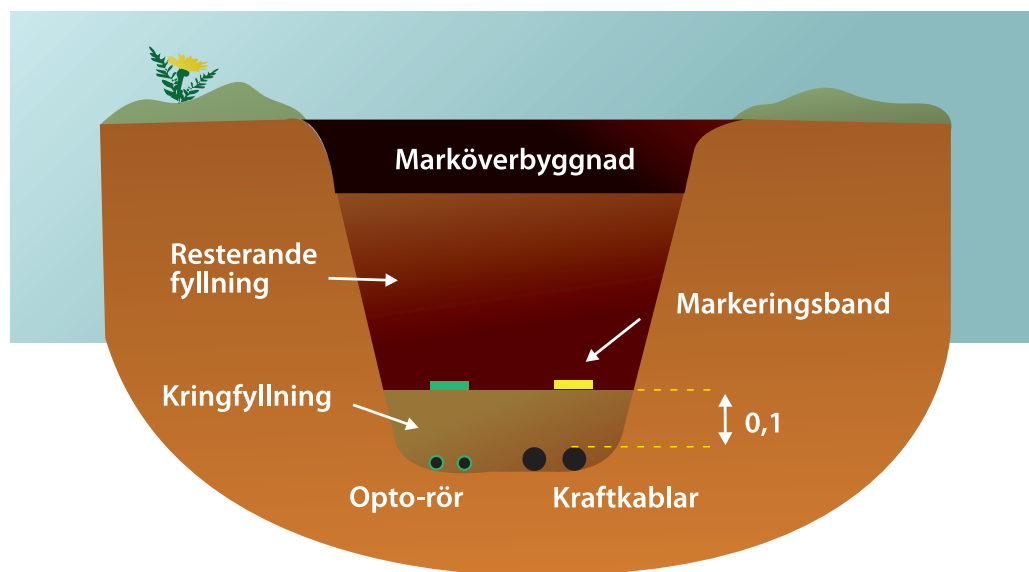


Bild 10. Markklass normal.

9.2 Markklass svår

Vid svår mark förläggs kabel på en 0,1 m tjock bädd av kringfyllning. Därefter fylls ytterligare kringfyllning på för att skapa ett skydd mot skadliga material både underifrån och ovanifrån. Kringfyllning ska vara 0,1 m tjock över den grövsta kabelns övre kant. Kringfyllningen ska utföras enligt bild nedan.

Kringfyllning ska bestå av någon av dessa sorter:

- Okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från skarpa stenar.
- Natursand med max. 8 mm kornstorlek.
- Krossat material med max. 4 mm kornstorlek.

Vid exempelvis sprängning av berg, när man vill reducera behovet av kringfyllning, kan kabeltråar användas.

Där risk finns att kringfyllning eller resterande fyllning passerar schaktväggen/botten, tätas denna med fiberduk av lägst klass 2 alternativt likvärdig metod. Vid användning av fiberduk ska duken inte läggas uppe på kringfyllningen eftersom detta försvårar en framtida friläggning av kabeln. Se typblad 9.

Vid vattensjuka marker rekommenderas användning av fiberduk eller rörförläggning.

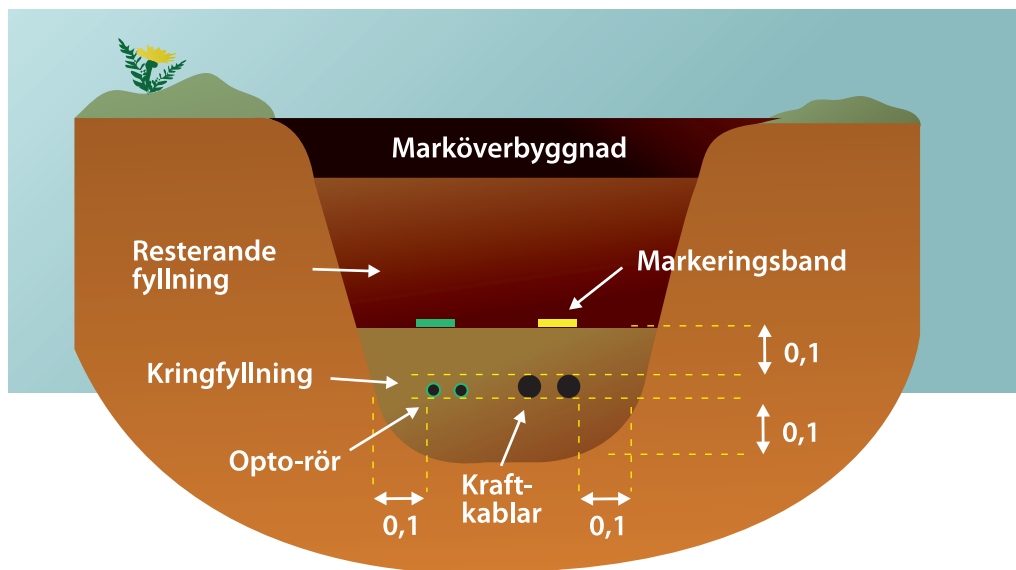


Bild 11. Markklass svår.

Resterande fyllning närmast intill kringfyllning eller kabelskydd får inte innehålla skarpa stenar som kan skada kabeln eller rör vid jordkomprimering, tjällossning eller trafikbelastning. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorleken 100–150 mm.

Marköverbyggnad är fyllning som läggs överst i schakten (0,15–0,2 m) för att motsvara befintliga massor i markytan i övrigt.

10. Tillståndsansökning

När man valt lämpligt förläggningssätt, markklass med mera ska tillstånd sökas. Tillstånd ska sökas både med avseende på var kabeln ska förläggas och även för eventuell uppställning av maskiner och materiel. Ansökan och samråd ska ske i god tid.

I EBRs beredningshandbok B11 finns mer information om tillstånd och samråd för elnätсанläggningar.

10.1 Kontakt med överliggande elnätsägare

Då lokalnätets anläggningsdelar, till exempel nätstationer, kabelskåp, jordtag, med mera, kommer i närhet av transmissionsnätets kabelstråk eller luftledningar, ska Svenska kraftnät kontaktas för rådgivning om skyddsåtgärder.

Vid parallellgång mellan lokalnätskablar och transmissionsnätets kablar ska ett avstånd om minst 10 m eftersträvas. Svenska kraftnät ska dock alltid kontaktas vid projektering av el- och telekablar i närheten av transmissionsnätets kablar.

Mer information om förhållningsregler till Svenska kraftnäts kablar återfinns i deras anvisning Svenska kraftnät, Vägledning för verksamhet vid markförlagd kabel i transmissionsnätet. (2014/1643).



Då kabelanläggningar kommer i närhet av direktjordade luftledningar eller kabelstråk ska överliggande elnätsägare kontaktas för samråd om skyddsåtgärder.

11. Arbetsmiljö/miljö i samband med markarbeten



Bild 12. Riskhantering enligt ESA.

11.1 Arbetsmiljö

Arbetsgivaren ska skapa rutiner för att ha kontroll över att medarbetare rapporterar var de befinner sig, och eventuellt ha ett kommunikationssystem för ensamarbete.

Riskhanteringen är en viktig del av en organisations säkerhetskultur och ska bestå av samordnade aktiviteter för att styra och leda organisationen med avseende på risk. Detta gäller på alla nivåer, från den övergripande planeringen till arbetsplaneringen och utförandet vid nybyggnation eller ombyggnation samt vid underhåll av elanläggningar.

Exempel på arbeten där särskild risk kan förekomma:

- Arbete på eller vid väg där fordonstrafik passerar.
- Bilkörning i samband med arbete i fält.

- Ensamarbete där även psykosociala frågor kan ses som en möjlig risk.
- Arbete i anläggningar med elektriska faror (till exempel nätstationer och kabelskåp).
- Kontakt med fastighetsägare.
- Rasrisk.
- Dammiga miljöer.
- Buller.
- I/vid vatten (drunkningsrisk).

Genom att följa Elsäkerhetsanvisning ESA skapas förutsättningar att planera, utforma, konstruera och utföra arbeten på ett säkert sätt.

11.2 Miljö

Maskiner som används i samband med kabelförläggningsarbete ska vara utrustade med miljöutrustning så att de vid ett eventuellt läckage kan stoppa flödet och förhindra spridning av oljor. Förekommande maskiner rekommenderas att köras på miljöbränsle.

11.3 Arbetsmaskiner och arbetsredskap

Maskinförare som utgör egen arbetsledning ska ha ett egenkontrollprogram som efterlevs. Krav finns även på registrering hos Elsäkerhetsverket. Observera: utförs kabelförläggning i ett lcke koncessionspliktigt nät (IKN) krävs även en aktoriserad elinstallatör för regelefterlevnad, med auktorisationstyp som arbetet innefattar.

Arbetsmaskiner och arbetsredskap ska vara energieffektiva och drivas med förnybara drivmedel om möjligt. Till terrängfordon, skogsmaskiner, grävmaskiner, kranar och andra arbetsmaskiner ska miljöanpassade, biologiskt nedbrytbara smörj- och hydraul-oljor samt propylenglykol nyttjas.

I känsliga områden, exempelvis där det finns känsliga livsmiljöer, vattenvägar av betydelse för dricksvattenförsörjning och känsliga våtmarker, ska hydraulolja som används leva upp till de miljökriterier som finns i den svenska standarden SS 155434 Hydrauloljor.

Motordrivna fordon ska tomgångsköras så kort tid som möjligt.

Regelbunden och dokumenterad service av fordon och arbetsmaskiner ska ske enligt tillverkarens rekommendationer. Certifikat ska finnas tillgängliga för att verifiera detta.

Utrustning som används ska vara väl underhållen och i ett sådant skick att risken för oönskad miljöpåverkan minskas. Detta betyder exempelvis att hasplåtar för oljetråg bör finnas och att hydraulsystemet bör vara sektionerat.

11.4 Schaktmassor

Schaktmassor som ska transporteras bort från anläggning eller bygg- och anläggningsprojekt, ska klassificeras. Där förorening kan misstänkas ska massorna i förväg analyseras med avseende på innehållet av misstänkta miljöfarliga ämnen, så att dessa kan riskklassas och omhändertas på rätt sätt.

Lokala anvisningar kan vara gällande. Då kommuner i de flesta fall är tillsynsmyndighet bör man kontakta respektive miljöavdelning innan transport för att se om klassificering redan skett på berörd plats.

11.5 Asfalt

Asfalt som innehåller halter över 1 000 mg 16-PAH per kg asfalt klassas som farligt avfall och ska omhändertas enligt de lagar som gäller för farligt avfall.

11.6 Bullerstörande verksamhet

Entreprenören ska följa lokala föreskrifter angående störande verksamhet. Det kan bland annat innebära att skriftligen informera närboende samt ägare av betesdjur, pälsfarm och liknande på den aktuella platsen innan bullerstörande verksamhet sker.

11.7 Omhändertagande av farligt materiel

Äldre papperskablar som kan befaras innehålla PCB ska hanteras med försiktighet. Anvisningar för detta finns i EBR HMS 4 Hantering av uttjänt kabel.

11.8 Tjältining

Lokala anvisningar för tjältiningsmetod kan gälla. I stadsmiljöer tillåts ofta inte tjältining med kol utan man hänvisar till varmluft eller el.

Mer om detta i A506, *Tjältining*.

12. Förläggning

Kablar och rör ska enligt gällande standard förläggas enligt nedanstående beskrivningar. Det är dock viktigt att man har tagit kontakt med respektive markägare innan förläggningen påbörjas, för att förvissa sig om att markägaren inte har speciella önskemål. Exempelvis kan odlare av gräsmattor, väghållare, med flera ha högre krav beträffande fyllningshöjd.

12.1 Fyllningshöjd

Elkablar i mark betraktas ur ett regelperspektiv som att de är skyddade genom sitt läge. För att detta ska vara gällande är det viktigt att kablarna ligger tillräckligt djupt ner i marken. Generellt gäller att ju större djup desto säkrare anläggning. Inom elnätsbranschen används begreppet fyllningshöjd för att beskriva hur djupt kabeln ska ligga i marken. Med fyllningshöjd avses återfyllning från överkant på kabel/rör till färdig mark.

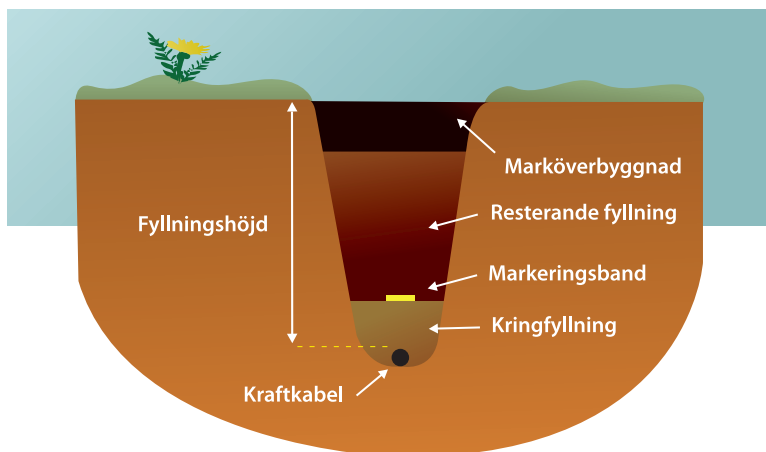


Bild 13. Fyllningshöjd för plan mark.



Bild 14. Fyllningshöjd i släntmark.

12.2 Olika förläggningsfall

12.2.1 Förläggning i vägområde

I vägområdet kan samtliga markklasser förekomma. Nedan redovisas i vilken del av vägområdet det kan vara möjligt att förlägga kablar.

- ▶ I kantremsa
- ▶ I innerslän
- ▶ I dikesbotten
- ▶ I ytterslän

Kabelns placering ska bestämmas i samråd med väghållaren. Framkomligheten är väldigt avgörande vid val av metod utmed vägar. För fräsning och i många fall plöjning utmed vägar krävs stora skrymmande maskiner som kan vara ett problem att hantera.

Kostnaden för avstängningar ska medräknas i samband med beredningen. Många gånger kan en alternativ sträckning vara bättre ur kostnadssynpunkt.

Placering av längsgående kablar inom vägområde utförs enligt nedanstående beskrivning och bild. Tillstånd för utförande erfordras alltid från väghållaren (Trafikverket, kommunen eller annan väghållare). Väghållaren kan ha andra anvisningar än nedanstående bild. Se även Förläggning på terrass.

Definitioner:

- Vägområde är den mark som tas i anspråk för väganordning.
- Väganordning är en anordning som stadigvarande behövs för vägens bestånd, drift eller brukande, exempelvis belysning, damm, dike, slän

I standarden SS-EN 4241437 anges placering enligt nedanstående bild. EBR rekommenderar att placering utförs enligt I, II, III. Placering enligt IV och V rekommenderas inte.

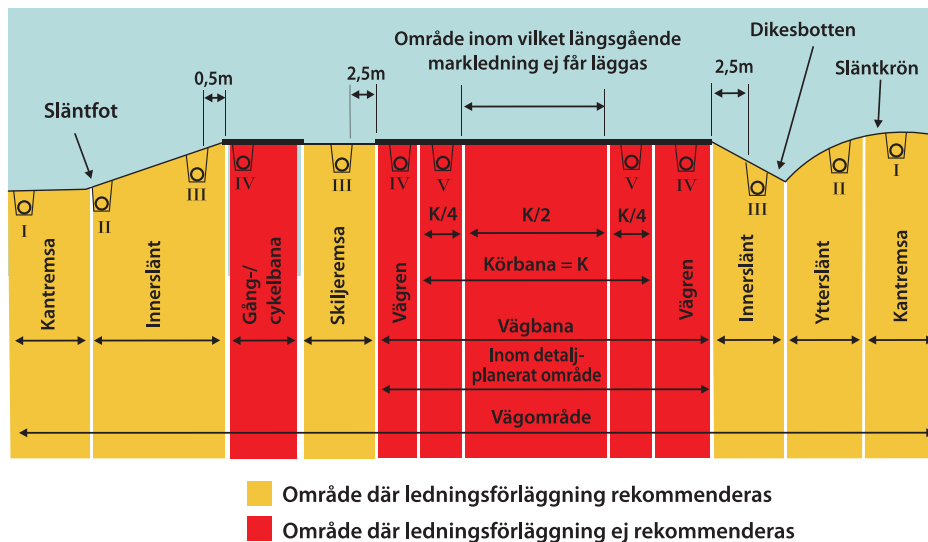


Bild 15. Kabelförläggning i väg.

12.2.2 Förläggning i Trafikverkets väg.

Trafikverket anger i sin publikation 2017:227 att ledningar inom det statliga vägområdet ska placeras enligt nedan.

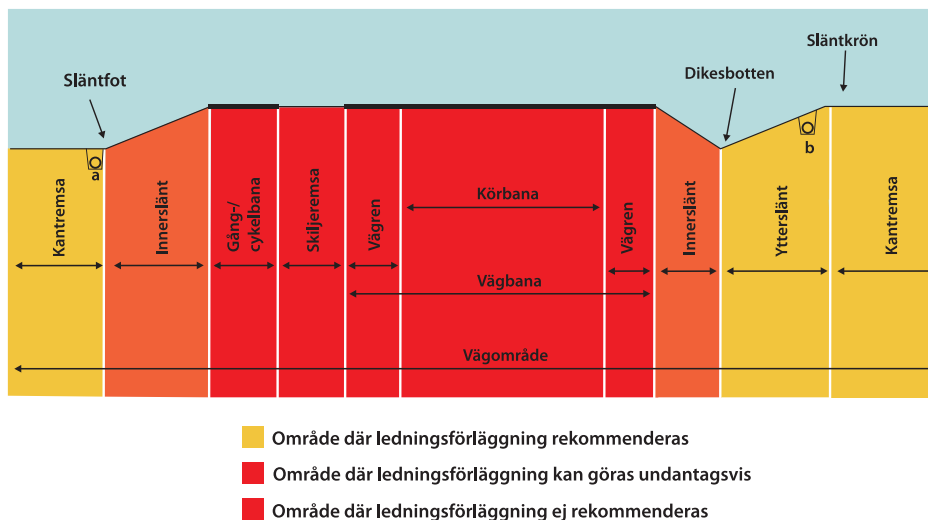


Bild 16. Kabelförläggning i Trafikverkets väg.

Ledningen ska placeras på ett sådant sätt att den inte skadas vid framtida drift- och underhållsarbete, till exempel vid uppsättning av vägräcken, snökäppar, kantstolpar eller annan vägutrustning. I första hand ska ledningar förläggas i släntfot (a) eller i

ytterslänt mot släntrönn (b), enligt bild 17. Avvikande placering kräver överenskommelse och ska särskilt framgå av ledningstillståndet.

12.2.3 Längsgående förläggning i vägbana

Med förläggning i vägbana avses förläggning av kablar i vägren eller del av körbana vid obelagd väg. Se bild 16 område IV och V.

Förläggning i vägbana vid belagd väg rekommenderas inte men kan undantagsvis nyttjas om väghållaren ger sitt medgivande.

Obs! Väghållaren kan kräva annan fyllningshöjd.

Kabelskydd, erfordras. Som kabelskydd kan även rör användas.

12.2.4 Förläggning på terrass i olika fall inom exploateringsområden

Förläggning på terrass förekommer vid gatubyggnation, anläggning av gång- och cykelvägar med mera. Det sker främst inom exploateringsområden där antingen kommunen eller privata aktörer (samfälligheter med mera) är väghållare/markägare. Kablarna förläggs oftast ovanpå färdig terrassbotten då gatans överbyggnad motsvarar tillräcklig fyllningshöjd. Vid uppfyllning av förstärknings- och bärlagermassorna är det viktigt att se till att kablarna inte blir skadade av dessa. Det bör observeras att när förläggning sker på terrass, rör sig stora maskiner i området och kablarna ligger oskyddade. Säkerställ att kablarna inte kommer till skada av maskiner.

Om kabeln dragits ut innan sprängning är det viktigt att kabeln skyddas från eventuellt stensplitter under tiden sprängningen utförs.

Överenskommelse måste träffas med respektive väghållare/markägare så att vald höjd är acceptabel ur gatubyggnadsperspektiv.

För att förhindra skador bör serviskablar kapas och ändtätas vid tomtgräns, eller ändtätas och hängas upp i slinga på en träbock eller dylikt.

Terrassförläggning i väg och gång-/cykelbana.

Vid terrassförläggning i olika typer av vägar där full fyllningshöjd inte kan erhållas ska kabel förläggas i rör av lägst klass SRS. Se typblad 6 och 7.

12.2.5 Förläggning i gång- och cykelväg

I GC-väg under hårdgjord yta kan fyllningshöjd 0,25 m accepteras under förutsättningar enligt nedan.

- Den förlagda kabeln får vara max. 1 kV.
- Kabeln ska avsäkras med max. 63 A säkring.

Detta är främst avsett för matning av vägbelysning eller annan anordning för vägtrafiken.

Exempel: Se typblad 6 och 7.

12.2.6 Förläggning i orörd mark

Med orörd mark avses mark utan hinder i form av annan kabelförläggning, asfalterade ytor, korsningar med rör, med mera.

EBR rekommenderar fyllningshöjd på 0,55 m. I områden där körning med tyngre arbetsmaskiner befaras, exempelvis skogsmaskiner, kan fyllningshöjden ökas.

Exempel: Se typblad 1.

I skogsmark bör man vara uppmärksam på att avverkning och skötsel ofta utförs med tunga maskiner och under förhållanden då marken är mjuk, vilket kan medföra att maskiner kan skada kablarna. Man ska därför schakta extra djupt. EBR rekommenderar att kabeln förläggs i rör. Området kring kabeln rekommenderas vara 4 m brett för att säkerställa framtida underhåll av kabeln.

Anmärkning: Enligt SS-EN 424 14 37 tillåts en minsta fyllningshöjd på 0,35 m.

12.2.7 Förläggning i åkermark/ängsmark

Med åkermark avses mark som jordbruksbearbetas. EBR rekommenderar en fyllningshöjd på 0,55 m. Om marken brukas med maskiner som riskerar att komma nära det djup som kabeln ska förläggas på, rekommenderas att en djupare förläggning (0,75 m fyllningshöjd) övervägs. Eventuella avgrävda dräneringsrör ska dokumenteras och mätas in efter reparation.

Exempel: Se typblad 2.

I åkermark ska minst de översta 0,2 m betraktas som marköverbyggnad och motsvara jordmassorna i omkringsliggande mark.

12.2.8 Förläggning i sprängt schakt där risk för avrinning av kringfyllning finns

Vid förläggning i ett sprängt schakt förläggs kablarna på samma sätt som på konventionellt sätt, enligt typblad för markklass svår. Om kabeln dragits ut innan sprängning är

det viktigt att kabeln skyddas från eventuellt stensplitter under tiden sprängningen utförs. I mark med sprängmassor där det finns risk för avrinning av kringfyllning och

i mark där botten är otät och kringfyllningsmassor riskerar att bli bortförda av vatten ska mark tätas med fiberduk eller kabeltrå. Vid användning av fiberduk ska denna inte vikas över kabelförbandet vid återfyllning utan endast fungera som en tätning under och i sidled.

12.2.9 Förläggning i befintlig bebyggelse

Med befintlig bebyggelse avses mark där hinder kan förekomma i form av annan kabelförläggning, asfalterade ytor, korsningar med rör mm. Fyllningshöjd: 0,55 m.

Exempel: Se typblad 3.

12.2.10 Förläggning i mark där full fyllningshöjd inte kan erhållas

När normal fyllningshöjd 0,55 m inte går att uppnå på grund av hinder, till exempel berg, sten eller dylikt, ska åtgärd vidtas för att skydda kabeln. Detta kan göras genom att förlägga kabel i rör av minst kvalitet SRS eller SRE.

Rör av minst klass SRS ska användas vid fyllningshöjd större än 0,25 m. Vid förläggning där man kan befara att fyllningshöjden kan komma att understiga 0,25 m ska rör av kvalitet SRE väljas.

Vid fyllningshöjd mindre än 0,55 m ska markägaren informeras.

Exempel: Se typblad 4.

12.2.11 Förläggning ovan mark

Förläggning ovan mark kan användas då det föreligger stora svårigheter att utföra schaktning. Exempelvis på berg förläggs kabel i rör/slang av kvalitet SRE. Rören/slangen klamras med bergklamrar med 2 m mellanrum, eller på varje rör då korta rör förläggs. Det är viktigt att rör fixeras för att säkerställa att de ligger still och inte riskerar att glida isär där de är skarvade.

Vid permanent förläggning ovan mark eller risk för exponering av solljus ska UV-beständiga rör användas. Vid tillfällig förläggning upp till 12 månader kan SRS-rör användas.

Tillstånd från markägare erfordras.

Exempel: Se typblad 10.

12.2.12 Kabel på stolpe/vägg, öppen förläggning

Där kabel förs ned i mark vid stolpe eller vägg ska den till 1,5 m höjd över och 0,2 m djup under markytan förses med kabelskydd av kvalitet SRN. Kabelskyddet ska ha beständighet mot UV-ljus. Röret/rännan ska vara väl dränerat.

För montage av mätarskåp på vägg, se typblad 10 beträffande kabelskydd.

Vid användning av rör på stolpe ska röränden tätas så att inte fåglar eller smådjur kan falla ner i röret. Tätning ska vara UV-beständig.

Exempel: Se typblad 10.

12.2.13 Förläggning av serviskabel på tomt

Förläggning av serviskablar på tomtmark utförs enligt nätägarens anvisningar. För klenare areor förläggs kabeln ofta i rör/slang med slät insida av erforderlig kvalitet beroende på djup. Rör/slang avslutas vid tomtgräns och 2 m från husvägg eller enligt nätägarens anvisning. Draggrop vid husvägg ska anordnas.

Rör/slang ska innehålla dragtråd och vara tätad så att smuts och vatten inte kan tränga in i röret. Observera att rörförläggning endast får utföras av person som uppfyller gällande kompetenskrav enligt Elsäkerhetsverkets anvisning.

Exempel: Se typblad 5 eller nätägarnas lokala anvisningar.

12.2.14 Förläggning av kraftkabel över 36 kV upp till 145 kV

Kablar med högre spänning betraktas som mer skyddsvärda då driftstörningar på dessa får konsekvenser för flera användare och större områden, eller enstaka stora anslutningar. Dessa kablar förläggs därför med större fyllningshöjd än lokalnätsskablar. Med hänsyn till att dessa kablar kan vara regionnätsskablar med stort skyddsvärde rekommenderar EBR 0,9 m som fyllningshöjd.

Kabelskydd ska alltid användas.

Gällande förläggningssätt för högre spänningar kan detta likställas med övriga förläggningsmetoder, men med en större fyllningshöjd.

Anmärkning: Enligt SS-EN 424 14 37 tillåts en minsta fyllningshöjd på 0,55 m.

12.2.15 Gemensam förläggning av kraftkablar 0,4–145 kV

Då kablar med olika spänningsnivå samförläggs ska de företrädesvis läggas bredvid varandra. Om det av utrymmesskäl inte är möjligt ska kablarna med högst spänning ligga underst, med de andra kablarna ovanpå.

Kraftkablar med märkspänning > 36 kV förläggs i schaktets botten.

Exempel: Se typblad 23.

12.2.16 Förläggning på broar

Vid förläggning på broar är det viktigt att kontakta väghållaren som ansvarar för bron för att få tillstånd till förläggningen, samt besluta var kabeln är lämplig att förlägga.

Kabeln kan förläggas exempelvis på följande sätt:

- Stege under bron
- Klamring på brosidan
- Förläggning på väggkant
- Ingjutna rör i bron

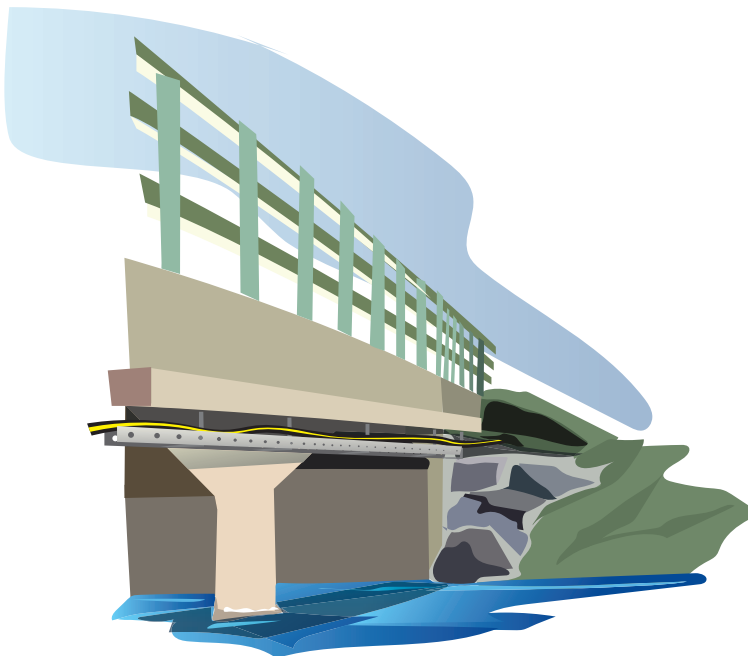


Bild 17. Kabel i SRE-rör under bro.

Kabel ska alltid förläggas i UV-beständigt rör. Vid förläggning av längsgående jordledare på bro ska denna förläggas i samma rör som kabeln. Vid förläggning på kabelstege ska denna potentialutjämnas.

Observera att om kabel och jordlina förläggs på bro över elektrifierad järnväg, ska jordlinan isoleras från kabelstegen.

12.2.17 Förläggning i luft

För upphängning av kabel i stolpar finns för lågspänning typerna ALUS samt ALUS-D. Hängkabel av typ ALUS eller ALUS-D ska skyddas mekaniskt vid nedledning från stolpe. Vanlig kabel av skärmad eller oskärmad typ ska placeras på distanser då de fungerar som nedledare i stolpe.

För upphängning av mellanspänningskabel finns ett antal varianter på marknaden, dels med bärlina, dels en självbärande typ som kan användas i luft, vatten och mark. Den senare brukar benämnas universalkabel. Mellanspänningskabel ska placeras på distanser då den fungerar som nedledare i stolpe. För mer information om hängkabel, se EBR K28.

12.2.18 Förläggning av 1-ledarkablar

Kablarna förläggs antingen plant eller buntade tillsammans i triangel. Fästmaterial för kablar placeras lämpligen på ett avstånd av 1,5 m. Det är viktigt att fästmaterialets hållfasthet anpassas efter kortslutningseffekten, som kan skapa stora krafter.

Vid förläggning av parallella enledarförband ska varje buntat förband innehålla alla faser; L1, L2 och L3. (Om parallella kablar förläggs långa sträckor ska kablarnas olika faser förläggas på olika positioner i förbandet för att minska effekten av magnetfältet.)

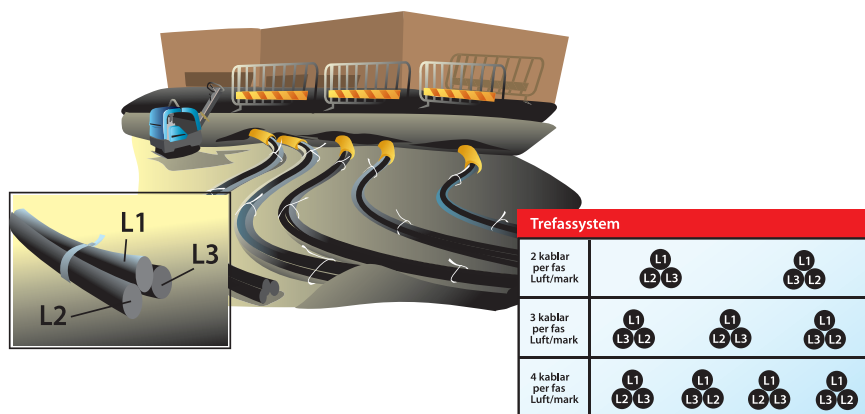


Bild 18. Exempel på förläggning av 1-ledarkablar buntade i triangel.

12.2.19 Förläggning av kanalisation

Förläggning av rörkanalisation kan ha stora fördelar vid vissa tillfällen men innebär även nackdelar ur belastningshänseende.

Vid förläggning av kanalisation är det viktigt att rören har fullgod väl packad fyllning mellan sig för att de inte ska pressas ihop och deformeras.

Vid förläggning av rör i flera lager ska rören packas med vibroplatta mellan lagren för att fyllningsmassorna ska omsluta rören på ett bra sätt.



När förläggning sker i kanalisation och i flera lager ska erforderliga korrektionsfaktorer enligt avsnitt 6.2 beaktas.

Exempel: Se typblad 8.

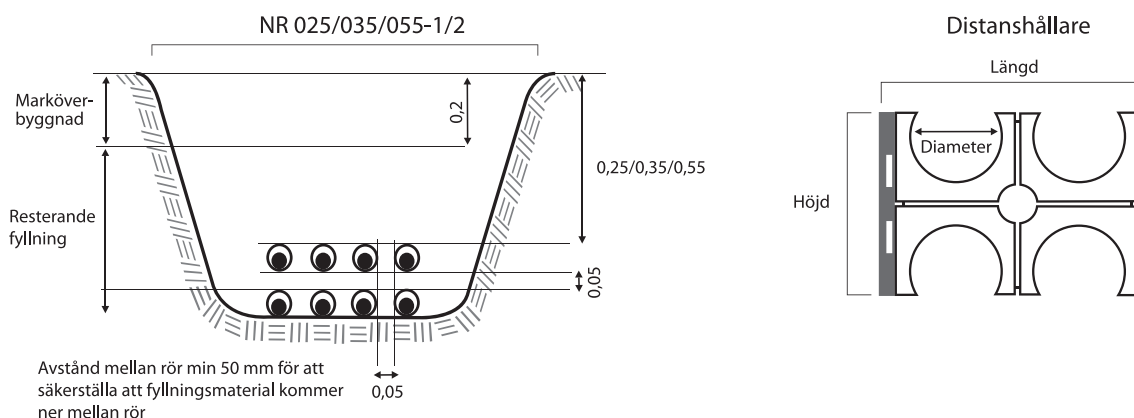


Bild 19. Kanalisation.

12.2.20 Förläggning inomhus, brandklassning

Då kabel ska förläggas in i huskroppar måste man förhålla sig till det regelverk som började gälla 1 juli 2017 om nya brandklasser i Sverige.

De nya brandklasserna ingår som en del av EU:s byggproduktförordning, Construction Product Regulation (CPR). Denna standard ställer dessutom krav på att kabel ska vara CE-märkt för att få säljas på EU-marknaden. Tillämpningen av byggproduktförordningen i Sverige framgår av gällande byggregler som utfärdas av Boverket.

I ett eget avsnitt om brandkrav på kabel beskrivs det nya klassningssystemet.

Brandklasser för kabel A_{ca}, B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca}, E_{ca} där ca betyder att brandklassen gäller för kabel (cable)

Klassificeringen går från A till F, där A innebär bästa skyddet och F inte självslocknar. E har inga tilläggs-kriterier vilket innebär samma nivå som den tidigare klassningen, F2.

Den högsta Klassen A kan inte kombineras med någon tilläggs-klass. Klasserna B1, B2, C, D kombineras alltid med någon av följande tilläggs-klasser:

s1	Kabeln får avge mycket begränsad mängd med brandgaser (smoke).
s2	Kabeln får avge begränsad mängd med brandgaser.
s3	Inga krav på begränsning av hur mycket brandgaser kabeln får avge.
d0	Brinnande droppar eller partiklar (droplets) får inte avges från kabeln.
d1	Brinnande droppar eller partiklar får avges i begränsad mängd.
d2	Inga krav på begränsning av brinnande droppar och partiklar.

Inkommande kabel i byggnad kan utföras utan brandteknisk klass fram till närmaste inkopplingspunkt. Även kabel förlagd på byggnad kan utföras utan brandteknisk klass, det vill säga oklassad.

En inkopplingspunkt kan vara en elcentral, ett ställverk eller motsvarande. Inkopplingen bör ske i den brandcell där kabeln kommer in i byggnaden, och kabelns längd till inkopplingspunkten bör inte överstiga 20 m. Detta innebär att N1XE-kabel kan användas i dessa lägen. (N1XE betraktas som oklassad kabel. Den är idag halogenfri och avger inga farliga gaser vid brand, men den sprider brand.)

Inom anläggningar där det blir längre förläggning inom byggnader ska kablar med minst brandklass D-s2,d2 (CPR) användas, vilket innebär exempelvis AXQJ eller motsvarande.

I Sverige tillverkas kablar för att klara klass D. Detta innebär att det i stort sett bara är Halogenfria kablar som klarar kraven. Dessa anges med tilläggsklass enligt kriterierna, a1–a3.

Det går inte att göra en direkt översättning mellan de gamla klasserna F2–F4 till CPR-klasserna.

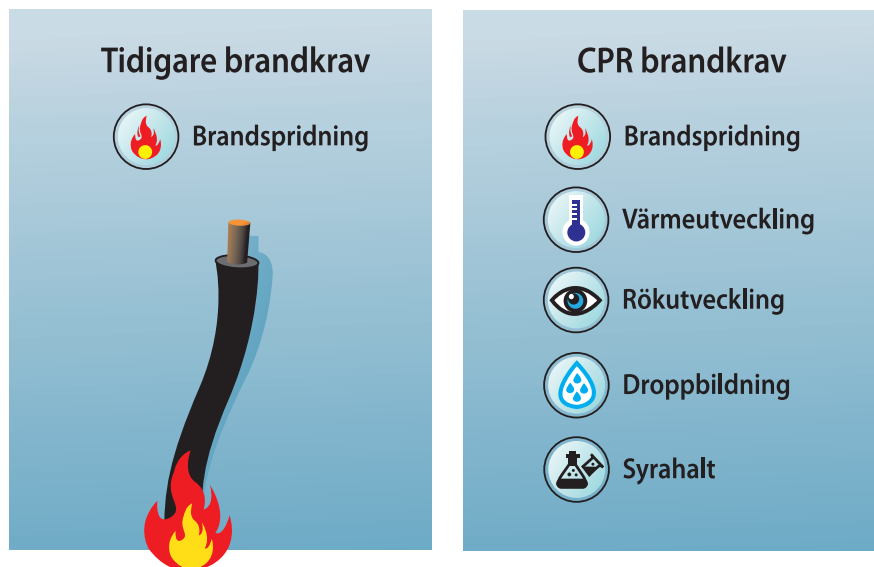


Bild 20. Nya och gamla brandklasser.

Kablar för mellanspänning är klassade för ovanstående beteckningar enligt brandklass.

12.2.21 Förläggning i tunnel och kulvert, brandklassning

Då kabel ska förläggas i tunnlar eller kulvertar måste man förhålla sig till det regelverk som började gälla 1 juli 2017 om nya brandklasser i Sverige.

Kabel som ska förläggas i tunnel eller kulvert rekommenderas ha en brandklass på lägst D-s1,d2 med tilläggskrav på maximal brandspridning.

Observera att då kabel förläggs på stege kan underliggande kablar påverkas. Vid förläggning i flera nivåer i tunnel/kulvert, där det finns risk för påverkan på underliggande kablage, ska brandklassen för kabeln vara lägst D-s1,d2 med tilläggskrav på maximal brandspridning.

För mer info om brandklasser se avsnitt 12.2.20.

12.3 Kabelförläggning i rör

En allt vanligare metod är att förlägga rör vilket utförs med någon av de beskrivna schaktmetoderna i avsnitt 13. Därefter kombineras tryckning och dragning för att få kabeln in i röret. Tidigare förekom även flottning av kabeln in i röret.

Orsaken till att förlägga rör kan vara att ha röret som kabelskydd alternativt att ha röret som förläggningsmetod. När deponiavgifterna och borttransport av massor blir allt dyrare kan det vara en bra metod att förlägga rör på dessa sträckor för att inte behöva byta ut massorna. För att dra i kabeln i röret finns flera metoder, till exempel dragning med dragtråd och kabelmatare.

En fördjupad beskrivning av kabeldragning i slang finns i EBR KJ42 Handbok kabelslangförläggning.

Förläggning i rör

En fördel vid förläggning i rör är att rör läggs i samband med gator och vägars iordningställande. Därefter kan kablarna dras i rören. En annan stor fördel med att lägga i rör är att man lätt kan dra ur en skadad kabel ur röret för reparation.

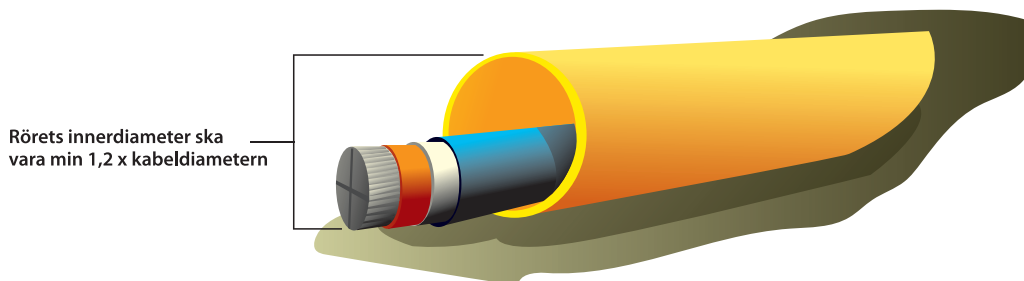


Bild 21. Dimensionering av rör.

Rörets innerdiameter ska vara minst 1,2 x kabeldiametern för att tåla en viss deformation av röret utan att skada kabeln. Vid förläggning av 1-ledarkablar i rör av stål eller armerad betong ska alla kablar som tillhör samma krets förläggas i samma rör.

Kabeldiametrar/vikt

Se bilaga 3 för generella värden. Vid behov av specifika värden på nya kablar se tillverkarens uppgifter.

Metoden vinscha och mata kabel genom SRS-slang

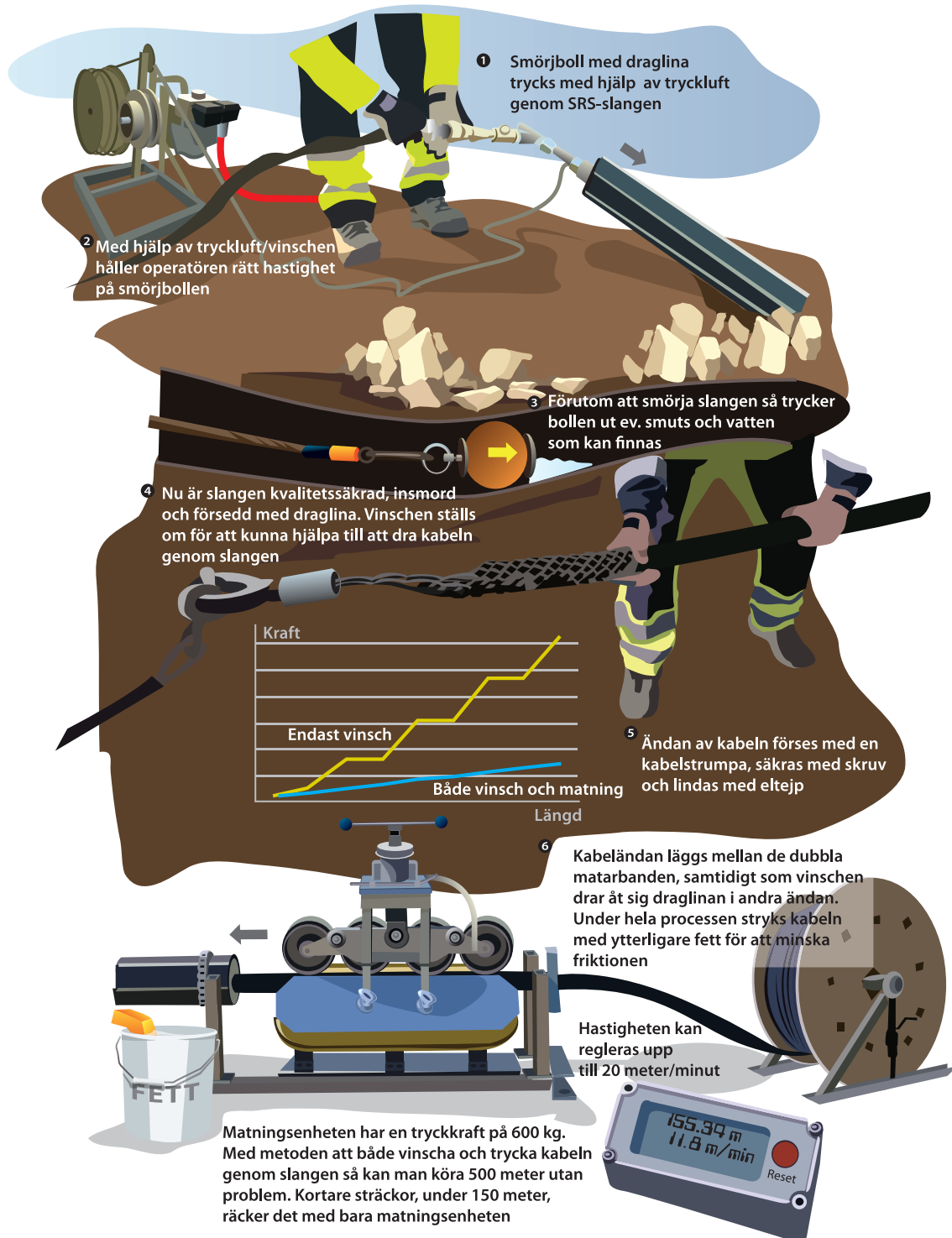


Bild 22. Idragning av kabel i rör.

12.3.1 Tolkning, kontroll och smörjning av slang

För att rengöra slangen, eller kontrollera att den inte har fått intryckningar eller blivit deformerad, rekommenderas att man före idragning av kabeln låter en speciell boll drivas igenom röret med tryckluft. Vid kortare sträckor kan bollen dras igenom med dragsnöre. Bollen kan försees med smörjfett som både kommer att rengöra och smörja slangen. Om man driver igenom bollen med tryckluft kommer man även att genomföra täthetskontroll på röret. Om det är läckage på röret tappar man tryck så att bollen inte kommer igenom. Rengöring kan även göras med hjälp av en borste som fästs på draglinan.

12.3.2 Rörböjar

Det är viktigt att röret går så rakt som möjligt för att underlätta idragning och urdragning av kabeln. Vid applicering av långa rörböjar rekommenderas minst 2 m radie. Det är viktigt att tänka på att en rörböj med 2 m radie ökar dragkraften på kabeln med det dubbla.

Det är också viktigt att planera kabeldragningen med hänsyn till maximala dragkraften på kabeln. Vid kabeldragning av längre sträckor rekommenderas inte flexibla rörböjar men kortare sträckor kan de vara lämpliga som kabelskydd. För att underlätta dragning och böjar bör kabelmatare användas i matningsändan.

12.3.3 Tätning av rör

Vid förläggning av kabel i rör ska rören tätas mot kabeln för att undvika smuts i röret. Tätningen ska vara varaktig. Detta ska göras för att öka möjligheterna att i framtiden kunna dra om kabeln.



Bild 23. Tätning av rör vid kabeldragning.

12.3.4 Rörets hållfasthet

För att rören ska tåla angivna krafter krävs att massorna kring rören är av god kvalitet samt är väl packade.

12.3.5 Avstånd mellan rör

För att kunna utnyttja rören maximalt krävs att rören läggs en bit ifrån varandra, 0,05 m, för att minimera uppvärmning och säkerställa att rören blir inbäddade i lämpligt material som komprimeras väl för att klara mekaniska påfrestningar.

12.3.6 Mantelprovning vid kabel förlagd i rör

Vid förläggning av kabel i rör kan den vanliga manteltesten inte användas annat än för att prova skarvarna och kabel som placeras utanför röret, vilket rekommenderas för att höja kvaliteten på anläggningen.

Om däremot kabel med ledande mantel används kan kabel mantelprovas i rör.

12.4 Förläggning i vatten

Innan förläggning i vatten ska kontroll av aktuell sträckning utföras för att säkerställa att sträckan är lämplig med avseende på bottenförhållanden.



Kontrollera bottenförhållanden, strömmar och landfästen för att kunna välja lämplig förläggningsmetod och sträckning.

Kontroll kan utföras med dykare, georadar i båt, sidescanner eller undervattensrobot. Vid förläggning i strömmande vatten ska kabeln förankras på botten. Förankringen kan utföras genom att tyngder läggs på kabeln med jämna mellanrum.

Vid svåra förhållanden i vatten kan även så kallade sjunkrör användas. Sjunkrör kan också med fördel användas om vattendjupet understiger 2 m längs hela sträckan. Sjunkrör är ett rör av SRE-kvalitet, med en negativ flytkraft. Rörets dimensioner är beroende av vilken kabel som ska ligga i röret, vilket djup som förekommer och vattenströmmar i det aktuella området. Metodiken för sjunkrör går ut på att man flottar ut röret på vattenytan. Kabeln dras i röret varefter röret vattenfylls, sjunker och lägger sig på plats på botten. Normalt behövs inga ytterligare tyngder.

EBR rekommenderar att kabeln förläggs i rör vid landfästen. Den bör antingen schaktas ner eller borraras till rätt djup. Vid bedömd hård påverkan på kabeln vid exempelvis strömmande vatten, besvärliga bottenförhållanden eller stort vattendjup (mer än 10 m) bör en kabel med extra armering väljas.

För att motverka påverkan av is rekommenderas rörförläggning till ca 2 m under lågvattennivå. Se typblad 21. Rören förankras med tyngder eller massor. Vid förläggning på berghällar kan kabeln förankras på kabelstege eller i rör som förankras mot berget. För förläggning på berg, se avsnitt 12.2.11 Förläggning ovan mark.

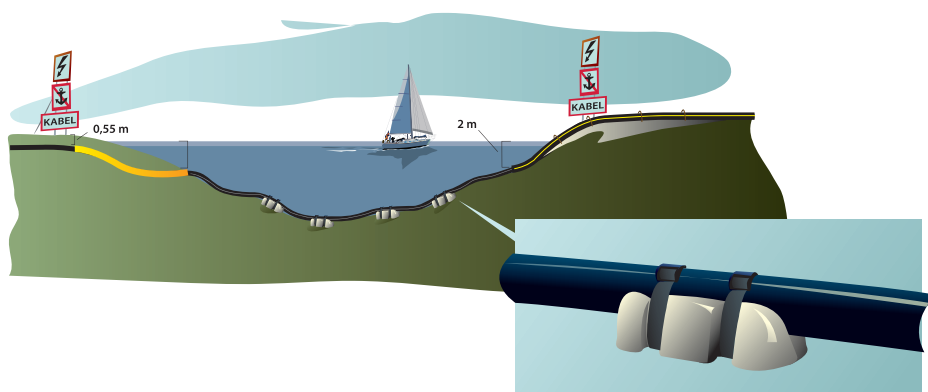


Bild 24. Kabel under vattendrag.



Bild 25. Sjunkrör under vattendrag.

Kabelns densitet

Vid strömmande vatten är det viktigt att välja en kabel som är relativt tung. Vattnet kommer att påverka tyngden av kabeln. Kabeln kommer att bli "lättare" i vattnet vilket betyder att den kan påverkas av vattnets rörelse. För att beräkna hur mycket vattenrörelsen kan påverka en kabel kan diagram i bilaga 4 användas.

Val av kabel

Alla typer av kablar som kan användas i mark kan användas i vatten. Kabel förlagd i strömt vatten eller kabel med densitet som kan påverka kabelns läge ska antingen förankras med tyngder eller förläggas under befintlig bottennivå.

Observera att om vattendjupet överstiger 1 m ska tillverkaren av skarvarna kontaktas för rådgivning. Skarvar för TT-kabel är bara provade till ett vattendjup av 1 m. Kablar kan måttbeställas för att undvika skarvar som behöver placeras i vatten.

Som stöd och vägledning om vilken kabel som ska användas vid förläggning i vatten, se bilaga 1.

13. Förläggningsmetoder

För att på ett rationellt sätt åstadkomma förläggningsfall enligt tidigare beskrivning kan ett flertal olika metoder användas, var för sig eller i kombination. Metoderna beskrivs nedan.

13.1 Planering av förläggning

För att få bästa möjliga driftsäkerhet och ekonomi för en kabelanläggning måste man vara noggrann när man planerar, bereder och genomför förläggningsarbetet.

Vid planering ska man försöka ta reda på så mycket som möjligt om förutsättningarna för arbetet. Information kan inhämtas från grävbarhetskartor, georadar, markägare med mera. För att skapa kännedom om förekomst av andra ledningar i marken ska webbtjänsten Ledningskollen, kommunen samt markägare kontaktas.

Kabelns konstruktion, vikt och längd samt terrängförhållanden är några av de faktorer som styr valet av förläggningsmetod.

13.2 Förläggningsmetoder

Egenkontrollprogram för utförd förläggning ska alltid upprättas. Där ska det framgå förläggningsdjup med mera. Ett exempel på egenkontroll kan vara dagboksanteckningar kompletterade med fotodokumentation där bredd och djup framgår.



Bild 26. Egenkontroll fyllningshöjd.

Egenkontroll schakt ska bland annat redovisa:

- Fyllningshöjd
- Kringfyllningshöjd
- Schaktbottens beskaffenhet
- Eventuell bilddokumentation ska kunna positionsbestämmas

I kommande avsnitt beskrivs metoder för förläggning.

13.2.1 Schaktning med grävmaskin

Denna metod är en lämplig metod i samtliga markklasser. Det är en traditionell metod som är lämplig vid de flesta förhållanden men speciellt lämplig att använda vid svåra markförhållanden samt där ett större antal kablar/rör ska förläggas, vilket kräver ett brett schakt. Metoden lämpar sig även bra där man har en hög frekvens av hinder.



Bild 27. Schakt och kabeldragning med traktorgrävare.

Bortforsling av massor

Vid schaktning av kabelgrav krävs ibland att man kör bort massorna. Framförallt gäller det då man gräver i mark som är mycket stenig. Det är viktigt att man redan i beredningen tar hänsyn till detta och planerar för hanteringen. Bortforsling, mellanlagring och tippning av massor blir en allt högre kostnad i schaktarbetet varför det gäller att minimera dessa kostnader så mycket som möjligt.

De stora kostnaderna i sammanhanget är:

- **Mellanlagring** Massor behöver ofta mellanlagras på annan plats vid arbete i tätortsmiljö. Massor som mellanlagrats transporteras senare bort till deponi. Utrymme för mellanlagring kan kräva tillstånd.
- **Deponiavgift** Massorna måste ibland tippas på kommunal tipp eller liknande. Man får då betala deponiavgift vilken varierar från kommun till kommun.
- **Långa transportsträckor** Massorna måste ibland fraktas långa sträckor till tippstället. Många kommuner skriver i sina anvisningar att man inte får lägga schaktmassor på allmän plats.

13.2.2 Kedjegrävning

Detta är en lämplig metod i marktyper med kornstorlek upp till 100 mm. Kedjegrävning kan utföras med aggregat monterade på grävmaskin, eller fristående kedjegrävningssmaskiner med fast aggregat.



Bild 28. Kedjegrävare.

Kabelförläggning utförs genom att en kabeltrumma monteras i fronten på maskinen. Kabeln går från trumman över maskinen direkt ner i läggarrör på fräsaggregatet och ner i schaktet. Kabeln matas i läggarröret utan markkontakt vilket innebär att kabeln hålls fri från stenar med mera.

Kabeln kan alternativt rullas ut på marken i förväg. Det är då viktigt att kabeln hanteras varsamt med hänsyn till underliggande mark, så att den inte skadas.

Kedjegrävningen ger möjlighet att se schaktet och eventuella avgrävningar av dräneringsrör och dylikt. Kabelgraven återfylls med befintliga stenfria massor genom att använda en "bakvänd" plog.

Val av kabel

Vid kedjegrävning rekommenderas kabel med PE-mantel. I en kedjegrävd kabelgrav finns inget behov av att välja en förstärkt eller extra tålig kabel, om det inte finns andra skäl för att ha extra lång livslängd. Vid utdragningen ska kabeln behandlas varsamt så att manteln inte skadas.

Fördelar:

- Snabb förläggningsmetod.
- Det krävs mindre återfyllning.
- Den ger mindre utbyte av massor än vid exempelvis schaktning.
- Mindre återställning än vid schaktning.
- Man har bra visuell kontroll av förläggningen.
- Relativt billig metod.

Nackdelar:

- Svår att använda vid sämre markförhållanden.
- Begränsat antal objekt kan läggas samtidigt.

13.2.3 Plöjning av kabel

Detta är en lämplig metod i markklass normal. Plöjning av kabel bör göras i sådan mark där befintlig mark kan förväntas utgöra lämplig kringfyllning runt kabeln, det vill säga inte innehålla föremål som kan skada kabeln. Plöjningen kan utföras med fasta plogar eller vibrerande plogar. Vibrerande plog används i första hand där marken är hård.

Det rekommenderas att ha kabelns trumma monterad på traktorn så att den inte berör marken innan den går in i plogen. Kabeln kan alternativt rullas ut på marken i förväg. Det är då viktigt att kabeln hanteras varsamt med hänsyn till underliggande mark så att den inte får skador.

Val av kabel

Kabel med en tålig PE-mantel rekommenderas. Vid svårare markklasser bör man överväga tåligare kabel eller annan metod.

Planering före plöjning i åkermark

Vid plöjning finns alltid en risk att plöja av dräneringsrör. För att om möjligt förhindra detta är det viktigt att ta reda på dräneringsrörens läge. Ofta har markägaren en karta över dräneringen.

Förplöjning

När metoden plöjning väljs ska förplöjning med till exempel tjälkrok alltid utföras, för bästa resultat. Förplöjning kan utföras en eller flera gånger beroende på terrängförhållanden. Vid förplöjningen tas större stenar och andra hinder bort, vilket förhindrar stopp som kan påverka kabelmatningen på ett negativt sätt. När man plöjer i svårare terräng medför detta ett större återställningsarbete än normalt.

Fördelar:

- Snabb metod.
- Ger små markskador.
- Ger liten återfyllning och en enkel återställning av marken.
- Billig metod.

Nackdelar:

- Ingen visuell kontroll av kabelläggningen vilket innebär att vassa stenar kan komma i kontakt med kabeln och vid framtida markrörelser orsaka mantelskador.

13.2.4 Kabelslangförläggning

Kabelslangförläggning är en metod där man plöjer eller schaktar ner längre rör-kanalisationer för att i ett senare läge dra i kabel i kanaliseringen. Kabelrör/slang är lägst av kvalitet SRS och betraktas som motståndskraftig mot intryckning och deformation av stenar.

Metoden har sina största fördelar vid dåliga markförhållanden och där man inte erhåller full fyllnadshöjd. Kabelslangförläggning är en ekonomiskt fördelaktig metod vid förläggning av längre sträckor. Metoden ska ses som ett konkurrensmässigt alternativ till traditionell kabelschaktning.

Om slang förläggs långt innan kabel ska dras i slangen, ska rörets ändar mätas in och tätas för att förhindra att smuts kommer in i röret.

En fördjupad beskrivning av metoden finns i EBR KJ42 Handbok kabelslangförläggning.

Val av rör och kabel

Vid plöjning av slang eller rör ska lägst SRS-kvalitet användas. Det finns inga specifika krav på kvaliteten på kabel. För att kunna mantelprova kabeln måste en kabel med ledande mantel väljas.

Fördelar:

- Lägre risk för mantelskador.
- Lägre risk för grävskador.
- Lämplig vid särskilt svåra markförhållanden.
- Metoden medger byte av kabel utan stora uppschaktningar.

Nackdelar:

- Metoden kräver många och stora maskiner.
- Skrymmande materiel.
- Svårare att lokalisera kabelfel med akustiska metoder.

13.2.5 Fräsning

Detta är en lämplig metod för samtliga markklasser. Fräsning påminner mycket om kedjegrävning. Det som skiljer är att fräsningen kan användas vid svåra markförhållanden och i hård mark, asfalterade ytor samt frusen mark. Fräsningen kan utföras med aggregat monterade på grävmaskin eller fristående fräsningsmaskiner. I första hand förläggs kabeln direkt från trumman ner i schaktet för att minska skaderisken på kabeln. Kabeln kan alternativt rullas ut på marken i förväg. Det är då viktigt att kabeln hanteras varsamt med hänsyn till underliggande mark så att den inte skadas.

Fräsningen ger möjlighet att se schakten och om eventuella dräneringsrör eller dylikt blir avgrävda.

Kabelgraven återfylls med befintliga stenfria massor genom en "bakvänd" plog.



Bild 29. Fräsning av kanalisation.

Val av kabel

Vid fräsning rekommenderas kabel med PE-mantel. I en fräst kabelgrav finns inget behov av att välja en förstärkt eller extra tålig kabel, om det inte finns andra skäl för att ha extra lång livslängd. Vid utdragningen ska kabeln behandlas varsamt så att manteln inte skadas.

Fördelar:

- Snabb förläggningsmetod.
- Bra vid hårdgjorda ytor.
- Det krävs mindre återfyllning än vid schaktning.
- Den ger mindre utbyte av massor än vid exempelvis schaktning.
- Mindre återställning än vid schaktning.
- Man har bra visuell kontroll av förläggningen.
- Relativt billig metod.

Nackdelar:

- Begränsat antal kablar kan läggas samtidigt.
- Det kan vara svårt att komma fram vid trånga passager då utrustningen ofta är skrymmande.

13.2.6 Schakt-/grävsug

Detta är en lämplig metod för korta partier i mark i tätort/citymiljö där det är trångt om plats och mycket annan kabel och kanalisation, exempelvis intill nätstationer, kabelskåp och liknande. Det är även en metod som kan vara fördelaktig om det är känslig mark med mycket skyddsvärd vegetation i form av träd och buskar. Med metoden suger man bort massorna med en vakuumsug istället för traditionell grävning. Vid lermassor kan vatten behöva användas för att luckra upp materialet.



Bild 30. Grävsug kan vara bra i stadsmiljö där det är trångt.

Bortforsling av massor

Vid användning av grävsug kan ett fordon med inbyggd förvaringstank där massorna samlas användas. Vissa aggregat kan sidtippa materialet till separat container. Vissa fordon innehåller även utrustning för att separera olika fraktioner av massor. Detta gör att bortforsling av massor kan göras direkt med fordonet eller via separata containrar. Bortforsling, mellanlagring och tippning av massor blir en allt högre kostnad i schaktarbetet, varför det gäller att minimera dessa kostnader så mycket som möjligt.

De stora kostnaderna i sammanhanget är:

- **Mellanlagring** Massor behöver ofta lagras i tätortsmiljö där det är trångt om utrymme. Massor som har mellanlagrats transporteras senare bort till deponi. Utrymme för mellanlagring kan kräva tillstånd.

- **Deponiavgift** Massorna måste ibland tippas på kommunal tipp eller liknande. Man får då betala deponiavgift vilken varierar från kommun till kommun.
- **Långa transportsträckor** Massorna måste ibland fraktas långa sträckor till tipp-stället. Många kommuner skriver i sina anvisningar att man inte får lägga schakt-massor på allmän plats.

13.2.7 Schaktningsfri förläggning

Med schaktningsfri förläggning avses kabelförläggning i rör som pressats eller borrats under jord, eller förläggning av kabel i borrarat hål i berg. Metoden är lämplig att använda vid passager under vägar, vattendrag och i känsliga miljöer.

Förläggningsdjup: Rör som förläggs via schaktningsfri förläggning, borrning, pressning eller liknande ska förläggas på minst det djup som anvisas för öppna schakt enligt typbladen.

När hålet är borrarat dras ett rör tillbaka i samma hål. Till schaktningsfri förläggning hör även tryckning, där metoden går ut på att man med hjälp av pneumatisk utrustning trycker ett stål- eller plaströr under exempelvis en väg. Därefter matas och dras kabeln genom röret. Det är viktigt att det inte finns sten som kan skada kabeln i röret.

För mer information om schaktningsfri förläggning hänvisas till EBR publikation B15, som mer ingående behandlar detta.

Metoderna kräver mycket utrymme. Det är därför lämpligt att förlägga tryckningen intill en "stickväg" eller annan plats där transporter och hantering av utrustning kan ske effektivt.

Metoden kan med fördel användas vid följande tillfällen:

- Passage av vatten.
- Passage av vägar.
- Passage under fornminnen.
- Passage under besvärliga hinder.
- Passage under känslig/värdefull mark.
- Besvärlig mark med förväntad stor mängd massor.

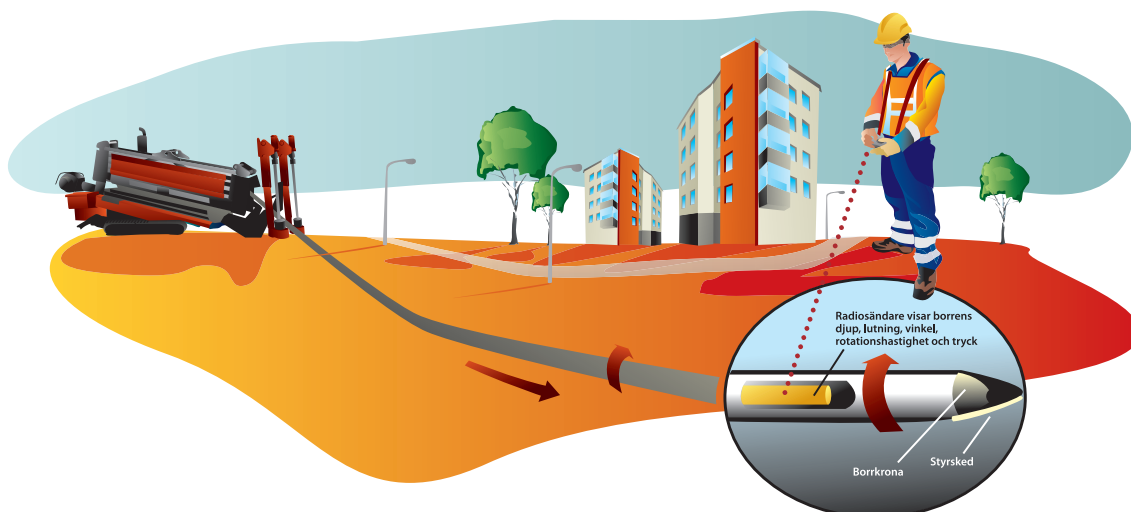


Bild 31. Styrd borrhning.

Beroende på markförhållandena utförs schaktningsfri förläggning med olika metoder.

- **“Jordraket”** I lätt mark och upp till cirka 15–20 m används metoden ”jordraket”. Används i stabila markförhållanden, fria från sten och andra hinder. Utrustningen drar med sig ett plaströr som sedan används till att dra kabel i. Metoden kan utföras med rördiameter upp till 110 mm.
- **“JT-borrhning”** (Styrd borrhning) Om man ska trycka längre sträckor i lätt mark, upp till 800 m, är styrd borrhning ett bra alternativ. Här kan fler än ett plaströr dras med tillbaka, som man sedan kan dra kablar i. Metoden används i markslag med lera, sand och grus.
- **“AT-borrhning”** (SBR-borrhning) Vid hårda markförhållanden eller där stor precision krävs, kan AT-borrhning användas som metod. Metoden används för att genomföra styrd borrhning i stembunden mark och berg. Denna metod kan utföras för sträckor upp till 500 m och utförs med hög precision via styrning. Vid AT-borrhning kan vanligtvis endast ett rör av plast dras tillbaka, som sedan kan användas till kanalisation.
- **“Hammarborrhning”** Vid svårare markförhållanden med sten, block och berg, är borrhning/hammarborrhning och rammning de alternativ som finns att tillgå. Där används stålrör för att sedan dra kabeln i. EBR rekommenderar att kabeln förläggs i plaströr som fodring i stålröret, för att undvika skador på kabelmanteln.

Val av kabel

Val av kabel styrs av metoden före borrhningen/tryckningen. Beakta problematiken att mantelprova kabeln då rördragningen är av plaströr. Vid dessa tillfällen kan kabel med ledande mantel väljas. Vid utdragningen ska kabeln behandlas varsamt så att manteln inte skadas.

Fördelar:

- Ingen återfyllning krävs.
- Ingen återställning av marken krävs.
- Ingen bortforsling av massor.
- Kabeln skyddas av rör.
- Metoden ger inga markskador.

Eftersom det är ett rör som förläggs kan metoden användas i förtid. Elarbetet kan då lättare planeras. Vid eventuella framtida fel på kabeln är den lätt att byta ut. Det kan också vara en bra metod då större trafikplatser, skyddad miljö eller värdefull mark ska passeras.

Nackdelar:

- Man behöver ha kännedom om läget för eventuell annan nedgrävd infrastruktur i x-, y- och z-led för att undvika skador vid tryckningen.
- Det är en platskrävande metod som kräver gott om utrymme.

13.2.8 Grund förläggning

Då man vid schaktning inte kan uppnå erforderlig fyllningshöjd beroende på att man stöter på stenar eller berg kan "grund förläggning" tillämpas.



Bild 32. Bilden redovisar grund kabelförläggning före återfyllning.

Vid all grund förläggning ska kabeln skyddas med rör av typ SRS. Rören ska vara av typen "muffade" rör som är rörliga mot varandra där kabeln läggs i böjar, alternativt slang. Det vill säga att de följer kabelns sträckning.

Grund förläggning kan användas för samtliga förläggningsmetoder. Grund förläggning kan även tillämpas ovan mark där SRS-rören täcks med minst 0,25 m massor (massorna skyddar mot UV-ljus). Förläggning bör då anpassas till terrängen genom att man väljer att förlägga kabeln i naturliga lägre partier i terrängen. Om förläggningen förväntas få en fyllningshöjd som är mindre än 0,25 m ska rör av kvalitet SRE väljas, med avseende på risk för att de kommer upp i dagen och exponeras för UV-ljus.

Det är viktigt att rören vid förläggning anpassas till terrängen så att risken för att täckmaterialet eroderar bort eller hindrar vattenavrinning elimineras. Vid terräng där höjder varierar över korta sträckor kan med fördel kortrör användas, för att kunna följa terrängens profil på ett bra sätt.

Val av kabel

Det finns inga specifika krav på kvaliteten på kabel. Då kabeln placeras i förstärkt rör uppnås en förhöjd säkerhet för kabeln. Det går inte att mantelprova vanliga kablar som är slangförlagda. För att kunna mantelprova dem måste kablar med ledande mantel väljas. Vid utdragningen ska kabeln behandlas varsamt så att manteln inte skadas.

13.2.9 Öppen förläggning/kabelförläggning ovan mark

Detta är en metod som är lämplig metod i markklass svår. Där det vid förläggning inte är möjligt att få ned kabeln under mark och där sprängning blir alltför dyrt kan kabeln förläggas ovan mark. Vid förläggning ovan mark ska kabeln skyddas med rör av typ SRE. SRE-rör är extra förstärkta, UV-beständiga rör försedda med heltäta skarvmuffar. Alternativt kan kabeln också skyddas med U-profil i stål eller dylikt.



Bild 33. Kabelrör med förankring ovan mark.

Rören förankras väl så att de klarar en för omgivningen normal yttre påverkan.

Vid terräng där höjder varierar över korta sträckor kan med fördel kortrör användas, för att kunna följa terrängens profil på ett bra sätt. Det är även viktigt att rören sitter ihop i längsled så att de inte glider isär. Vid korta rör rekommenderas en förankring per rör mot underlaget.

Vid långa rör rekommenderas en förankring varannan meter. Vid öppen förläggning av delbara rör ska det säkerställas att rör inte kan öppnas av misstag. För vissa delbara rör ska förankringsklammern placeras så att öppning av rör förhindras.

Val av kabel

Det finns inga specifika krav på kvaliteten på kabel. Då kabeln placeras i förstärkt rör uppnås en förhöjd säkerhet för kabeln. Det går inte att mantelprova vanliga kablar som är slangförlagda. För att kunna mantelprova dem måste kablar med ledande mantel väljas.

Vid utdragningen ska kabeln behandlas varsamt så att manteln inte skadas.

Fördelar:

- Ingen sprängning.
- Ingen bortforsling av massor.
- Kabeln skyddas av rör.
- Man kan dra ur och byta sträckor av kabeln vid fel.

Nackdelar:

- Ökad skaderisk.
- Relativt dyr metod.

13.2.10 Tillfällig rörförläggning ovan mark

Vid vissa tillfällen, exempelvis vid ombyggnad, kan kabel behöva placeras i rör ovan mark under en begränsad period.

Villkor för tillfällig förläggning av kabel i rör kan sökas i EBR A301:18 Metod: Shuntkabel.

13.3 Berg i schaktsträcken

Vid beredning av kabelschaktarbete är det viktigt att göra en noggrann marksondering så att eventuella sprängningssträckor upptäcks. Den kan utföras genom sondning med sondspett, användning av georadar eller utvärdering via geotekniska kartor. Sista metoden ger ofta ett mer osäkert resultat men kan vara ett bra komplement till de andra metoderna.

13.3.1 Knackning av berg

Vid förekomst av mindre inslag berg i schakt kan knackning med hydraulhammare vara en effektiv metod att uppnå rätt schaktdjup. Knackning görs med runtomsvängande maskin. Rensning av knackad schakt utförs enligt normal schaktning. Knackning är en bra metod vid förekomst av mindre berg eller stenpartier.



Bild 34. Knackning av berg med hydraulhammare.

13.3.2 Stenspräckning/Spräckning av berg

Ett alternativ till sprängning är att spräcka stenar eller avlägsna små bergsklackar med kil, vatten eller snigeldynamit. Dessa metoder skapar låga vibrationer och är bra vid spräckning intill känsliga konstruktioner. Vid användning av stenspräckning ska personal inneha kompetens inom respektive område.

13.3.3 Kalkylering av sprängningssträckor

För att få en så rättvis kalkyl som möjligt bör beredaren kalkylera med följande faktorer, när sträckor med förväntad sprängning har upptäckts:

- **Friläggning av sprängningssträckan:** För att sprängningsarbetet ska gå att utföra på ett bra sätt måste sprängningssträckan friläggas. Vet man om sträckan i förväg är friläggningen att jämföra med en enklare schaktning.
- **Närhet till fastigheter:** Om fastigheter finns i närheten av den planerade sprängningen krävs besiktning av fastigheter före och efter sprängning. Till detta kan även tillkomma provtryckning av eventuella skorstensstockar. Avstånd och storlek på vibration från sprängning till fastigheter regleras i standard SS 4604866:2011 Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader.

Följande värden kan vara riktlinjer för hur stora värden som är tillåtna för vibrationer:

Tabell 7 Exempel från standard

Byggnad	Grund-material	Max. tillåten acceleration. m/s ² *	Avstånd i meter. Max. tillåten svängningshastighet mm/s.				
			5 m	10 m	20 m	40 m	60 m
Hus	Berg/plintar		45 mm/s	35 mm/s	25 mm/s	15 mm/s	5 mm/s
Transf. station	Berg/platta	20					

* Oberoende av avstånd.

- **Närhet till brunnar:** Stor försiktighet bör iakttas vid sprängning i närheten av brunnar och kan ofta betyda att schaktsträckningen måste ändras. Besiktning krävs före och efter sprängningen.
- **Närhet till exempelvis murar:** Innebär besiktning/fotografering före och efter arbetets utförande.
- **Sprängning i skogsområden:** Vid sprängning i skogsområden bör hänsyn tas till att sprängningsmassorna måste kunna lastas och forslas ut från sträckan, vilket kan innebära att arbetsområdet måste utökas från 4 m till 8 m.

- **Sprängning av gropar för hammarborrningsutrustning:** Vid eventuell hammarborrning under väg bör hänsyn tas till att groparna för aggregatet eventuellt också måste sprängas. Beredaren bör överväga att söka nytt tillstånd hos Trafikverket för att få möjlighet att gräva av vägen i stället för att borra.

13.4 Metoder för förläggning i vatten

13.4.1 Förläggning från färja

Kabeln förläggs genom att trummorna lastas på en färja och kabeln matas ut via en kabelmatare.

13.4.2 Vinschning över vatten

En förlina spolas över och därefter vinschas kabel eller sjunkrör över vattnet. Kabeln förses med flytbojar och ändtätad slang flyter. När kabeln är på plats lossas bojarna. Slangen vattenfylles och sjunker till botten med kabeln.

13.4.3 Utläggning från bogserad pråm/flotte

Beroende på vikt kan kabelbock med trumma lastas på en bogserad pråm/flotte. Kabeln rullas ut vartefter pråm/flotte bogseras framåt.

13.4.4 Förläggning på is

Kabel eller sjunkrör dras ut på isen. En ränna sågas i isen och kabeln läggs ned i den. Förläggningen kontrolleras efter att isen är borta varvid eventuellt tyngder läggs på kabeln.

13.4.5 Utdragning med helikopter

Trumman hängs i en trumhållare under helikoptern. Vid planeringen är det viktigt att beräkna trummans vikt med hänsyn till vilken helikopter som ska användas.

13.4.6 Förläggning i strandkanter

I strandkanterna är det mycket viktigt att kabeln förläggs i rör ned till ett djup som motsvarar 2 m (0,55 m enligt SS 424 14 37) under lägsta vattennivån.

Hänsyn tas till rådande isförhållanden, exempelvis svåra isförhållanden i yttre skärgården eller mindre bottenfrusna sjöar.

Rören ska förankras väl alternativt muddras ned i botten. Rören ska vara av typ SRS. I strandkanter där det är rent berg kan kabeln inklusive rör förankras mot berget, alternativt kan förläggning ske på kabelstege. Sjunkrör kan vara ett bra alternativ för förläggning då strandlinjen ger problem med att täcka rören ordentligt. Rör ska vara av kvalitet SRE.

13.4.7 Kontroll av förläggning i vatten

Efter förläggning ska kabeln kontrolleras. Vid kontrollen ska speciellt beaktas hur kabeln är förankrad, tillräcklig rörförläggning i strandkanter, eventuella skydd mot vassa föremål, tillräckligt avstånd till eventuell annan ledningsförläggning. Protokoll över besiktningen ska upprättas. Exempel på hur besiktning av sjökabel kan utföras redovisas i publikation EBR U 303S.

Om man vid besiktning av sjökabel utan rör upptäcker partier med dåliga bottenförhållanden, kan man på dessa partier sätta på rörhalvor av SRS-kvalitet för att skydda kabeln. Detta kan göras med dykare.

13.4.8 Förläggning av jordledare

Om kabelförläggning innehåller längsgående jordledare avslutas jordledaren med jordtag innan vattnet och påbörjas med ett jordtag efter vattnet. Alternativt kan längsgående jordledare fästas vid kabeln med buntband eller liknande.

13.4.9 Montage av varningsskyltar

Det är viktigt att minimera storleken och utbredningen av varningsskyltarna så mycket som möjligt. Ett sätt är att använda 1-stolpmontage. För information om vilka typer av skyltar som ska användas för respektive vatten, se EBR U301:K01.

Bilderna nedan visar exempel på de vanligaste typerna av sjövarningsskyltar.



Bild 35. Sjökabelkorsning.

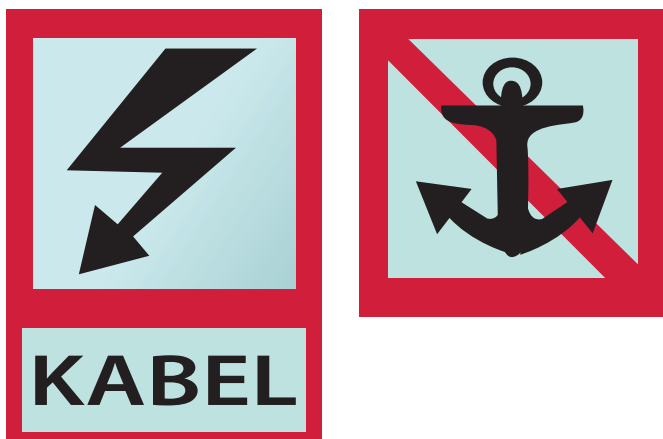


Bild 36. Olika sjökabelskyltar.

14. Korsningar och avstånd mellan kablar i schakt

14.1 Korsning mellan elledning och annan infrastruktur

14.1.1. Korsning med väg

Vid korsning av väg ska alltid väghållarens anvisningar angående fyllningshöjd, återställning och komprimering följas. Schaktningsfri förläggning bör övervägas för att minska framtida skador på vägen samt för att minska trafikstörningar.

Exempel: Se typblad 14.

14.1.2 Korsning av vägdike

Med korsning av vägdike avses korsning av dike alternativt förläggning av kabel i dike. Diket ska vara i väl rensat skick.

Fyllningshöjd: 0,55 m.

Exempel: Se typblad 20.

14.1.3 Korsningar av mindre vattendrag och diken

Nedanstående metod kan användas då man inte kan schakta kabel igenom vattendraget eller diket.

Vid korsning av mindre vattendrag är det viktigt att kontakta markägaren för att få tillstånd att förlägga kabeln över vattendraget. Man behöver också ta reda på om det finns risk att förläggningen kan hindra vattenflöden i händelse av översvämning. Korsning av mindre vattendrag kan utföras genom att kabeln förläggs i ett SRE-rör som klamras på en stolpe, kabelstege eller dylikt.

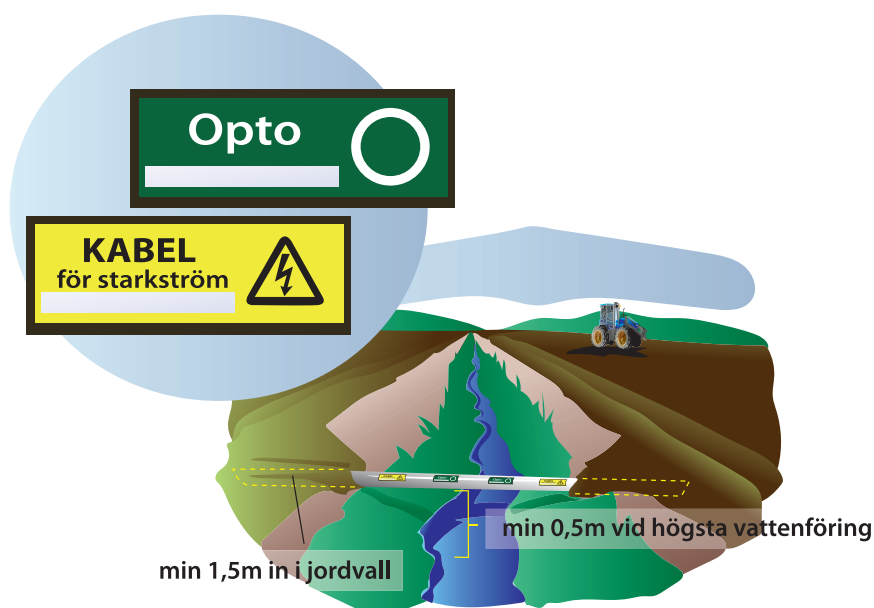


Bild 37. Kompositrör över vattendrag.

Man kan även använda en kompositstolpe som förläggs över vattendrag. Kabeln förläggs då i stolpen. Om kabel förläggs i rör/stolpe ska varaktig märkning göras för att ange vad röret innehåller. Märkning kan vara markeringspåle alternativt skylt på röret. Om stolpe används ska hållfasthetskrav motsvarande SRE-kvalitet uppnås.

Ett annat alternativ för att korsa mindre vattendrag kan vara att trycka eller borra ledning under botten på vattendraget.

14.1.4 Korsning med järnväg

Fyllningshöjd: Min. 1,5 m¹⁾ under spårområde mätt från överkant räls. Med spårområde avses ett avstånd av 8 m från spårmitte åt vardera hållet. Vid korsning av järnväg ska schaktningsfri förläggning användas.

Exempel: Se typblad 19.

¹⁾Anmärkning: Spårinnehavares eller Trafikverkets anvisningar gäller i första hand.

14.1.5 Korsning av sjötrafikled

Vid korsning av sjötrafikled ska Sjöfartsverket kontaktas för ansökan om tillstånd. Korsningen ska utföras så rätlinjigt som möjligt mellan landfästen.

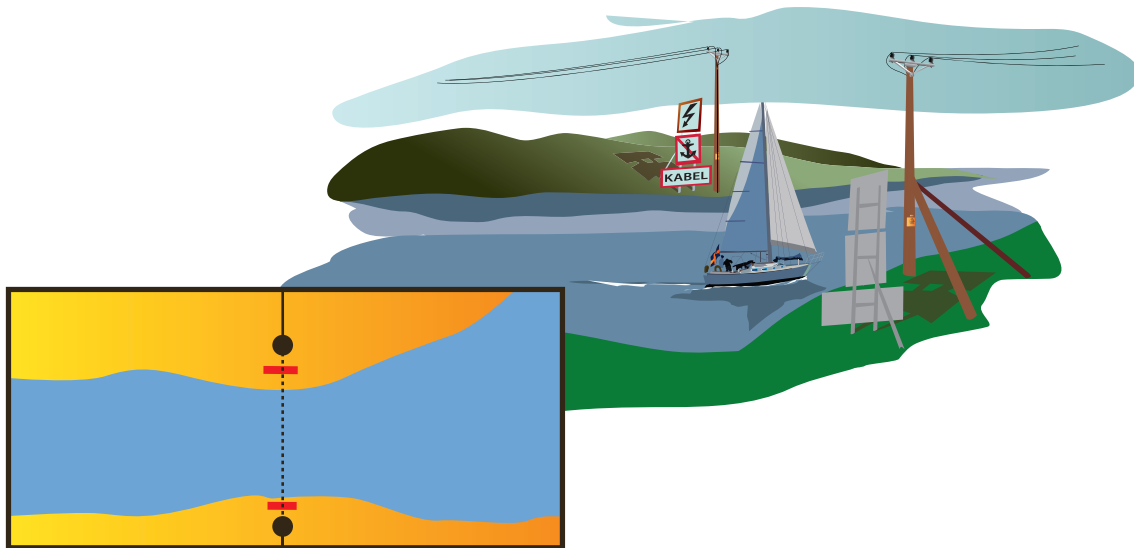


Bild 38. Sjökabelkorsning.

Fyllningshöjd: I landfästen min. 0,55 m under markyta eller lågvattenyta. Kabeln kan därefter förläggas direkt på botten, och i förekommande fall djupare med hänsyn till rådande isförhållanden.

Kabelskydd: Kabelskydd av typ SRS alternativt SRE erfordras vid landfästen ner till 0,55 m under markyta eller lågvattenyta. Om kabeln inte kan grävas ned i strandkanterna rekommenderas att kabeln täcks med rör ned till ett vattendjup av 2 m (skydd mot is). Kabelskydd ovan mark ska vara UV-beständigt.

Vid korsning av sjötrafikled är sjunkrör ett bra alternativ. Sjunkrör kan jämföras med rör av SRE-kvalitet.

Exempel: Se typblad 21.

14.2 Korsningar mellan elkablar och andra ledningar

Då olika ledningsslag är placerade bredvid varandra, eller korsar varandra, ska ett inbördes avstånd mellan de olika ledningsslagen eftersträvas. Detta för att de inte ska ligga i vägen och riskera att skadas vid schaktning på den egna ledningen. Avstånden kan i vissa fall även ha dimensioneringshämmande aspekter vid uppvärmning av mark, till exempel för fjärrvärmeledningar.

Tabell 8. Avstånd vid korsning mellan kraftkabel och annan ledning.

	Gasledning (m)	Vatten- ledning (m)	Avlopps- ledning (m)	Fjärrvärme- ledning (m), 100 mm isoleringsskiva	Tele-/ optokabel (m)
Lågspänningskabel	0,3*	0,3	0,6	0,2	0,1
Mellanspännings- kabel	0,5	0,3	0,6	0,2	0,1
Högspänningskabel	0,5	0,3	0,6	0,2	0,1

*Avståndet kan minskas till 0,1 m om ett isolerande material förläggs mellan kabeln och gasledningen. Vid gasledning ≤ 10 kPa kan avståndet minskas till 0,1 m.

14.2.1 Korsning mellan kraft- och telekabel/optokanalisation

Normalt ska telekabel som korsar kraftkabel förläggas över kraftkabel.

Fyllningshöjd: Min. fyllningshöjd till kabeln enligt respektive förläggningssätt.
Kraftkabeln förläggs 0,1 m under telekabeln.

Exempel: Se typblad 15.

14.2.2 Korsning mellan kraft- och telekabel/optokanalisation vid kabelskåp

Avståndet till kraftkabeln ska vara min. 0,15 m. Vid passage av kabelskåp förläggs optokanalisationen under kraftkablar.

Exempel: Se typblad 16.

14.2.3 Korsning mellan kraftkabel och gasledning

Normalt ska kraftkabel förläggas vinkelrätt över gasledning.

Fyllningshöjd: Min. fyllningshöjd till kabeln enligt respektive förläggningssätt.

Exempel: Se typblad 17.

Anmärkning: Gasledning av plast får uppvärmas till max. 20 °C. Där risk föreligger att kraftkabel alstrar högre temperatur, erfordras markisoleringskiva mellan kabel och gasledning.

14.2.4 Korsning mellan kraftkabel och fjärrvärme

För korsning av fjärrvärme kan markisoleringskiva med 100 mm tjocklek, placerad mellan fjärrvärmeröret och elledning, användas. Detta för att möjliggöra korsning av ledning samt bibehållen fyllningshöjd för elkabel. Om tillräcklig fyllningshöjd inte kan erhållas ska skyddsrör av erforderlig kvalitet användas.

Exempel: Se typblad 18.

14.2.5 Korsning mellan lokalnät och kablar i transmissionsnätet

Elektriskt ledande material som korsar transmissionsnätets kablar kan vid potentialsättning från exempelvis jordfel i transmissionsnätets kablar sprida en elektrisk potential.

Elektriskt ledande material som korsar transmissionsnätets kablar ska därför isoleras genom förläggning i täta rör av lägst klass SRN, ovan transmissionsnätets kablar och minst 10 m åt vardera sidan från de yttersta kablarna i transmissionsnätet. Detta gäller exempelvis blanka jordledare i korsande kabelförläggningar, ledningar för V/A, fjärrvärme och fjärrkyla samt söktråd för kabelfelsökning som kan förläggas i kabelmarkeringsband, etcetera.

Exempel: Se typblad 22.

14.2.6 Korsning mellan lokalnät och direktjordad luftledning

Då kabel korsar under direktjordad luftledning ska kabel förläggas så vinkelrätt som möjligt mot den direktjordade luftledningen. Elektriskt ledande material som korsar under luftledningen ska isoleras genom förläggning i tät slang (utan skarvar) av lägst klass SRN. Rörens ändar ska sluta minst 50 m vinkelrätt från yttersta fasen på luftledningen (mått gäller utanför tätort).

För mer info rörande avstånd mot överliggande nät, se Telestörningsnämndens meddelande 21.



Även FX-lina ska placeras i täta rör i korsning under direktjordad luftledning.

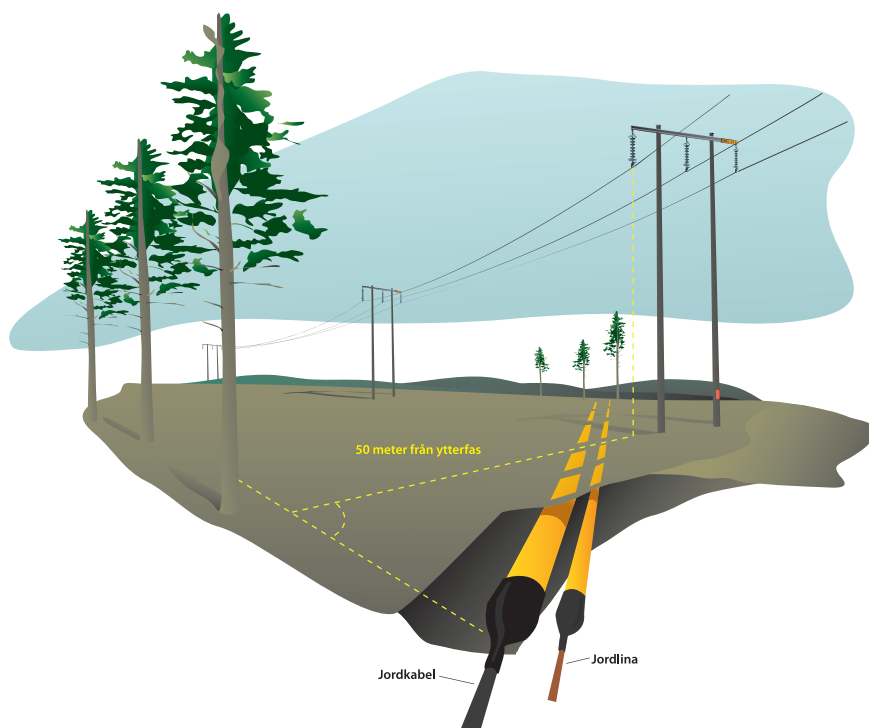


Bild 39. Korsning av direktjordad luftledning med kabel.

14.3 Kabelgrav, kabeldimensioner, avstånd

Kraftkablar ska placeras med inbördes avstånd som uppgår till minst kabeldiametern. Vid olika kabeldiametrar för intilliggande kablar ska den större kabelns diameter bestämma avståndet mellan dessa.

14.3.1 Kabeldimensioner

I tabellerna i bilaga 3 visas ungefärliga mått på kabelns diameter i mm, vilken varierar något mellan olika fabrikat och typer.

14.3.2 Avstånd mellan kablar och andra ledningar vid längsgående förläggning

I gator och vägar samt för förgårdsmark/kvartersmark ska kraft- och telekablers avstånd till tomtgräns samt avstånd till längsgående VA-ledningar,²⁾ fjärrvärmekulvertar med mera, normalt inte understiga de i nedanstående tabell angivna måtten.

Tabell 9. Avstånd mellan elkabel och andra ledningsslag

	Tele-/ optokabel (m)	Gas- ledning (m)	Vatten- ledning (m)	Avlopps- ledning (m)	Fjärrvärme- ledning (m)	Trans- missions- ledning
Lågspännings- kabel (<1 kV)	0,05	0,3	0,3	0,6	0,6	10
Mellanspännings- kabel (1–36 kV)	0,05	0,5	0,3	0,6	0,6	10
Högspännings- kabel (>36 kV)	0,5	0,5	0,3	0,6	0,6	10

Anmärkning: Ledningsägarens synpunkter beträffande avstånd ska alltid inhämtas.

²⁾Samråd ska ske med Svenska kraftnät eller annan överliggande elnätsägare vid längsgående förläggning med kabel.

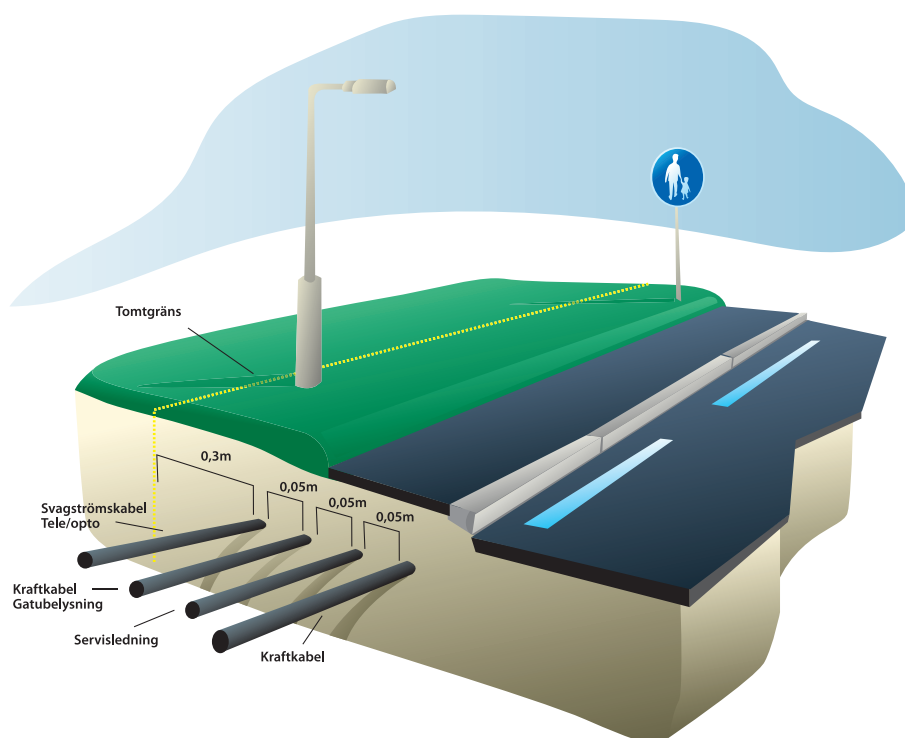


Bild 40. Exempel på ledningars inbördes placeringar.

14.3.3 Längsgående jordledare

Längsgående jordledare förläggs tillsammans med mellan- och högspänningskabel. Se EBR K25 Jordningskonstruktioner 0,4–24 kV.

Jordledaren förläggs lämpligen på ett avstånd av 0,05 m från kabeln. Jordledaren ska placeras på schaktens botten för att säkerställa bra kontakt mot jord. (Jordledare ska om möjligt inte placeras i kringfyllningen, vilken är en sämre ledare än jordmaterialet.)

15. Kabelmarkering

15.1 Kabelmarkering under mark

Kabelmarkering ska användas när inte genomfärgade kabelskydd eller kanalisationsrör används. Kabelmarkering kan bestå av varningsband eller för ändamålet avsett nät. Kabelmarkering ska vara utförd av material som är åldringsbeständigt i mark och som har goda hanteringsegenskaper även vid låga utomhustemperaturer.

Vid stråk med flera kablar får kabelmarkering läggas med ett största mellanrum av 0,15 m. Ytterkablarna i schakt ska alltid vara täckta med kabelmarkering.

Införandet av begreppet "Marköverbyggnad" möjliggör att en extra skyddsbarriär kan införas i form av markeringsnät eller varningsnät. Detta ger en möjlighet att komplettera webbtjänsten Ledningskollens information om att elnät ligger i massorna man gräver i. På landsbygd och singulär förläggning är slang ett bra alternativ, och vid mer omfattande förläggning med flera kablar är varningsnätet ett bra alternativ i den typen av distribution.

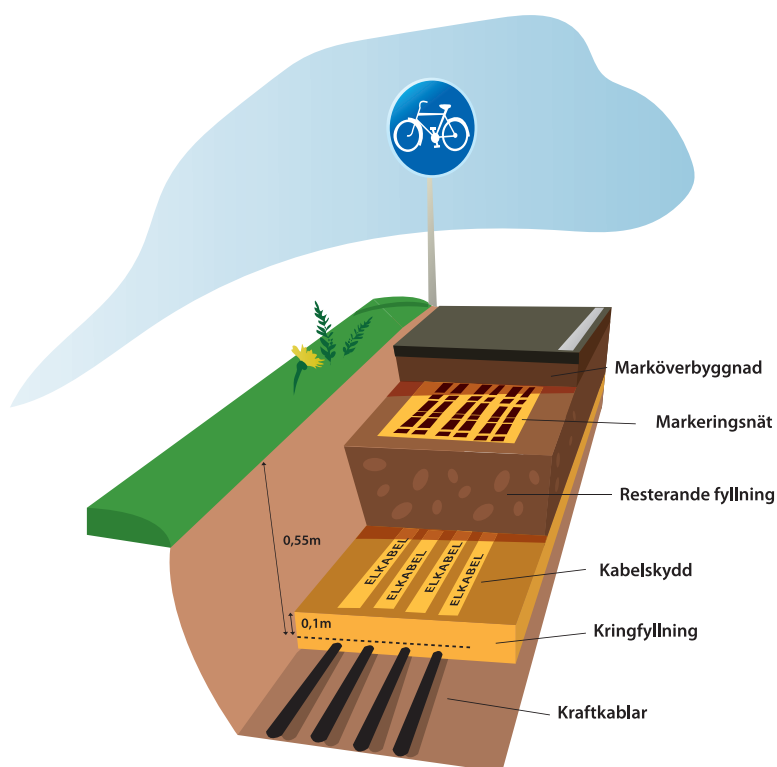


Bild 41. Extra säkerhet med markeringsnät direkt under marköverbyggnaden.

15.1.1 Dimension och färg

Bredd

Kabelmarkering ska vara:

- Minst 125 mm bred vid öppet schakt.
- Minst 50 mm bred vid plöjning (EBR rekommenderar 125 mm ur ett hållfasthetshänseende).

Längd

- Markeringsband i längder på 250 meter rekommenderas.
- För plöjning rekommenderas längder på 500 meter.

Färg

Varningsbanden ska ha följande färger:

	Gul	Kraftkabel
	Orange	Telekabel
	Grön	Optokabel samt ledning för Kabel-TV
	Gul/orange	Samplöjning

15.1.2 Märkning, beteckning i EBR

Banden ska ha en varaktig märkning som anger "Kraftkabel", "Telekabel", "Optokabel", etcetera. Beteckning för markeringsband enligt 21.2 Kabelmarkering.

15.2 Kabelmarkering ovan mark

Kabelmarkeringsskylt används då så erfordras för att ange läget för elkabeln. Kabelmarkeringsskyltarna ska vara utförda av väderbeständigt material med god mekanisk hållfasthet. Utförande framgår av ELSÄK-FS 2008:2.

Inom område för väg eller järnväg erfordras alltid skyltar om inte kabelläget är uppenbart på annat sätt. Dessa placeras så att de inte utgör ett hinder för väg- eller spårhållare. Vid kabelförläggning längs med väg placeras skyltarna på avstånd som anpassas efter vägens sträckning och terrängförhållanden.

Vid korsning med sjötrafikled med högspänningsledning ska tydliga varningstavlor monteras. Se EBR U 301K och B11 beredningshandboken.



Bild 42. Skylt Kabel för starkström V14.

15.3 Ledningsanvisning

Då ledningsanvisning för elkabel genomförs ska gul färg användas (lokala variationer kan förekomma). Vanligtvis sprejas markering ovan mark, men den kan även kompletteras med markeringspinnar då en mer varaktig märkning krävs.

Övriga ledningsslag använder ofta färg som harmoniserar med markeringsbanden i mark, men även där kan lokala variationer förekomma.

16. Kabelskydd

Med kabelskydd menas skydd i form av rör eller plana skydd. Rören/skydden ska vara tillverkade enligt SS-EN 61386-1. EBR rekommenderar dock att tillämpa testmetoder angivna i SS-EN 4241437. Resultatet av testmetoderna ska motsvara nedanstående definitioner av rörhållfastheter, vilka har tillämpats under lång tid i Sverige och anses vara branschstandard.

I EBR betecknas skydden med:

- S = skydd
- R = rör
- P = plant

Skydden finns i tre olika typer:

- N = skydd för normala förhållanden
- S = skydd för svåra förhållanden
- E = skydd för extra svåra förhållanden

Miljö

För denna produktgrupp, både för plana kabelskydd och kabelrör, anser elnätsföretagen att det är lämpligt att använda återvunnen plast i stor grad.

16.1 Plana kabelskydd

16.1.1 Dimension och färg

Rekommenderad bredd:

- 125 mm
- 300 mm

Rekommenderad längd:

- Vid normal förläggning rekommenderas kabelskydd med 50 meters längder.
- Vid plöjning med 50 mm skydd bör längderna uppgå till 100/200 meter.

Kabelskydden ska ha följande färger:

	Gul	Kraftkabel
	Orange	Telekabel
	Grön	Optokabel samt ledning för Kabel-TV

16.1.2 Märkning

Kabelskydd för kraftkabel ska ha en varaktig märkning med texten "Kraftkabel".

16.2 Kabelrör/Slang

För rör som förläggs i mark är det viktigt att återfyllnadsmassorna runt röret komprimeras väl. Rörkonstruktionen ska alltid vara utförd med slät insida. Vid förläggning av 1-ledarkabel i rör, utförda av stål eller betong, ska alla kablar tillhörande samma krets förläggas i samma rör. Rör i normalt och förstärkt utförande ska ha en invändig diameter av minst 1,2 x kabelns ytterdiameter.

16.2.1 Dimension och färg

Rekommenderade diametrar:

- 50 mm
- 75 mm
- 110 mm
- 160 mm

Rekommenderad längd:

- 6 m, utförda så att de kan förses med muff.
- För klenare dimensioner, 50 mm och mindre, rekommenderas att rören finns i ringar om minst 100, 250 eller 400 m vilka kan vara försedda med dragtråd.

Kabelrör ska ha följande färgmarkering:

■ Gul	Kraftkabel
■ Orange	Telekabel
■ Grön	Optokabel samt ledning för Kabel-TV
■ Svart	Röret ska kompletteras med färgmarkering för sitt ändamål

16.2.2 Märkning, EBR beteckningar och användning

- **Märkning:** Rör för kraftkabel ska ha en varaktig märkning med texten, "Kraftkabel". Texten ska vara placerad varje meter. Alternativt ska gul färg indikera kraftkabel samt klassen på röret (SRN, SRS eller SRE) anges.

EBR beteckningar:

- **SRN, rör för normala förhållanden:** Rör som är avsett för normala förhållanden med fyllningshöjd 0,55 m. Det är viktigt för hållfastheten på röret att återfyllnadsmassorna runt röret komprimeras väl.
- **SRS, rör för svåra förhållanden:** Med svåra förhållanden avses förhållanden då höga krav på hållfasthet föreligger, exempelvis vid förläggning då erforderlig fyllningshöjd inte kan erhållas. SRS-rör kan användas för fyllningshöjder på >0,25 m. EBR rekommenderar att SRS-rör används upp till en nivå så att UV-strålning från solljus inte riskerar att skada röret. Om förhållandena gör att röret i framtiden kan bli exponerat för solljus ska klass SRE väljas.
- **SRE, rör för extra svåra förhållanden:** Med extra svåra förhållanden avses förhållanden då höga krav på hållfasthet krävs, exempelvis vid öppen förläggning eller då rören riskerar att exponeras för solljus. Rören ska vara UV-beständiga.

Användning:

Nedan redovisas en tabell över EBR:s rekommendation för användning av olika rörkvaliteter.

Tabell 10. Rörförläggning

Fyllnadshöjd över kabelrör	Rörklass
Servis villa/tomtmark/belysning	SRN
≥ 0,55 m	SRN/SRS
0,55–0,25 m	SRS
< 0,25–öppen förläggning	SRE

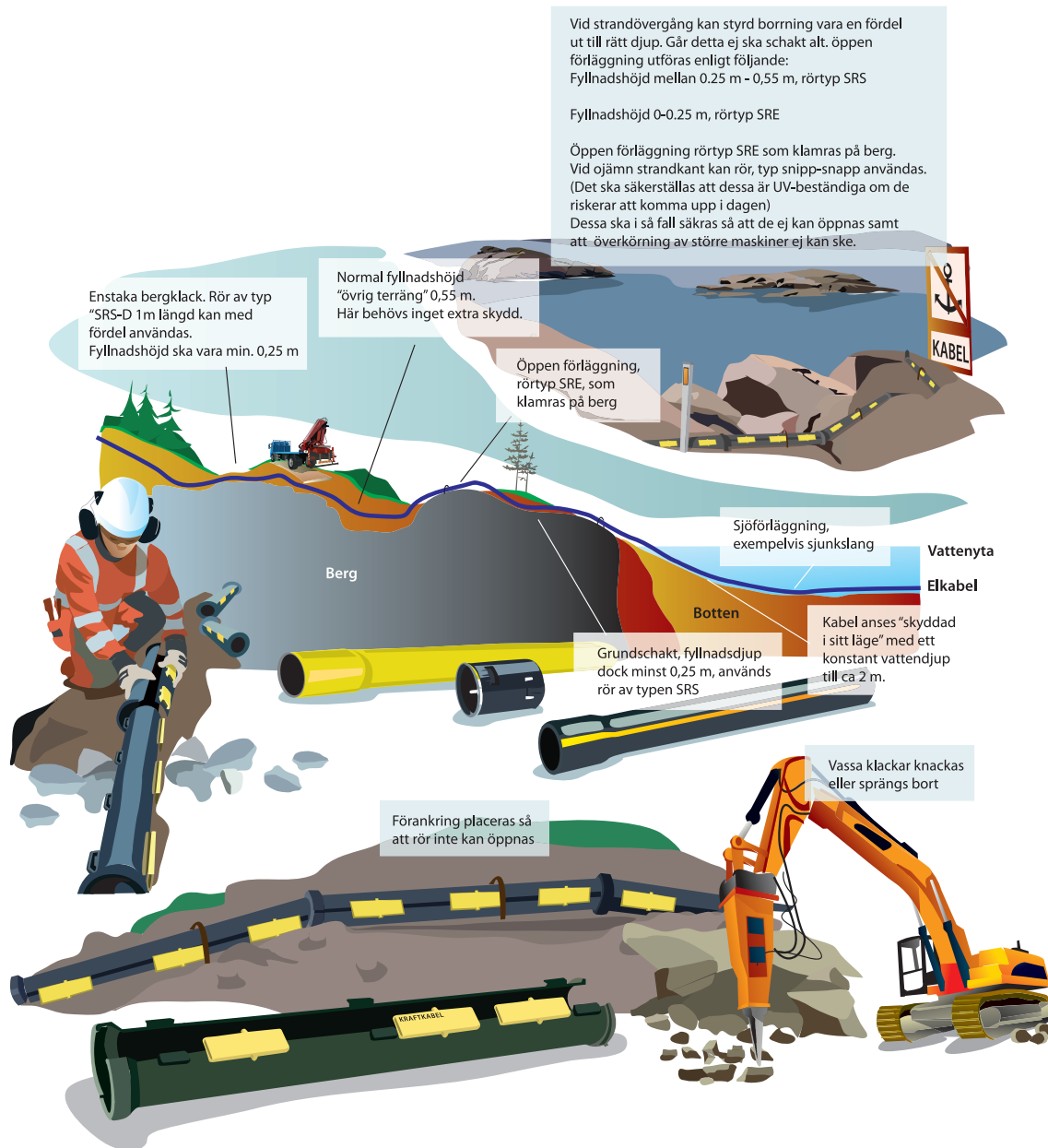


Bild 43. Användning av rör i olika sammanhang.

16.2.3 Rörböjar

Till varje rördimension ska finnas rörböj med muff i en ände, för 45 och 90 graders vinkel.

Rörböjarna ska ha följande radier:

- Vid 50 mm rör, 250–550 mm radie.
- Vid 110–160 mm rör, 800 mm radie.

Alternativ till de fasta böjarna är flexibla böjar. Dessa får inte böjas till mindre radie än de fasta.

16.2.4 Delbara rör

Vissa kabelrör är utförda i delbart utförande. Dessa ska uppfylla samma krav som övriga rör. Rören användes företrädesvis som skydd för befintliga kablar i två olika syften. Dels kan skyddet användas som skydd för dåliga markförhållanden underifrån och dels kan skyddet användas som skydd vid grund förläggning.

Det är inte lämpligt att använda delbara rör om det förekommer verksamhet med exempelvis maskiner som kan påverka att rör går isär eller delar på sig.

Den huvudsakliga användningen för delbara rör är tillfälliga anläggningar eller förlängning av rörgångar. Då kabel är förlagd i vatten och det konstateras att bottenförhållandena är dåliga med avseende på uppstickande stenar eller berg, eller andra förhållanden som kan skada kabeln, kan rörhalvor sättas på kabeln av dykare för att skydda mot nötning på kabeln.

Används flera delbara rör ihopkopplade vid grund förläggning ska hela konstruktionen uppfylla minst klass SRS. Används delbara rör ovan mark ska de vara av kvalitet SRE i hela konstruktionen.

Delbara rör finns i olika längder, från enklare typer med längder av 3 m till delbara rör av högre klasser med kortare längder av 1 m eller 1,2 m, för att på ett bra sätt följa markprofilen.

16.2.5 Dragtråd

Vissa typer av rör är utrustade med en dragtråd som används för att dra i kabeln i röret med. Dragtråden ska ha en draghållfasthet på min. 0,5 kN. Om dragtråd inte finns fördragen kan speciella dragtrådar i form av glasfiberstavar användas.

Dragning av kabel med dragtråd kan göras på begränsade sträckor, varför det är viktigt att dela upp sträckan med draggropar. Om röret är tätt kan dragtråd blåsas in i röret.

16.2.6 Skarvmuffar/Ändlock

Till varje rördimension ska finnas skarvmuff och ändlock. Ändlocken ska vara utformade så att de går att använda till båda ändarna på rör med muff.

16.2.7 Slang för plöjning

Det rekommenderas att slangen har en diameter på 110 eller 160 mm. Den finns i variabla längder och ska vara av SRS- eller SRE-kvalitet.

16.2.8 Optokabelrör

Rördimensioner – följande ytterdiametrar rekommenderas vid förläggning för nätägarens egna kanalisation:

- 16/12 mm
- 32/26 mm
- 40/32 mm

16.3 Kabelskydd ovan mark

På stolpe eller husfasad ska UV-beständigt, väl dränerat, delbart plaströr av typ SRN användas. Kabelskydd för användning över 36 kV kan vara utformat av plåt eller aluminium. Det rekommenderas att kabelskydd i stolpar tätas, så att inte fåglar eller smådjur faller ner i rören.

16.4 Övriga kabelskydd

Det förekommer ett antal andra varianter för att åstadkomma en förhöjd säkerhet för kablar i mark. Det kan vara U- eller stålplåtsprofiler över kablar, betongrörsystem, OPI-system, med mera. Kabeltråg är ett skydd som skyddar kabel mot dåliga förhållanden underifrån, exempelvis stenig mark, sprängsten, med mera.

17. Samförläggning

Samförläggning innebär att starkströms-, svagströms- och/eller interna stark- och svagströmsledningar läggs i gemensam kabelgrav, med ett fritt avstånd mellan starkströms- och svagströmsledningar av minst 0,05 m.

Samförläggning är enligt standarden begränsad till starkströmskabel med max. 24 kV märkspänning vid metallisk svagströmskabel. Vid samförläggning med metallfri optokabel gäller inte ovanstående spänningsgräns.

För optofiber ska söktråd användas. I vissa fall placeras separat söktråd i direkt anslutning över eller under fiberkanalisationen. Vid parallellgång för längre sträckor har fiberföretagen restriktioner rörande sträckan för parallellgång.

Om det horisontala avståndet mellan de närmast belägna ledningarna i de båda anläggningarna är större än 0,5 m är det normalt inte samförläggning.

Samförläggning ska utföras i enlighet med dessa anvisningar. För ytterligare information om samförläggning, se branschens överenskommelse om sambyggnad gällande "Administrativa anvisningar och tekniska krav för sambyggnad och samförläggning".



Den som gräver på uppdrag av energibranschen ska uppfylla de krav som ställs enligt dokumentet, Krav 05:17 EBR krav vid kabelförläggning.

I begreppet "ledning för svagström" innefattas även optokabel.

17.1 Kabelskydd och markering

För optokanalisation och svagströmsledning erfordras inte kabelskydd oavsett fyllningshöjd. Kabelmarkering ska dock alltid användas. Vid korsning av väg erfordras kabelskydd.

17.2 Förläggning i gemensamt rör

Vid enstaka tillfällen då möjligheten att utnyttja ett befintligt rör underlättar en kabelförläggning ska följande beaktas:

- Svagströmsledning/opto ska förläggas i ett separat rör.
- Det är inte godkänt att förlägga kraftkabel i opto- eller telerör.
- Rör samt i röret förlagda kablar ska märkas på ett tillförlitligt och hållbart sätt i båda ändar.
- Märkningen ska ange typ av kabel samt spänningsnivå.

Kablar och extra rör ska med lätthet kunna dras i det befintliga röret. Rörets diameter ska vara så stor att kravet på 1,2 x kabeldiametern uppfylls.

Kablarna ska i båda ändarna av det befintliga röret kunna identifieras på ett säkert sätt. Ett avtal gällande ansvar vid skador som kan uppstå vid fel bör upprättas.

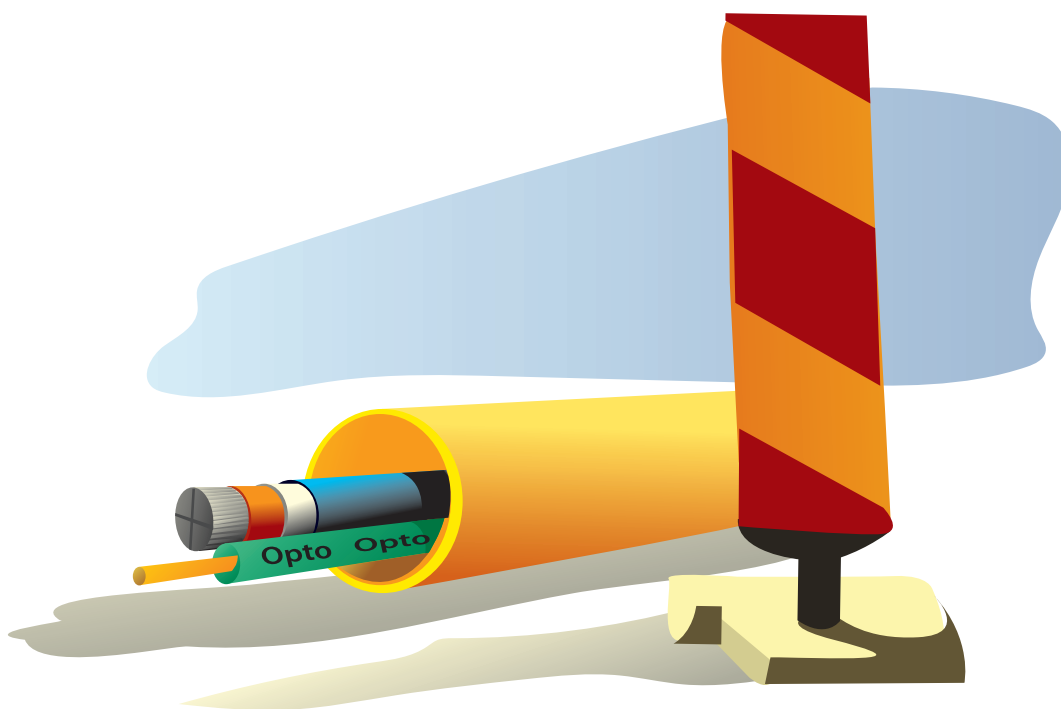


Bild 44. Förläggning av optokanalisation i gemensamt rör.

Vid placering av flera mindre optoslangar i nätägars rör ska dessa placeras i ett gemensamt rör.

18. Grundläggning av nätstationer och skåp

18.1 Nätstation

För att minska risken för markfukt är det viktigt att placera nätstationen på säker nivå till omgivande mark. För grundläggning gäller tillverkarens anvisningar och det är viktigt att grundläggningen är anpassad till markförhållande och byggnadens konstruktion. Vid behov ska en väl fungerande dräneringsanläggning anordnas.

För grundläggning av nätstationer ska konstruktioner enligt typritningar i avsnitt 18.1.4 eftersträvas.

Det är viktigt att beakta:

- Stationens vikt och markhållfasthet.
- Att tillräckligt betjäningsutrymme med avseende på öppna dörrar och andra hinder erhålls runt stationen.
- Att utforma nätstationsbädden så att avrinning sker från stationen eller på annat sätt säkerställa att vatten inte kan bli stående under stationen, exempelvis genom rätt vald fundamenthöjd över omgivande mark.
- Att all underliggande växtlighet avlägsnas för att minimera framtida problem med växtlighet.
- Vid befarad kondensbildning i samband med temperatursvängningar och från markfukt, ska nätstationen vara så konstruerad att ventilation och skydd från markfukt undanröjer fuktproblem i stationen.



Bild 45. Sättning av station på bädd förberedd med rör.

Vid sättning av stationstyperna 1 eller 2 är det en fördel att, som en förberedande åtgärd, förlägga rör in till stationen i samband med grundläggning av nätstationen. Detta förfarande möjliggör återfyllning runt stationen och införing av kabel i stationen utan att påverka hållfastheten på stationens grundläggning. Vid denna lösning är förlängt avslut att föredra.

För mer information rörande nätstationer, se gällande KJ59 Nätstationer.

18.1.1 Återfyllning kring nätstation

Vid misstanke om förekommande tjälskjutning ska isolerskivor förläggas enligt typritning 1 och 2.

Vid återfyllning runt kablar ska kringfyllning närmast kablarna motsvara kringfyllning för schakt i övrigt. Restfyllning får användas endast som stöd till bärlagervall runt stationen. Marköverbyggnad runt stationen anpassas för att vara dränerande material som är växthämmande.

Tillfälliga tillfartsvägar avlägsnas och massor som inte används transporteras bort. Området kring stationen planeras med lutning så att avrinning kan ske från stationen.

18.1.2 Tätning av kabelintag

Kabelintagen ska vara täta så att markfukt, avdunstning och växtlighet hindras att tränga in i stationen.

18.1.3 Jordning

Jordelektrod och jordledare dimensioneras efter beräknade felströmmar, dock minst 25 mm² Cu. Se vidare beskrivningar i K25 Jordningskonstruktioner.

18.1.4 Typritning

Nedanstående skisser visar exempel som behöver beaktas.

Grundläggning, typritning 1

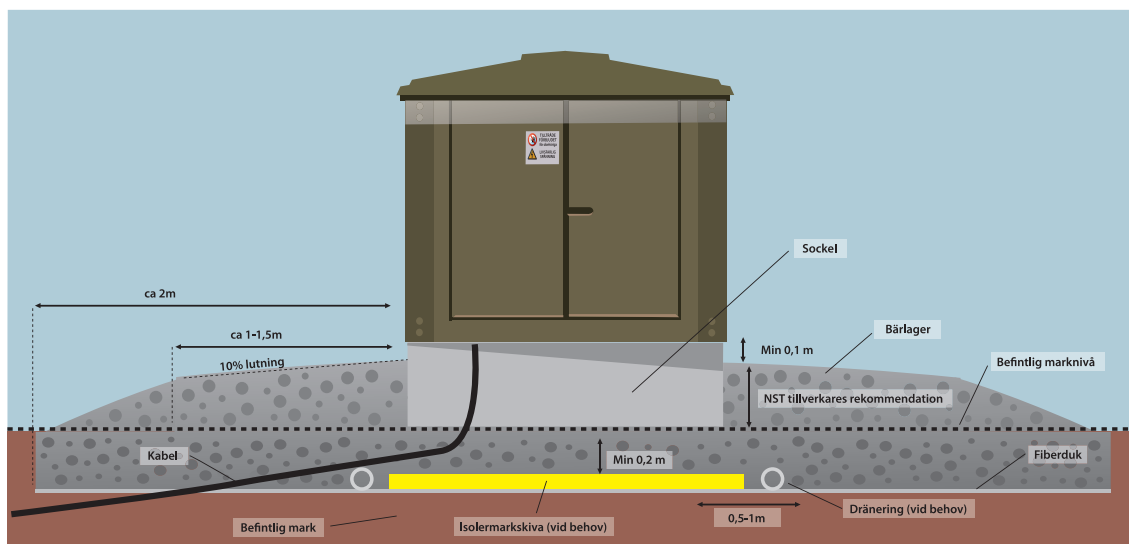


Bild 46. Typritning 1, principskiss för grundläggning av nätstation vid placering över marknivå (terräng utanför tätorter).

Grundläggning, typritning 2

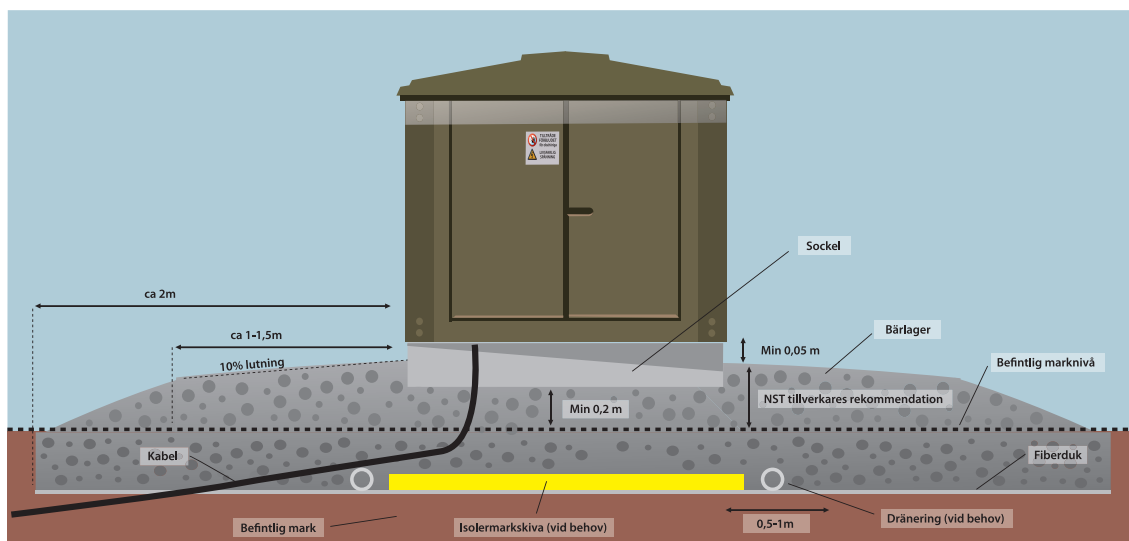


Bild 47. Typritning 2, principskiss för grundläggning av nätstation med betongplatta, vid placering över marknivå (terräng utanför tätorter).

Grundläggning, typritning 3

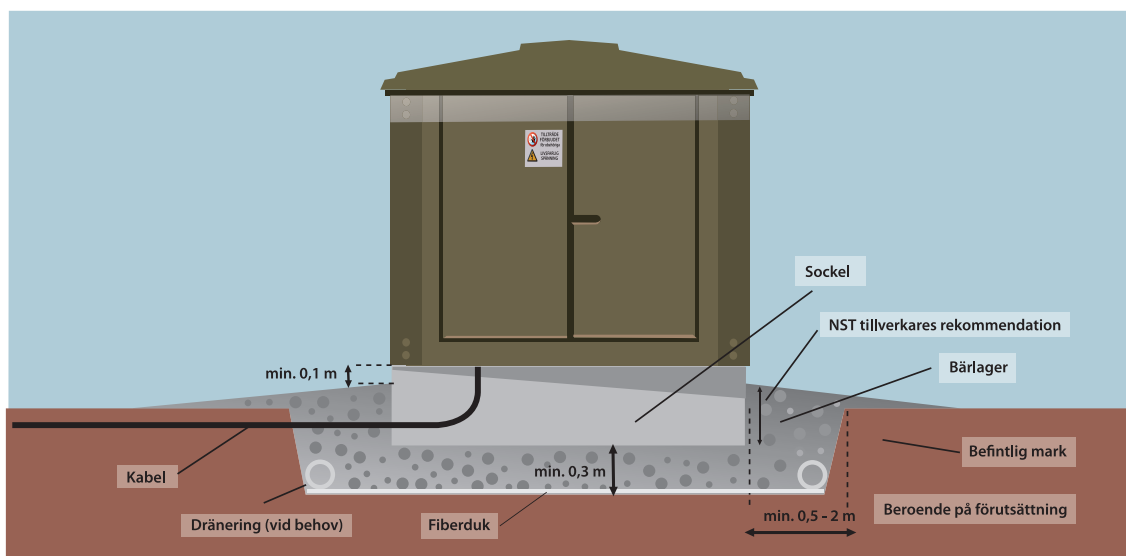


Bild 48. Typritning 3, principskiss för grundläggning av nätstation i marknivå, (inom tätort där marken är dränerad).

18.2 Kabelskåp

Kabelskåp ska placeras så att avrinning av vatten sker från skåpet, för att minska risken för markfukt inne i skåpet. För grundläggning gäller tillverkarens anvisningar i första hand. Det är viktigt att grundläggningen är anpassad till markförhållanden och skåpets konstruktion.

För grundläggning för kabelskåp ska konstruktion enligt nedan eftersträvas.

Det är viktigt att beakta:

- Beakta att skåp i möjligaste mån placeras så att vattentillrinning till skåp undviks. Skåp ska inte placeras i gropar eller svackor.
- Vid befördad kondensbildning i samband med temperatursvängningar och från markfukt, ska skåp vara så konstruerat att ventilation och skydd från markfukt undanröjer fuktproblem i skåpet.
- Skåp placeras så att risk för påkörning och snöupplag minimeras. Detta för att minimera väghållarens påverkan.
- Kabelskåp ska inte placeras inom tomtmark.
- Avstånd till tomtgräns ska vara minst 0,1 m.

- Vid placering av skåp intill mur eller fasad ska samråd med fastighetsägaren genomföras. Ett avstånd på 0,05 m eftersträvas, för att förhindra att brännbart skräp samlas bakom skåpet.
- Skåp placeras i liv med belysningsfundament längs väg.

För att minska risken för kondens vid markmontage ska fundamentet fyllas med sand eller lättklinker (lättklinker fylls i ett lager på 0,2 m i skåpet upp till marknivå).

Restfyllning ska bestå av dränerande material.

Mer information om kabelskåp finns redovisade i KJ31 Kabelskåp.

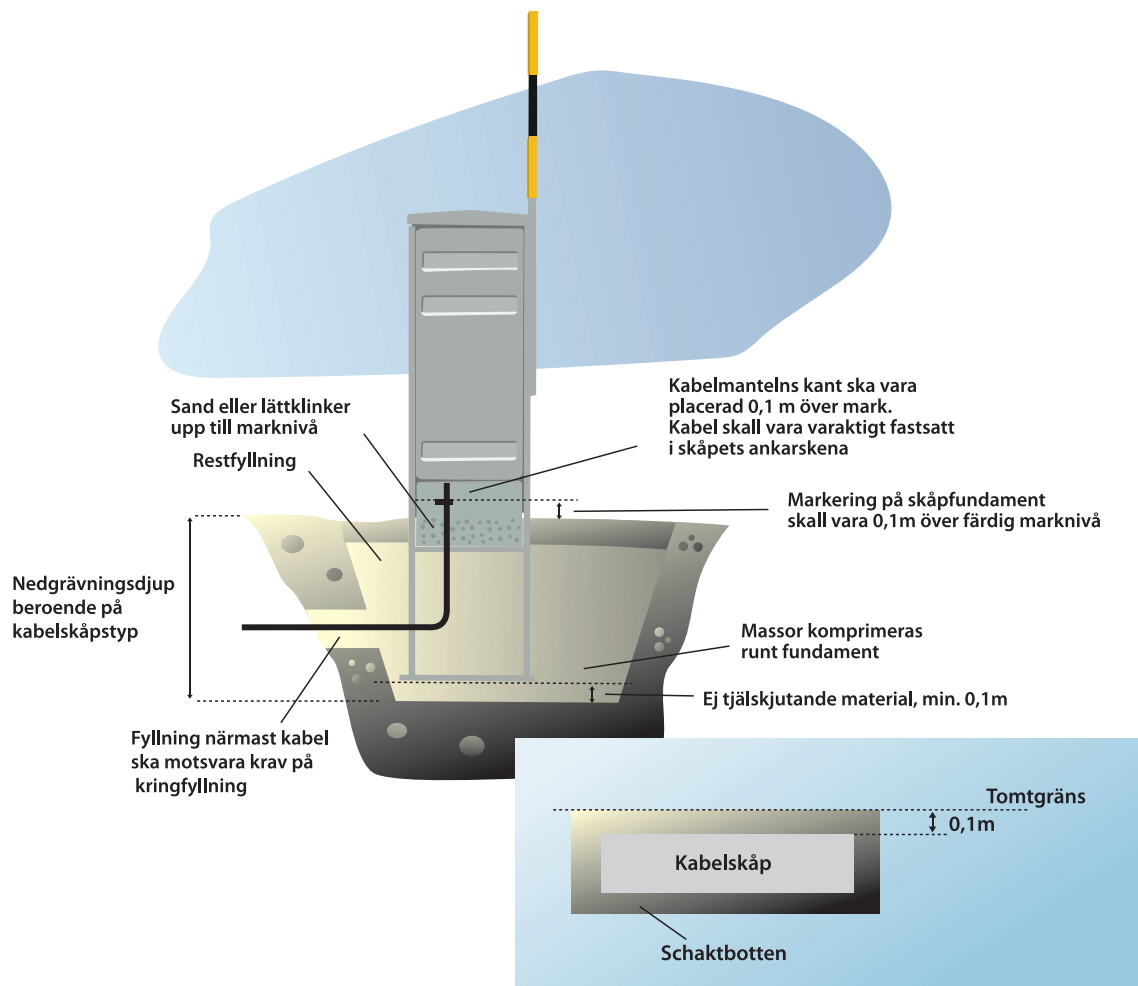


Bild 49. Grundläggning kabelskåp.

18.3 Kopplingsbrunn för fiber i förhållande till el

Kopplingsbrunn för optofiber ska placeras så att inte åtkomst till elkablar eller kabelskåp försvåras.

19. Kontroll och märkning i samband med förläggning

19.1 Kontroll före förläggning

Innan förläggning av kabel rekommenderar EBR att ett antal kontroller görs för att säkerställa kvaliteten och förutsättningar för förläggning.

Följande kontrolleras:

- Att den kabel som levereras stämmer mot beredningshandlingarna.
- Synliga skador. Det kan vara leveransskador men även sabotage.
- Att kabeltrummorna är hela så att kabeln inte skadas vid utdragning. Det kan finnas träbitar och spikar som sticker ut från trumman.
- Vid plöjning ska plogen kontrolleras så att den inte skadar kabeln vid plöjmomentet. Det kan finnas stenar som sitter fast i läggarröret, eller skadade plåtar i plogen.
- Att kabelsträckning är utförd enligt beredningshandling.

Alla kablar som kapas, och inte ska skarvas eller anslutas direkt, ska ändtätas.

19.2 Kontroller efter förläggning

Efter förläggning ska det kontrolleras att kabeln inte skadats vid förläggningen och att kabelskärmen är intakt. Exempel på kontroller är mantelprovning, isolationskontroll, Pd-mätning, Td-mätning, VLF, skärmkontroll, med mera. Se U 303C Idrifttagningskontroll.

19.2.1 Mantelprovning

Efter förläggning av mellanspänningskabel rekommenderas en kontroll av att kabelmanteln inte har blivit skadad. Detta kan göras med mantelprovning som också rekommenderas i svensk och internationell standard. Mantelprovning är ett bra sätt att kontrollera att kabelmanteln inte är skadad efter förläggningsarbetet.

Nedan anges lämpliga provspänningar och acceptabla läckströmmar för olika mantelmaterial. En åldrad mantel kan ge upp till 1 000 gånger högre läckström än en ny, beroende på förläggningsbetingelserna, utan att det är fel.

Kabel som är förlagd i rör/slang måste ha en mantel med ledande yttre skikt för att det ska gå att mantelprova kabeln. Med ett högspänningsaggregat läggs en likspänning över kabelns mantel, mellan skärm och jord. Läckströmmen mäts och omräknas till ett värde per kilometer kabel. För PVC-mantel är rekommenderad provspänning 2 kV och

för PE-mantel 5 kV. Genom att jämföra med förväntad läckström för aktuell mantelisolering kan man avgöra om manteln är hel eller inte. Om mätningen visar på mantelfel går man vidare med mantelprovare för att lokalisera felet.

När mantelmätning indikerar att det är fel på kabelmanteln, med ett värde nära godkänt värde, kan det vara svårt att lokalisera felstället. Vid dessa tillfällen ska lämplig åtgärd bedömas utifrån relevansen för vilken anläggning eller kund som kabeln matar. Med detta avses att bedöma om konsekvensen av en leveransstörning är av mindre art. Det kan då vara lämpligt att återkomma senare och göra ny mätning. Med "senare" menas ett antal månader, då massor runt kabeln har blivit genomfuktade och mer komprimerade och därmed kan föra jordströmmen på ett bättre sätt. Mätvärden under 1 mA¹⁾ på nya kablar bör enligt EBR, av den anledningen, och efter ovanstående bedömning, anses vara en godkänd kabelanläggning.

Anledningen till detta förfarande är att det vid mätvärden inom detta låga intervall (10 µA till 1 mA i SELC-dokumentet), kan mätvärdet bero på ett antal felkällor, som inte är mantelskador, exempelvis:

- Fuktiga slackar
- Fuktiga mätsladdar
- Smuts på avslut
- Fuktig väderlek
- Fukt i skarv
- Krypströmmar i skarvar

Erfarenhetsmässigt kan fortsatta mätningar och försök till lokaliserade mantelskador inom denna intervall, innebära stora kostnader utan att någon mantelskada kan konstateras.

Nedan redovisas tabell från Selcables rekommendationer för mantelprovning av kabel (1–36 kV) med plastmantel efter förläggning. Tabellen är kompletterad med EBR:s rekommendation.

¹⁾avsteg från Selcables rekommendation SELC-11:005 och Elforsk rapport 97:26. (Se tabell nedan.)

Tabell 11. Läckströmsvärden från Selcable vid mantelmätning. SELC-11:005. (Selcable är en branschförening för svenska kabeltillverkare.)

Mantel-material	Prov-spänning (kV, DC)	Nyförlagd kabel		Max. läckström, återkommande revisions-mätningar	EBR max. rek. läckström utan anm.** (ny kabel)
		Rek. max. läckström utan anm.	Max. läckström med anm.		
PE	5	10 μ A/km	1 mA/km	1 mA/km	1 mA/km
PVC	2	0,5 mA/km	10 mA/km	50 mA/km	10 mA/km
HFFR*	2	2 mA/km	50 mA/km	500 mA/km	50 mA/km

* Halogenfritt flamskyddat material.

** EBR rekommenderar ett högre toleransvärde för mantelmätning än Selcables rekommendation. Värdet bygger på branschens samlade erfarenhet.

Protokoll för mantelprovning: Varje kabelsträcka som mantelprovats ska dokumenteras. Se bilaga 5.

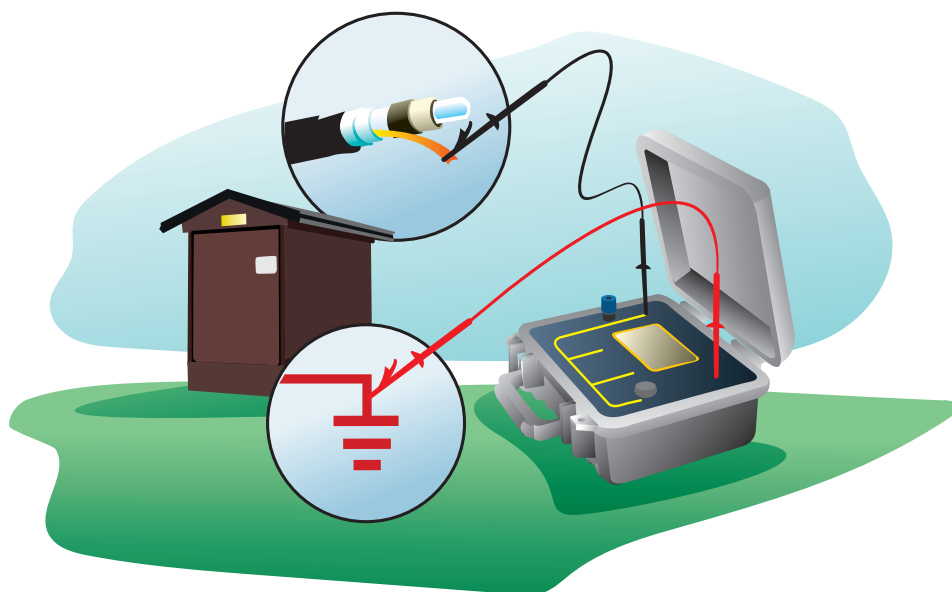


Bild 50. Mantelmätning hsp-kabel.

Lågspänningskabel

Isolationstest mot jord (mantel+ledarisationstest) av lågspänningskabel.

Vid mätning skalas kabelns båda ändar upp.

- För 3-ledarkabel sker mätningen mellan skärm och jord.
- För 4-ledarkabel sker mätningen mellan kabelns alla ledare och jord (exempelvis längsgående jordledare, PE-skena på kabelskåp, eller tillfälligt jordspett).

Det är viktigt att ledare och skärm, eller ledare i den kabelände där mätningen inte utförs, inte har kontakt med jordpotential eller är anslutna till skenor under mätningen. Vid mätning på 4-ledarkabel kan man koppla ihop ledarna och mäta alla ledare samtidigt (faser och PEN-ledare). Mätningen fungerar på sträckor upp till 1 000 m och utförs lämpligen med en 1 kV isolationsprovare.

Om mätningen indikerar mantelfel går man vidare med mantelprovare för att lokalisera felet.

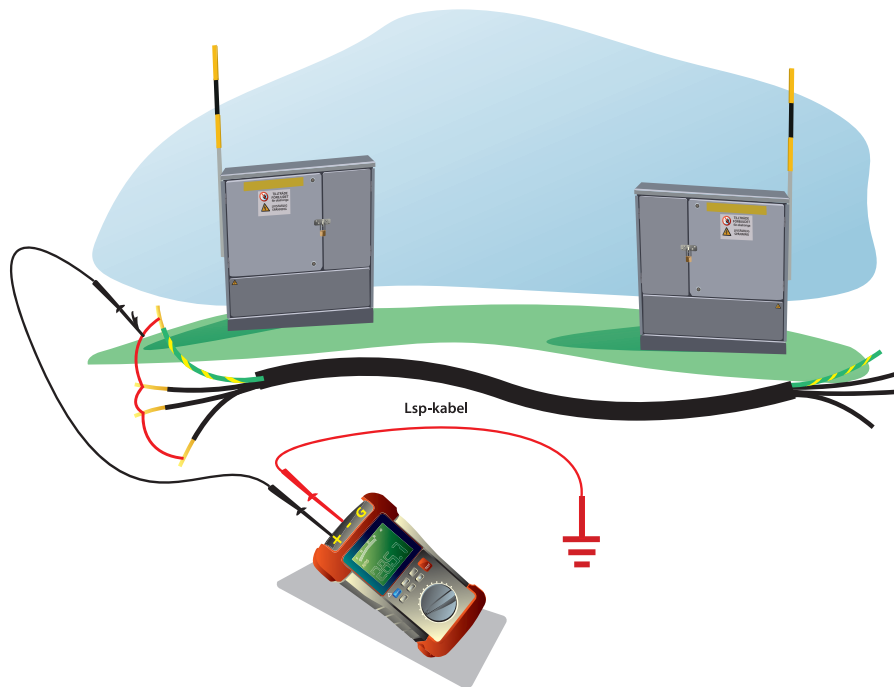


Bild 51. Isolationstest mot jordpotential för lsp-kabel.

19.2.2 Kontroll av skärmförbindning av kabel över 1 kV.

Kontroll av kablarnas skärmförbindningar ska utföras före spänningssättning av kabeln. Utförs enligt EBR U 303H.

19.2.3 Drifftagningsprov av kabel

Över 1 kV

Drifftagningsprovet av nyförlagd kabel syftar i första hand till att kontrollera eventuella skador vid transport och förläggning, samt eventuellt felaktiga montagearbeten vid skarvning och anslutning. Före spänningssättning av kabeln ska respektive ledare isolationsprovas.

Se IN 059 Test och tillståndskontroll av kabelanläggningar, 12–24 kV.

Kontroll före idrifttagning ska göras före inkoppling av anläggningsdelar och kablar. Mer om lämpliga kontrollpunkter redovisas i EBR U 303C Idrifftagningskontroll som stöds av kontrollpunkterna i SS-EN 61936-1.

Under 1 kV

Före idrifttagning ska kontroll enligt Elsäkerhetsverkets direktiv för egenkontrollprogram genomföras. Detta innebär bland annat kontinuitetskontroll av PEN-ledare och isolationsmätning mellan faser och PEN-ledaren.

Kontroll före idrifttagning ska göras före inkoppling av anläggningsdelar och kablar. Mer om lämpliga kontrollpunkter redovisas i EBR U303C som stöds av kontrollpunkterna i SS-EN 436 40 00.

Serviskabel 5-ledarsystem.

För att kontrollera att kabeln är intakt efter förläggning ska, innan inkoppling av ett 5-ledarsystem, ett kontinuitetsprov av PE-ledare samt isolationsmätning mellan PE- och N-ledare utföras. Servisledningen ska vara spänningslös och PE-ledaren oansluten. Isolationsresistansen ska hålla minst samma värde som mellan fas- och N-ledare. Mätning sker i mätarskåp.

Kontroll före idrifttagning ska göras före inkoppling av anläggningsdelar och kablar. Mer om lämpliga kontrollpunkter redovisas i EBR U 303C Idrifftagningskontroll som stöds av kontrollpunkterna i SS-EN 436 40 00.

19.3 Märkning av kabel efter förläggning

EBR rekommenderar att anslutningspunkterna märks med uppgift om var andra änden på kabeln är ansluten samt fasmärkning. Annan kompletterande märkning med kabelarea och säkringsstorlek är bra men inte tvingande. Det är viktigt att kablarna lätt ska kunna identifieras för kontroll, provning, reparation eller ändring av anläggningen. Märkningen ska vara väderbeständig.

För mer information, se gällande publikation K35 Märkning av anläggningsdelar.

20. Skarvar och Avslut

För att accepteras av EBR ska ingående delar i skarv, avgrening och avslutning uppfylla gällande standard samt föreliggande krav på konstruktion och funktionsprov. Tillverkaren ska genom dokumentation visa att materielen uppfyller provningskraven enligt gällande standard. Det är viktigt att de ingående delarna i skarv/avslut och kabel passar med varandra avseende diametrar och krympförmåga så att tillräckligt kontakttryck uppnås för att förhindra vatteninträngning.

Vid kabelkonstruktioner med yttre ledande skikt ska detta avlägsnas innan skarv/avslut utförs. Hur mycket som ska avlägsnas är fabrikatsberoende och framgår av montageinstruktionen.

Vid utförande av skarvning och avslut där det finns risk för att arbetet kan orsaka brand ska regelverk för heta arbeten eller motsvarande tillämpas.

20.1 Krav på materiel och ingående delar

Skarvar och kabelavslut är viktiga och centrala delar i kabelanläggningen, och förväntas ha lång livslängd. Det är därför viktigt att helheten i anläggningsdelen, från förpackning och instruktioner till kompetenskrav på utföraren, når hela vägen i kedjan.

20.1.1 Förpackning

Förpackningsmaterial ska minimeras och vara återvinningsbart.

20.1.2 Märkning av förpackning

Förpackning ska vara märkt på svenska med tillverkarens/leverantörens namn och typbeteckning (spänningsområde, ledarantal, areaområde vid press- respektive skruv-skarvhylsor), E-nummer, materielsatsnummer (detta återfinns i EBR-publikationen K 9.3 Kompletterande materielsatser) samt eventuell varningstext.

Om temperatur för hanterbarhet är begränsad, ska högsta/lägsta temperatur anges.

Lagringskrav ska anges om begränsningar finns i materielsatsens lagringstid/temperatur.

20.1.3 Märkning av detaljer

För att undvika förväxlingsrisk ska materielsatsernas ingående detaljer vara märkta med beteckningar överensstämmande med hänvisningar i monteringsanvisningen, eller på annat sätt vara lätt identifierbara.

20.1.4 Monteringsanvisning

Förpackningen ska innehålla tydlig monteringsanvisning på svenska, som i texter och bilder tydligt anger måttangivelser och monteringsföljd. Behov av särskilda verktyg ska anges. EBR rekommenderar att monteringsanvisningen endast beskriver den aktuella skarvtypen.

20.1.5 Materialval

Material får inte ogynnsamt påverka eller påverkas av material ingående i kabeln som de är avsedda att komma i kontakt med. Tillverkare ska rekommendera lämpliga rengöringsmedel.

Materiel ska även vara beständigt mot den yttre miljö de kommer att utsättas för under drift, exempelvis UV-strålning, ozon, i marken normalt förekommande ämnen och så vidare. Material får inte ogynnsamt påverka den yttre miljö som de kommer i kontakt med. Det ska i största möjliga utsträckning vara återvinningsbart.

Material ingående i satserna ska under drift kunna fungera vid en omgivningstemperatur mellan $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ och $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ utan onormal åldring eller annan ogynnsam påverkan.

20.1.6 Hälsorisker

Montering ska kunna ske utan hälsorisk. Tillverkaren ska kunna visa miljö- och hälsodeklaration på att ingen arbetshygienisk fara föreligger vid användandet av materielen enligt monteringsanvisning. Samtliga metoder ska uppfylla gällande gränsvärden enligt AFS.

20.1.7 Kompetens

Person som utför skarvning och avslut ska vara utbildad på respektive fabrikat. Kompetensen ska kunna styrkas med intyg och upprätthållas via regelbunden repetition.

Montören ska ha kännedom om olika kablers uppbyggnad och funktion samt praktisk erfarenhet av hur olika kablar ska prepareras för att skarvar och avslutningar ska uppnå fullgod funktion.

20.2 Skarvar

En kabelskarv ska elektriskt och mekaniskt vara likvärdig med kabeln för att kabelsystemet ska vara driftsäkert.

Skarvar finns i olika utförande enligt nedan:

- Varmkrymp
- Kallkrymp
- Tejplindad

För klenare areor, 1 kV, finns även gelskarv.

Vid montage av skarv som är konstruerad som en värmekrympskarv är det viktigt att alla delar i skarven värms ordentligt (utan att brännas) för att åstadkomma rätt krymptryck för krymprören. Det är viktigt att inte glömma att värma jämnt även på undersidan av skarven.

Efter att skarven svalnat ska den inte böjas för eventuell justering, innan ordentlig uppvärmning av skarven gjorts.

20.2.1 Totaltätä skarvar

För skarvar som ska användas vid skarv av totaltät kabel krävs att skarven klarar samma tätningsgrad som kabeln för övrigt. Skarven ska även utformas så att mantelprovning går att utföra. Observera att totaltätä skarvar endast är provade till ett vattendjup av 1 m. Kontakta tillverkaren för att rådgöra om åtgärder vid "djup" skarvning.

20.2.2 Övergångsskarv

Med övergångsskarv avses en skarv mellan en plastkabel och en blymantlad papperskabel.

20.2.3 Skarvstorlekar

Vid skarvning ska större areasteg än två steg undvikas. Det är viktigt att följa tillverkarens specifikation för de areor och diametrar som skarven avser. Detta för att krympslangar eller förformade rör ska sluta tätt och uppnå rätt tryck runt ledaren eller manteln. Det ska klart framgå av förpackningen vilken eller vilka areor skarven omfattar.

20.2.4 Skarvhylsor

Tillverkare av kabelskarvar ska tillsammans med tillverkare av skruvskarvhylsor gemensamt ta fram materiel, prova och kunna uppvisa godkänt resultat samt anpassa monteringsanvisningarna till skarvar med press- alternativt skruvskarvhylsor.

Vid användning av skruvskarvhylsor ska dessa ingå i en funktionssats där de ingående komponenterna har samprovats och godkänts.

Skarvhylsor vid Cu-Al (koppar-aluminium) samt skarv mellan plast och papper ska ha skiljevägg. För att motverka vattentransport i kablarna rekommenderar EBR att skarvhylsor med mellanvägg används.

Anmärkning: Gäller inte för Cu/Cu med solid ledare för lågspänningskabel.

Vid pressning ska skarvhylsa och pressverktyg vara samprovade.

20.2.5 Skötsel av pressverktyg

För att säkerställa funktionen ska pressverktyg genomgå periodiska kontroller enligt tillverkarens anvisning.

20.2.6 Exempelsamling skarvning, anslutning, märkning av olika typer av lågspänningskablar

Då kabelsystem av olika karaktär och tillverkningsår möter varandra och ansluts, kan de skarvas ihop och märkas enligt bilaga 2.

20.3 Kabelavslut

Kabelavslut för högspänningskablar har till uppgift att ge en fältfördelning i kabelns ändpunkter så att det inte uppstår glimning med efterföljande genomslag. Avslut som ska placeras utomhus måste dessutom tåla nedsmutsning, fukt, temperatur och UV-ljus utan att ytskiktet påverkas av krypströmmar.

Vid val av avslut är det viktigt att veta i vilket utrymme avslutet ska användas. Med "Inomhus torr miljö" avses uppvärmda utrymmen inomhus. En utomhusbetjänad nätstation med låg last, där transformatorn inte genererar någon nämnvärd värme som torkar upp stationen, är att betrakta som utomhusmiljö oavsett om nätstationen är utrustad med täta kabelintag eller inte.

EBR rekommenderar att man i utomhusbetjänade nätstationer använder inomhusavslut i förstärkt utförande.

Vid partskärmade avslut kan grenbyxan vid vissa tillfällen förläggas i mark eller under installationsgolv. Tillverkaren av partskärmingssats ska ange om avslut får förläggas i mark eller inte. Vid montage av avslut är det viktigt att eftersträva så stora och mjuka böjar som möjligt på slackarna, för att undvika framtida problem med glimningar.

20.3.1 Tejplindade avslut

Tejplindade avslut är uppbyggda av ett resistivt skikt med högt dielektricitetstal som har till uppgift att utjämna det elektriska fältet över ytan samt en självvulkande tejp för att ge aktivt tryck.

20.3.2 Varmkrympavslut

I ett varmkrympavslut finns en fältstyrande massa som utjämnar det elektriska fältet.

Ett krympavslut ska hanteras och böjas enligt tillverkarens anvisning. Vid montage av ett kabelavslut som är konstruerat som ett varmkrympavslut är det viktigt att alla delar i avslutet värms ordentligt (utan att brännas) för att åstadkomma rätt krymptryck för krympröret.

Efter att avslutet svalnat ska avslutet inte böjas för montage, utan att en ordentlig återuppvärmning av avslutet gjorts. Uppvärmningen ska ske med gasol eller värmepistol så att hela avslutet blir uppvärmt hela vägen in i avslutet.

20.3.3 Kallkrympavslut

I ett kallkrympavslut är krymphylsorna förformade med fältstyrande egenskaper. En spiral håller krymphylsan utspänd och när spiralen dras ur återgår hylsan till rätt form och storlek. Ett kallkrympavslut ska hanteras och böjas enligt tillverkarens anvisning.

20.3.4 Anslutning av avslut

Vid anslutning av avslut till apparater, skensystem, med mera, är det viktigt att se till att ledarna är skilda åt ända från uppskalningen så att korrekt luftavstånd bibehålles.

EBR rekommenderar minsta avstånd enligt nedan:

Minsta avstånd (C) mellan fasledare är vid:

- 12 kV, 10 mm
- 24 kV, 30 mm
- 36 kV, 50 mm

Minsta luftavstånd mellan anslutningar (B) är vid:

- 12 kV, 120 mm
- 24 kV, 250 mm
- 36 kV, 370 mm

Minsta luftavstånd mellan fas och jord (A) är vid:

- 12 kV, 120 mm
- 24 kV, 220 mm
- 36 kV, 320 mm

Måtten avser montage i nätstation.

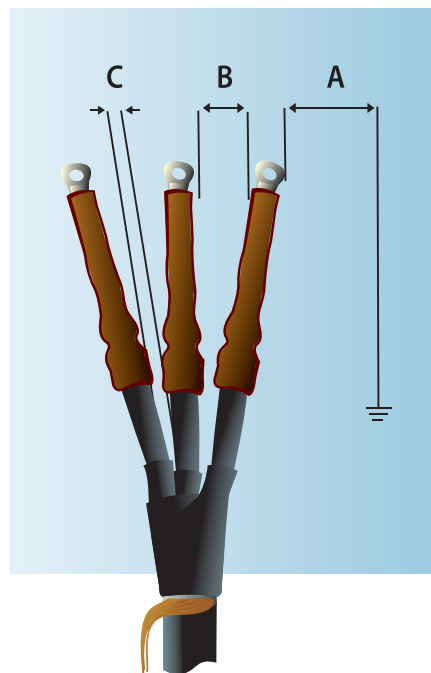


Bild 52. Luftavstånd för kabelavslut.



Beakta att tillverkarens anvisningar kan avvika mot ovanstående mått.

20.3.5 Partskärmning i avslut

För att förebygga kortslutning i avslutningen ska 3-ledarkabel med extruderad isolering från grenen till fältstyrningen kompletteras med skärmstrumpa. Skärmstrumpan ska anpassas till kabelarean och ska uppfylla kravet på kortslutningshållfasthet.

Leverantör av partskärmningssats ska ange om avslut får förläggas i mark eller inte. Genom användning av partskärmningssats kommer personsäkerheten att öka, och skadeverkningarna på ställverksfacket att minska, genom att eventuella fel utvecklas till jordfel.

20.3.6 Anslutningsdon

Anslutningar finns i två olika utföranden; isolerade icke beröringsgodkända och isolerade beröringsgodkända (skärmade avslut). Beröringssäkra anslutningar används främst vid anslutning till kompaktställverk och till transformatorer. EBR rekommenderar att inte blanda de olika typerna i nätet. Företagen bör besluta vilken typ som ska användas. Anslutningar ska kunna spänningsprovas utan att kabeln behöver demonteras. Provningsskruvar ska finnas för att kabeln ska kunna provas. Eftersom skärmade avslut är svåra att åtskilja, om de är beröringssäkra eller inte, rekommenderar EBR att alla skärmade avslut betraktas som icke beröringssäkra.

För hantering och koppling med skärmade avslut, se ESA-arbete.

20.3.7 Kabelskor

Tillverkare av kabelskor ska tillsammans med tillverkare av kabelavslut gemensamt ta fram materiel, prova och kunna uppvisa godkänt resultat samt anpassa monteringsanvisningarna till avslut med press- alternativt skruvkabelskor. Vid användning av skruvkabelskor ska dessa ingå i en funktionssats där de ingående komponenterna har samprovats och godkänts.

21. Konstruktioner

Förkortningar används för att kunna skapa ett enkelt beteckningssystem för de ingående konstruktionstyperna. Genom att använda dessa förkortningar underlättas bland annat beredningsarbetet.

21.1 Beteckningar för kabelförläggning

xxx-1	Normal mark
xxx-2	Svår mark
N	Normal förläggning
NS	Normal förläggning, samförläggning
NR	Normal förläggning, rör
NRS	Normal förläggning, rör, samförläggning
GR	Grund förläggning, rör
GRS	Grund förläggning, rör, samförläggning
KVR	Korsning vägbana, rör
KVRS	Korsning vägbana, rör, samförläggning
KFJ	Korsning fjärrvärme
KJR	Korsning järnväg
KSR	Korsning sjötrafik, rör
P	Plöjning
PR	Plöjning, rör/slang
PRS	Plöjning, rör/slang, samförläggning
PS	Plöjning, samförläggning
KG	Kedjegrävning
KGR	Kedjegrävning, rör/slang
KGRS	Kedjegrävning, rör/slang, samförläggning
F	Fräsning
FR	Fräsning, rör/slang
FRS	Fräsning, rör/slang, samförläggning
SRE-P/S	Öppen förläggning, rör av plast eller stål
T	Terrassförläggning

21.2 Kabelmarkering

MBN	Markering, band, normalt
MNN	Markering, nät, normalt
MBP	Markering, band, plöjning
MBS	Markering, band, samplöjning

21.3 Kabelskydd

SPN	Skydd, plant, normalt
SPP	Skydd, plant, plöjning
SPP-S	Skydd, plant, plöjning, samplöjning
SRN	Skydd, rör/slang, normalt
SRS	Skydd, rör/slang, svåra förhållanden
SRE	Skydd, rör/slang, extra svåra förhållanden (UV-skydd)
SRN-D	Skydd, rör/slang, normalt, delade
SRS-D	Skydd, rör/slang, svåra förhållanden, delade
SRE-D	Skydd, rör/slang, extra svåra förhållanden, delade
SRE-P	Skydd, rör/slang, extra svåra förhållanden, plast (öppen förläggning)
SRE-S	Skydd, rör/slang, extra svåra förhållanden, stål (öppen förläggning)

21.4 Exempel vid användning av beteckningssystemet vid olika förläggningsfall

N 055-1	(N) normal förläggning, (055) fyllningshöjd, (-1) normal mark.
NS 055-2	(N) normal förläggning, (S) samförläggning, (055) fyllningshöjd, (-2) svår mark.
NS 055-1	(N) normal förläggning, (S) samförläggning, (055) fyllningshöjd, (-1) normal mark.
KVRS 055-1	(K) korsning, (V) vägbana, (R) rör, (S) samförläggning, (055) fyllningshöjd, (-1) normal mark
PS 055-1	(P) plöjning, (S) samplöjning (055) fyllningshöjd. (-1) normal mark
PR-1/2	(P) plöjning, (R) rör/slang, (-1/2) normal eller svår mark

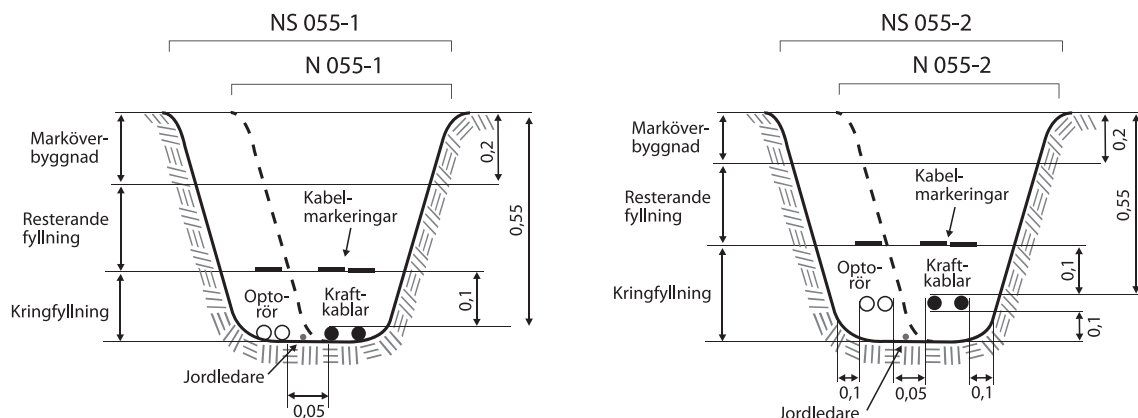
Kabelbeteckningar

- SS 424 17 01 (svenska systemet innan 1985)
- SS 424 17 02 Cenelec (harmoniserad Europastandard)

22. Typblad

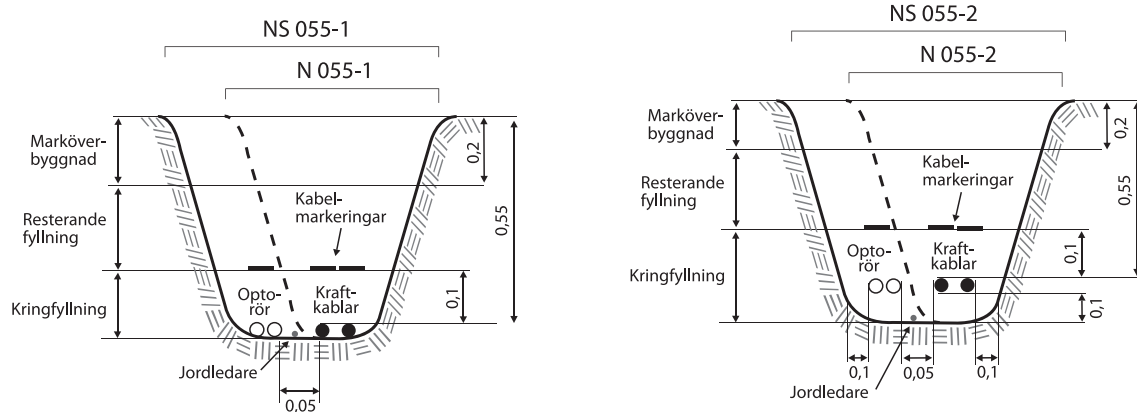
Typblad 1	I orörd mark
Typblad 2	I åkermark och ängsmark
Typblad 3	I befintlig bebyggelse, i vägområde utanför vägbana
Typblad 4	I mark där fullt förläggingsdjup inte kan erhållas
Typblad 5	Serviskabel på tomtmark 0,4 kV
Typblad 6	I gång eller cykelväg, 1 kV.
Typblad 7	I gång eller cykelväg, 1 kV, rör
Typblad 8	Kanalisation i flera lager
Typblad 9	Kabel i sprängt schakt/sprucket berg, icke bärande botten, kabeltråg respektive fiberduk
Typblad 10	Öppen förläggning kombinerad med uppleddning på stolpe/ byggnadskonstruktion
Typblad 11	Plöjnings- /kedjegrävningskonstruktioner, samförläggning
Typblad 12	Kabelslangplöjning, samförläggning
Typblad 13	Fräsning, svår eller tjälad mark
Typblad 14	Korsning med väg (Ej trafikverkswäg)
Typblad 15	Korsning elkabel och tele-/optokanalisation
Typblad 16	Korsning elkabel och tele-/optokanalisation vid kabelskåp
Typblad 17	Korsning mellan elkabel och gasledning
Typblad 18	Korsning mellan elkabel och fjärrvärmeledning
Typblad 19	Korsning mellan elkabel och järnväg
Typblad 20	Korsning elkabel och dike/vägdike
Typblad 21	Korsning mellan elkabel och område för sjötrafik, max. 145 kV
Typblad 22	Korsning mellan lokalnät och stamnätskablar
Typblad 23	Kabelförläggning över 24 kV, flera kablar i samma kabelgrav
Typblad 24	Terrassförläggning

Typblad 1 – I orörd mark



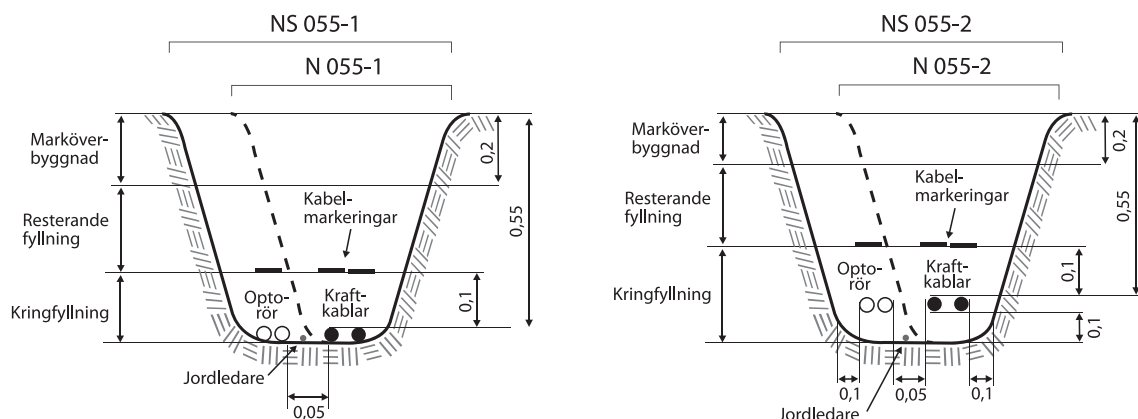
Förlägningsfall	I orörd mark.
NS 055-1 N 055-1	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar kravet på kringfyllning.
NS 055-2 N 055-2	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar inte kravet på kringfyllning.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från vassa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek. Där risk finns att kring-/resterande fyllning passerar schaktvägg/botten, tätas denna med exempelvis geotextil (fiberduk) av lägst klass 2 alternativt kabeltråg, se typblad 9.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla vassa stenar, för att undvika kabelskada orsakad av jordkomprimering, tjäl-lossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Fyllning i översta ytlagret i schakt (0,2 m) ska återfyllas med massor likvärdiga ytan i övrigt.
Kabelmarkering	Typ MBN/MNN. Vid stråk med flera kablar får kabelmarkering för kraftkablar läggas med största mellanrum av 0,15 m, alternativt kan nät användas.
Kabelskydd	Erfordras ej.
Markklass	Markklass normal och svår.

Typblad 2 – I åkermark och ängsmark



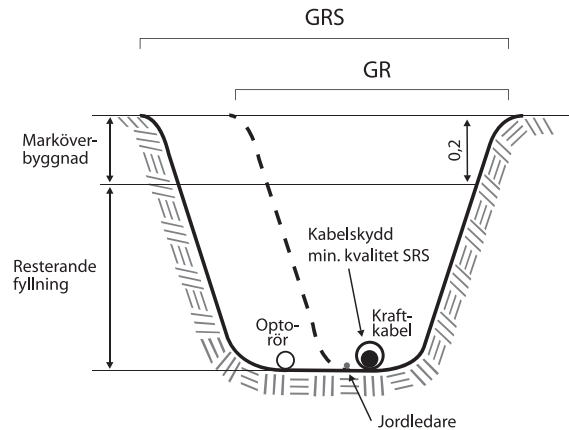
Förlägningsfall	I åkermark och ängsmark. Vid behov bör fyllningshöjd 0,75 m övervägas.
NS 055-1 N 055-1	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar kravet på kringfyllning.
NS 055-2 N 055-2	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar inte kravet på kringfyllning.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från vassa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek. Där risk finns att kring-/resterande fyllning passerar schaktvägg/botten, tätas denna med exempelvis geotextil (fiberduk) av lägst klass 2 alternativt kabeltråg, se typblad 9.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla skarpa stenar, för att undvika kabelskada orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Fyllning i översta ytlagret schakt för åkermark (0,2 m) ska återfyllas med massor som motsvarar den brukade jorden i övrigt.
Kabelmarkering	Typ MBN/MNN. Vid stråk med flera kablar får kabelmarkering för kraftkablar läggas med största mellanrum av 0,15 m. Alternativt kan nät användas.
Kabelskydd	Erfordras ej.
Markklass	Markklass normal och svår.

Typblad 3 – I befintlig bebyggelse, i vägområde utanför vägbana



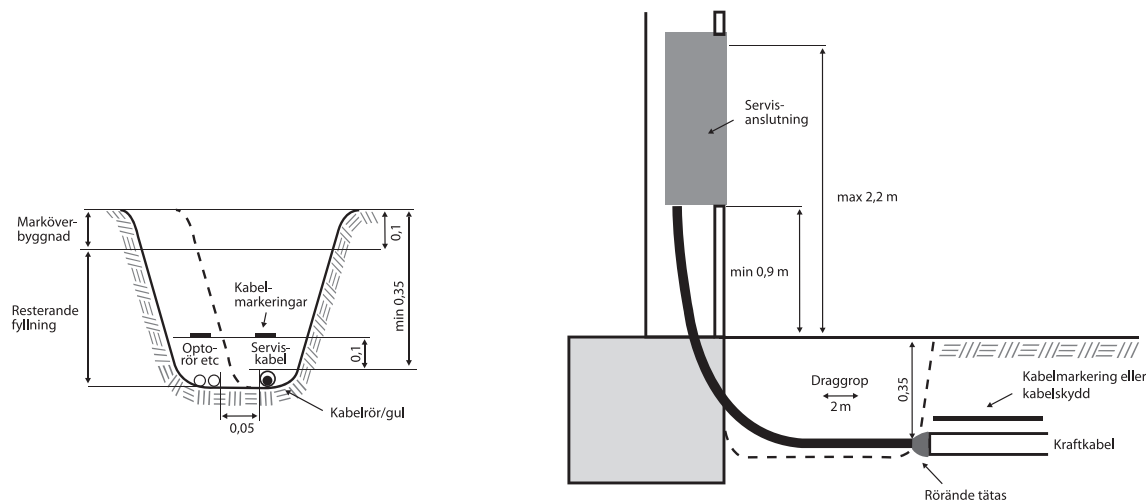
Förläggningsfall	I befintlig bebyggelse, i vägområde minst 2,5 m utanför vägkant.
NS 055-1 N 055-1	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar kravet på kringfyllning.
NS 055-2 N 055-2	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar inte kravet på kringfyllning.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från vassa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek. Där risk finns att kring-/resterande fyllning passerar schaktvägg/botten, tätas denna med exempelvis geotextil (fiberduk) av lägst klass 2 alternativt kabeltråg, se typblad 9.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla skarpa stenar, för att undvika kabelskada orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Fyllning i översta ytlagret schakt för åkermark (0,2 m) ska återfyllas med massor som motsvarar den brukade jorden i övrigt.
Kabelmarkering	Typ MBN/MNN. Vid stråk med flera kablar får kabelmarkering för kraftkablar läggas med största mellanrum av 0,15 m. Alternativt kan nät användas.
Kabelskydd	Erfordras ej.
Markklass	Markklass normal och svår.

Typblad 4 – I mark där fullt förläggningsdjup inte kan erhållas



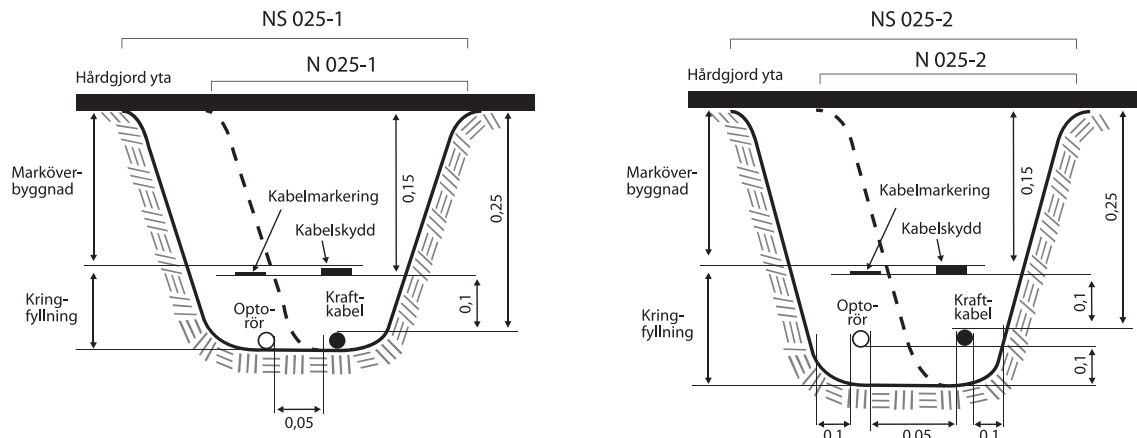
Förlägningsfall	I mark där fullt förläggningsdjup inte kan erhållas.
GR	
GRS	
Resterande fyllning	Fyllnadsmaterial närmast rör ska inte vara av den karaktär att den kan skada eller skapa deformation av röret. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Fyllning i översta ytlagret (cirka 0,2 m) i schakt ska återfyllas med massor likvärdiga som ytan i övrigt.
Kabelskydd	Typ, lägst klass SRS fyllningshöjd $\geq 0,25$ m Typ, lägst klass SRE fyllningshöjd $< 0,25$ m Om schaktbotten är mycket ojäm med vassa uppstickande stenar ska en högre klass på rörkvalitet väljas.
Kabelmarkering	Erfordras ej.
Markklass	Markklass normal och svår.
Anmärkning	Jordledare placeras utanför rör om så är möjligt.

Typblad 5 – Serviskabel på tomtmark 0,4 kV



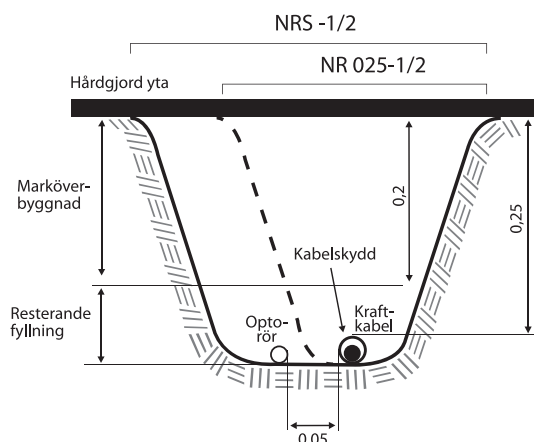
Förlägningsfall	I tomtmark, max 63A 0,4 kV servis.
NS 035-1/2 N 035-1/2	Serviskabel på tomtmark rekommenderas att rörförläggas. Befintliga massor i schaktens botten är mindre viktiga då kabel förläggs i rör.
Kringfyllning	Där kabel inte förläggs i rör ska kringfyllning enligt normal specifikation användas.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla vassa stenar, för att undvika kabelskada orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (0,1 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som ytan i övrigt.
Kabelmarkering	Typ MBN/MNN.
Kabelskydd	SRN min. 50 mm för villaservis, större vid behov. Om schaktbotten är mycket ojämn med vassa uppstickande stenar ska en högre klass på rörkvalitet väljas.
Markklass	Markklass 1 och 2.
Anmärkning	Rör avslutas vid tomtgräns och 2 m från husvägg. Draggrop ska finnas vid husvägg och med <20 m mellanrum. Fyllningshöjd min. 0,35 till max. 1 m. Rör ska tätas i ändar. Rör ska vara försett med dragtråd.

Typblad 6 – I gång eller cykelväg, 1 kV



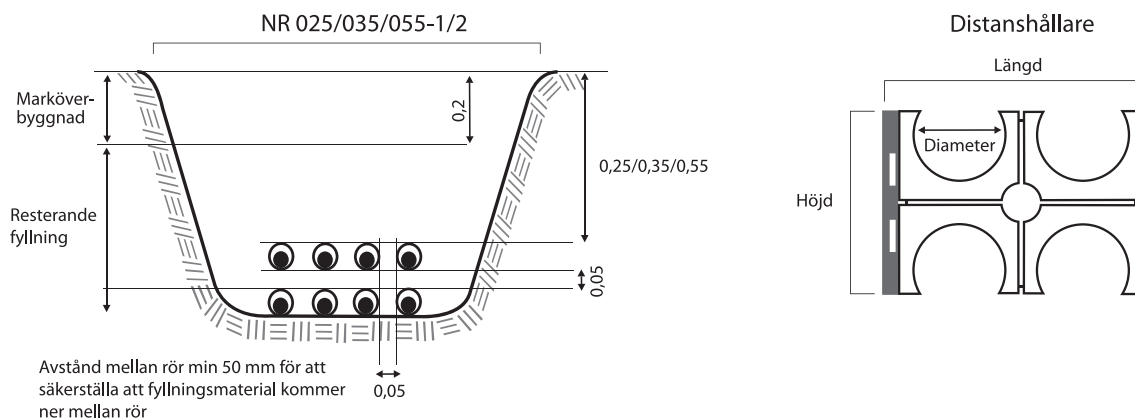
Förlägningsfall	I gång eller cykelväg under hårdgjord yta. Markklass 1 och 2. Gäller endast då kabel är skyddad med säkring med högst 63 A märkström eller motsvarande överströmsskydd och främst avsedd för matning av vägbelysning eller annan anordning för vägtrafiken.
NS 025-1 N 025-1	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar kravet på kringfyllning.
NS 025-2 N 025-2	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar inte kravet på kringfyllning.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från vassa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek. Där risk finns att kring-/resterande fyllning passerar schaktvägg/botten, tätas denna med exempelvis geotextil (fiberduk) av lägst klass 2 alternativt kabeltråg, se typblad 9.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (0,15 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som vägöverbyggnaden i övrigt.
Kabelskydd	Kabelskydd typ SPN ska täcka kablarna.
Kabelmarkering	Typ MBN/MNN. För opto- och svagströmskablar.

Typblad 7 – I gång- eller cykelväg, 1 kV, rör



Förlägningsfall	I gång eller cykelväg under hårdgjord yta. Markklass 1 och 2. Gäller endast då kabel är skyddad med säkring med högst 63 A märkström eller motsvarande överströmsskydd och främst avsedd för matning av vägbelysning eller annan anordning för vägtrafiken.
NRS 025-1/2 NR 025-1/2	Befintliga massor i schaktens är mindre viktiga då kabel förläggs i rör.
Resterande fyllning	Fyllnadsmaterial närmast rör ska inte vara av den karaktär att den kan skada eller skapa deformation av röret. (Rekommenderad maximal kornstorlek 20 mm.) Övrigt fyllnadsmaterial ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorleken 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (cirka 0,2 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som vägöverbyggnaden i övrigt.
Kabelskydd	Typ minst klass SRN. Om schaktbotten är mycket ojämn med vassa uppstickande stenar ska en högre klass på rörkvalitet väljas.

Typblad 8 – Kanalisation i flera lager



Förlägningsfall	Kanalisation i kombination med övriga konstruktioner.
NR 025/035/055-1/2	Befintliga massor i schaktens botten är mindre viktiga då kabel förläggs i rör.
Resterande fyllning	Fyllnadsmaterial närmast rör ska inte vara av den karaktär att den kan skada eller skapa deformation av röret. (Rekommenderad maximal kornstorlek 20 mm.) Övrigt fyllnadsmaterial ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorleken 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (för vägområde cirka 0,2 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som ytan i övrigt.
Kabelskydd	Typ SRN, SRS eller SRE beroende på fyllningshöjd och markförhållanden. Om schaktbotten är mycket ojämn med vassa uppstickande stenar ska en högre klass på rörkvalitet väljas.

Anmärkning

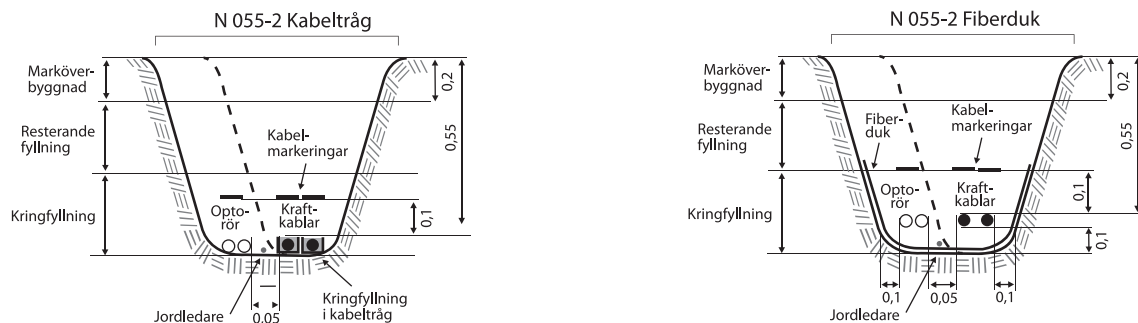
Jordledare placeras om möjligt utanför röret för bra kontakt mot jord.

För att underlätta förläggning av flera rör och för att försäkra rätt avstånd mellan rör rekommenderas användning av distanshållare.

Vid förläggning av rör i flera nivåer rekommenderas läggning och täckning av rören i skikt. För att få en bra förläggning av flera rör med hjälp av distanshållare kan man exempelvis tillämpa följande direktiv:

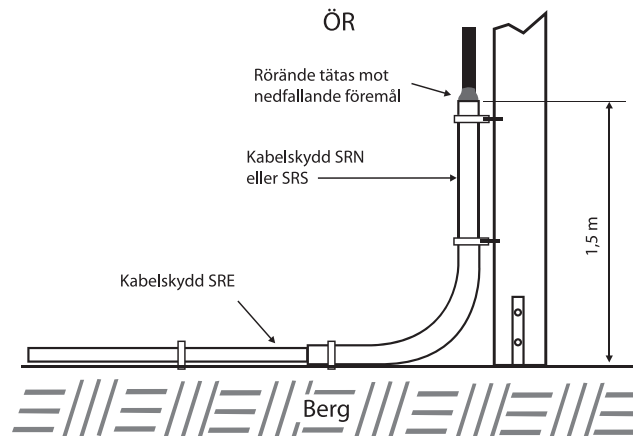
1. Första lagret av rör läggs på bädd.
2. Fäst distanshållare i de utlagda rören.
3. Fyll upp med fyllnadsmaterial över första lagret rör. Se till att god komprimering av fyllnadsmassor mellan rör erhålls.
4. Lägg nästa lager rör.
5. Beroende på antal rörlager upprepas ovanstående punkter.
6. Efter att man lagt sista lagret av rör fyller man upp med fyllnadsmaterial till 0,1 m över översta rörlagret. Komprimera noga och fyll upp med resterande fyllning.

Typblad 9 – Kabel i sprängt schakt, sprucket berg, inte bärande botten, kabeltråg respektive fiberduk



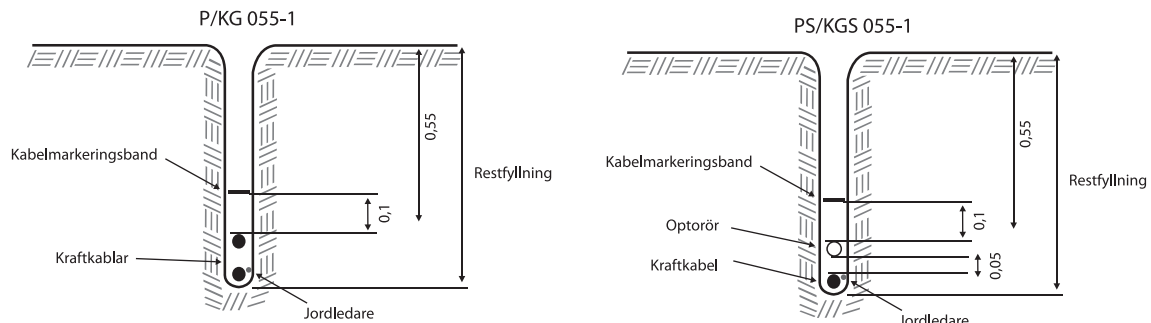
Förlägningsfall	I schakt som med sprucket berg, schakt med otät eller inte bärande botten.
NS 055-2 N 055-2	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar inte kravet på kringfyllning.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla vassa stenar, för att undvika kabelskada orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (0,2 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som ytan i övrigt.
Kabelskydd	Erfordras ej.
Markklass	Markklass 2.
Anmärkning	Fiberdukens bredd ska anpassas mot schaktens bredd. Fiberduken ska inte vikas över kringfyllningen.

Typblad 10 – Öppen förläggning kombinerad med uppleddning på stolpe/byggnadskonstruktion



Förläggningsfall	Öppen förläggning kombinerad med uppleddning på stolpe.
NS 055-2 N 055-2	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar inte kravet på kringfyllning.
Kabelskydd	På berg och i böj, typ SRE. På stolpe rekommenderas delbart rör eller U-profil av plast, typ SRN eller SRS. Kabelskydd ovan mark ska vara UV-beständigt.
Fastsättning mot underlag	På berg: Korrosionsbeständiga klammer av överfallstyp alternativt fastsättning mot berg med expanderbult genom hål i rören. Avstånd mellan klamrar max. 2 m. På stolpe: Avståndsbult med klammer. På byggnadskonstruktion: Överfallsklammer.
Märkning	Kabelskyddet ska vara märkt på sedvanligt sätt. Vid förläggning av jordledare i öppen förläggning rekommenderas att jordledare om möjligt förläggs i eget rör.
Anmärkning	Övre ände på stolprör tätas mot nedfallande föremål.

Typblad 11 – Plöjnings-/kedjegrävningskonstruktioner, samförläggning



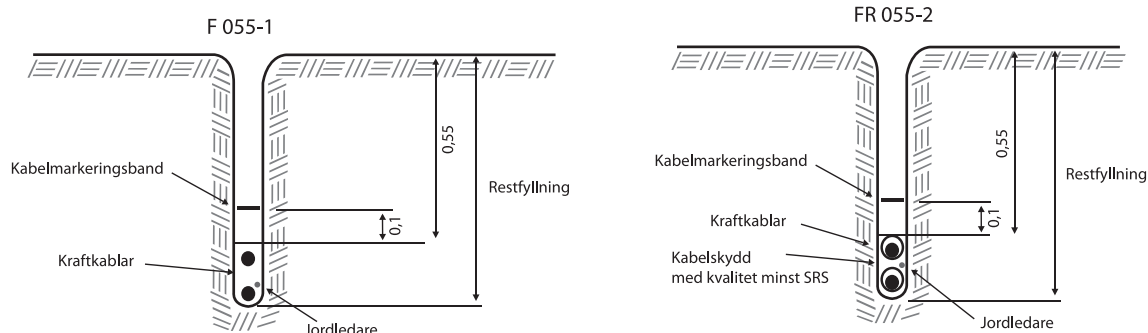
Förläggningsfall	En eller flera kraftkablar i befintlig bebyggelse och åkermark. Vid behov kan fyllningshöjd 0,75 m övervägas i åkermark.
P/KG 055-1	Befintliga massor går tillbaka som fyllning.
PS/KGS 055-1	Då kedjegrävning genomförs kan man få indikation på vilka massor som går ner mot kabel.
	Vid plöjning rekommenderas förplöjning för att få en uppfattning om markens beskaffenhet.
Restfyllning	Befintliga massor används som restfyllning. Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla vassa stenar, för undvikande av kabelskada orsakad av jord-komprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Kabelmarkering	Typ MBP.
Kabelskydd	–

Typblad 12 – Kabelslangplöjning, samförläggning



Förläggningsfall	En eller flera slangar för kanalisation plöjs ner i svår och mycket svår mark.
PR/KGR 055-1/2	Plöjning av rör/slang för kraftkabel i svår och extra svår mark.
PRS/KGRS 055-1/2	Plöjning av rör/slang för kraftkabel och optokanalisation i svår och extra svår mark.
Restfyllning	Befintliga massor används som restfyllning.
Kabelmarkering	Typ MBP (inte tvingande).
Kabelskydd	Typ SRS eller om fyllningshöjden <0,25 m, SRE.

Typblad 13 – Fräsning, svår eller tjälad mark



Förlägningsfall I asfalterad mark eller tjälad mark.

F 055-1
FR 055-2

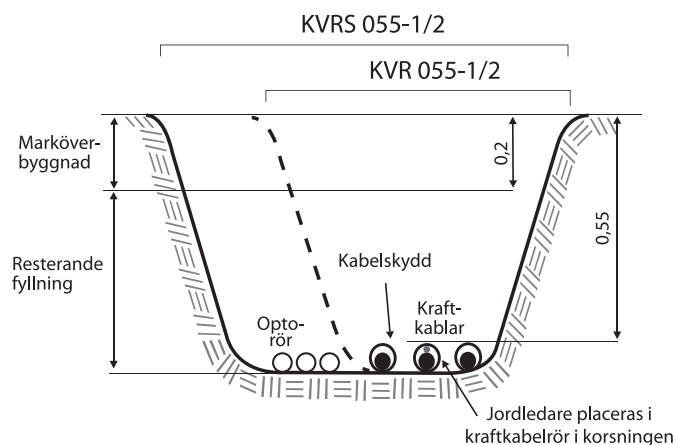
Restfyllning Befintliga massor används som restfyllning. Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla vassa stenar, för undvikande av kabelskada orsakad av jord-komprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.

Kabelmarkering Typ MBP för F055-1.
Typ MBP för FR055-2 (inte tvingande).

Kabelskydd Typ minst klass SRN för FR055-2.

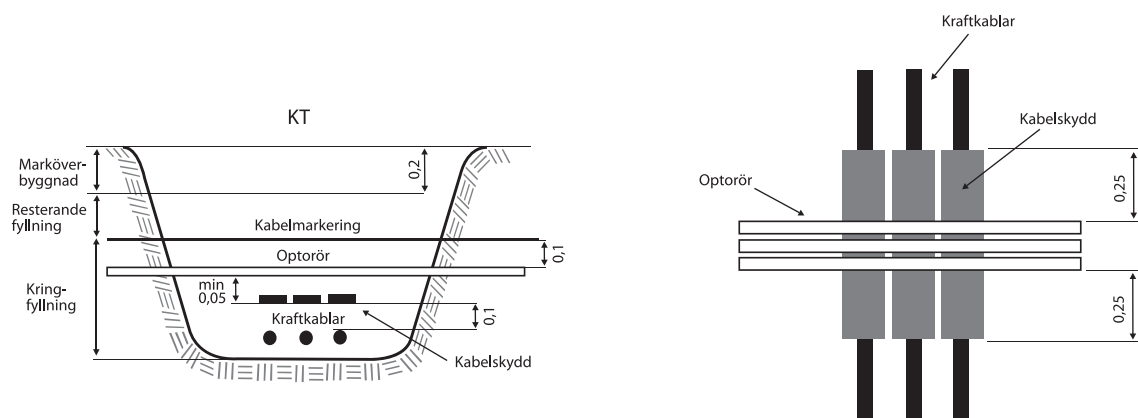
Anmärkning Vid användning av metod fräsning är det viktigt att marken är stabil så att marken inte faller ner i frässpåret efter fräsningen.

Typblad 14 – Korsning med väg (inte trafikverksväg)



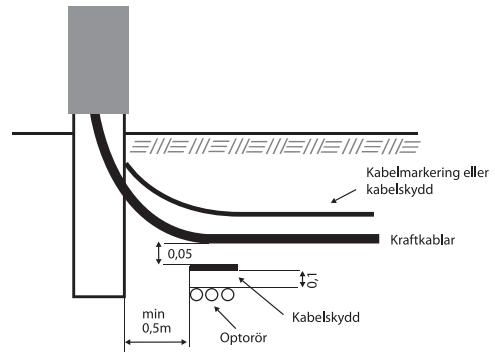
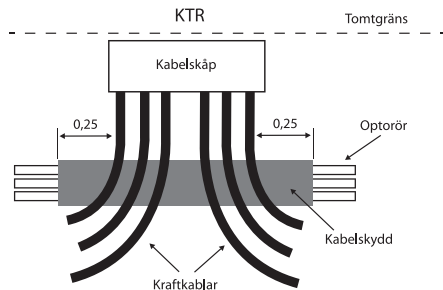
Förlägningsfall	Korsning med väg. Markklass 1 eller 2. Obs! Väghållaren kan kräva större fyllningshöjd.
KVRS 055-1/2 KVR 055-1/2	Befintliga massor i schakten är oviktiga då kabel rekommenderas att förläggas i rör i vägkorsning.
Resterande fyllning	Fyllnadsmaterial närmast rör ska inte vara av den karaktär att den kan skada eller skapa deformation av röret. (Rekommenderad maximal kornstorlek 20 mm.) Övrigt fyllnadsmaterial ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorleken 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (cirka 0,2 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som vägoöverbyggnaden i övrigt.
Kabelskydd	Vid korsning rekommenderas kabelskydd av typ lägst kvalitet SRN. Om schaktbotten är mycket ojämn med vassa uppstickande stenar ska en högre klass på rörkvalitet väljas.
Kabelmarkering	–
Kabelmarkerings-skylt	Där kabelns läge i vägen inte är uppenbart, erfordras kabelmarkeringsskylt.
Anmärkning	Då korsning görs med schakt ska jordledare placeras utanför röret direkt i mark.

Typblad 15 – Korsning elkabel och tele-/optokanalisation



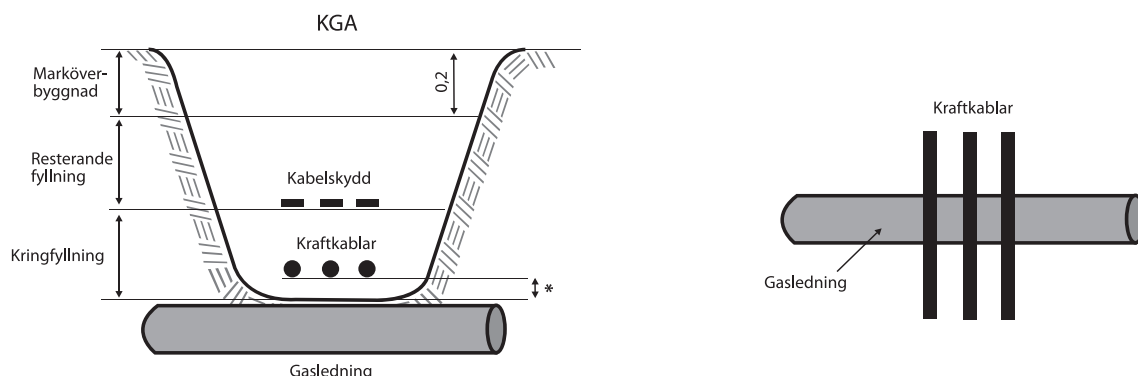
Förlägningsfall	Korsning mellan elkabel och tele- eller optorör.
KT	Normalt ska tele-/optokabel korsa över kraftkabel. Där förlägningsdjupet för tele-/optoröret kan minskas, utförs korsningen med bibehållande av kraftkabelns överfyllningsdjup. Där detta inte kan göras förläggs kraftkabeln djupare i korsningspunkten.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från skarpa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek. Där risk finns att kring-/resterande fyllning passerar schaktvägg/botten, tätas denna med geotextil (fiberduk) av lägst klass 2.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning och kabelmarkering ska inte innehålla skarpa stenar, för att undvika skador på kabel orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (0,2 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som ytan i övrigt.
Kabelskydd	Typ SPN. Kabelskydd ska förläggas över kraftkabel till ett avstånd av minst 0,25 m på vardera sidan om tele-/optorören.

Typblad 16 – Korsning elkabel och tele-/optokanalisation vid kabelskåp



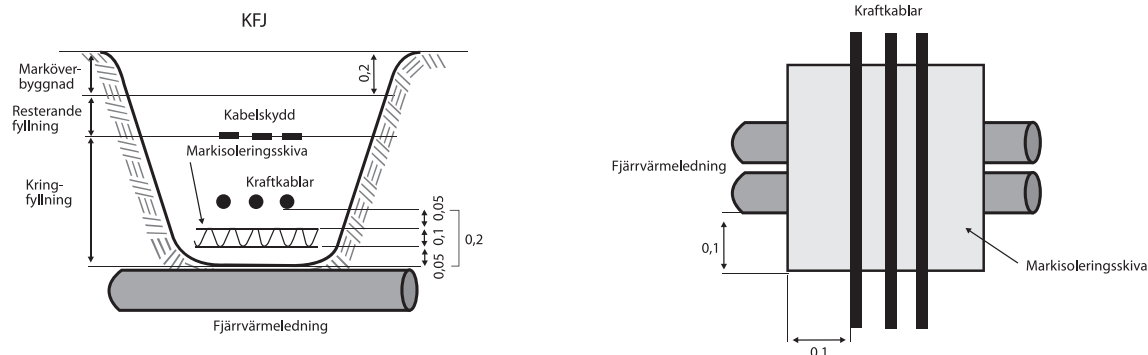
Förlägningsfall	Korsning med tele- eller optorör vid kabelskåp. Tele-/optorör förläggs med skydd över eller under kraftkabel.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från skarpa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek Där risk finns att kring-/resterande fyllning passerar schaktvägg/botten, tätas denna med geotextil (fiberduk) av lägst klass 2.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning och kabelmarkering eller kabelskåp ska inte innehålla skarpa stenar, för att undvika skador på kabel orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (0,2 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som ytan i övrigt.
Kabelskydd för telekablar	Typ SPN eller SRN. Kabelskydd ska täcka tele-/optorören till ett avstånd av minst 0,25 m på vardera sidan om kraftkablarna.

Typblad 17 – Korsning mellan elkabel och gasledning



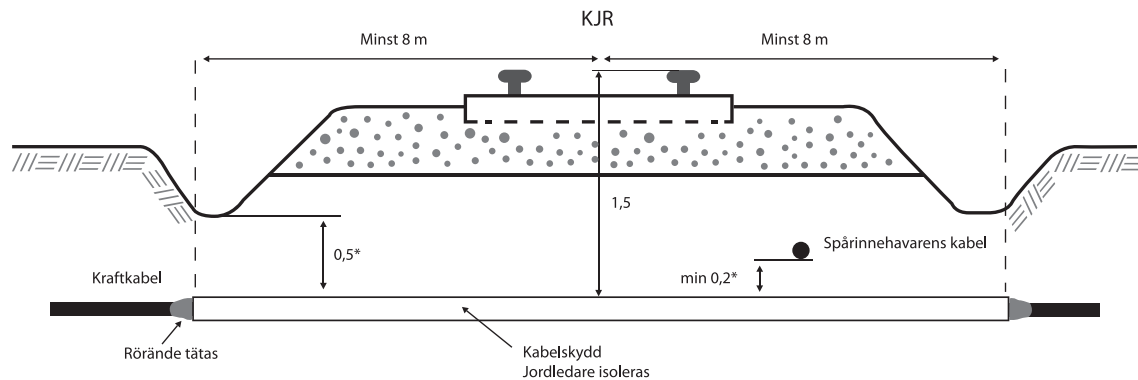
Förlägningsfall	Korsning mellan elkabel och gasledning.
KGA	Normalt ska kraftkabel korsa över gasledning så vinkelrätt som möjligt. *) Följande avstånd mellan kraftkabel och gasledning rekommenderas: – 0,1 m vid kraftkabel $\leq 0,6$ kV och gasledning ≤ 10 kPa. – 0,3 m vid kraftkabel $\leq 0,6$ kV och gasledning > 10 kPa. – 0,5 m vid kraftkabel $> 0,6$ kV och gasledning > 10 kPa.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från skarpa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek.
Restfyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning, kabelmarkering eller kabelskåp ska inte innehålla skarpa stenar, för att undvika skador på kabel orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm. Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt ska återfyllas med massor likvärdiga som ytan i övrigt.
Marköverbyggnad	Avståndet kan minskas om ett värmeisolerande material med min 0,1 m tjocklek placeras mellan ledningarna.
Anmärkning	Gasledning av plast får uppvärmas till 20 °C. Där risk föreligger att högre värme alstras, erfordras markisoleringsskiva mellan kabel och ledning. Referens: Sprängämnesinspektionens anvisningar.

Typblad 18 – Korsning mellan elkabel och fjärrvärmeledning



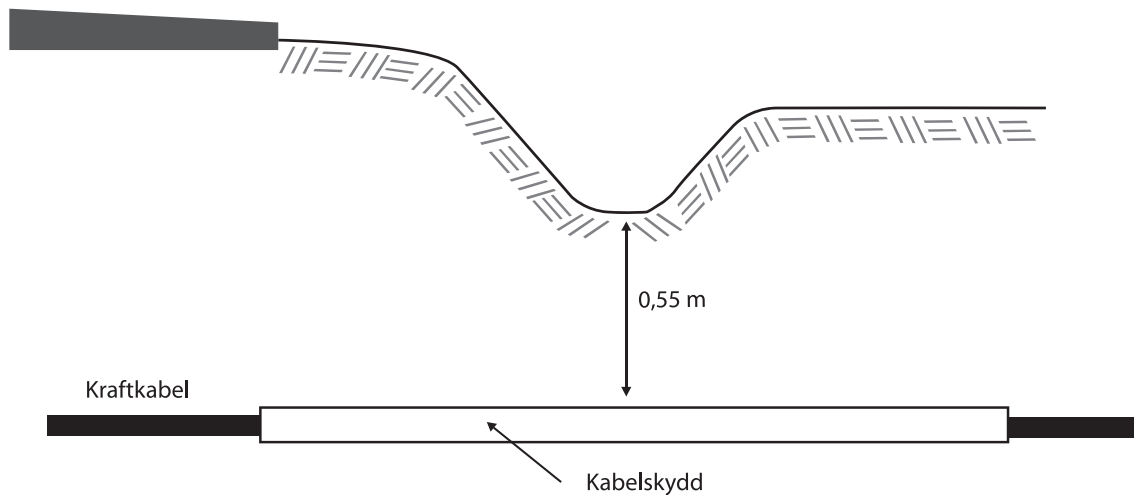
Förlägningsfall	Korsning mellan elkabel och fjärrvärmeledning.
KFJ	Normalt ska kraftkabel korsa över eller under fjärrvärmeledning så vinkelrätt som möjligt. Markisoleringsskiva av typ cellplast eller dylikt med tjocklek 100 mm erfordras mellan kabel och ledning. Vid korsning under fjärrvärmeledning erfordras normalt inte markisoleringskiva (kabel placeras med fördel i rör under fjärrvärmen). Om fjärrvärmens fyllningshöjd gör att kabelns fyllningshöjd understiger 0,55 m ska kabel placeras i rör av lägst klass SRS. Totalt avstånd mellan fjärrvärmeledning och elkabel ska vara minst 200 mm inkluderat en 100 mm isolerskiva.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från vassa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek.
Restfyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla vassa stenar, för undvikande av kabelskada orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Fyllning i översta ytlagret i schakt ska återfyllas med massor likvärdiga ytan i övrigt.

Typblad 19 – Korsning med elkabel och järnväg



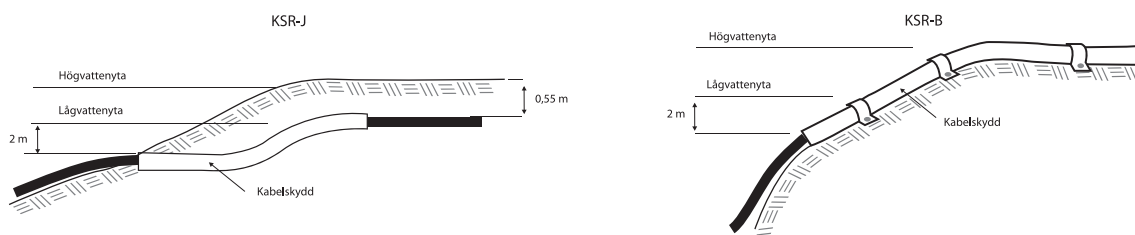
Kabelskydd	Typ SRS. Kabelskydd ska finnas under banvall och sidodiken. Kabelskydd ska vara tätt och sluta minst 8 m från spårmitt. Rörändar tätas.
Kabelmarkerings-skylt	Där kabelläget inte är uppenbart, erfordras kabelmarkeringsskylt.
Speciella villkor	Kraftkablar, följeledare och manöverkabel ska förläggas i isolerat rör (t.ex. kabelslang, lägst SRN) till ett avstånd av 8 meter från spårmitt räknat. *) Vid spänningar över 24 kV ska avståndet vara min. 0,4 m. Fyllnings och kabelmarkeringsförutsättningar som för övriga schakter gäller.

Typblad 20 – Korsning med elkabel och dike/vägdike



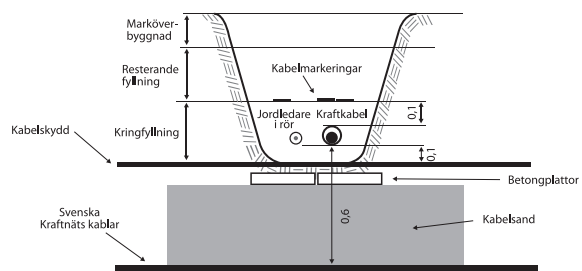
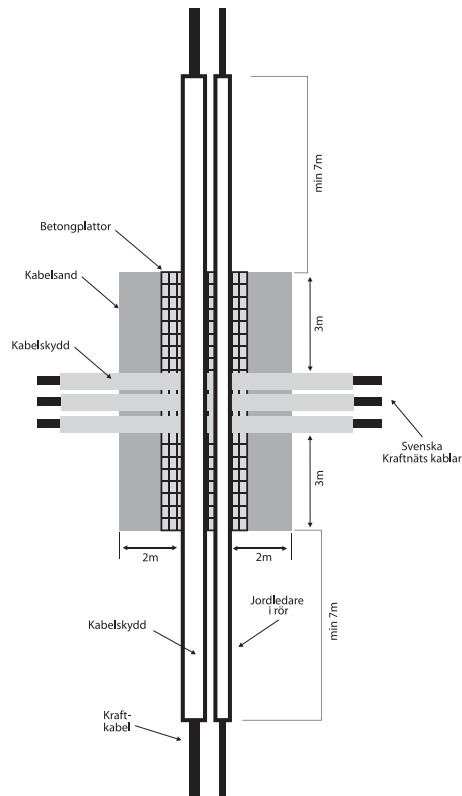
Förlägningsfall	Korsning av dike/vägdike alternativt förläggning under dikesbotten i samband med korsning av väg.
Kabelskydd	Typ SRN.
Kabelmarkerings-skyt	Där kabelläget inte är uppenbart, erfordras kabelmarkeringsskyt.
Anmärkning	Fyllningshöjd avser väl rensad dikesbotten. Fyllnings och kabelmarkeringsförutsättningar som för övriga schakter gäller.

Typblad 21 – Korsning mellan elkabel och område för sjötrafik, max 145 kV



Förlägningsfall	Vid grävbart (J) respektive inte grävbart landfäste (B).
Schaktdimensioner	Vid landfäste i berggrund förläggs kabel om möjligt i ränna eller fördjupning i berget, eller i speciellt upptaget borrhål. Där så är möjligt rekommenderas borrhning/tryckning.
Kabelskydd	Typ SRS eller SRE. Kabelskydd dras ned under lågvattenytan så att ingen risk för skada från is kan förekomma. Rekommenderat djup är cirka 2 m beroende på isförhållanden. Kabel kan även förläggas i sjunkrör i hela förläggningen.
Fastsättning på berg	Klammer av överfallstyp eller bergdubb.
Varningstavlor, ensmärken och ensfyrrar	Vid ledningens landsfäste uppsätts tydliga varningstavlor. Se EBR handbok "Underhåll ledningar 0,4–420 kV". Om ledningens läge under trafikleden inte är uppenbart eller andra skäl föreligger, kan Sjöfartsverket utfärda kompletterande bestämmelser om uppsättande av ensmärken och ensfyrrar enligt samma EBR-publikation.
Speciella villkor	I vattnet kan kabel förläggas antingen direkt vilande på botten eller under befintlig bottennivå. Kabel som förläggs i strömt vatten, som kan påverka läget, ska antingen belastas med tyngder eller förläggas under befintlig bottennivå. Kabel, som till skydd mot mekanisk åverkan är förlagd under befintlig bottennivå, ska förläggas på erforderligt djup med hänsyn till botten och kringfyllnadsmaterialets motståndskraft mot de påkänningar som kan uppkomma vid ankring eller timmerbogsering inom området. Återfyllnad ska ske så, att det ursprungliga vattendjupet inte reduceras. Vid behov anordnas erosionsskydd i strandlinjen. Kabeln bör, för att underlätta utmärkning, om möjligt förläggas i rät linje mellan kabelns landfästen. Vid korsning av särskild markerad farled eller där starkt trafikerat farvatten föreligger bör kabelkorsningen ske i rät eller i nära vinkel mot farledens respektive sjötrafikens huvudriktning.

Typblad 22 – Korsning mellan lokalnät och stamnätsskablar



Förlägningsfall

Då lokalnätets kablar korsar Svenska kraftnäts kablar ska försiktighet iakttas. Transmissionsnätets kablar får vid förläggning av andra ledningar inte friläggas utan särskilt tillstånd från Svenska kraftnät.

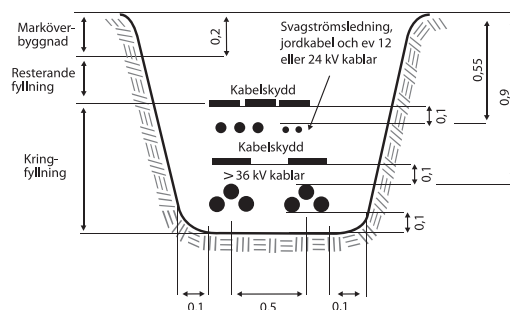
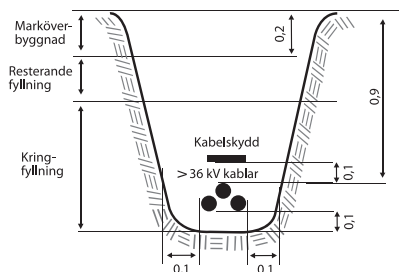
Svenska kraftnät ska alltid kontaktas för samråd vid projektering av el- och telekablar i närheten av transmissionsnätets kablar.

Packning av kabelsand ska göras så att sättning av massor inte sker. Om det är risk för att kabelsand och övriga massor blandas ska geotextil användas för materialseparering.

Anmärkning

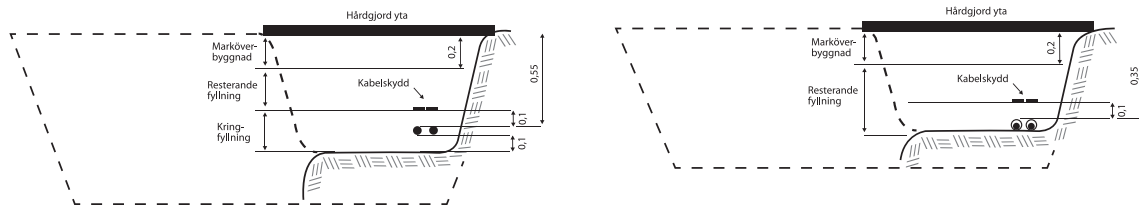
Om de tillkommande kablarna förläggs under transmissionsnätets kablar ska avståndet vara minst 1,0 m och förläggningen ska vid korsning ske genom schaktfri förläggning.

Typblad 23 – Kabelförläggning över 36 kV, flera kablar i samma kabelgrav



Förlägningsfall	Kabel >36 kV i normal mark där full fyllningshöjd kan erhållas.
NS 055-2 N 055-2	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar inte kravet på kringfyllning.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från vassa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek. Där risk finns att kring-/resterande fyllning passerar schaktvägg/botten, tätas denna med exempelvis geotextil (fiberduk) lägst klass 2. Se typblad 9.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelskydd ska inte innehålla vassa stenar, för undvikande av kabelskada orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Resterande fyllning ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorlek 100–150 mm.
Marköverbyggnad	Resterande fyllning i översta ytlagret i schakt (0,2 m) ska återfyllas med massor likvärdiga som ytan i övrigt.
Kabelmarkering	Typ MBN/MNN. Vid stråk med flera kablar får kabelmarkering läggas med största mellanrum av 0,15 m alternativt kan nät användas.
Kabelskydd	Erfordras. Vid stråk med flera kablar får kabelskydd för kraftkablar läggas med största mellanrum av 0,15 m.
Markklass	Markklass 2.
Anmärkning	–

Typblad 24 – Terrassförläggning



Förlägningsfall	Kabel >36 kV i normal mark där full fyllningshöjd kan erhållas.
T055-1	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar kravet på kringfyllning kabel. (Kabel direkt på terrass utan underfyllning).
T055-2	Befintliga massor i schaktens botten motsvarar inte kravet på kringfyllning för kabel.
T035-1/2	Kabel på terrass där full fyllningshöjd inte kan erhållas. Kabel förläggs i skyddsrör på terrassen.
Kringfyllning	Fyllnadsmaterial med okrossat material med max. 8 mm kornstorlek fritt från skarpa stenar, alternativt natursand eller krossat material med max. 4 mm kornstorlek. Lättfyllnadsmaterial får endast användas under kabel i terrassbotten.
Resterande fyllning	Resterande fyllning närmast kringfyllning eller kabelmarkering ska inte innehålla vassa stenar, för undvikande av kabelskada orsakad av jordkomprimering, tjällossning, trafikbelastning, etcetera. Övrigt fyllnadsmaterial ska inte innehålla mer än 10 % av kornstorleken 100–150 mm. Resterande fyllning i vägområde ska i övrigt utgöras av samma material som vägoöverbyggnadslagret.
Marköverbyggnad	Fyllning i översta ytlagret i schakt ska återfyllas med massor likvärdiga ytan i övrigt.
Kabelskydd	Typ SRN/SPN.

Bilagor

Bilaga 1 – Checklista vid förläggning av kabel i vatten

Följande frågeställningar kan ge hjälp att avgöra vilken typ av kabel man ska välja vid olika sjö/havsförhållanden.

1. Är vattendraget betraktat som lugnt vatten?
 - a. Till exempel insjöar, vikar inomskärs.
2. Mycket besvärliga bottenförhållanden som exempelvis klippig botten?
 - a. Är botten klippig kan kabeln skadas av rörelserna i vattnet.
3. Är vattnet strömmande?
 - a. Största risken vid strömmande vatten är så kallad kravning. Vintertid kan kallt ytvatten föras ned till kabeln. Då vattnet träffar kabeln bildas is. I värsta fall kan isen lyfta kabeln så att den flyter upp.
 - b. Om kabeln inte är täckt av massor eller vikter finns risk för rörelser.
4. Förekommer det båttrafik i vattnet?
 - a. Risk för ankare som kan fastna i kabeln.
5. Svåra isförhållanden
 - a. Vid risk för bottenfrysning och då grundförhållandet är sådant att kabeln inte ligger skyddad av massor.
6. Stort djup
 - a. Vid större djup (>20 m) kan det krävas speciella typer av kablar. Fråga respektive tillverkare vilken kabeltyp de rekommenderar.

Typ av mellanspänningskabel

Enligt ovanstående lista rekommenderas för respektive fall:

- 1: totaltät mellanspänningskabel.
- 2, 3, 4, 5, 6: totaltät kabel som är band- eller trådarmerad.

Vid förläggning av sjunkrör som fungerar för samtliga fall rekommenderas totaltät kabel med mantel av PE-typ.

Typ av lågspänningskabel

I samtliga fall rekommenderas 4-ledarkabel med PE-mantel med skärm. Skärmen ger ett extra mekaniskt skydd.

Vid förläggning av sjunkrör som fungerar för samtliga fall rekommenderas 4-ledarekabel med PE-mantel och med skärm.

Bilaga 2 – Skarvning av serviskabel TN-C, TN-S

Serviser vid nyanslutning

Vid nyanslutningar rekommenderar EBR att serviskabel normalt utförs som TN-C (4-ledare).

- Om ny kund vid ny servis begär TN-S (5-ledare) ska detta användas från servisledningssäkring fram till anslutningspunkt.

Befintlig servis i samband med ombyggnadsprojekt

- Vid omskarvning eller ändring av befintlig servisanslutning ska det ursprungliga systemutförandet gällande TN-C eller TN-S bibehållas. I äldre anläggningar är det normala utförandet TN-C.
- Skarvning ska alltid ske så färglikt som möjligt.
- Partmärkning av faserna ska göras (L1, L2, L3, N, PE eller PEN).
- Vid 5-ledarkabel ska märkning av TN-C eller TN-S alltid göras i båda ändarna av kabeln.

Nedan presenteras ett antal förekommande fall där ledarnas färger, antal och koppling vid skarvning varierar:

2.1 Ny anläggning, TN-C.

Ny servisledning N1XE (Al) 4x16 -240.

(N1XE (Cu) 4x10 undviks vid höga Cu priser (max. 25 A)).

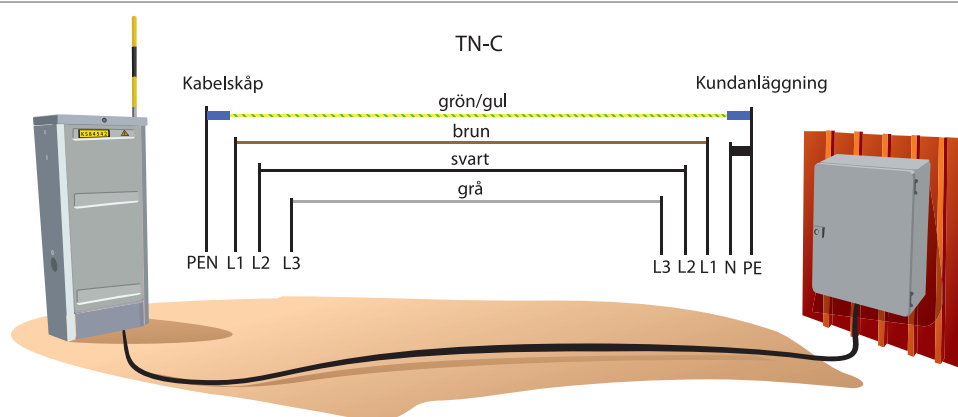


Bild 53.

2.2 Skarvning mot äldre typ av N1XV-kabel vid befintlig anläggning, TN-C-system.

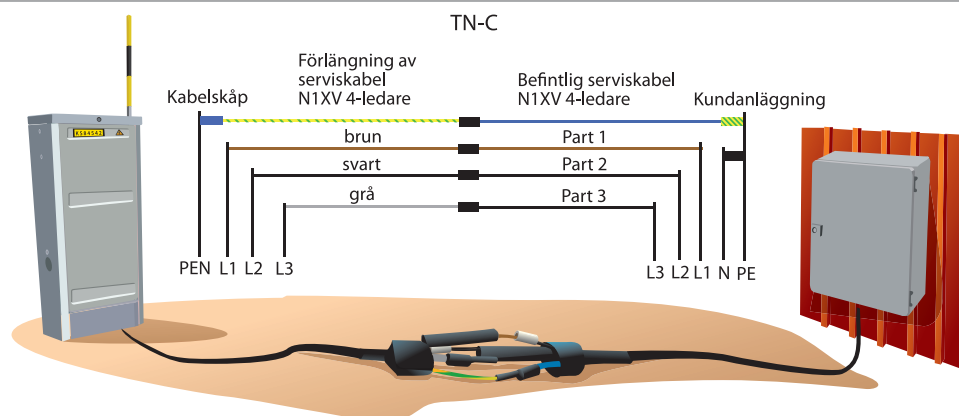


Bild 54.

2.3 Skarvning mot äldre typ av N1XV-kabel vid befintlig anläggning, TN-C-system.

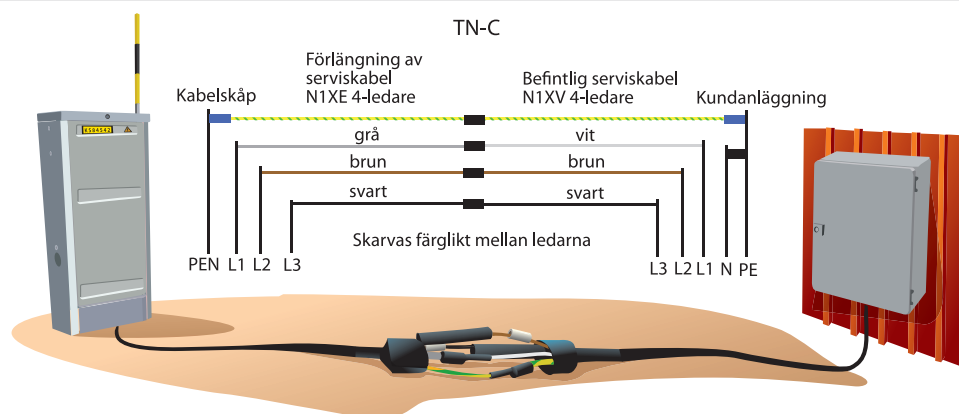


Bild 55.

2.4 Skarvning mot befintlig EKKJ-kabel vid befintlig anläggning, TN-C-system.

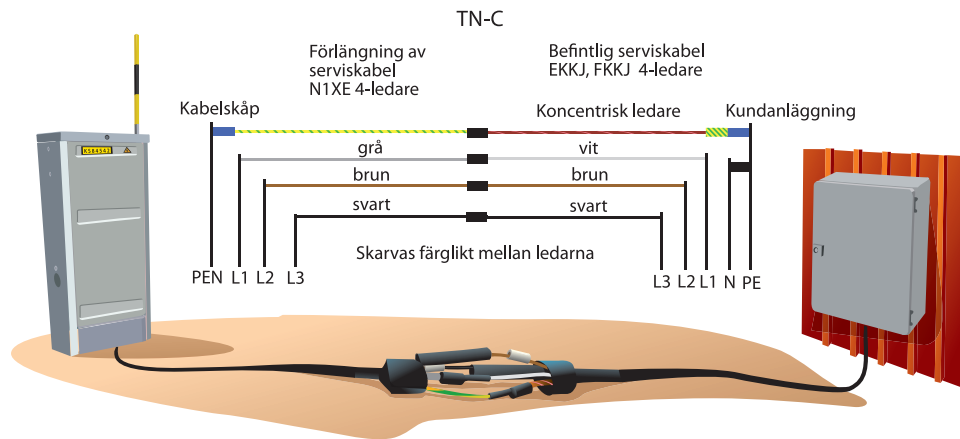


Bild 56.

2.5 Skarvning av mot befintlig EKKJ-kabel till befintlig anläggning, TN-C-system

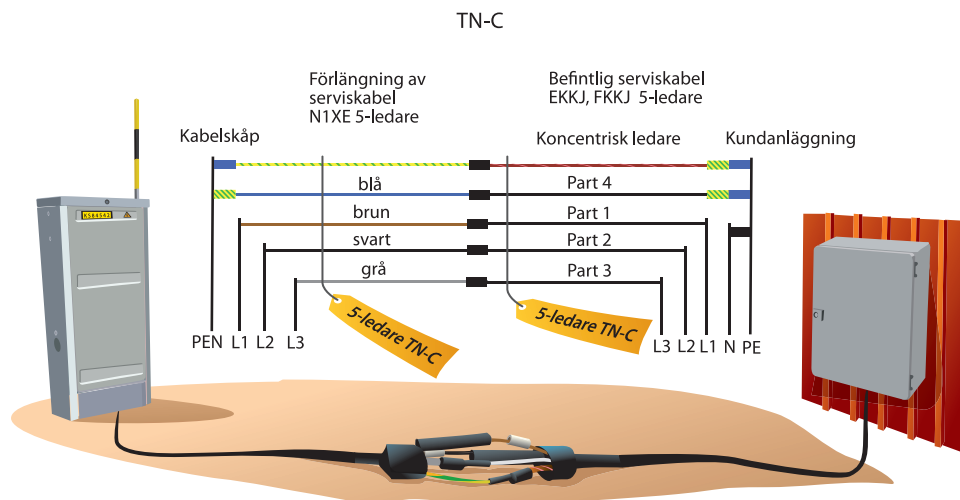


Bild 57.

2.6 Skarvning av mot befintlig EKKJ-kabel till befintlig anläggning, TN-C system

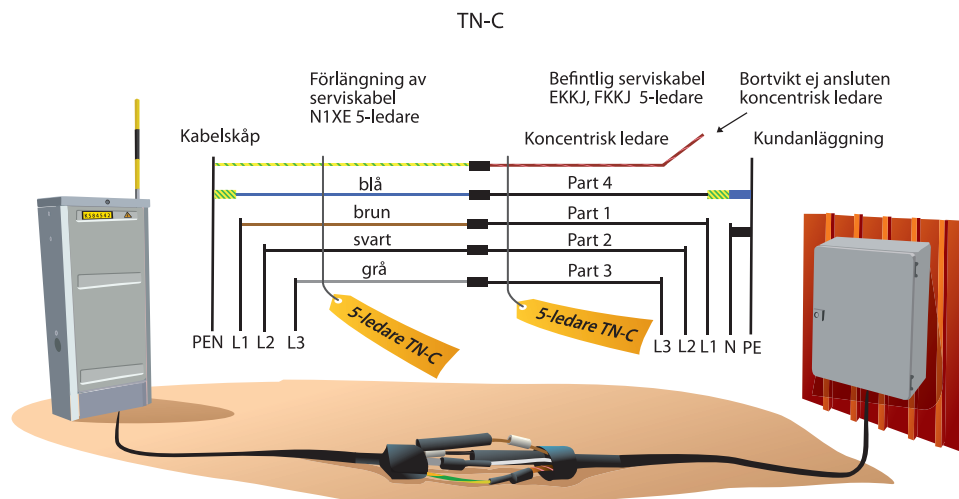


Bild 58.

2.7 Vid skarvning av tidigare lagd 5-ledarkabel anslutet som TN-S-system

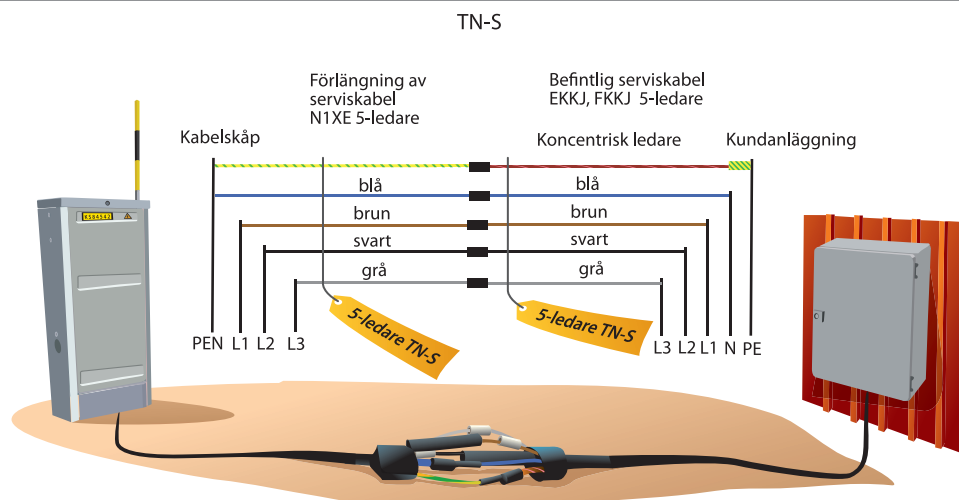


Bild 59.

2.8 Vid skarvning av tidigare lagd 5-ledarkabel anslutet som TN-S-system

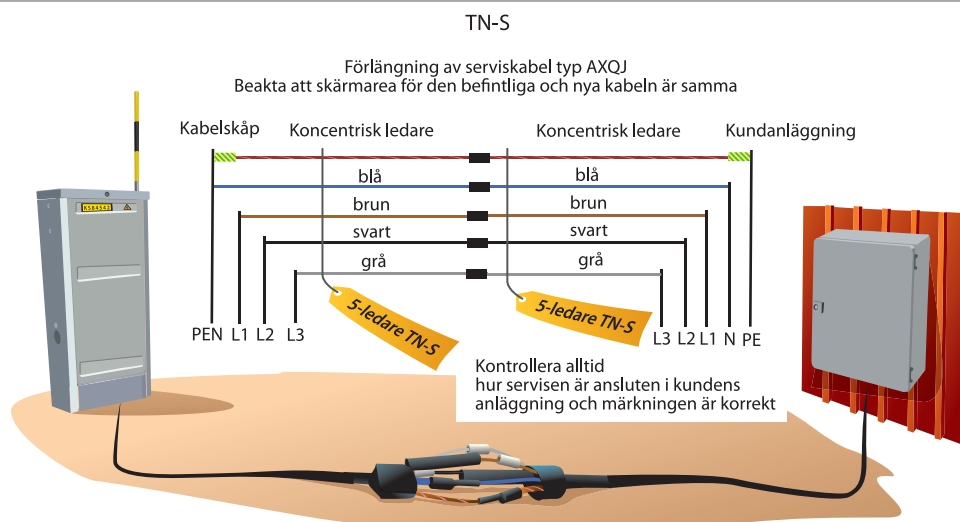


Bild 60.

2.9 Vid skarvning av tidigare lagd 5-ledarkabel anslutet som TN-C-system.

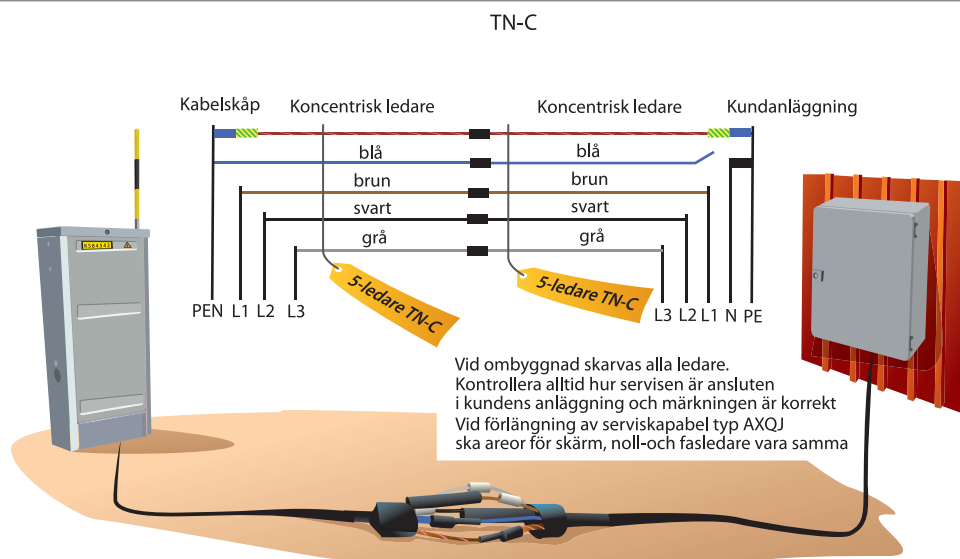


Bild 61.

2.10 Vid skarvning av tidigare lagd 5-ledarkabel anslutet som TN-C-system.

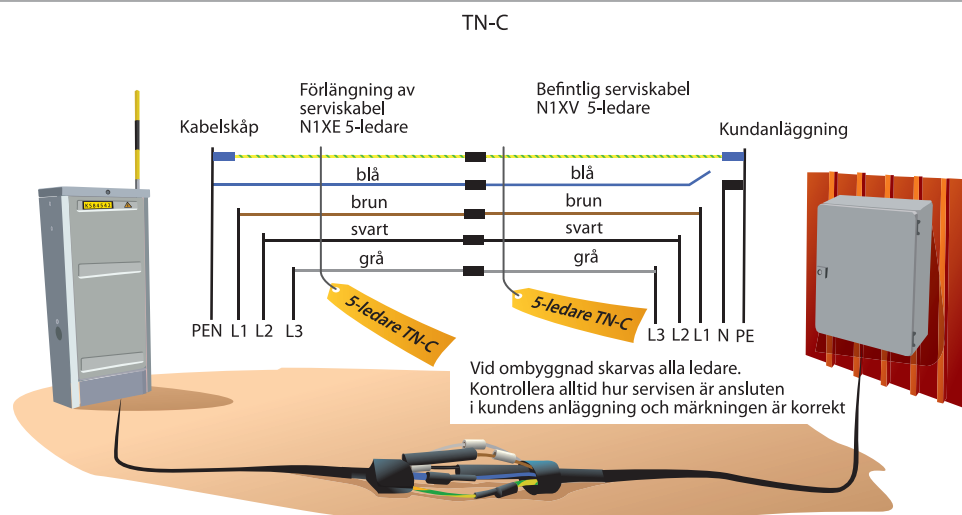


Bild 62.

Bilaga 3 – Kabeldiametrar

Nedanstående värden representerar historiska mått för olika kabeltyper. För aktuella uppgifter hänvisas till respektive tillverkare.

Area	Blymantel diameter (mm)	Ytterdiameter (mm)	Kabelvikt per 100 m (kg)	Kopparvikt per 100 m (kg)	Blyvikt per 100 m (kg)
ECJJ/FCCJ – 1 kV					
3x10	14,5	23	150	27,7	62,6
3x16	17	25	185	44,3	70,9
3x25	19	27	240	69,8	93,7
3x35	21	31	290	97,8	98
3x50	23	33	360	140	106
3x70	26	36	450	196	131
3x95	29	39	560	265	158
3x120	34	44	690	336	211
3x150	38	50	890	419	244
3x185	41	53	1050	517	284
3x240	45	57	1260	671	330
4x10	16	24	175	36,9	67,7
4x16	18,5	27	215	59	76,2
3x25+16	20	28	265	85,1	95,6
3x35+25	23	33	330	122	106
3x50+35	26	36	420	173	131
3x95+50	33	43	650	311	189
3x120+70	35	45	800	402	220
3x150+95	42	54	1050	510	288
3x185+95	45	57	1200	607	325
3x240+120	51	63	1500	784	410

Area	Blymantel diameter (mm)	Ytterdiameter (mm)	Kabelvikt per 100 m (kg)	Kopparvikt per 100 m (kg)	Blyvikt per 100 m (kg)
ECJJ/FCJJ – 6 kV					
3x10	21	31	225	27,7	94,7
3x16	23	33	260	44,3	105
3x25	24	34	315	69,8	123
3x35	27	37	375	97,8	145
3x50	29	39	440	140	158
3x70	32	42	540	196	187
3x95	35	45	670	265	220
3x120	39	51	850	336	254
3x150	42	54	990	419	291
3x185	45	57	1130	517	329
3x240	52	64	1420	671	419
ECJJ/FCJJ – 10 kV					
3x10	25	35	280	27,7	125
3x16	27	37	330	44,3	146
3x25	29	39	380	69,8	156
ECJJ/FCJJ – 10 kV					
3x35	31	41	440	97,8	180
3x50	34	44	520	140	209
3x70	35	45	610	196	220
3x95	39	51	790	265	254
3x120	44	56	920	336	321
3x150	48	60	1120	419	364
3x185	50	62	1260	517	400
3x240	56	68	1530	671	470
ECJJ/FCJJ – 20 kV					
3x25	45	57	760	69,8	330
3x35	48	60	850	97,8	369
3x50	52	64	980	140	414
3x70	56	68	1130	196	465
3x95	59	74	1390	265	523
3x120	63	78	1530	336	576

Area	Blymantel diameter (mm)	Ytterdiameter (mm)	Kabelvikt per 100 m (kg)	Kopparvikt per 100 m (kg)	Blyvikt per 100 m (kg)
EKKJ/FKKJ – 1 kV					
3x10+10		19	67		
3x16+16		22	100		
3x25+16		25	145		
3x35+16		27	180		
3x50+25		28	210		
3x95+50		36	360		
3x120+70		40	450		
3x150+70		43	550		
3x185+95		48	675		
3x240+120		54	900		
AKKJ – 1 kV					
3x50+15		29	110		
3x95+29		36	190		
3x150+41		43	250		
3x185+57		47	305		
3x240+72		53	390		
N1XV/N1XE – 1 kV					
4x10		18	60		
4x16		22	95		
5x10		20	75		
5x16		25	115		
4x50		28	80		
4x95		35	140		
4x150		44	210		
4x240		54	340		
AXCE – 12 kV					
1x50+16		25	70		
1x95+25		28	100		
1x150+25		30	120		
1x240+35		36	165		

Area	Blymantel diameter (mm)	Ytterdiameter (mm)	Kabelvikt per 100 m (kg)	Kopparvikt per 100 m (kg)	Blyvikt per 100 m (kg)
AXCE – 24 kV					
1x50+16		30	90		
1x95+25		34	120		
1x150+25		37	150		
1x240+35		42	200		
AXKJ – 12 kV					
3x50+16		47	185		
3x95+25		56	260		
3x150+25		61	330		
3x240+35		70	470		
AXKJ – 24 kV					
3x50+16		58	230		
3x95+25		65	320		
3x150+25		72	400		
3x240+35		81	540		
AXLJ – 12 kV					
3x25+16		40	105		
3x50+16		46	130		
3x95+25		55	202		
3x150+25		61	250		
3x240+35		70	375		
AXLJ – 24 kV					
3x25+16		50	150		
3x50+16		56	185		
3x95+25		62	260		
3x150+25		71	330		
3x240+35		80	460		

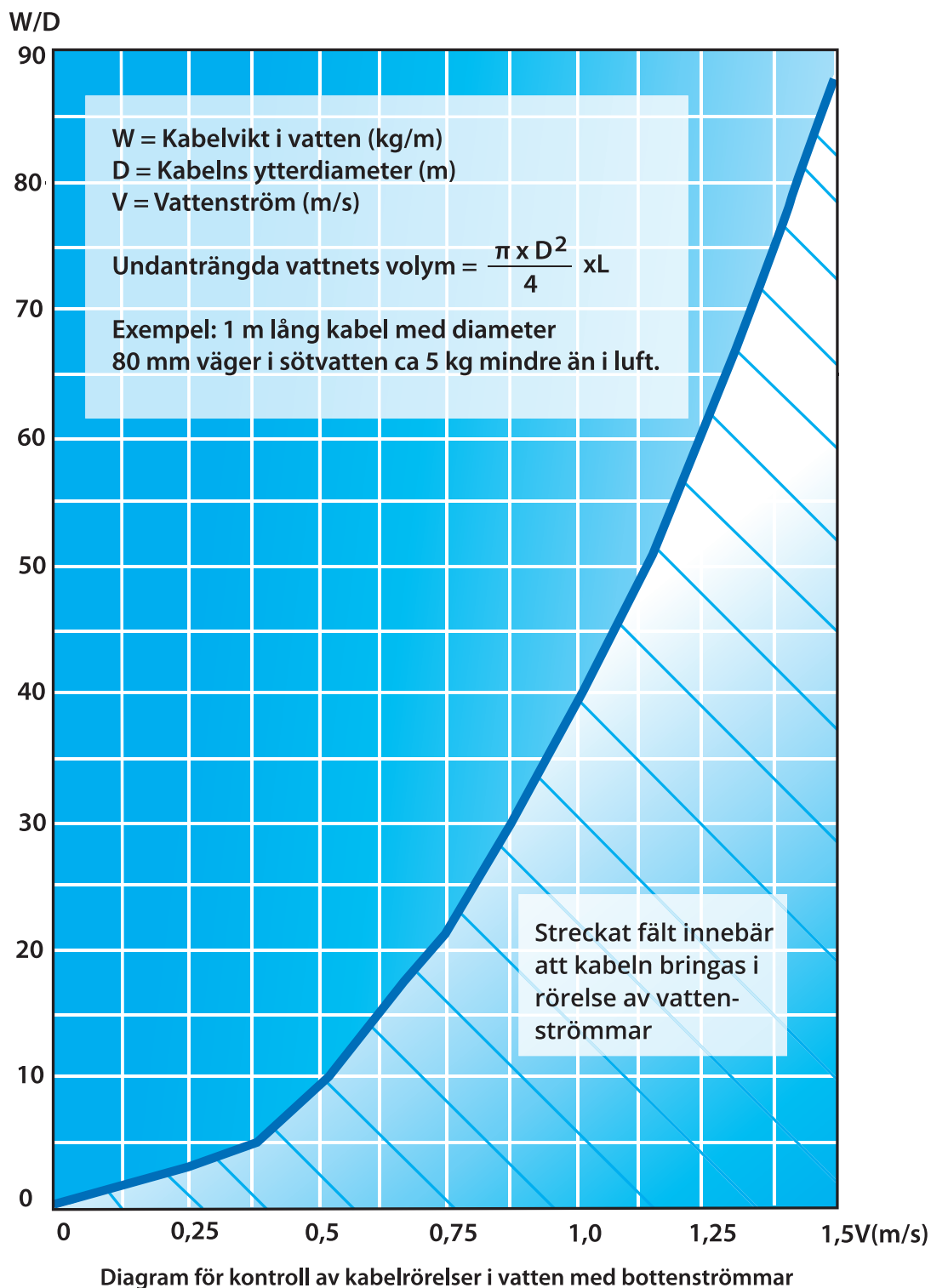
Kommunikationstabell

Ungefärliga mått på kommunikationskabelns diameter i mm, vilken kan variera något mellan olika fabrikat.

Styrkabel , parttvinnad typ	5x2x1,5 mm ²	15x2x1,5 mm ²	36x2x1,5 mm ²
	17 mm	28 mm	40 mm
Optokabel	GNHLBDV	GASLDV	GNSLBDV
	5-7 mm	14 mm	15 mm
Telekabel , EUALEV	5x0,5	10x0,5	100x0,5
	11,5 mm	14,5 mm	30 mm

Bilaga 4 – Diagram för kontroll av kabelrörelser i vatten med bottenströmmar

Vid projektering av sjökabelanläggningar kan erfarenhetsbaserade diagram användas



Bilaga 5 EBR – Provningsprotokoll mantelprovning

EBR-Provningsprotokoll mantelprov

Projektnr/Projektid		
Fördelningsnät		
Mätinstrument typ		Provningsansvarig
Mätinstrument id		Provningsdatum

EBRs krav hsp-metoden	
Testspänning/Tid för PE-mantel	5 kV DC/1 min
Godkänt värde PE	1 mA
Testspänning/Tid för PVC-mantel	2 kV DC/1 min
Godkänt värde PVC*	10 mA*

*Värdet gäller för nyförlagd kabel
(Nyförläggning av PVC kabel är begränsat)

För provning av befintlig kabel gäller andra värden se KI41 avsnitt 19.2.1.

Knutpunkt		Kabeltyp, area, spänning	Kabel- längd (km)	Tid från förlägg till provn	Uppmätt läckström (mA)	Antal mantelfel (St)	Anmärkning	Godkänd (datum)	Signatutr
Från	Till								

BLÄDDEREX

BLÄDDEREX

Innehållet, inklusive men inte begränsat till texter, bilder och varumärkena EBR, ESA, EBR-e och ESA Q, i denna publikation är skyddat av immaterialrättsliga lagar och får endast användas i enlighet med sådana tillämpliga lagar.



En del av Energiföretagen Sverige