

ENHET, VERKSAMHETSOMRÅDE  
NKK, Kabelteknik och installation

BETECKNING DNR  
TR14-03-03 TR/196

DATUM  
2026-06-12

SAMRÅD  
NLK, NAUK,  
NATF, NKJ, NKLF,  
NACB, GSSV

TEKNISK RIKTLINJE

UTGÅVA  
1

FASTSTÄLLD  
Anders Lundblad, cNKK

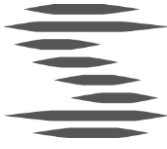
# Markkabelprojektering HVAC

## INTRODUKTION

Denna tekniska riktlinje gäller för projekteringen av Svenska kraftnäts extruderade HVAC markkabelsystem. Riktlinjen beskriver Svenska kraftnäts krav avseende projektering av kabelrutten inklusive skarvplatser, förläggningsmetod, förläggningskonfiguration samt korsningar eller parallellgångar med andra anläggningar. Denna tekniska riktlinje innehåller inte krav på utformning av jordningssystemet.

Notering: Unikt kravID <000xx> ska användas tillsammans med aktuell TR-beteckning.

Ex: TR14-03-03-00001



## Uppdateringar

Utgåva	Ändringsnot	Datum
1	Första utgåvan	2026-06-12

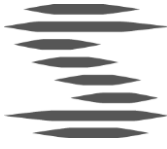


## Innehåll

1	Bibliografi.....	6
2	Definitioner .....	7
3	Projekteringsförutsättningar.....	9
3.1	<i>Tekniska förutsättningar</i>	9
3.2	<i>Termisk dimensionering av kabelfsystemet</i>	9
3.3	<i>Projektering av skärmkoppling och kabellängder</i>	10
3.4	<i>Projektering vid _Schaktad förläggning</i>	10
3.4.1	<i>Schaktutformning</i>	10
3.4.2	<i>Dragkraftsberäkningar</i>	11
3.5	<i>Projektering vid närhet till andra tekniska anläggningar</i>	11
3.5.1	<i>Värmeförluster från närliggande anläggningar</i>	11
3.5.2	<i>Projektering av schaktfri rörläggning</i>	13
3.5.3	<i>Projektering i skogsmark och åkermark</i>	13
3.6	<i>Projektering av skarvplats</i>	13
3.6.1	<i>Projektering av arbetsområde, byggvägar och vägar för underhåll</i>	14
3.6.2	<i>Utredning och beräkning av magnetfält</i>	15
4	Kabelinstallation i öppet schakt.....	17
4.1	<i>Fyllnadshöjd</i>	17
4.2	<i>Geotextil</i>	17
4.3	<i>Jordledare och åskskyddsledare</i>	17
4.4	<i>Kanalisationsrör</i>	18
4.5	<i>Termisk kringfyllning och ledningsbädd</i>	18
4.6	<i>Kabelskydd</i>	18
4.6.1	<i>Plana skydd</i>	19
4.6.2	<i>Förstärkt utförande</i>	19
4.7	<i>Resterande fyllning</i>	19
4.8	<i>Varningsnät</i>	19
4.9	<i>Markeringsband</i>	20
5	Opto i kraftkabelanläggning.....	21



5.1	<i>Optorör för telekommunikation</i>	21
5.2	<i>Optorör för DTS och PD</i>	21
6	Kabelinstallation vid korsningar med tekniska anläggningar.....	23
6.1	<i>Förläggning under korsande anläggning</i>	23
7	Schaktfri rörläggning.....	24
7.1	<i>Schaktfri rörläggning i jord</i>	24
7.2	<i>Schaktfri rörläggning i jord</i>	24
8	Skarvplatser .....	25
8.1	<i>Betongplatta för skarvplats</i>	25
8.2	<i>Termisk kringfyllning och ledningsbädd</i>	25
8.3	<i>Varningsmarkörer och kabelskydd</i>	25
8.4	<i>Resterande fyllning</i>	25
8.5	<i>Geotextil</i>	25
8.6	<i>Linkboxbrunn</i>	26
8.7	<i>Optoanläggning</i>	26
8.7.1	<i>Kanalisation för DTS-kablar</i>	26
8.7.2	<i>Skarvbrunnar för optokabel</i>	27
8.8	<i>Skarvplats för övergångsskarv</i>	27
9	Markering av kabelsträcka .....	28
9.1	<i>Kabelmarkeringsstolpar</i>	28
9.2	<i>Korsning med vattendrag</i>	28
10	Dokumentation/ Handlingar och leverans .....	29
	Bilaga 1 Exempelritningar .....	30
1	Normalsektion Rörförläggning .....	31



2	Normalsektion Direktförläggning.....	32
3	Typsektion och planritning för korsning under annan anläggning .....	33
4	Exempelritning skarvplats .....	35
4.1	<i>Teckenförklaring</i>	36



# 1 Bibliografi

SS 4241437	Kabelförläggning i mark
SS 424 14 16	Kraftkablar – PEX-isolerad kabel med märkspänning 7/12 kV till 21/36 kV – Konstruktion och provning
SS-EN 50522	Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.
IEC 60287	Electric cables - Calculation of the current rating
CIGRE TB 640	A guide for rating calculations of insulated cables
CIGRE TB 669	Mechanical forces in large conductor cross-section XLPE cables
CIGRE TB 770	Trenchless Technologies
CIGRE TB 797	Sheath bonding systems of ac transmission cables - design, testing, and maintenance
CIGRE TB 801	Guidelines for safe work on cable systems under induced voltages or currents
CIGRE TB 880	Power cable rating examples for calculation tool verification
CIGRE TB 889	Installation of underground HV cable systems
EBR KJ41	EBR Kabelförläggning max 145 kV - KJ 41.
AMA Anläggning	AB Svensk Byggtjänst
Schakta säkert	AB Svensk Byggtjänst och Statens Geotekniska Institut
ELSÄK-FS 2022:2 §22	Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om skyltning av starkströmsanläggningar

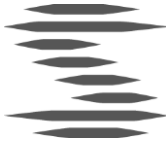


## 2 Definitioner

_Beräkningsingenjör	Är en roll som kan hållas av en extern aktör / konsult eller anställd hos Svenska kraftnät. Denna TR specificerar vad _Beräkningsingenjör ska göra utan att ta hänsyn till vem det är som håller den rollen.
_Byggväg	Väg inom arbetsområdet som oftast anläggs av entreprenören. Normalt en tillfällig väg för byggtrafik som tas bort. Trafikeras normalt av enbart entreprenörens byggtrafik.
_Fyllnadshöjd	Avstånd från rörs hjässa (inte muff) till färdig fyllnings överyta vid rörförläggning, alternativt avstånd från överkant kraftkabel till färdig fyllnings överyta (vid direktförläggning).
_Förläggningsskonfiguration	Beskriver hur kablar är arrangerade i förhållande till varandra vid installation, vilket påverkar bland annat elektromagnetiska egenskaper och värmeavledning. Vanliga konfigurationer är plan förläggning och trefoil.
_Förläggningssmetod	Avser det tekniska tillvägagångssättet för att installera kablar i mark, anpassat till rådande yttre förhållanden och inkluderar _Schaktad förläggning och _Schaktfri rörläggning.
_Huvudsektion (eng. major section)	Vid korskoppling. Huvudsektion bestående av tre i huvudsak lika långa _Undersektioner
_Kabelförband (eng. circuit)	Gruppering av tre enfaskkablar eller en trefaskkabel för ett HVAC-system.
_Kabelrutt	Avser sträckning där kablar ska installeras från kabelavslut till kabelavslut (eng. Cable Route).
_Kabelsträcka	Avser en kabellängd mellan två kabelskarvar, alternativt mellan en kabelskarv och ett kabelavslut.
_Kabelsystem	Kraftkabel samt _Kabeltillbehör
_Kabeltillbehör	Kabelskarvar, kabelavslut eller linkboxar som används i eller i anslutning till installationer av högspänningskabel.
_Kanaliseringsstråk	Ett samlat område i en kabelgrav och i skarvplats där längsgående kanalisering för opto förläggs.
_Kringutrustning	Samtliga delar av utöver _Kabelsystem och _Kabeltillbehör som ingår i installationen längs _Kabelrutt, såsom PD-boxar, sensorkablar, mätutrustning och liknande.
_Linkbox	Används dels för att elektrisk korskoppla skärmarna i ett kabelförband och för att ge en åtkomstpunkt för mätningar.
_Normalförläggning	Ett standardiserat sätt att förlägga kraftkabel eller rör, där förhållandena är typiska och inga särskilda åtgärder krävs



	utöver det som anges i teknisk beskrivning eller _Normalsektion
_Normalsektion	Principiell tvärsnitt som redovisar typisk uppbyggnad och utformning av en _Schaktad förläggning och gäller där ingen avvikelse förekommer
_Projektör	Är en roll som kan hållas av en extern aktör / konsult eller anställd hos Svenska kraftnät. Denna TR specificerar vad _Projektör ska göra utan att ta hänsyn till vem det är som håller den rollen.
_Schaktad förläggning	En _Förläggningsmetod som innebär förläggning av kablar eller kanalisationsrör i öppet schakt.
_Schaktfri rörläggning	Rörläggning utan schaktade rörgravar och med metoder som till exempel rörtryckning, mikrotunnelborring, styrd jordborring, rörramning, augerborring, hammarborring och tryckning med jordrak. Schaktfri rörläggning utförs ofta mellan tillfälliga tryck- och mottagningsstationer och normalt i lägen som är oberoende av befintliga ledningar.
_Strömlastförmåga	En kablednings strömlastförmåga bestäms som den maximala belastningsström som kontinuerligt kan överföras på ledningen, utan att ledartemperaturen i någon av de ingående fasledarna (kablarna) överskrider den av Svenska kraftnät maximalt tillåtna ledartemperaturen.
_Tillfartsväg	Befintlig väg som får nyttjas av entreprenören för att ta sig från allmän väg till arbetsområdet. Trafikeras normalt av annan trafik.
_Undersektion (eng. minor section)	Vid korskoppling. Del av _Huvudsektion, där varje huvudsektion består av tre undersektioner.



## 3 Projekteringsförutsättningar

### 3.1 Tekniska förutsättningar

Som utgångspunkt för projekteringen tillhandahålls följande tekniska indata för \_Kabelförbandet av Svenska kraftnät:

- Preliminär kabelförbanddesign inkl. ledarmaterial och ledardimension för \_Kabelförbandet
- \_Strömlastförmåga
- Maximalt tillåten ledartemperatur
- Val av skärmkopplingsmetod
- Antalet förband för kabelförbandet
- Antalet schakt för \_Kabelförbandet vid normalförläggning.
- \_Förläggningsmetod
- \_Förläggningskonfiguration

### 3.2 Termisk dimensionering av kabelförbandet

<00001>	Beräkningsingenjör ska utföra termiska beräkningar.
Notering:	Generellt och för särskilda fall som inte omfattas av IEC 60287 ska CIGRE TB 640 och CIGRE TB 880 användas.
<00002>	Metod för Termiska beräkningar ska följa IEC 60287.
<00003>	För alla projekterade _Förläggningskonfigurationer ska _Kabelförbandet ha en strömlastförmåga som är samma som eller överstiger _Strömlastförmåga.
Notering:	Detta innefattar såväl _Normalförläggning, djupare förläggning samt vid korsning och parallellgång med andra anläggningar
<00004>	När _Strömlastförmåga inte uppnås vid en _Förläggningskonfiguration ska _Beräkningsingenjör utreda samt ge förslag på termiska åtgärder.
Notering:	Sådana kan vara: <ul style="list-style-type: none"><li>• ytterligare separering mellan _Kabelförbanden</li><li>• förbättring av den termiska kringfyllnaden genom exempelvis betongingjutning eller bentonitfyllning</li></ul>



### 3.3 Projektering av skärmkoppling och kabellängder

- <00005>                    \_Projektör ska anpassa \_Kabelsystemets \_Kabelsträckor utifrån vald skärmkopplingsmetod.
- <00006>                    Om skärmkopplingsmetod är korskoppling med huvudsektioner ska \_Projektör dela in \_Kabelrutten i \_Huvudsektioner med tre \_Undersektioner inom varje \_Huvudsektion.
- Notering:                    Se även Cigre TB 797.
- <00007>                    Om skärmkopplingsmetod är korskoppling med huvudsektioner ska \_Huvudsektion ha en strömlastförmåga som är samma som eller överstiger \_Strömlastförmåga.
- Notering:                    Som en generell princip ska större längdvariationer mellan \_Undersektioner inom respektive \_Huvudsektion undvikas
- <00008>                    Om skärmkopplingsmetod är korskoppling med huvudsektioner och när skarvplatsutsättning är utförd ska \_Beräkningsingenjör verifiera \_Strömlastförmåga för varje \_Huvudsektion.
- <00009>                    För varje \_Kabelsträcka ska \_Projektör ta hänsyn till inducerad spänning på kabelns skärmledare.
- <00133>                    Beröringsspanningen på kabelns skärmledare ska inte överstiga 80 V (RMS-värde).
- Notering:                    Enligt SS-EN 50522.

### 3.4 Projektering vid \_Schaktad förläggning

#### 3.4.1 Schaktutformning

Se krav i kapitel 4 vid utformning av schaktsektioner för \_Schaktad förläggning.

- <00136>                    Om projekterad \_Förläggningsmetod för \_Schaktad förläggning är rörförläggning ska \_Projektör motivera valet av rörförläggning.
- Notering:                    Rörförläggning kan medföra sämre förutsättningar vid felsökning och underhåll av kabelsystemet och bör därför endast tillämpas där detta är motiverat.
- <00010>                    Projektör ska anpassa kabelgravens släntlutning längs \_Kabelrutten utifrån de markförhållanden som tolkats och redovisats i PM Geoteknik.
- Notering:                    Släntlutning 1:1 kan användas som utgångspunkt vid projekteringen, men frischakt är generellt att föredra framför stödjande konstruktioner såsom spontväggar.



### 3.4.2 Dragkraftsberäkningar

- <00011> Om \_Normalförläggning är rörförläggning ska \_Projektör utföra dragkraftsberäkningar.
- <00012> Dragkraftsberäkningar ska vara i enlighet med CIGRE TB 889, sektion 4.5.
- <00013> Om \_Normalförläggning är rörförläggning ska \_Projektör ta fram \_PM Kabeldragning som innehåller resultat över beräknade dragkrafter och sidotryck för valda \_Kabelsträckor längs \_Kabelrutten.
- Notering: För den eller de \_Kabelsträckor som bedöms som mest utmanande samt en redogörelse som motiverar varför dessa är utmanande.

## 3.5 Projektering vid närhet till andra tekniska anläggningar

Vid projektering av Svenska kraftnäts \_Kabelrutt med närhet till andra tekniska anläggningar beaktas lämpligt skyddsavstånd utifrån ett elektriskt, mekaniskt och termiskt perspektiv. Tekniska anläggningar avser exempelvis ledningskorsningar eller parallellgång med andra ledningar.

- <00014> \_Projektör ska inhämta krav från ägaren till närliggande eller korsande anläggningar.
- <00015> \_Projektör ska utreda behov av utformning och dimensionering av åtgärder för installation vid komplexa korsningar.

Se krav på utformning vid korsning med annan anläggning i kapitel 6.

- <00016> För \_Schaktfri rörläggning ska \_Projektör förutsätta luftfyllda rör.

Medföljande jordledare kan behöva isoleras vid korsning med annan anläggning

### 3.5.1 Värmeförluster från närliggande anläggningar

- <00017> \_Projektör ska inhämta information från anläggningsägaren om värmeförlusterna från den korsande eller parallellgående anläggningen

Observera att värmeförluster från fjärrvärmerör kan variera beroende på plats.

- <00018> Om värmeförluster från korsande eller parallellgående fjärrvärmerör inte är kända ska \_Beräkningsingenjör använda värden som anges i Tabell 1.



&lt;00019&gt;

Om värmeförluster från korsande eller parallellgående kraftkablar inte är kända ska \_Beräkningsingenjör använda värden som anges i Tabell 2.

Tabell 1: Normala värmeförluster för fjärrvärmerör

Fjärrvärmerör	Värmeförlust
Landsbygdsområden	≤40 W/m
Stadsmiljöer	>100 W/m

Tabell 2: Normala värmeförluster för kablar utifrån spänningsnivå

Kabeltyp	Värmeförlust
Mellanspänning, treledarkabel	40 W/m
Lågspänning, treledarkabel	40 W/m
Mellanspänning, enledarkabel	45 W/m

&lt;00020&gt;

Om mellanspänningskablar som korsas eller går parallellt är installerade i parallella förband ska \_Beräkningsingenjör beräkna de effektiva värmeförlusterna från dessa med hjälp av omräkningsfaktorer enligt Svensk Standard SS4241416.

Tabell 3 sammanfattar de aktuella omräkningsfaktorerna.

Tabell 3: Omräkningsfaktorer för värmeförluster från parallella mellanspänningskablar

Antal parallella kabelförband	2	3	4	5	6	8	10
Avstånd mellan parallella kabelförband som korsas: Inbördes avstånd 0 mm (i kontakt)							
Omräkningsfaktorer av värmeförluster	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55	0,50	0,46
Avstånd mellan parallella kabelförband som korsas: Inbördes avstånd 250 mm							
Omräkningsfaktorer av värmeförluster	0,89	0,79	0,75	0,72	0,69	0,66	0,64



Avstånd mellan parallella kabelförband som korsas: Inbördes avstånd 500 mm							
Omräkningsfaktorer av värmeförluster	0,91	0,84	0,81	0,79	0,77	0,75	0,74

### 3.5.2 Projektering av schaktfri rörläggning

<00021>            \_Projektör ska föreslå metod för utförande av \_Schaktfri rörläggning

<00022>            Vid \_Schaktfri rörläggning ska \_Projektör definiera start- och slutpunkten för rörinstallationen samt rörens lutning tillsammans med toleranser (höger/vänster och upp/ned).

Notering:            Lämplig markundersökningsmetod för att fastslå metodens genomförbarhet hanteras ej i denna tekniska riktlinje.

### 3.5.3 Projektering i skogsmark och åkermark

<00023>            Vid projektering i skogsmark och åkermark ska \_Projektör undersöka markanvändningen för att identifiera behov av ökat mekaniskt skydd för kabelförbandet.

Notering:            Sådana platser kan exempelvis vara där tunga fordon förväntas korsa kablarna upprepande gånger i samma spår, då det vid blöta förhållanden kan medföra djupa spår ovan förläggningen. Rörförläggning kan vara ett alternativ för ökat skydd enligt EBR KJ41 kap. 12.2.6.

## 3.6 Projektering av skarvplats

Vid projektering av skarvplats ska \_Projektör följa krav på utformning som anges i kapitel 8.

<00024>            Vid projektering, placering och utformning av brunnar för linkboxar ska \_Projektör säkerställa god tillgänglighet till linkbox för underhållsarbeten.

<00025>            \_Projektör ska utforma linkboxbrunnen och dess placering i höjddled så att linkboxens lock och utrustning kan nås från brunnslockets nivå.

Notering:            Ett installationsdjup på cirka ett par decimeter under brunnslocket ger normalt god åtkomst till linkbox.

<00026>            När projektering av brunnar för \_Linkbox genomförs ska \_Projektör utreda om förankring eller annan stabiliserande åtgärd krävs för att uppnå en långtidsstabil installation.

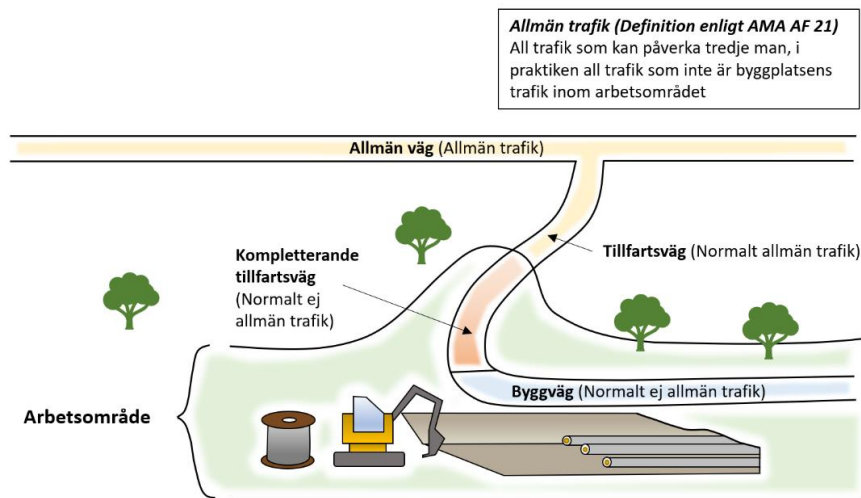


- <00027> Vid utsättning av linkboxbrunnar på skarvplats ska \_Projektör beakta max tillåten längd på bondingkabel.
- <00028> Vid utsättning av linkboxbrunnar på skarvplats ska \_Projektör beakta max tillåten böjradie på bondingkabel.
- Notering: Enligt kabeltillverkarens specifikation.
- <00030> Vid utsättning av linkboxbrunnar samt boxar för mätning av PD (eng. Partial Discharge) ska \_Projektör beakta krav på max tillåten längd för sensorkabel (eng. PD cable) enligt TR14-04-2e kapitel 3.
- <00031> När skarvplatser projekteras ska \_Projektör beakta utrymmesbehov för uppställning av kabeltrumma vid kabeldragningsutrustning (t.ex. vajer spel).
- <00032> När skarvplatser projekteras ska \_Projektör beakta utrymmesbehov för skarvkontainrar.
- <00033> När skarvplatser projekteras ska \_Projektör beakta utrymmesbehov för uppställning av övrig utrustning för skarvningsarbetet.
- Notering: Avser bl.a. manskapsbod (bodar för manskap, verktyg och material), generator med tillhörande bränsletank, samt för uppställning av fordon.

### 3.6.1 Projektering av arbetsområde, byggvägar och vägar för underhåll

- <00034> \_Projektör ska utreda utrymmesbehov för arbetsområdet längs \_Kabelrutten.
- Notering: I detta ingår utrymme för etableringar och tillfälliga upplag
- <00035> \_Projektör ska inventera tillgängliga \_Tillfartsvägar.
- <00036> Vid inventering av \_Tillfartsvägar ska \_Projektör inhämta information om vägarnas geometri samt bärighet.
- <00037> Vid inventering av \_Tillfartsvägar ska \_Projektör undersöka framkomlighet för transport av kabeltrummor för de aktuella \_Kabelsträckorna, skarvkontainrar och transport av övriga material och utrustning på vägarna.
- <00038> Om en kompletterande \_Tillfartsväg behövs ska \_Projektör hantera denna som \_Byggväg och arbetsområdet ska utökas till att inkludera denna.
- <00029> Projektör ska inventera behov av att kvarlämna kompletterande \_Tillfartsvägar och \_Byggvägar för framtida underhåll och reparationer.

Se Figur 1 för förtydligande av vägar och arbetsområde



Figur 1: Förtydligande av vägar och arbetsområde vid markkabelinstallation

### 3.6.2 Utredning och beräkning av magnetfält

Årsmedelströmmar för projekterad ledning tillhandahålls av Svenska kraftnät.

- <00039> Beräkningsingenjör ska genomföra magnetfältberäkningar för projekterad \_Kabelrutt.
- <00040> Magnetfältberäkning ska göras vid bostäder, grundskolor eller förskolor där magnetfältet kan förväntas ligga nära eller över 0,4  $\mu\text{T}$  vid prognosticerad årsmedelström.
- <00041> Magnetfältberäkning ska göras vid den del av byggnaden som är närmast \_Kabelrutten vid en meters höjd över marken.
- <00042> När \_Kabelrutten, \_Förläggningsmetoder eller \_Förläggningskonfigurationer ändras ska \_Beräkningsingenjör identifiera de magnetfältberäkningar som påverkas och utföra dessa igen.
- <00043> Magnetfältberäkningen ska inkludera parallellgående ledningar, inklusive andra nätägares kraftledningar med spänningsnivå 70 kV eller högre, som kan påverka magnetfältet för den projekterade ledningen.
- <00044> Magnetfältberäkningen ska redovisa magnetfältet i  $\mu\text{T}$  med två decimalers noggrannhet.
- <00045> Om magnetfältberäkningen visar att magnetfältet vid bostäder, grundskolor eller förskolor kan förväntas överstiga 0,4  $\mu\text{T}$  vid prognosticerad årsmedelström ska \_Beräkningsingenjör utreda och föreslå



magnetfältreducerande åtgärder vid den berörda byggnaden.

- <00046> Vid allmänna platser ska magnetfältberäkningen visa att magnetfältet inte överskrider Strålsäkerhetsmyndighetens referensvärde för allmänhetens exponering på 100  $\mu\text{T}$  (momentant RMS-värde, 50 Hz) vid märkströmmen för den projekterade ledningen och beräknat på 1 meters höjd över marken.
- <00047> Vid allmänna platser där vistelse på marknivå förekommer ska magnetfältberäkningen visa att magnetfältet inte överskrider Strålsäkerhetsmyndighetens referensvärde för allmänhetens exponering på 100  $\mu\text{T}$  (momentant RMS-värde, 50 Hz) vid märkströmmen för den projekterade ledningen och beräknat på 0,2 meters höjd över marken.
- Notering: Sådana platser kan exempelvis vara badplatser och grönytor.
- <00048> Om magnetfältet vid en plats överskrider Strålsäkerhetsmyndighetens referensvärde för allmänhetens exponering på 100  $\mu\text{T}$  (momentant RMS-värde, 50 Hz) vid märkströmmen ska \_Beräkningsingenjör utreda och föreslå magnetfältreducerande åtgärder vid den berörda platsen.
- <00049> Vid parallellgång med ytterligare strömförande ledningar ska magnetfältberäkningen redovisa både magnetfältet från den projekterade ledningen och det sammanlagda magnetfältet från samtliga ledningar.
- <00050> Magnetfältberäkningarna ska innehålla följande underlag för beräkningarna:
- \_Förläggningsskonfiguration, fasplacering och strömvärde med effektriktning för alla ledningar som ingår i beräkningarna
  - Vad strömvärdet motsvarar och vid vilken tidpunkt det inhämtades (årsmedelvärde och/eller momentanvärde)
  - Beskrivning av beräkningsmetoden (exempelvis beräkningsprogram och eventuella antaganden.



## 4 Kabelinstallation i öppet schakt

\_Kabelförbandet kan installeras som direktförlagda kablar och/ eller kablar installerade i direktförlagda kanalisationsrör som i detta dokument benämns som rörförläggning. Följande kapitel innehåller krav på förläggningen i öppet schakt vid dessa nämnda utföranden.

<00051> Om ett schakt innehåller två eller fler \_Kabelförband ska kabelförbandet vara placerat med ett fritt avstånd på minst 300 mm till andra kabelförband i schaktet.

<00052> Det yttersta \_Kabelförbandet ska vara placerat med ett fritt avstånd på minst 200 mm till schaktväggen.

Se Bilaga 1 kapitel 1 och 2 för normalsektioner med rörförläggning och direktförläggning.

### 4.1 Fyllnadshöjd

<00053> Vid jordschakt ska \_Fyllnadshöjd vara minst 1200 mm.

Notering: Avsteg kan medges ned till 900 mm om kablarna är förlagda i kanalisationsrör med s.k. förstärkt kabelskydd och att ett minskat \_Fyllnadshöjd skulle medföra betydande fördelar ur ett installations- och framkomlighetsperspektiv.

<00054> Vid bergschakt ska \_Fyllnadshöjd vara minst 900 mm.

Notering: Bergschakt avser där berget går i dagen. Avser ej där berg upptäcks under markytan.

### 4.2 Geotextil

<00055> Vid \_Schaktad förläggning samt vid skarvplatser ska en geotextil finnas installerad.

<00056> Geotextilen ska vara av vävd polypropen av klass N2 eller högre.

Notering: N2 används för jordschakt, N3 för bergschakt och vid skarvplatser

<00057> Geotextilen ska omsluta en termisk kringfyllning, inklusive jordledare och åskskyddsledare, med en överlappning på minst 0,5 m.

### 4.3 Jordledare och åskskyddsledare

<00058> Medföljande jordledare ska vara placerade på ledningsbädden.



- <00059> Om längsgående åskskyddsledare används ska dessa placeras ovanpå den termiska kringfyllnaden.
- <00060> Medföljande jordledare ska vara placerad med ett fritt avstånd på minst 100 mm i sidled till ett \_Kabelförband.

#### 4.4 Kanalisationsrör

- <00061> Vid rörförläggning ska varje enskild kraftkabel vara installerad i ett separat kanalisationsrör.
- <00062> Ett kanalisationsrör ska ha en innerdiameter som är minst 1,5 gånger större än ytterdiametern på en kraftkabel.

#### 4.5 Termisk kringfyllning och ledningsbädd

- <00063> Termisk kringfyllning och termisk ledningsbädd ska uppfylla kraven i Svenska kraftnäts sandspecifikation.
- <00064> Vid \_Normalförläggning ska termisk kringfyllning och ledningsbädd vara av kabelsand typ "N".
- Notering: Typ N motsvarar en termisk resistivitet på 1 Km/W.
- <00065> Vid direktförläggning ska ledningsbädden ha en tjocklek på minst 150 mm efter packning.
- <00066> Vid rörförläggning ska ledningsbädden ha en tjocklek på minst 100 mm efter packning.
- <00067> Vid direktförläggning ska ett lager med packad kringfyllning ovan en kraftkabel ha en tjocklek på minst 300 mm.
- <00068> Vid rörförläggning ska ett lager med packad kringfyllning ovan ett kanalisationsrör ha en tjocklek på minst 200 mm.

#### 4.6 Kabelskydd

Med kabelskydd avses här mekaniskt skydd.

- <00069> Kabelskydd ska uppfylla kraven i SS 4241437, kapitel 10 Kabelskydd.
- <00070> Om ett omärkt förstärkt skydd används vid förstärkt utförande ska det vara kombinerat med ett plant skydd med färgmarkering enligt SS 4241437, kapitel 9.1 Kabelmarkering i mark.
- Notering: Plant skydd istället för markeringsband i standarden



#### 4.6.1 Plana skydd

- <00071> Plana kabelskydd ska vara utförda i plast med en bredd på 300 mm, och vara märkta med texten "Kraftkabel" och aktuell spänningsnivå.
- <00072> Vid förläggning i trefoil ska de plana kabelskydden vara placerade longitudinellt och centrerat över respektive \_Kabelförband.
- <00073> Vid plan förläggning ska de plana kabelskydden vara placerade centrerat över respektive kraftkabel eller fasledare.
- <00074> De plana kabelskydden ska vara placerade direkt ovanpå den kompakterade termiska kringfyllnaden eller ovanpå det förstärkta utförandet.

#### 4.6.2 Förstärkt utförande

Förstärkt utförande kan vara lämpligt vid \_Fyllnadshöjd mindre än 1,2 meter, detta avser ej bergschakt.

- <00075> Vid korsning under annan anläggning ska förstärkt utförande tillämpas.

Förstärkt utförande är exempelvis kanalisationsrör, betongplattor, betongtråg eller weak-mix-betong. I SS 4241437 anges skyddsror istället för kanalisationsrör, vilket medför krav på att rören ska vara gula eller synligt gulmarkerade.

- <00076> Om betongplattor används som förstärkt utförande ska dessa vara placerade ovanpå den termiska kringfyllnaden och vara sammanhängande samt täcka hela bredden av kabelförläggningen, inklusive optokablar.

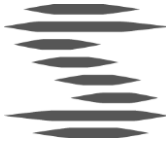
### 4.7 Resterande fyllning

Massor från schaktet för kabelgraven bör i första hand användas som resterande fyllning.

- <00077> Resterande fyllning ska vara i enlighet med AMA Anläggning CEC.42
- <00078> Om resterande fyllning utgörs av befintliga massor i jordbruksmark, ska det översta lagret av organisk jord vara separerat och återföras som ett översta lager.

### 4.8 Varningsnät

- <00079> Vid \_Schaktad förläggning ska ett varningsnät vara installerat i kabelgraven på 0,6 m djup.
- <00080> Vid \_Schaktad förläggning i jordbruksmark ska ett varningsnät vara installerat på 0,8 m djup.



- <00081> Om markkablarna förläggs i skogsmark ska ett varningsnät vara installerat på ett djup som skyddar det mot skador från skogsbruksmaskiner.
- <00082> Varningsnätet ska vara av typ HDPE med orange färg.
- <00083> Varningsnätet ska vara fritt från inbyggd söktråd.
- <00084> Varningsnätet ska minst täcka kringfyllningen överyta i kabelgraven eller skarvplatsen.

#### 4.9 Markeringsband

- <00085> Markeringsband ska uppfylla kraven i SS 4241437 kapitel 9.
- <00086> Markeringsband för högspänningskablar ska vara 0,125 m breda och vara märkta med texten "Kraftkabel" och aktuell spänningsnivå samt placeras ovanpå varningsnätet centrerat över varje \_Kabelförband.
- <00087> Markeringsbandet ska vara fritt från inbyggd söktråd
- <00088> Markeringsband för fiberoptiska kablar ska vara 0,125 m breda och ska placeras ovanpå varningsnätet centrerat över varje fiberkabel.



## 5 Opto i kraftkabelanläggning

Detaljer om distribuerad temperaturmätning såsom DTS (Distributed Temperature Sensing) ges i TR14-04-3E.

<00089> Fiberoptiska kablar för förläggning i mark ska vara installerade i separata optorör avsedda för fiberoptik enligt TR04-03.

### 5.1 Optorör för telekommunikation

<00090> Kabelgraven ska innehålla två \_Kanaliseringsstråk med optorör för telekommunikation.

<00091> För varje \_Kanaliseringsstråk ska 1 st optorör för telekommunikation vara installerat.

<00092> För varje \_Kanaliseringsstråk ska tomrör för telekommunikation vara installerade enligt TR04-03.

<00093> De två \_Kanaliseringsstråken ska vara placerade i vardera ytterkant av kabelgraven.

### 5.2 Optorör för DTS och PD

<00094> För varje faskabel ska det finnas ett optorör för mätning av DTS.

<00095> Optorör för DTS-mätning ska vara placerat intill faskabeln eller intill kanalisationsröret för faskabeln.

Notering: Med lämplig fästordning på faskabel eller kanalisationsrör så att kontakt med kraftkabeln eller kabelförbandet säkerställs längs hela \_Kabelrutten.

<00096> Optorör för DTS ska vara förlagda så att de följer kraftkabeln längs hela \_Kabelrutten.

Notering: Inkluderar platser där exempelvis \_Kabelkonfigurationen förändras, exempelvis vid korsning där trefoil övergår till plan förläggning.

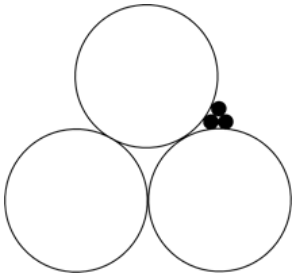
<00097> Om ett \_Kabelförband är lagt i plan formation ska ett optorör för DTS-mätning vara strappat på varje faskabel eller kanalisationsrör.

<00098> Om kraftkablarna är förlagda i trefoil ska de tre optorören vara grupperade.



Ett förslag på förläggning av optorör för DTS vid trefoil visas i Figur 2.

För PD-mätning används fibrer i DTS-kablarna.



Figur 2: Principiell förläggning av optorör för DTS och PD vid trefoil



## 6 Kabelinstallation vid korsningar med tekniska anläggningar

Nedan följer Svenska kraftnäts krav vad gäller korsningar.

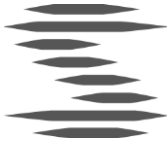
- |         |                                                                                                                                                                                                           |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <00099> | Vid korsning med befintlig markförlagd ledning ska kraftkablarna normalt förläggas under den korsande anläggningen.                                                                                       |
| <00100> | Vid korsning eller parallellgång med trycksatt vattenledning ska kraftkablarna vara förlagda i rör.                                                                                                       |
| <00101> | Korsningsvinkeln mellan kraftkablarna och korsande anläggning ska vara 90 grader eller så nära 90 grader som möjligt.                                                                                     |
| <00102> | Om betongplattor används vid korsning under extern anläggning ska dessa vara placerade mellan de korsande anläggningarna och minst 3 m ut från vardera håll från den korsande anläggningens yttersta del. |

Se Bilaga 1 kapitel 3 för utformning av förstärkt utförande med betongplattor.

### 6.1 Förläggning under korsande anläggning

För särskilda fall där termiskt svåra korsningar förekommer kan bentonitfyllning vara ett alternativ för att förbättra de termiska förhållandena för kabelförläggningen.

En typisk utformning av en korsning under annan anläggning visas Bilaga 1 kapitel 3.



## 7 Schaktfri rörläggning

<00103> Vid \_Schaktfri rörläggning ska rörens innerdiameter vara minst 1,5 gånger större än kraftkabelns ytterdiameter.

Jordledare- och åskskyddsledare kan behöva isoleras eller kapas beroende på närliggande eller korsande infrastruktur.

Se även CIGRE TB 770.

### 7.1 Schaktfri rörläggning i jord

<00104> Vid \_Schaktfri rörläggning i jord ska varje \_Kabelförband eller faskabel vara förlagt i ett separat rör.

### 7.2 Schaktfri rörläggning i jord

Ett borrhål genom berg kan antingen fodras med ett yttre stålrör i kombination med ett inre PE-rör alternativt bara ett PE-rör, beroende på bergets kvalitet.

<00105> Om stålrör används ska varje rör rymma ett \_Kabelförband

Notering: Ett stålrör får inte omsluta en ensam faskabel.



## 8 Skarvplatser

<00106> Om en skarvplats är placerad i anslutning till en korsning ska avståndet mellan skarvplats och korsning vara tillräckligt stort för att säkerställa nödvändigt arbetsområde för installation.

Notering: Exempel på installation är kabeldragning, skarvning och andra installationsåtgärder. Som ett generellt förhållningssätt bör ett utrymme om minst 10 meter antas mellan rörändar för korsningen och närmaste del av skarvplatsens betongplatta. Större avstånd kan behövas beroende på lokala förutsättningar, såsom korsning med elektriskt ledande anläggning där ett större avstånd till skarvplatsen kan krävas av elektriska skäl.

En typisk utformning av en skarvplats redovisas i Bilaga 1 kapitel 4. Utförande av jordningssystem inklusive åskskyddsledare vid skarvplatser beskrivs inte i denna Tekniska Riktlinje

### 8.1 Betongplatta för skarvplats

<00107> Skarvplatser ska vara försedda med gjuten betongplatta för installation av \_Kabeltillbehör och \_Kringutrustning.

<00108> Armering i betongplatta för skarvplats ska vara icke-magnetisk

### 8.2 Termisk kringfyllning och ledningsbädd

Termisk kringfyllning och ledningsbädd enligt krav som anges i kapitel 4.5

### 8.3 Varningsmarkörer och kabelskydd

Markeringsband enligt krav som anges i kapitel 4.9

Varningsnät enligt krav som anges i kapitel 4.8.

Kabelskydd enligt krav som anges i kapitel 4.6.

### 8.4 Resterande fyllning

Resterande fyllning enligt krav som anges i kapitel 4.7.

### 8.5 Geotextil

Geotextil enligt krav som anges i kapitel 4.2.



## 8.6 Linkboxbrunn

Se även TR14-02-4 för ytterligare information gällande linkboxar.

- <00109> Skarvplatser för jordade skarvar ska vara försedda med linkboxbrunnar.
- <00110> En linkboxbrunn ska vara utformad så att underhåll kan utföras effektivt och tillförlitligt under \_Kabelsystemets livslängd.
- <00111> Linkboxbrunn ska kunna dränera inkommande vatten.

Linkboxbrunn kan placeras med brunnslocket i marknivå eller nedgrävd med brunnslocket under marknivå. Linkboxbrunnens placering, i marknivå eller nedgrävd, bestäms projektspecifikt av Svenska kraftnät.

- <00112> Om en linkboxbrunn är nedgrävd ska brunnslock för linkboxbrunn vara placerat på ett djup av minst 0,6 meter mätt från överkant av brunnslock till marknivå.
- <00113> Om en linkboxbrunn är placerad i jordbruksmark och är nedgrävd ska brunnslock för linkboxbrunn vara placerat på ett djup av minst 0,8 meter mätt från överkant av brunnslock till marknivå.
- <00114> Lock för linkboxbrunn ska tåla en last på 40 ton
- <00115> Ett linkboxbrunn ska vara utformad så att locket till brunnen kan öppnas och stängas utan att linkboxens position ändras.

## 8.7 Optoanläggning

- <00116> \_Kanaliseringsstråk med optorör för kommunikationskablar som ligger på vardera sida i kabelgraven ska behålla sina positioner och förläggas på varsin sida i skarvplatsen.
  - <00117> Det ska finnas minst en brunn per \_Kanaliseringsstråk för kommunikationskablarna.
- Notering: Därmed minst 2 st brunnar per skarvplats

### 8.7.1 Kanalisation för DTS-kablar

- <00118> Optorör för DTS ska vara placerade så att de följer respektive kraftkabel och vidare över skarv för kraftkabel.
  - <00119> En optokabel för DTS ska vara förlagd i en 5 m lång slinga på eller vid en kabelskarv.
- Notering: Slingans syfte är att möjliggöra korrekt temperaturläsning från DTS-systemet vid kabelskarv. Kan exempelvis vara en enkel låda där optorör ansluts och där kabeln kan ligga frilagd och skyddas av lådan.



Placering av lådan ovanpå kabelskarven så att temperaturförändring detekteras.

<00120> Vid varje skarvplats ska optorör för DTS vara dragna till brunn för skarvning av optokablar.

Notering: Detta kan vara samma brunn som för kommunikationskabel.

<00121> Efter skarvning ska optorören för DTS vara dragna tillbaka till respektive kraftkabel för fortsatt temperaturmätning.

### 8.7.2 Skarvbrunnar för optokabel

<00122> Om brunn för optokabel inte används för referenstemperaturmätning för DTS ska brunn för optokabel vara placerad i \_Kanaliseringsstråk för kommunikationskablar.

<00134> Om brunn för optokabel används för referenstemperaturmätning för DTS ska brunn för optokabel vara placerad på ett sådant avstånd från yttre kabelskarv att marktemperaturen vid brunnen inte påverkas av kraftkabelns ledartemperatur.

Notering: Ett avstånd om cirka 5 meter i sidled från yttre kabelskarv är i normalfallet lämpligt.

<00135> Om brunn för optokabel används för referenstemperaturmätning för DTS ska alla optorör i \_Kanaliseringsstråk för kommunikationskablar vara dragna ut till brunn för optokabel.

<00123> I en brunn för optoskarvar ska det finnas max 4 kabelsling eller skarvar. Om det finns fler kablar i skarvplatsen ska fler brunnar installeras.

## 8.8 Skarvplats för övergångsskarv

<00124> Skarvplatser för övergångsskarvar (mellan armerad sjökabel och markkabel) ska vara utrustade med hang-off där armeringen från sjökabeln hängs av.

Notering: Hang-off samt dess förankring i mark dimensioneras och utformas projektspecifikt av- eller i samråd med sjökabeltillverkare/ sjökabelinstallatör.

<00125> En hang-off ska vara utformad för att sjökabelns och fiberkabelns armering kan hängas av på hang-offen.



## 9 Markering av kabelsträcka

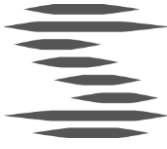
### 9.1 Kabelmarkeringsstolpar

Om kabelmarkeringsstolpar används för att markera ut kablarna bör dessa placeras ut med jämna mellanrum om ca 0,3 till 0,4 km längs mittlinjen på \_Kabelrutten.

- <00126> Vid korsning med väg och järnväg ska kabelmarkeringsstolpar sättas ut före och efter korsningen.
- <00127> Om kabelmarkeringsstolpar används vid skarvplatser sätts stolpen ut i mitten av skarvplatsen.
- <00128> Kabelmarkeringsstolpar ska inte sättas ut i jordbruksmark.
- <00129> Kabelmarkeringsstolpar ska innehålla följande information:
- Skarvplatsbeteckning (enbart för stolpar placerade ovan en skarvplats)
  - ”KABEL för starkström”
  - Svenska kraftnäts logotyp
  - Nominell spänning för \_Kabelsystemet i kV
  - Typ av kabel (HVAC)
  - Svenska kraftnäts ledningslittera

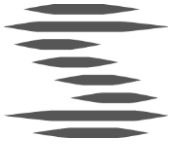
### 9.2 Korsning med vattendrag

- <00130> Vid korsning av vattendrag ska skyltning vara enligt ELSÄK-FS 2022:2 §22.



## 10 Dokumentation/ Handlingar och leverans

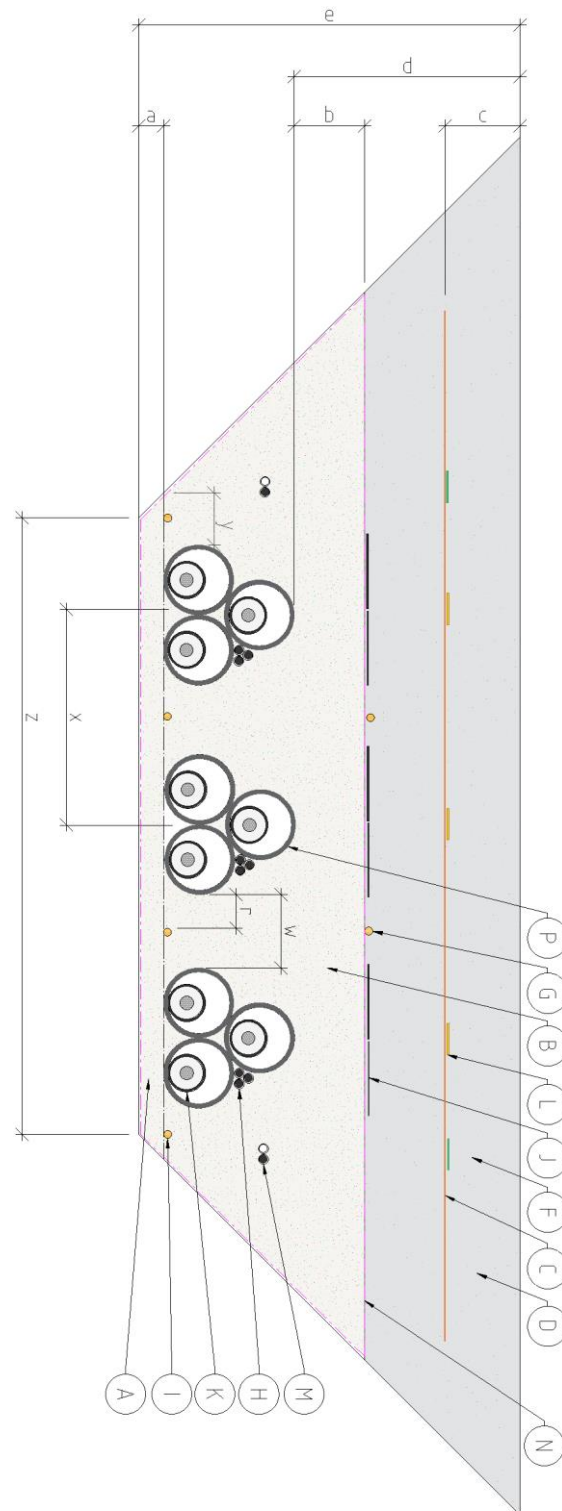
- <00131>                   Leveransen av projekteringen ska innehålla dokumentation enligt gällande interna dokumentlistor alternativt en projektspecifik lista.
- <00132>                   Om en projektspecifik lista används ska denna vara överenskommen med Svenska kraftnät.



## Bilaga 1 Exempelritningar



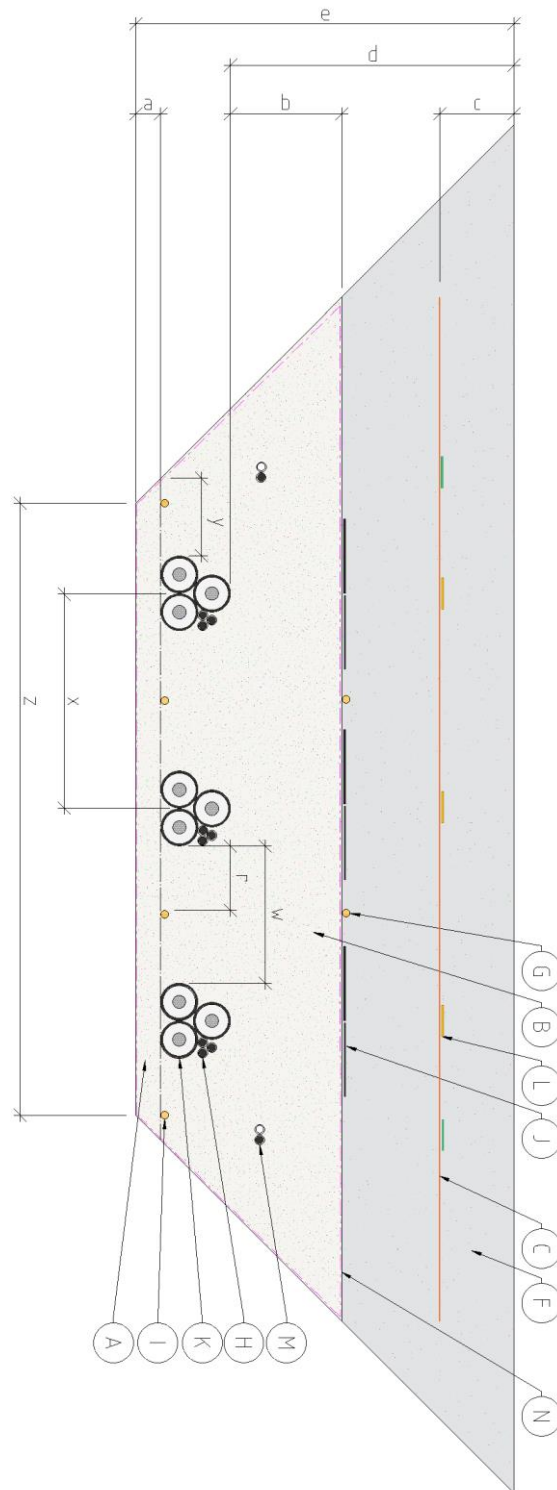
# 1 Normalsektion Rörförläggning



Figur 3: Normalsektion Rörförläggning



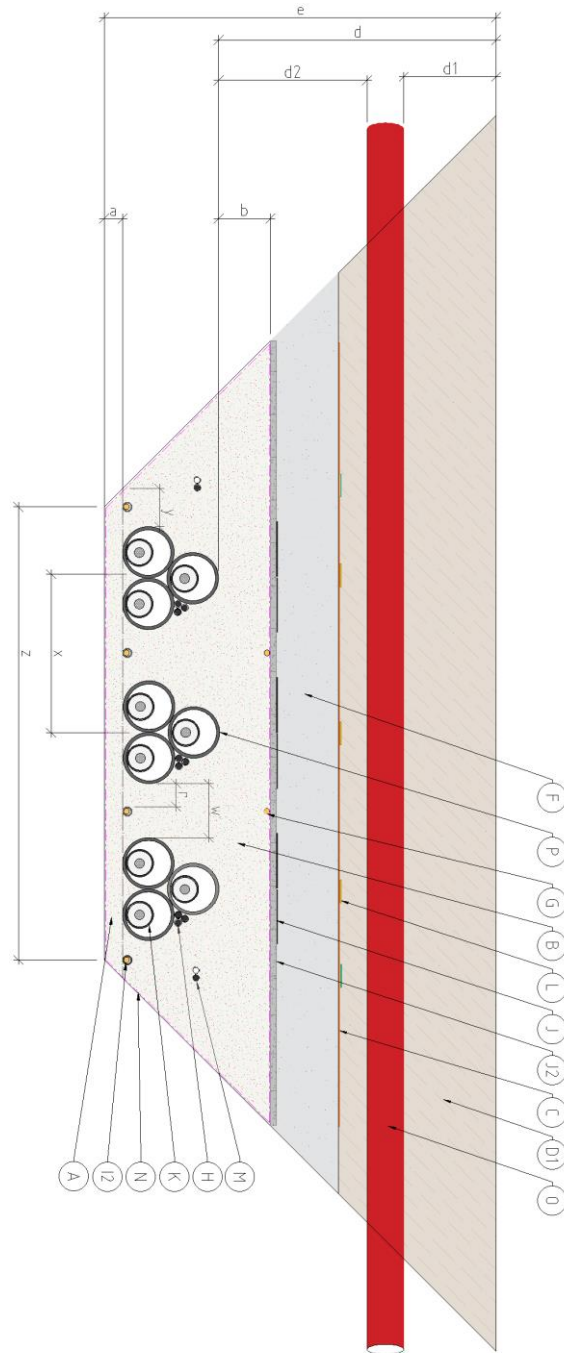
## 2 Normalsektion Direktförläggning



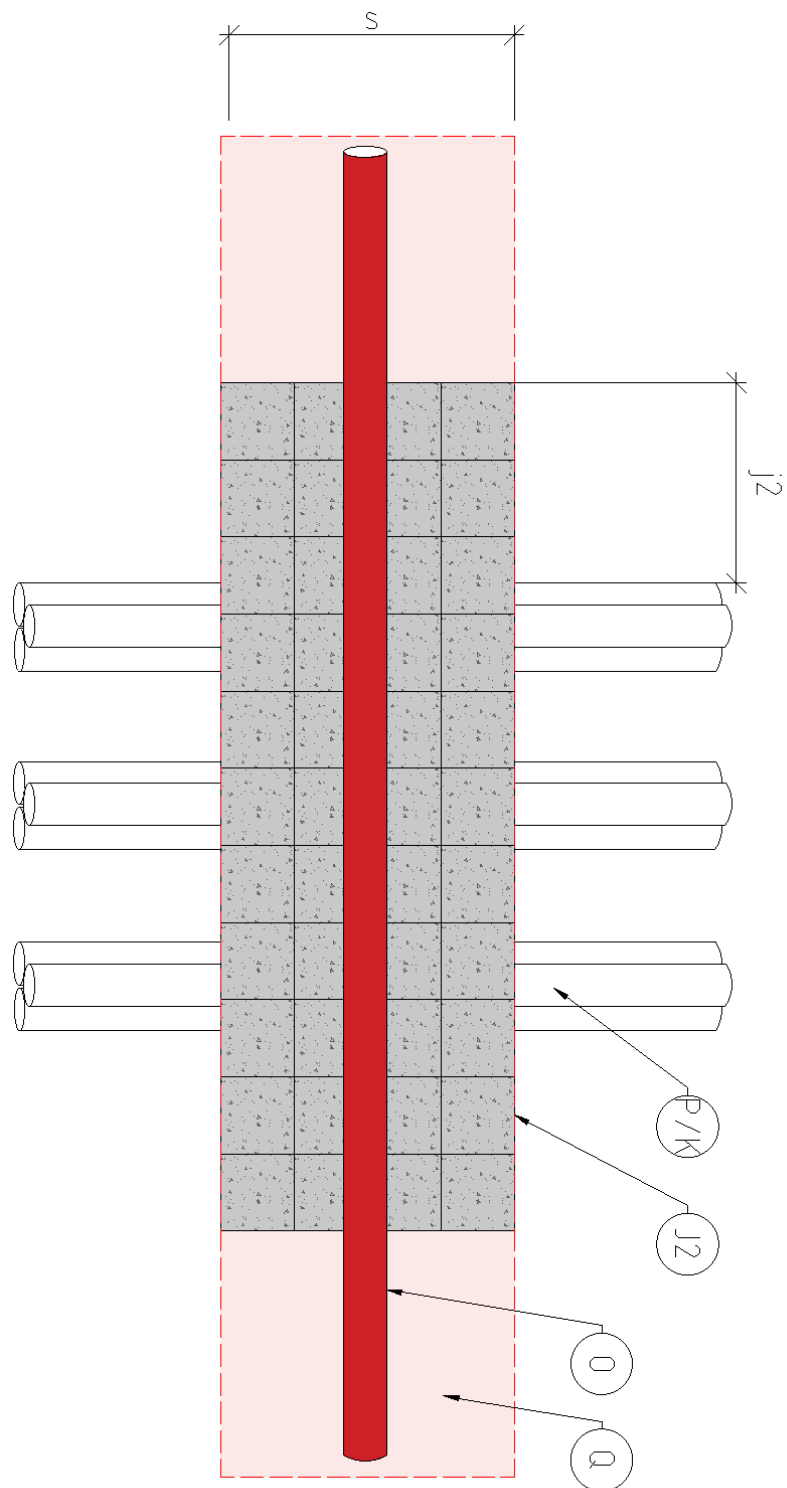
Figur 4: Normalsektion Direktförläggning



### 3 Typsektion och planritning för korsning under annan anläggning



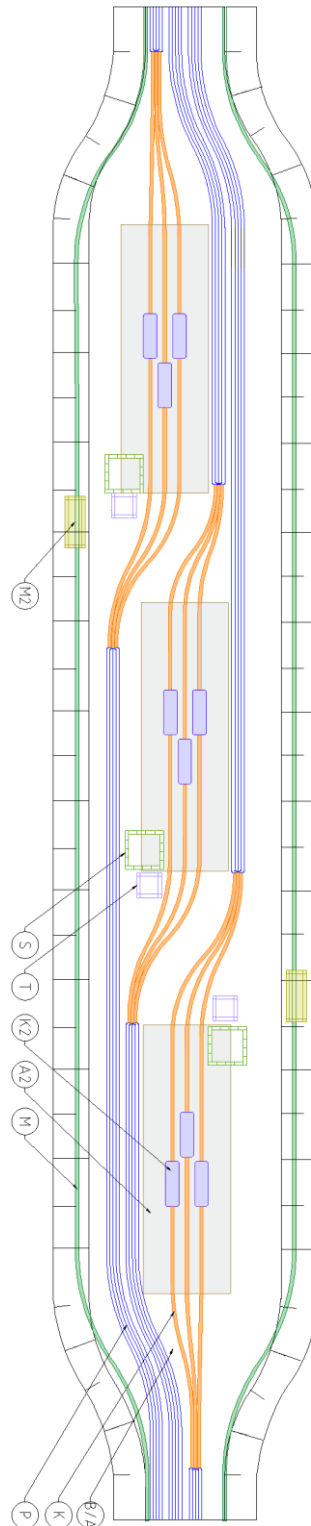
Figur 5: Typsektion korsning under annan anläggning



Figur 6: Planritning för korsning under annan anläggning



## 4 Exempelritning skarvplats



Figur 7: Exempelritning skarvplats planritning



## 4.1 Teckenförklaring

Tabell 4: Teckenförklaring för samtliga ritningar i Bilaga 1.

<b>Etikett</b>	<b>Beskrivning</b>	<b>Notering</b>
A	Ledningsbädd	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.5
A2	Gjuten betongplatta för skarvplats	Enligt TR14-03-03 kapitel 8.1
a	Lager med ledningsbädd	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.5
B	Kringfyllnad	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.5
b	Kringfyllnad ovan kabel eller kanalisationsrör	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.5
C	Varningsnät	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.8
c	Installationsdjup varningsnät	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.8
c2	Vertikalt avstånd från marknivå till överkant på korsande anläggningsdel	
D1	Återfyllnadsmaterial inkl. eventuella varningsmarkörer för korsande anläggning	Kan variera utifrån krav från ägaren till den korsande anläggningen
d	Fyllnadshöjd för kablar eller kanalisationsrör	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.1
d1	Fyllnadshöjd för korsande anläggning	
d2	Avstånd mellan korsande anläggningar	
e	Schaktdjup, vertikalt avstånd från markyta till schaktbotten	
F	Resterande fyllning	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.7
G	Åskskyddsledare	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.3
H	Optorör för DTS	
I	Längsgående jordledare	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.3
I2	Längsgående jordledare i kanalisationsrör	



J	Plana kabelskydd	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.6
J2	Betongplattor	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.6
K	Kraftkabel	
K2	HVAC Kabelskarv	
L	Markeringsband för kraftkabel och opto	Gul för kraftkabel, grön för opto
M	Optorör för kommunikation	Enligt TR14-03-03 kapitel 5.1 samt kapitel 8.7
M2	Skarvbrunn optokabel	Enligt TR14-03-03 kapitel 5 samt kapitel 8.7
N	Geotextil	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.2
O	Extern korsande anläggning	
P	Kanalisationsrör för kraftkabel	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.4
Q	Schakt för korsande anläggnings ledningsgrav	
q	Schaktbredd för korsande anläggnings ledningsgrav	
r	Avstånd från yttre kraftkabel/kanalisationsrör till långsgående jordledare	Enligt TR14-03-03 kapitel 4.3
S	Linkboxbrunn	Enligt TR14-03-03 kapitel 8.6
T	Brunn för PD-box	
w	Fritt avstånd mellan kabelförband	Enligt TR14-03-03 kapitel 4
x	Centrum-centrumavstånd mellan kabelförband	-
y	Min-avstånd yttre kraftkabel/kanalisationsrör till schaktvägg	Enligt TR14-03-03 kapitel 4
z	Schaktbottenbredd	-