

RENBLAD 9000

VER 3.13 | 10 / 2021

MONTASJE AV KABEL



Copyright 2021 © REN AS

INNHold

1 Formål.....	3
2 Generelt	3
3 Arbeidsplanlegging	3
4 HMS-planlegging.....	4
5 Behandling av kabler.....	4
6 Forlegning av kabel.....	8
7 Stikkledning til boliger	16
8 Avstander ved fellesføring og kryssing	17
9 Grøfteoppbygging	19
10 Pløying av kabel.....	21
11 Materiell.....	21
12 Jording	21
13 Driftsmerking	21
14 Dokumentasjon	21
15 Arbeidsavslutning, samsvarserklæring og sluttkontroll	22
16 Referanser	22
17 Referanser til RENblader	23

RENbladet er publisert 22.10.2021, og tidligere versjoner opphører 22.12.2021.

1 FORMÅL

Dette bladet tar for seg generelle retningslinjer for hvordan kabel skal håndteres ved oppbevaring, transport, utdragning, forlegning og montasje.

2 GENERELT

Alle kabelføringer skal være prosjektert på forhånd. Og følgende skal foreligge fra prosjektering:

- Kartutsnitt med inntegnede grøfter.
- Antall og dimensjon på kabler rør og jordtråd.
- Rekkefølge og avstander mellom kabler og annen infrastruktur.
- Krav til masse i ledningssonen.
- Krav til masser igjenfyllingssonen.
- Krav til driftsmerking.
- Type kabelbroer og festemateriell.
- Bruk av kabelbeskyttelse og kabelmarkering.
- Krav til overdekning.
- Avklaringer mot offentlige og private.
- Valg av transportvei og adkomst for maskiner og materiell.
- Eventuell riggplass og materiell depot.
- Det skal foreligge en SHA-plan. [RENblad 1100](#) Veiledning til byggherreforskriften og SHA-plan. Fra prosjekterende.

3 ARBEIDSPLANLEGGING

Grad av arbeidsplanlegging er avhengig av hvor mye som er utført i plan og prosjekteringsprosessen, kompleksitet og størrelse på arbeid.

Følgende skal utføres:

- Krav til utførelse fra veieier skal følges.
 - Det skal søkes arbeids/gravetillatelse hos vegmyndigheten. (Prosedyrer kan variere rundt om i landet).
 - Ved riks og fylkesvei skal en følge krav som er angitt i håndbok [N301 Arbeid på og ved veg](#).

- Alle arbeidstakere som utfører arbeid på riks- og fylkesvei, skal ha nødvendig opplæring i arbeidsvarsling.
- Krav til utførelse for kommunale veier må sjekkes hos den enkelte kommune.

4 HMS-PANLEGGING

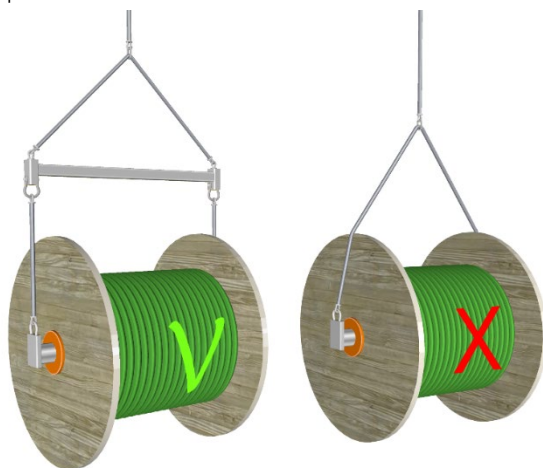
Om nødvendig skal det utføres en SJA. Se [RENblad1252](#) Sikker-jobb-analyse.

5 BEHANDLING AV KABLER

Kabler skal behandles med forsiktighet. Skade på kabelens kappe kan etter kort tid føre til feil på kabelen noe som igjen kan gi store samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser.

Løfting, transport og lagring

- Ved løfting av trommel skal oppheng henge parallelt med vangene slik at disse ikke blir presset innover.



Figur 1 Oppheng skal henge parallelt med vangene ved løfting av trommel.

- Ved løfting med truck må gaflene gå vinkelrett på vangene, og være lange nok til å dekke disse.



Figur 2 Gaflene må være lange nok til å holde begge vangene.

- Tromler må løftes ned, ikke slippes.



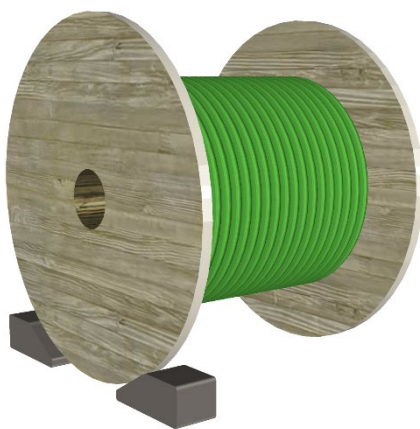
Figur 3 Tromler skal ikke slippes ned, støtet fra droppet kan skade trommelen.

- Trommelen skal trilles i den retning som er vist med pil på vangene (mot retning for utdragning).



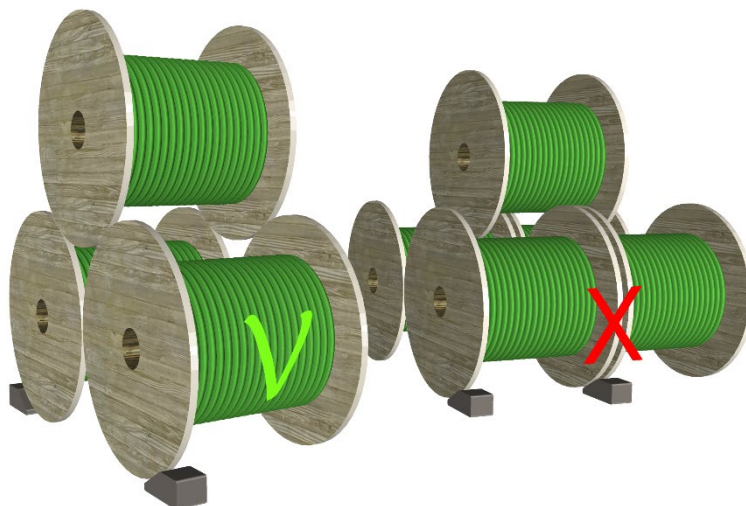
Figur 4 Trommelen trilles i angitt tetning.

- Ved langtids lagring skal kabel oppbevares ved jevn, lav fuktighet, og ikke utsettes for store temperatursvingninger.
- Tromler skal lagres og transporteres stående, og låses mot trilling.



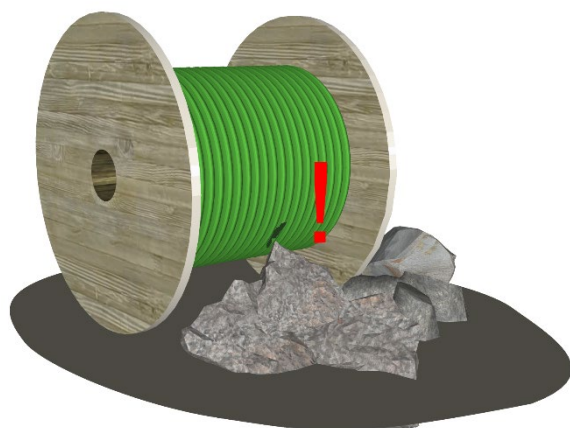
Figur 5 Tromler skal låses mot trilling.

- Ved stabling i høyden stables de vange på vange.
- NB!** Trommelen må være designet for dette.



Figur 6 Eksempel på stabling i høyden.

- Ved plassering av kabel ute på anlegg skal denne sikkerest mot skade. Underlaget skal være så jevnt og stabilt at kabelen ikke blir skadet.



Figur 7 Vær varsom mot gjenstander som kan skade kabelen når trommelen flyttes.

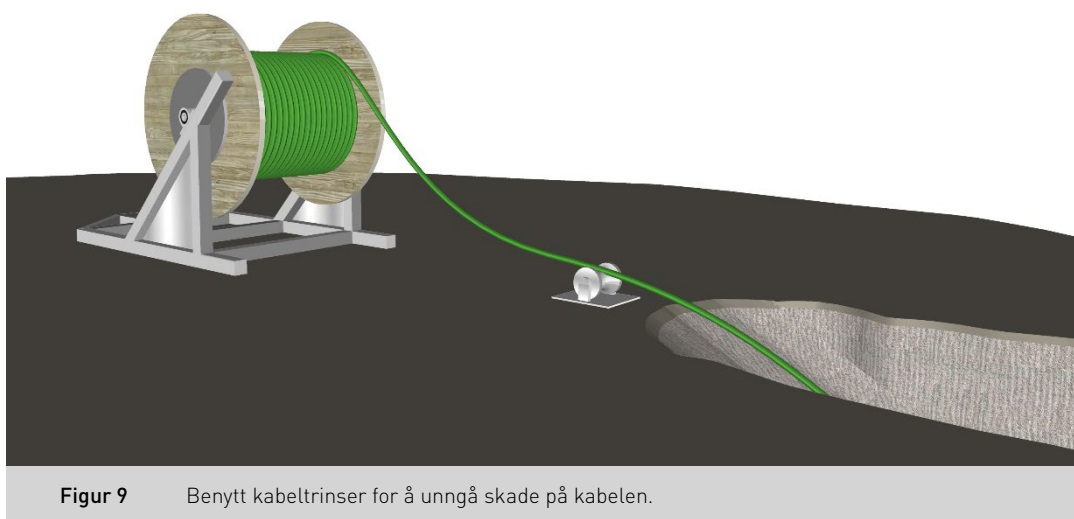
6 FORLEGNING AV KABEL

Utdragning

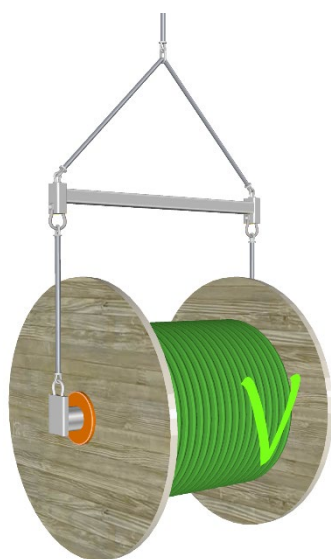
- a) Sjekk trommel for skarpe kanter eller spiker som kan skade kabel.
- b) Det skal benyttes trekktrinne/kabelrulle som kabelen hviler på ved utdragning.
- c) Kabel skal ikke skrape mot skarpe steiner eller kanter ved utdragningen.
- d) Unngå å vri kabel ved utkjøring.
- e) Kabler skal rulles ut fra stående trommel. Trommel skal ikke henge i svivel. Løfteåk kan brukes.



Figur 8 Trommel skal ikke henge i svivel da dette kan føre til uønskede situasjoner.



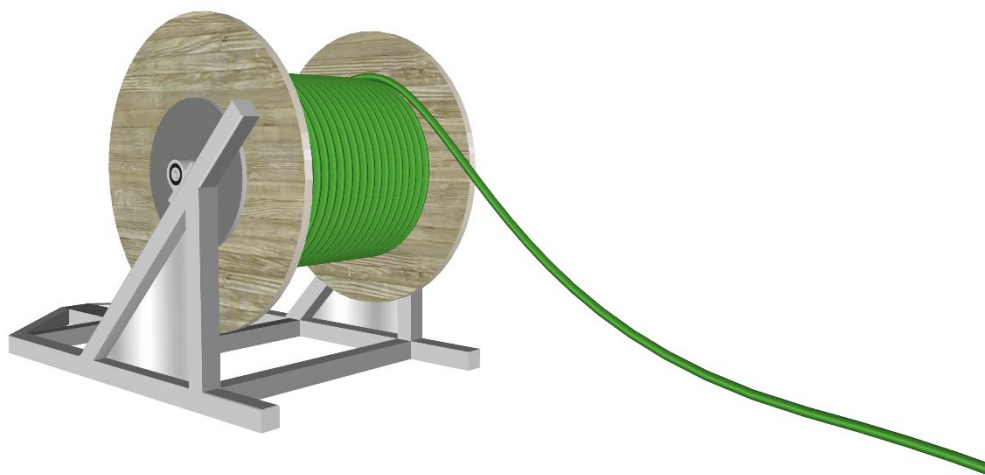
Figur 9 Benytt kabeltrinser for å unngå skade på kabelen.



Figur 10 Eksempel på korrekt løfting av trommel.



Figur 11 Eksempel på korrekt løfting av trommel ved utkjøring/utrulling.



Figur 12 Eksempel på korrekt plassering av trommel ved utrulling av kabel.

Forlegning

Enleder HS-distribusjonsnettskabler skal som standard legges i trekantforlegning. Dersom trekantforlegningen ikke er snodd skal lederne stripes sammen i trekantformasjon ca. hver meter.

Lav temperatur

Kablene må behandles meget forsiktig ved lave temperaturer. Anbefalt minimumstemperatur på **selve kablen** ved utdragning, forlegning og montasje:

PVC, PEX isolert kabel med PVC ytre kappe (f.eks. TFXP)

- a) Normal forlegning: over 0 °C
- b) Forsiktig forlegning: 0 °C til -10 °C
Forsiktig med slag og bøyning
- c) Ved kabeltemperatur under -10 °C skal kabel først oppbevares i temperert rom i minst 1 døgn. Det er viktig at kablen holder på varmen under uttrekking og forlegning slik at kabelens temperatur ikke synker under -10 °C under behandlingen. For å få til dette kan en eksempelvis pakke inn kablen i vintermatter under utkjøring.

PEX isolert med PE mantel (f.eks. TSLF)

- a) Normal forlegning: over -10 °C
- b) Forsiktig forlegning: -10 °C til -20 °C
Forsiktig med slag og bøyning
- c) Ved kabeltemperatur under -20 °C skal kabel først oppbevares i temperert rom i minst 1 døgn. Det er viktig at kablen holder på varmen under uttrekking og forlegning slik at kabelens temperatur ikke synker under -20 °C under behandlingen. For å få til dette kan en eksempelvis pakke inn kablen i vintermatter under utkjøring.

Papirisolert kabel

- a) Laveste temperatur er +5 °C
- b) Ved kabeltemperatur under -5 °C må tiltak iverksettes.

Oppvarming av kablen med gasslampe eller tilsvarende skal ikke utføres.

Dette er lite effektivt, og kabelens kappe kan bli ødelagt.

Trekkekrefter

Verdi for maksimal trekraft skal oppgis av kabelleverandør (Datablad).

Dersom en ikke har verdier fra leverandør, kan følgende retningsgivende formler brukes. Gjelder både ved festing i leder og ved strømpe rundt kabel.



Figur 13 Kablene må behandles meget forsiktig ved lave temperaturer.

- Kabel med aluminiumsleder: $30 \times A$ (N)
- Kabel med kobberleder: $50 \times A$ (N)
(NB! 1 kg er tilnærmet 10 N)
A = kabelens totale ledertverrsnitt i kvadratmillimeter.

Eksempel:

For utdragning av en 240Al kabel kan man tillate $30 \times 240 = 7200$ N pr. leder. Dvs. for treleder 7200×3 N = 21600 N eller ca. 2160 kg.

Utdragning skal skje med jevn hastighet for å unngå unødvendig rykk i kabelen. Utførende skal kunne dokumentere trekkekreftene som er brukt på kabelen.

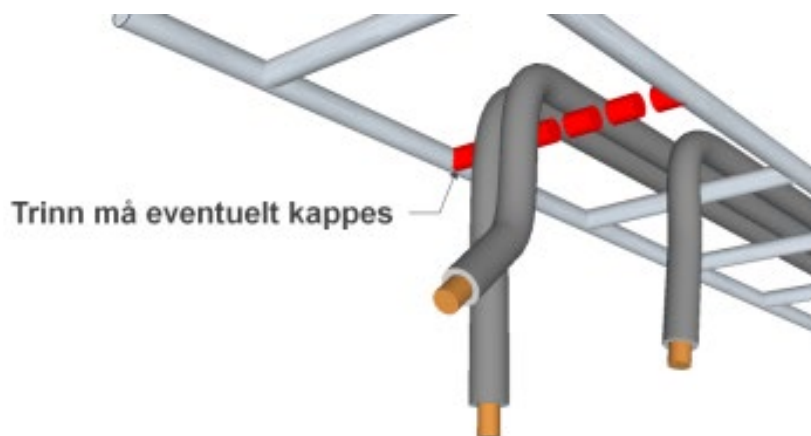
For mer informasjon om trekking av kabel i rør se: [RENblad 9121](#) og [RENblad 9131](#).

Enlederkabler på bro/stige

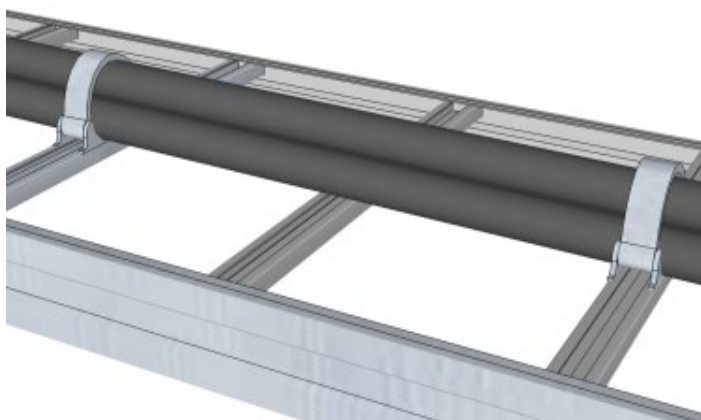
Dersom kabelstige etc. er laget av magnetisk materiale (materiale man kan feste en magnet på) skal fasene i en enlederkabel holdes samlet og passere i samme hull for å unngå lokal oppvarming.

Eksempel:

- Fasene skal passere gjennom samme stålrør.
- Fasene skal passere gjennom samme hull i betongvegger (pga. armering).
- Fasene skal passere mellom samme trinn i kabelstiger av magnetisk materiale. Eventuelt kappe trinn der dette ikke er mulig.



Figur 14 Dersom kabelstige etc. er laget av magnetisk materiale (materiale man kan feste en magnet på) skal fasene i en enlederkabel holdes samlet og passere i samme hull for å unngå lokal oppvarming.

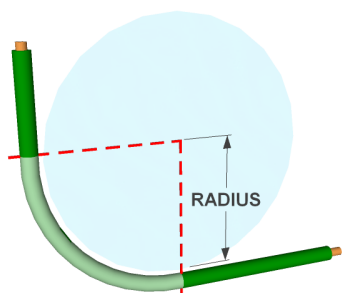


Figur 15 Dimensjon og type for kabelbro og festemateriell skal spesifiseres fra prosjektering.

Åpen forlegning

Kabelbroer og festemateriell for en- leder kabler i åpen forlegning skal være slik at de kan motstå kortslutningskrefter som kan oppstå på stedet. Dimensjon og type for kabelbro og festemateriell skal spesifiseres fra prosjektering.

Kabelbroer skal være av ikke magnetisk materiale og de skal være behandlet mot korrosjon.



Figur 16 Definisjon på bøyeradius

Ved bøyning av kabel vil materialet i kabelen stukes på innersiden og strekkes på yttersiden. For at trykk og strekkpåkjenningene i materialet ikke skal bli for store, må minste tillatte bøyeradius stå i forhold til både kabeldiameteren og materialene som er benyttet i kabelen. Se **Figur 16** som eksempel på minimum bøyeradius for kabler ved 0 °C.

KRAFTKABEL 1 - 24 KV	UTDRAGNINGER	MONTERING (EN GANGS BØYNING)
Plastisolert:		
Enleder	15xD*	10xD*
Treleder	12xD*	8xD*
Papirisolert	20xD	15xD*
Ekom	10xD*	10xD*
Der D er kabelens yterdiameter i mm.		

Tabell 1

Sikring av kabelender

Alle kappede kabelender som ikke skal håndteres umiddelbart må kortsluttes, eventuelt jordes og merkes. Enden skal i tillegg forsegles slik at vann ikke kan trenge inn i kabelen. Kabel på trommel behøver ikke kortsluttes, men må forsegles mot vann.

Kabler med berøringssikker endeavslutning skal jordes ved hjelp av et eget jordingsapparat av godkjent type.

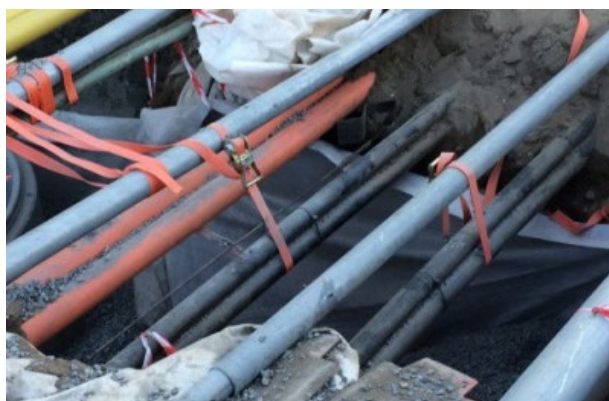
Kabler hvor kabelsko er tilgjengelig, skal kortsluttes og jordes ved hjelp av felles bolt gjennom kabelskoene.



Figur 17 Eksempel på jord- og kortslutning av kabelende



Figur 18 Eksempel på vanntetting av kabelende



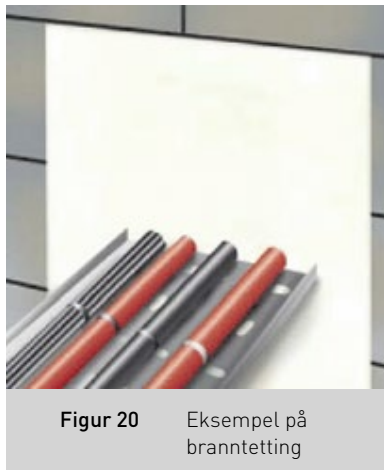
Figur 19 Det er viktig å understøtte kabler som undergraves

Kryssing av eksisterende kabler

Ved kryssing av eksisterende kabler, og da spesielt papirkabler, må dette gjøres med varsomhet. Hvis kablene skal flyttes eller det eventuelt skal arbeides i underkant av kabel slik at grøftefundamentet tas bort skal kablene støttes opp slik at det ikke oppstår glidninger i isolasjonsmaterialet. Se [RENblad 9120](#).

Beskyttelse av anlegg under utførelse

For beskyttelse av anlegg under utførelse, se [RENblad 9120](#).



Brannetting

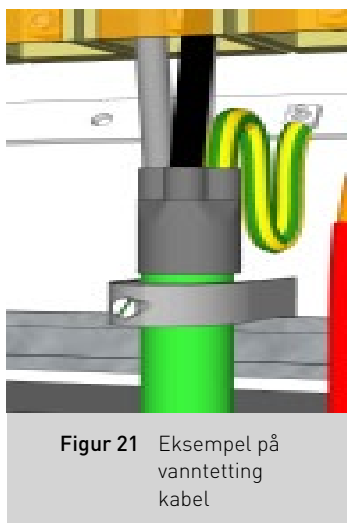
Når kabler krysser mellom brannsoner i bygninger skal gjennomføringene umiddelbart branntettes etter beskrivelse fra prosjektering. Se **Figur 20**.

Skjøt og endeavslutning

Ved planlagte skjøter og endeavslutninger legges kabel i en liten bøy slik at en sikrer seg at det er tilstrekkelig kabel til montasjen.

HS-kabler bør legges i en liten sving inn mot nettstasjoner for å ha tilgjengelig kabel til å bytte endeavslutning.

For montasje av skjøter og endeavslutninger. Se [RENblad 9108](#) for HS-kabel og [RENblad 9112](#) for LS.

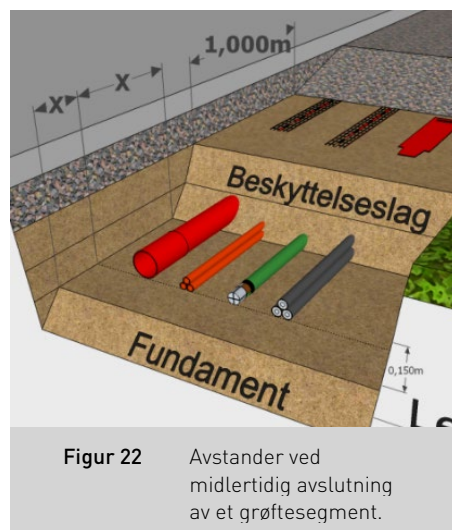


Vannføring

Alle kabler og rørender skal tettes slik at de ikke kan transportere vann. Flerleder kabler skal ha kabelskritt som tetting. Se **Figur 21**.

Grøftesegment/Delprosjekt

For at ikke masser skal blande seg og for å sikre et tilstrekkelig fundament for rør og kabler skal midlertidige avslutninger sikres ved tilstrekkelig avstand. Rør skal tettes med lokk tilpasset rørdimensjon. Se **Figur 22**.



Figur 22 Avstander ved midlertidig avslutning av et grøftesegment.

Kabelmarkering/Kabelbeskyttelse

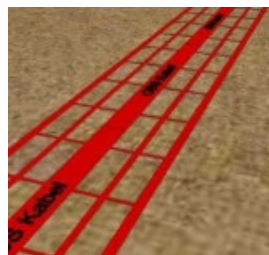
Det skal legges kabelmarkering/kabelbeskyttelse i alle grøfter over kabler og rør også i egne grøfter for blank jordtråd.

Kabelmarkering

Med kabelmarkering menes anretning i et lag over kablene og rør som har som funksjon å varsle om kabelgrøft. Det skal benyttes plastnett og ikke plastbånd.

Det skal legges kabelmarkering i alle grøfter. Der det ligger kabelbeskyttelse i form av dekkbord fungerer dette som kabelmarkering.

Det skal maksimum være 30 cm fra ytterkant kabelmarkering til ytterste kabel. Ved bredere grøfter skal det brukes to eller flere nett. Maksimal avstand mellom markeringene skal være 50 cm.



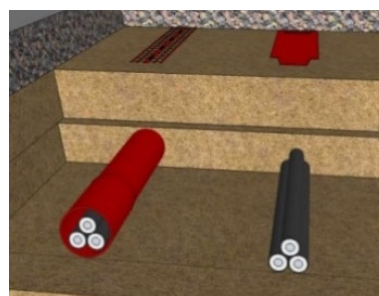
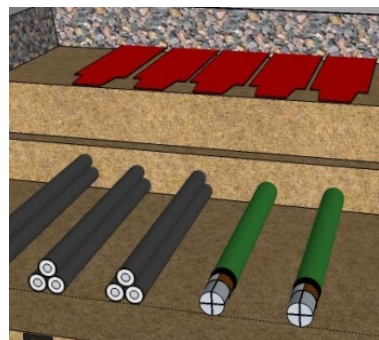
Kabelbeskyttelse

Med kabelbeskyttelse menes anretning liggende over kablene som skal beskytte mot fysiske påkjenninger eller evt. rør rundt selve kablen.

Det skal ligge kabelbeskyttelse over alle kabler der det kreves kabelbeskyttelse.

Det skal brukes dekkplater eller kabelrør i henhold til norske eller internasjonale normer. Standarder som kan anvendes er:

- Pr NS2967 Kabelrør av plast med glatt rørvegg.
- NEK EN 50520 Kabeldekkplater



7 STIKKLEDNING TIL BOLIGER

Ved stikkledning til boliger < 80 A henvises det til [RENblad 4100](#).

8 AVSTANDER VED FELLESFØRING OG KRYSSING

For avstand mellom rør, se [RENblad 9010](#).

Kryssing

Kryssing skal skje så vinkelrett som mulig. Kraftkabler krysser normalt over gassrør, fjernvarme og VA-ledninger. HS-kabel krysser normalt under LS-kabel og kraftkabler krysser normalt under ekomkabler (telekabel, kabel TV, fiberkabler osv.) med dekkplater mellom.

Avstander skal spesifiseres ved prosjektering. Normalt benyttes følgende minimumsavstander:

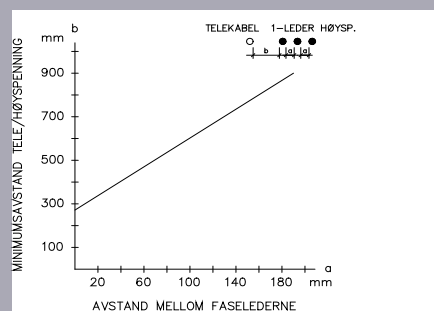
Kraftkabler til kraftkabler	Fellesføring	Kryssing
Kraftkabler over 24 kV til andre kraftkabler	300 mm	300 mm
HS 12/24 kV til HS 12/24 kV	70 mm	70 mm
HS 12/24 kV til LS-kabel	70 mm	70 mm
LS-kabel til LS-kabel LS-kabler kan ligge tett dersom det er tatt hensyn til ved prosjektering av I_{th} .	70 mm	70 mm

Kraftkabler til ekomkabler	Fellesføring	Kryssing
LS-kabel til ekomkabler Kabelbeskyttelse på en av kablene ved fellesføring. Begge kabelsettene skal ha beskyttelse minimum 500 mm til hver side ved kryssing.	100 mm	100 mm
HS-kabel til ikke metallisk ledende ekomkabel Kabelbeskyttelse på en av kablene ved fellesføring. Begge kabelsettene skal ha beskyttelse minimum 500 mm til hver side ved kryssing.	100 mm	100 mm
HS-kabel 12/24 kV i tett trekant til metallisk ledende ekomkabel	300 mm	300 mm

HS-kabel 12/24 kV i flat forlegning til metallisk ledende ekomkabel

a = avstanden mellom fasene i høyspenningskabelen.

b = avstanden til ekomkabel

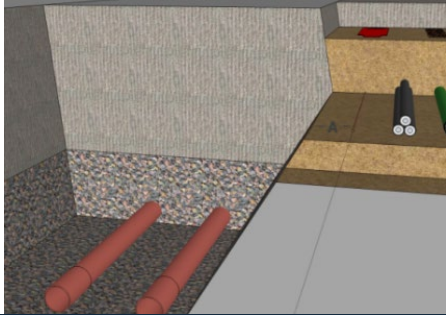
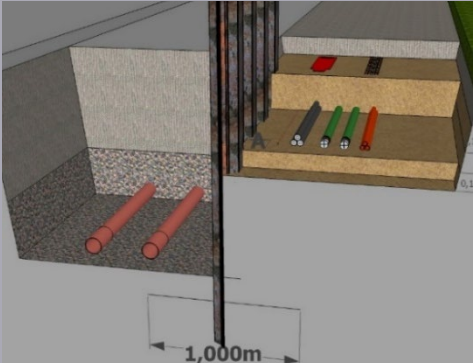
**HS-kabel >24 kV til metallisk ledende ekomkabel**

Tillates ikke fellesført i grøft med høyspenningskabler med driftsspenning høyere enn 24 kV uten at det utføres spesielle beregninger.

Blank jordtråd	Fellesføring	Kryssing
Ved kryssing av kabler eller annen infrastruktur skal jordleder mekanisk beskyttes med dekkbord minimum 2 meter på hver side.		
I grøft ut fra master og andre arrangement med overspenningsavledere skal jording holdes minimum 7 cm fra kabler. Normalt bør jordleder ligge minimum 7 cm fra kabler.	70 mm	
Ikke mekanisk beskyttet ekomkabel til jordtråd for kabel med spenning ≤ 24 kV.	300 mm	300 mm
Mekanisk beskyttet ekomkabel til jordtråd for kabel med spenning ≤ 24 kV.	100 mm	100 mm
For kraftkabler med spenning > 24 kV til metallisk ledende ekomkabel skal avstanden prosjekteres i hvert enkelt tilfelle. Se NEK 700.		

Kraftkabel til gass	Fellesføring	Kryssing
Gass til LS-kraftkabel og ekomkabler Avstanden kan reduseres til 100 mm for gassrørledning lagt i heltrukket beskyttelsesrør eller rørledning beskyttet med varmeisolerende materiale.	300 mm	300 mm
Gass til kraftkabel > 1 kV Avstanden kan reduseres til 100 mm for gassrørledning lagt i heltrukket beskyttelsesrør eller rørledning beskyttet med varmeisolerende materiale.	500 mm	500 mm

Kraftkabler og ekomkabler til VA og fjernvarme	Fellesføring	Kryssing
<p>På samme nivå</p> <p>For fjernvarme kan avstanden reduseres til 50 mm over korte strekninger på inntil 2 m der det ikke er skjøter eller retningsendringer på fjernvarmerøret. Dette må avtales med lednigseier</p>	500 mm	200 mm

Infrastruktur på ulike nivåer	Fellesføring
<p>På ulike nivå der det er mye plass</p> <p>Ved fellesføring: Kablene skal ligge utenfor en grøftevinkel på $45^{\circ}+A$. (der A er avstandskravet ved fellesføring).</p> <p>Der eksisterende infrastruktur har usikker beliggenhet må avstanden (A) økes.</p>	<p>$45^{\circ}+A$</p> 
<p>På ulike nivå der det er lite plass</p> <p>Planlegger med bruk av grøfteavstivning.</p> 	<p>Horizontal avstand: 1000 mm</p>

9 GRØFTEOPPBYGGING

Begreper med hensyn til grøftebetegnelser er som følger:

Grøftebunn

Grøftebunn skal være avrettet og fri for skarpe kanter samt at den skal være fri for is/snø. For å fjerne skarpe kanter fra fjell, store steiner eller sprengte masser skal disse komprimeres.

Ledningssone

Denne sonen består av fundament, sidefylling og beskyttelseslag. For kraftkabler skal det brukes «Fint tilslag 0/4 GF85 GTF20 f7 i samsvar med NS-EN 13242» Se [RENblad 9200](#) vedlegg 2 krav til masser i ledningssonen. Massene skal komprimeres i henhold til tabell 4 i NS3458, massegruppe B og passeringsklasse lett.

Geotekstil (fiberduk) skal brukes når det er fare for massetransport ut av eller inn i ledningssonen. Stort grunnvannsig og/eller grove omkringliggende masser.

Fundament

Område mellom grøftebunn og nedre kant på kabel. Det skal opparbeides et fundament med dybde minimum 10 cm.

Beskyttelseslag

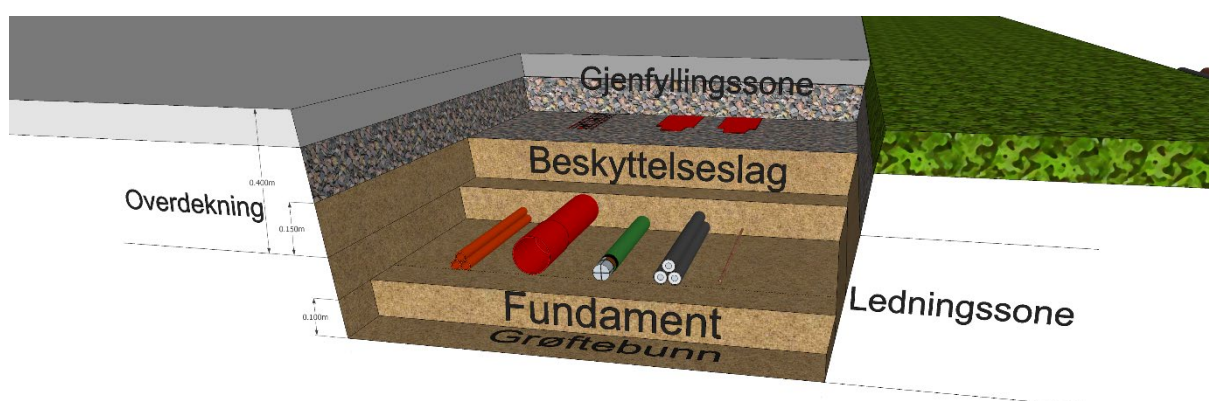
Område mellom øvre kant på kabel og gjenfyllingssone. Beskyttelseslaget for kabler skal være minimum 15 cm.

Gjenfylling

Område mellom beskyttelseslag og bakkenivå.

Stedlig masse skal fortrinnsvis anvendes. Steiner eller andre gjenstander som kan skade kabelen/rør skal fjernes. Massene som anvendes skal ha en største nominell kornstørrelse på 64 mm. Komprimerbare masser skal komprimeres i henhold til tabell 4 i NS3458, massegruppe B og passeringsklasse normal.

Masser i gjenfyllingssonen skal være i henhold til krav fra veieier/grunneier.



Figur 25 SK1201.1

10 PLØYING AV KABEL

Kabel skal bare pløyes på oppdragsgivers spesifikasjon.

Kabelpløying skal bare gjøres i masser der kabelen ikke kan bli skadet.

Ved kablepløying gjelder samme krav til overdekning, kabelmarkering, kabelbeskyttelse og avstand mellom kabler som ved graving av grøft.

11 MATERIELL

Det skal anvendes kabler og utstyr i henhold til norske og internasjonale normer.

12 JORDING

I utgangspunktet skal alle grøfter ha blank 50 CU direkte forlagt i grøft. Dette skal spesifiseres fra prosjektering.

13 DRIFTSMERKING

Hva kablene skal merkes med og merkemetode oppgis fra prosjekterende.

Driftsmerking av kabel skal utføres i henhold til [RENblad 8032](#) Driftsmerking av 0,23 kV - 24 kV nett.

14 DOKUMENTASJON

Avvik fra det som er prosjektert skal dokumenteres. I tillegg skal følgende legges inn som dokumentasjonen.

For kabler:

Produsent av kabelen.

Dato for når arbeid ble utført.

Endepunkt for kabel hvis dette ikke går klart frem av kartet.

Fjerning av gamle kabler

For skjøter:

Produsent av skjøten.

Typebetegnelse for skjøten.

Dato for når kabelen ble skjøtt.

Bilde av ferdig skjøt.

Innmåling av kabel og skjøt skal følge [RENblad 8042](#) Distribusjonsnett - innmåling av anlegg.

15 ARBEIDSAVSLUTNING, SAMSVARSEKLÆRING OG SLUTTKONTROLL

Sjekk at utført arbeid er gjort i henhold til prosjekterende arbeidsbeskrivelse.

- Sjekk at inngåtte avtaler med grunneier er fulgt opp.
- Utfør sluttkontroll etter REN-skjema [RS 1214 skjema sluttkontroll](#).
- Samsvarserklæring utføres i henhold til [RENblad 8001](#).
- En helhetsvurdering av anlegget. Er det i tråd med forskrifter, normer og fagmessig utførelse.
- Berørte eksisterende anlegg skal som minimum ha samme sikkerhetsnivå, kvalitet og levetid som før prosjektet.
- Anleggsområdet skal være ryddet slik at det er i minst like god stand som før arbeidet startet. Dette gjelder rengjøring og eventuell jevning og planering, tilsåing, oppsetting av gjerder/murverk, asfaltering, mv.
- Demontert materiell skal leveres inn til godkjent mottak.
- Levering av næringselektroavfall. Godkjente innleveringssteder: www.renas.no
- Levering av farlig avfall. Godkjente innleveringssteder: SFT - Innsamling og behandling av farlig avfall.

16 REFERANSER

1. Forskrift om elektriske forsyningsanlegg FEF 06.
2. NEN 62.75 Norske normer for kraftkabler.
3. IEC 60287 serien. Electric cables.
4. NEK 440 Stasjonsanlegg over 1 kV.
5. NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner.
6. Temaveiledning om gassanlegg fra DSB.

17 REFERANSER TIL RENBLADER

1. [RENblad 8000](#) Overordnet planlegging av nettet
2. [RENblad 9200](#) Kabelanlegg prosjektering
3. [RENblad 9008](#) Utførelse av grunne kabelgrøfter
4. [RENblad 9010](#) Distribusjonsnett kabel - Kabelrør utførelse
5. [RENblad 9012](#) Ekstra beskyttelse av viktige og utsatte kabler
6. [RENblad 4100](#) Tilknytning av LS-anlegg