

Utsnitt fra RENblad 9000, med kommentar angående tykkelse på beskyttelseslaget.

Beskyttelseslag

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

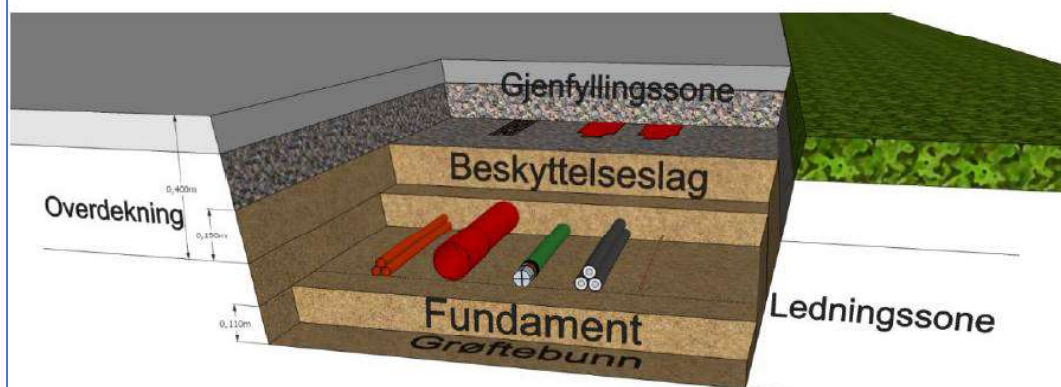
Beskyttelseslaget over kablene må være 25cm hvis massen i forsterkningslaget har kornstørrelse 20-120. Det vil si grøfte dybde ca. 43cm under forsterkningslaget.

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 1 RT9008

Kvalitetssystem Glitre Nett AS/Øst				Glitre Nett	
KS Område:	Andre dok./skjemaer	Ansvarlig:	Seksjonsleder prosjekt- distribusjon	Opprettet:	01.01.06
KS Hovedprosedyre:	Nettbiblioteket m.m.	Godkjent:	Netteier	Godkjent:	20.08.2021
KS Rutine:	Dokumentasjon tekniske forhold			Revidert:	20.08.2021

DOKUMENTASJON TEKNISKE FORHOLD

Stikkord for innhold:

Dokumentet beskriver de krav til dokumentasjon av nettanlegg, som Glitre Nett stiller til el-entreprenører og andre leverandører og samarbeidsparter. Dette for å sikre at dokumentasjonen i Nettinformasjonsystemet (NIS) og arkiver ivaretar de behov Glitre Nett har for dokumentasjon for drift og vedlikehold av anleggene, samt å tilfredsstille gjeldene forskriftskrav.

Glitre Nett AS driver nettvirksomhet med stort geografisk omfang i fylkene Agder og Viken/Innlandet (Buskerud og Hadeland). Dette dokumentet gjelder Glitre Nett i Øst - Viken/ Innlandet (Buskerud og Hadeland) (tdl. Glitre Energi Nett AS/GEN).

Innhold

1.	GENERELT	2
2.	FORSKRIFTSKRAV FOR DOKUMENTASJON	2
3.	TEKNISKE DATA DISTRIBUSJONSNETT	2
4.	TEKNISKE DATA REGIONALNETT	5
5.	INNMÅLING.....	6
6.	KRAV TIL NØYAKTIGHET VED INNMÅLING.	7
7.	SAMSVARSERKLÆRING.....	7
8.	TIDSPUNKT FOR OVERLEVERING AV DOKUMENTASJON	7
9.	EIERRETTIGHETER TIL DOKUMENTASJON.....	7

1. GENERELT

Etter at et elektrisk anlegg er bygd, kreves det en utarbeidelse av teknisk dokumentasjon som beskriver det elektriske anlegget. Denne dokumentasjonen har stor praktisk betydning ved senere vedlikeholdsarbeider, utvidelse av anlegget eller lignende. Glitre Nett har et stort fokus på at all dokumentasjon skal ha en kvalitet på 100 %. Evalueringen av dette punktet vil bli vesentlig vektlagt ved ferdigstilling av arbeider.

Etterfølgende kapitler inneholder en oversikt over hvilken informasjon som skal dokumenteres for distribusjonsnett og regionalnett, og hvilke krav og retningslinjer som må følges. Retningslinjene i dette dokumentet gjelder alle tiltak som foretas vedrørende nybygging eller andre endringer i nettselskapets nett.

Dokumentasjonen utarbeides av pre-kvalifiserte el-entreprenører og andre samarbeidspartnere. Det er nettselskapet sitt ansvar å få dette underlaget ajourført inn i NIS.

Dokumentasjon skal leveres i hht. REN og gjeldene retningslinjer. Ved bruk av B2B skal dokumentasjon lagres på riktig arbeidsordre (AO). Ved øvrig innlevering av dokumentasjon skal epost eller minnepenn benyttes. Sluttdokumentasjon sendes samlet før avslutning av jobben/prosjektet.

All dokumentasjon skal foreligge på norsk. Etter nærmere avtale kan dokumentasjon på annet skandinavisk språk, eller engelsk godtas.

2. FORSKRIFTSKRAV FOR DOKUMENTASJON

All dokumentasjon skal følge gjeldende forskriftskrav:

Forskrift 2005-12-20 om elektriske anlegg – forsyningsanlegg (FEF) samt gjeldende normer.

All kraftsensitiv informasjon behandles i henhold til krav gitt i *Forskrift om sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen (kraftberedskapsforskriften)* § 6.

3. TEKNISKE DATA DISTRIBUTJONSNETT

Definerte krav skal være synliggjort i denne beskrivelsen og er gjeldene dersom annet ikke er definert i aktuell tilbudsforespørsel. Før prosjekter gjennomføres skal behov for dokumentasjon på prosjektet gjennomgås, det gjøres f.eks. i oppstartsmøte. For skjemaer skal el-entreprenøren benytte gjeldende skjemaer fra Nettbiblioteket eller tilsvarende skjemaer. Tilsvarende skjemaer må godkjennes av nettselskapet første gang de skal benyttes.

Krav til dokumentering:

Nettstasjon

Skjemaet "Idriftsettelse og vedlikehold av nettanlegg" skal fylles ut i samråd med oppsynsmann. Se punkt 8, for tidspunkt for overlevering av dokumentasjon.

Krav til innhold i sluttdokumentasjon:**Teknisk dokumentasjon:**

- Nettstasjonstype, bryter typer, transformator type, driftsmerking, adresse, spenningsnivå.
- Høyspent enlinjeskjema med kabelnummer, tverrsnitt, kabeltype og brytere
- Skjema for lavspentfordeling i nettstasjon med spenningsnivå, kabeltyper, dimensjoner, sikringsstørrelser, listtype, antall brukte/ledige lister
- Jordingsanlegg skal dokumenteres i hh til REN blad nr. 8027 og 8028.
- Trafokort med transformatorhistorikk, trafostørrelse og diverse informasjon
- Nettstasjonen måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

Billedokumentasjon:

Det skal tas bilder av utført arbeider på nettstasjon og tilhørende komponenter. Følgende skal tas bilde av:

- All utvendig merking på nettstasjonen
- Oversiktsbilde og merkeskilt av transformator
- Montasje og merking av høyspentanlegg
- Oversiktsbilde og merkeskilt på lavspenntavle
- Jordelektrode/ringjord montasje
- Nettstasjonenes fundament

Enlinjeskjema

Det er ikke krav om enlinjeskjemaer i nettstasjonene forutsatt at det er enhetlig bryterbetegnelser i stasjonene. Enlinjeskjemaer skal ikke oppdateres, men fjernes der det er endringer i koblingsbildet.

Høyspent luftnett 11-24kV**Teknisk dokumentasjon:**

- Masteliste med mastetype, bardunering, høyde, grunnforhold, fellesføringer og mastenummer med mer. REN blad 2043 eller tilsvarende skjema skal benyttes.
- Teknisk dokumentasjon for brytere og avledere.
- Kart over geografisk område med alle traseer og nettkomponenter inntegnet.
- Dokumentasjon for utførte mekaniske beregninger på linjer.
- Luftfartshinder skal registreres etter gjeldene reglement fra luftfartsverket.
[HTTPS://LOVDATA.NO/DOKUMENT/SF/FORSKRIFT/2014-07-15-980#KAPITTEL_2](https://lovdata.no/dokument/SF/FORSKRIFT/2014-07-15-980#KAPITTEL_2)

Master/mastearrangement måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

Høyspent kabelnett 11-24kV**Teknisk dokumentasjon:**

- Type kabel og dimensjon
- Driftsmerking
- Fra-til eller eventuelt endepunkt
- Dato for utført arbeid
- Høyspentkabler skal kappetestes i henhold til REN blad nr. 9113.
- Trase med høyspentkabel måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.
- Bildedokumentasjon av grøften

Lavspent luftnett 0,230-1 kV

Ved dokumentasjon av lavspent luftnett, benyttes skjemaet "Lavspenningsanlegg-luft" eller tilsvarende skjema.

Det vedlegges også kart med alle nettkomponenter inntegnet, med henvisning til mastenummer i masteskjema.

Mastene måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

Fjerning av eksisterende luftnett skal merkes av i kart ved avvik fra det som er prosjektert.

Lavspent kabelnett 0,230-1 kV

Type kabel, antall ledere og tverrsnitt, samt hvor kabelen går fra/til skal dokumenteres i skjema for lavspentfordeling i nettstasjonene eller i skjema for kabelskap, eller tilsvarende skjema.

Fjerning av gamle kabler skal merkes av i kart ved avvik fra det som er prosjektert.

Kabeltrase med lavspentkabler måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

Kabelskap 0,230-1 kV

Dokumenteres i hht. REN blad nr. 9102. Kabelskap dokumenteres ved hjelp av skjemaet i REN blad nr. 9102, "Lavspenningsanlegg-kabelskap" på Nettbiblioteket eller tilsvarende skjema.

Kabelskap måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

Kabelmuffer 0,230-24kV

Kabelmuffer dokumenteres på skjemaet "Kabelmuffekort", eller tilsvarende skjema.

Teknisk dokumentasjon:

- Kabelmuffekort med muffetype, hylsetype, spenningsnivå, kabeltype og tverrsnitt for innskutt og bestående kabel

Kabelmuffer måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

Rør

Følgende skal dokumenteres:

- Antall ekstra rør, rørtype og dimensjon
- Kabler i rør

Rør måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

4. TEKNISKE DATA REGIONALNETT

Ved dokumentasjon i regionalnettet skal all teknisk dokumentasjon for benyttede nettkomponenter vedlegges. Dette innebærer at dokumentasjonen blant annet skal inneholde en beskrivelse bestående av:

- kabellister
- tegningsliste
- oversikt over referanseenheter
- strømløpskjema
- etablering/oppdatering av enlinjeskjema i stasjon/anlegg
- arrangementstegninger
- rekkeklemmelister
- lister for apparatanlegg
- innmåling av kabler og skjøter
- prøveprotokoller for høyspentkomponenter, som f.eks. brytere og måletrafoer
- prøveprotokoller for prøving og idriftsettelse av anlegg
- manualer og vedlikeholdsinstrukser (FDV dokumenter)
- bygningsmessige tegninger
- tegninger over fundamenter, gruber osv.
- all relevant dokumentasjon på linjearbeid
- dokumentasjon av utførte beregninger for linjer

All dokumentasjon skal leveres i to komplette sett innsatt i mapper. Tegninger skal også leveres som autocad filer. Kabellister, tegningslister og andre lister leveres elektronisk i Word eller Excel format.

Transformatorstasjon

Transformatorstasjoner skal dokumenteres bygningsteknisk og elektroteknisk, samt med dokumentasjon av kontrollanlegg.

Høyspent luftnett 45-145kV

For regionalnettslinjer skal master, brytere og avledere dokumenteres. Dette dokumenteres i hovedsak gjennom at linjeprofil tilknyttes luftledning. Luftfartshinder skal registreres etter gjeldene reglement fra luftfartsverket.

[HTTPS://LOVDATA.NO/DOKUMENT/SF/FORSKRIFT/2014-07-15-980#KAPITTEL_2](https://LOVDATA.NO/DOKUMENT/SF/FORSKRIFT/2014-07-15-980#KAPITTEL_2)

Høyspentmastene måles inn etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

Høyspent kabelnett 45-145kV

Traseer med høyspentkabler og rør måles etter gjeldende krav. Se punkt 5 og 6.

5. INNMÅLING

Generelt:

LEDNINGSREGISTRINGSFORSKRIFTEN er gjeldene forskrift for innmåling, dokumentasjon og utlevering av geografisk informasjon om ledninger og annen infrastruktur i grunnen, sjø, og vassdrag. Forskriften har hjemmel i plan- og bygningsloven § 2-3. I tillegg til forskriften har Kartverket utgitt en **STANDARD OG PRODUKTSPEKIFIKASJON** som vil være retningsgivende.

Glitre Nett har i tråd med forskrift og standard følgende krav til innmålingsarbeider og tilhørende dokumentasjon:

- Alle kabeltraseer og andre objekter i grøft (kabelskap, rør, skjøter, sonder etc.) skal måles inn når kabelgrøfta er åpen.
- Alle kabeltraseer skal dokumenteres med bilder på åpen grøft. Bildene skal være georefererte- og retningsbestemte (nord, syd, øst, vest).
- Alle innmålingsfiler leveres Glitre Nett på SOSI (minimum v 4.5) I tillegg skal leveransen inneholde landmålingsrapport som dokumenterer standard avvik, info om satellittgeometri, benyttede satellitter, innmålingsutstyr etc.
- Senter trase (Glitre Netts kabler/rør) og andre komponenter, skal måles inn med alle attributtene i tabell under.
- Enhver endring i traseforløp, SKAL generere ny trase. (eks.: rørende, skjøt, tamp, avgrening etc.)
- Alle traseseksjoner skal være sammenhengende.
- Datum grunnriss: Euref89 sone 32.
- Datum høyde: NN2000.
- Max standardavvik grunnriss: 20 cm.
- Max standardavvik høyde: 30 cm.

Glitre Nett gjør(foreløpig) unntak for innmåling av trase på åpen grøft for stikkledninger(inntakskabler) som ligger i privat grunn.

De viktigste objektene og tilhørende attributter som skal registreres under innmålingen, og inngå i SOSI fil:

Objekttype/ Attributt	Målemetode	Nøyaktighet	Synbarhet	H- målemetode	H- nøyaktighet	HREF	Bredde (dm) trase	Høyde (dm) trase
Trase-kabel	X	X	X	X	X	X	X	X
Trase-rør	X	X	X	X	X	X	X	X
Trase-kulvert	X	X	X	X	X	X	X	X
Trase-kanal	X	X	X	X	X	X	X	X
Nettstasjon	X	X	X	X	X	X		X
Skjøt	X	X	X	X	X	X		X
Tamp	X	X	X	X	X	X		X
Sonde	X	X	X	X	X	X		X
Mast	X	X	X	X	X	X		
Kabelskap	X	X	X	X	X	X		X

6. KRAV TIL NØYAKTIGHET VED INNMÅLING.

Komponenttype	Sp.nivå (kV)	Krav til nøyaktighet xy,z(cm)	Målemetodikk
Kabeltrase	0,230-145	20,30	Senter EL kabler
Nettstasjon kiosk	11-24	20,30	Måles inn med 4 hjørner
Nettstasjon mast	11-24	100,100	Senter mastearrangement
Nettstasjon i bygg	11-24	100,100	Senter kiosk, eller etter byggttegning.
Kabelskap	0,230-1	20,30	Måles med senterpkt.
Kabelmuffe (skjøt)	0,230-145	20,30	Måles på senter muffe
Sonde	0,230-145	20,30	På sonde
Mast	0,230-145	100,100	Senterpunkt mastearrangement

Tabell 1

7. SAMSVARSEKLÆRING

Ved sluttdokumentasjon av anlegg skal det leveres samsvarserklæring i hh til FEL §12.

8. TIDSPUNKT FOR OVERLEVERING AV DOKUMENTASJON**Distribusjonsnett:**

Idriftsettelsesskjema som skal ivareta vesentlige drifts, forskrifts og sikkerhetsmessige forhold skal oversendes Driftssentralen, oppsynsmann og prosjektleder hos Glitre Nett/B2B minimum 5 dager før spenningssetting. Det er viktig at medfølgende skjemaer (Høyspentskjema og lavspent fordeling nettstasjon) eller tilsvarende fylles ut når det gjøres endringer i høyspentanlegget og/eller lavspenntavle.

Idriftsettelsesskjema og annen relevant dokumentasjon omtalt tidligere i dette dokumentet utarbeides for gjennomgang med Glitre Netts oppsynsressurs.

Der dokumentasjon ikke lar seg gjøre å utarbeide før spenningssetting skal tidspunkt for innlevering avtales i forkant med prosjektleder og senest innen 2 dager etter spenningssetting.

Regionalnett:

All dokumentasjon skal foreligge senest 4 uker etter idriftsettelse. Det skal til enhver tid finnes oppdatert dokumentasjon på anlegget.

Ovenstående leveringsfrister og dokumenter som er beskrevet er gjeldende dersom annet ikke er beskrevet i tilbudsforespørsel, kontrakter med entreprenøren eller i referat fra oppstartsmøte.

9. EIERRETTIGHETER TIL DOKUMENTASJON

All dokumentasjon som utarbeides er Glitre Netts eie, og kan ikke uten videre benyttes på andre prosjekter eller i andre sammenhenger med mindre Glitre Nett godkjenner dette.

RENblad 9000, versjon 3.18

Montasje av kabel

Selskapsmerknader:

GLITRE NETT AS merknad (oppdatert 24.09.2024):

REN grøft brukes ved grøftesnitt.

Montasje av kabel

Versjon: 3.18

FORMÅL

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

Nedlastbart eksemplar

Les fullversjon i nettleseren ren.no/renblad/9000

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	4
2 Generelt	4
3 Arbeidsplanlegging.....	5
4 HMS-planlegging.....	5
5 Behandling av kabler	5
5.1 Løfting, transport og lagring.....	6
6 Forlegning av kabel.....	9
6.1 Utdragning	9
6.2 Forlegning.....	11
6.3 Lav temperatur.....	11
6.4 Trekkekrefter	13
6.5 Enlederkabler.....	14
6.6 Åpen forlegning	15
6.7 Bøying av kabler.....	16
6.8 Sikring av kabelender	17
6.9 Kryssing av eksisterende kabler	18
6.10 Beskyttelse av anlegg under utførelse.....	19
6.11 Brannetting.....	19
6.12 Skjøt og endeavslutning.....	19
6.13 Vannføring	21
6.14 Grøftesegment/delprosjekt	22
6.15 Kabelmarkering/kabelbeskyttelse	22
6.16 Skjøting av drenering	26
7 Stikkledning til boliger	26
8 Avstander ved fellesføring og kryssing.....	26
8.1 Kryssing.....	27

9 Grøfteoppbygging	32
9.1 Grøftebunn	32
9.2 Ledningssone	32
9.3 Fundament	32
9.4 Beskyttelseslag	32
9.5 Gjenfylling	32
10 Pløying av kabel	33
11 Materiell	33
12 Jording	34
13 Driftsmerking	34
14 Dokumentasjon	34
14.1 For kabler	34
14.2 For skjøter	34
15 Arbeidsavslutning, samsvarserklæring og sluttkontroll	35
16 Referanser	35

1 Innledning

Dette RENbladet gir en samlet veiledning for korrekt håndtering og forlegning av kabel – fra prosjektering og transport til montasje og dokumentasjon. Det omfatter krav til planlegging, HMS, forlegningsmetoder, mekanisk beskyttelse og merking, med formål om å sikre personsikkerhet, driftssikkerhet og lang levetid på anlegget. RENbladet bygger på gjeldende normer og forskrifter, og skal bidra til ensartet og fagmessig utførelse i alle ledd av kabelarbeidet.

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 fra prosjekterende. [RENblad 1100](#) ➤ Veiledning til byggherreforskriften og SHA-plan.

Se også [RENblad 8000 Forprosjektering](#) ↗ for krav til forprosjektering av anlegg innenfor områdekonsesjonen.

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-planlegging

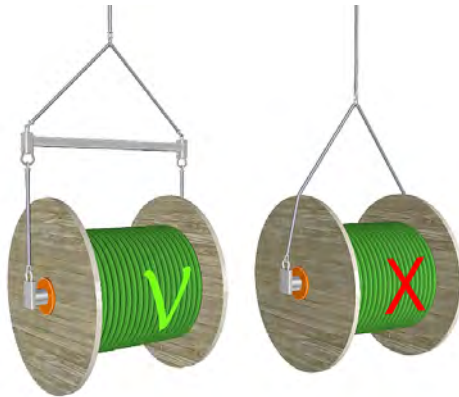
Om nødvendig skal det utføres en SJA. Se [RENblad 1252](#) ↗ Sikker-jobb-analyse.

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.

5.1 Løfting, transport og lagring

Figurene nedenfor viser og illustrerer hvor tromler skal løftes, transporteres og lagres.



Figur 1: Løfting av trommel
Ved løfting av trommel skal oppheng henge parallelt med vangene slik at disse ikke blir presset innover.



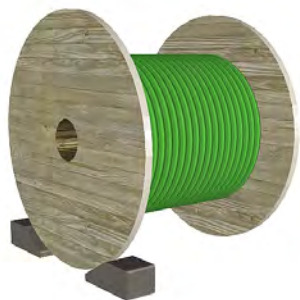
Figur 2: Løfting med truck
Ved løfting med truck må gaflene gå vinkelrett på vangene, og være lange nok til å dekke disse.



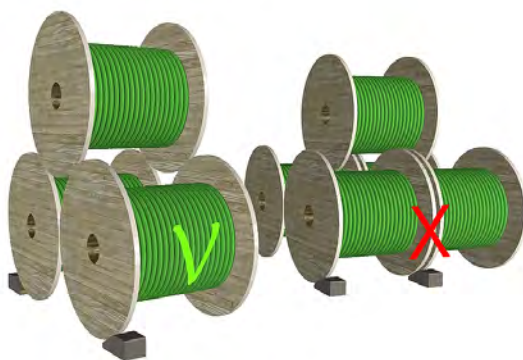
Figur 3: Løfte ned
Tromler må løftes
ned, ikke slippes,
siden støtet fra
droppet kan skade
trommelen.



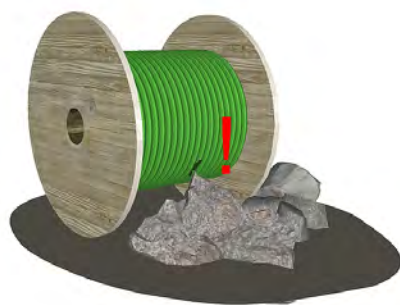
Figur 4: Trilling av
trommel
Trommelen skal
trilles i den retning
som er vist med pil
på vangen (mot
retning for
utdragning).



Figur 5: Trilling og lagring av trommel
Tromler skal lagres og transporteres stående, og låses mot trilling. Ved langtids lagring skal kabel oppbevares ved jevn, lav fuktighet, og ikke utsettes for store temperatursvingninger.



Figur 6: Stabling i høyden
Ved stabling i høyden stables tromlene vange på vange. NB! Trommelen må være designet for dette.



Figur 7: Plassering av trommel på anlegg
Ved plassering av kabel ute på anlegg skal denne sikres mot skade.

Underlaget skal være så jevnt og stabilt at kablen ikke blir skadet. Vær varsom mot gjenstander som kan skade kablen når trommelen flyttes

6 Forlegning av kabel

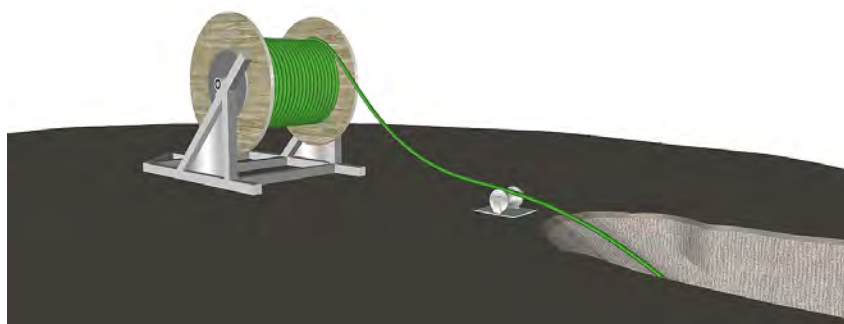
6.1 Utdragning

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



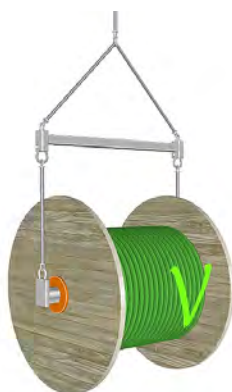
Figur 8: Utrulling av kabel

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



Figur 9: Utdragning av kabel

Benytt kabeltrinser for å unngå skade på kabelen.

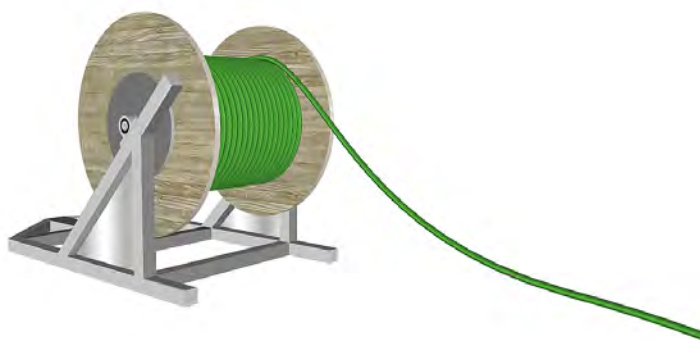


Figur 10: Løfting av trommel

Eksempel på korrekt løfting av trommel.



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



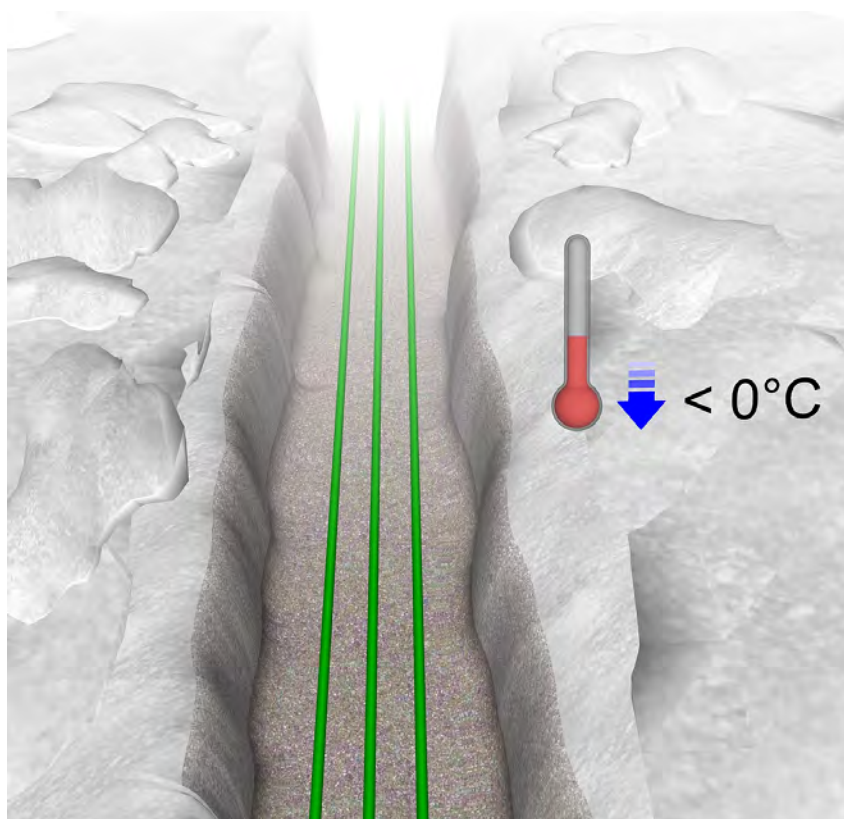
Figur 12: Plassering
ved utrulling av kabel
Eksempel på korrekt
plassering av
trommel ved
utrulling av kabel.

6.2 Forlegning

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

6.3 Lav temperatur

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



Figur 13: Lave temperaturer
Kablene må behandles meget forsiktig ved lave temperaturer.

Oppvarming av kabelen med gasslampe eller tilsvarende skal ikke utføres. Dette er lite effektivt, og kabelens kappe kan bli ødelagt.

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

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

6.3.2 PEX isolert med PE ytre kappe (f.eks. TSLF)

- Normal forlegning: over $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Forsiktig forlegning: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vær forsiktig med slag og bøyning.
- Ved kabeltemperatur under $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ skal kabel først oppbevares i temperert rom i minst ett døgn. Det er viktig at kabelen holder på varmen under uttrekking og forlegning slik at kabelens temperatur ikke synker under $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ under behandlingen. For å få til dette kan en eksempelvis pakke inn kabelen i vintermatter under utkjøring.

6.3.3 Papirisolert kabel

- Laveste temperatur er $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Ved kabeltemperatur under $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ må tiltak iverksettes

6.4 Trekkekrefter

Verdi for maksimal trekkraft 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 strøppe rundt kabel.

- Kabel med aluminiumsleder: $30 \times A\text{ (N)}$
- Kabel med kobberleder: $50 \times A\text{ (N)}$

NB! 1 kg er tilnærmet 10 N. A = kabelens totale ledertverrsnitt i kvadratmillimeter.

6.4.1 Eksempel

For utdragning av en 240 Al kabel kan man tillate $30 \times 240 = 7200\text{ N}$ pr. leder. Dvs. for treleder $7200 \times 3\text{ N} = 21600\text{ N}$ 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.

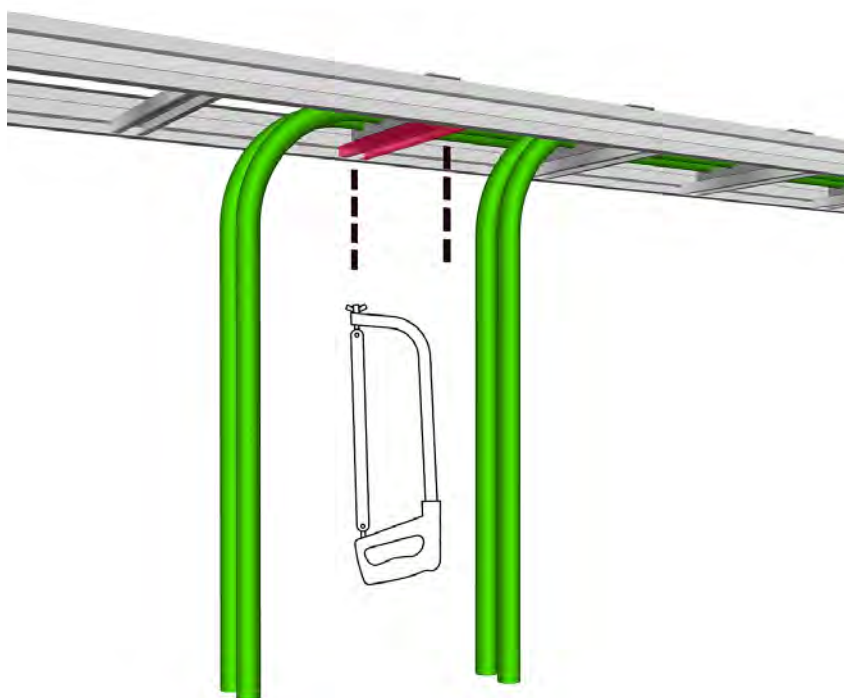
For mer informasjon om trekking av kabel i rør se: [RENblad 9121](#) ↗ og [RENblad 9131](#). ↗

6.5 Enlederkabler

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.

6.5.1 Eksempel:

- Fasene skal samles gjennom samme stålrør, se [RENblad 9008](#) ↗.
- 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.
- Der nedføringskonstruksjonen er av magnetisk materiale skal fasene monteres i felles kabelkanal/kabelnedføring.
- Fasene skal ikke festes med kabelklammer som gjør at det dannes en omsluttende magnetisk krets rundt enlederene. Det må brukes umagnetisk materiale, eller så må lederene samles under ett felles klammer.



Figur 14: Kabelstige
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.

6.6 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.

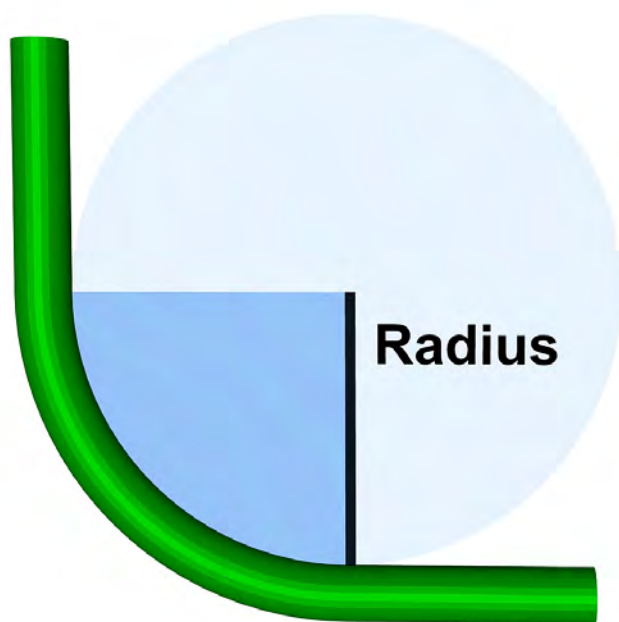


Figur 15: Kabelbro
Dimensjon og type for kabelbro og festemateriell skal spesifiseres fra prosjektering.

6.7 Bøying av kabler

Under hele forlegningsarbeidet skal kabel ikke bli for hardt bøyd. Verdier for minimum bøyeradius skal oppgis av kabelleverandør (datblad).

Ved bøying 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 kabeldiam eteren og materialene som er benyttet i kabelen. Se figur under som eksempel på minimum bøyeradius for kabler ved 0 °C.



Figur 16: Bøyeradius
Bøyeradius er
definert som vist i
figuren.

Tabell 1: Bøyeradius

Kraftkabel 1–24 kV	Utdragninger	Montering (engangsبøyning)
Plastisolert		

- Enleder	15 x D*	10 x D*
- Treleder	12 x D*	8 x D*
Papirisolert	20 x D*	15 x D*
Ekorn	10 x D*	10 x D*

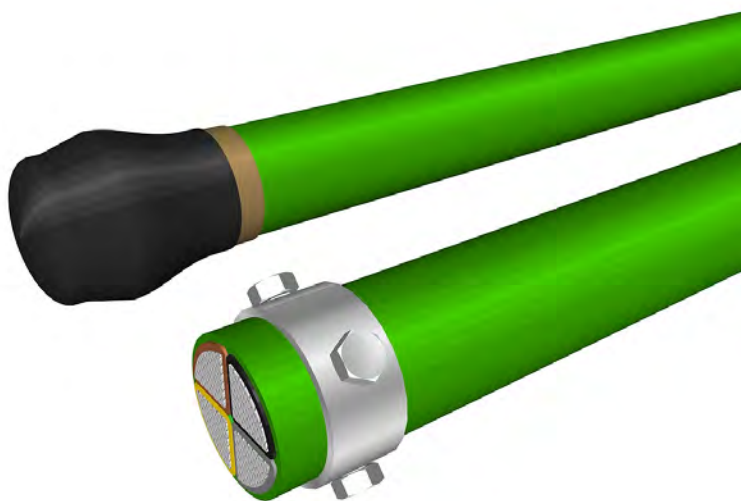
*Der D er kabelens ytterdiameter i mm.

6.8 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.

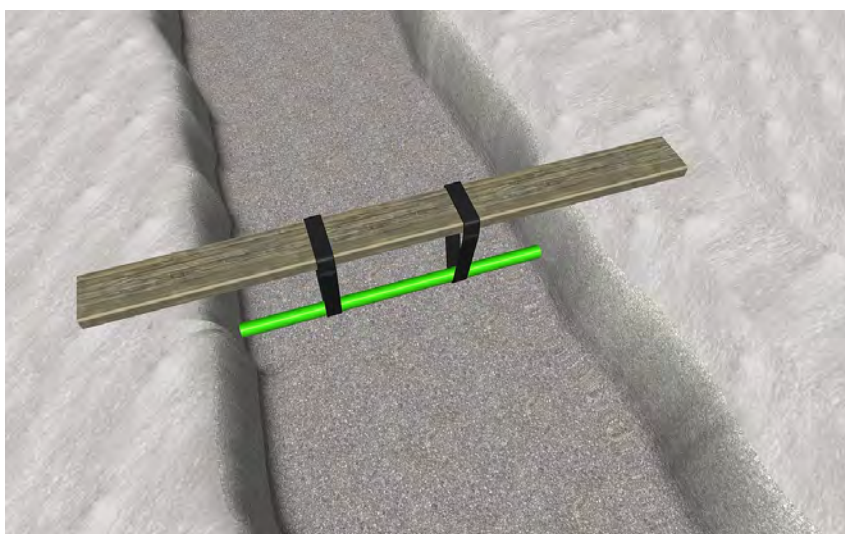


Figur 17: Jord- og kortslutning samt vanntetting av kabelende

Eksempel på jord- og kortslutning samt vanntetting av kabelende

6.9 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](#) ↗.



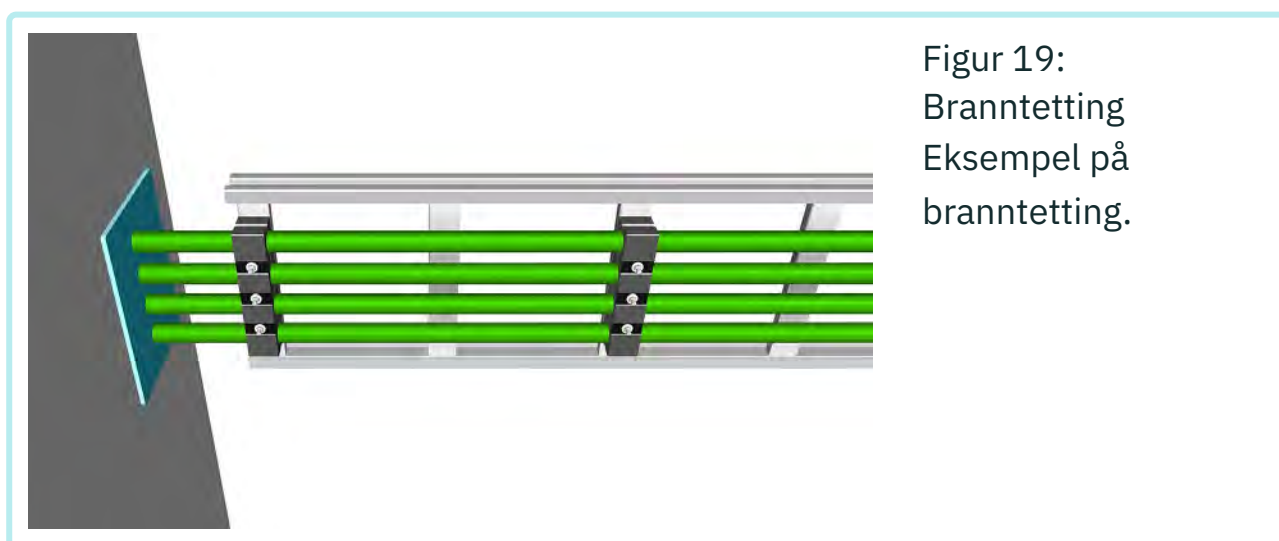
Figur 18:
Undergraving av kabler
Det er viktig å understøtte kabler som undergraves.

6.10 Beskyttelse av anlegg under utførelse

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

6.11 Brannetting

Når kabler krysser mellom brannsoner i bygninger skal gjennomføringene umiddelbart branntettes etter beskrivelse fra prosjektering. Se også [RENblad 8101](#) ↗ for videre detaljer.



6.12 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-kabel.

6.12.1 Skjøtegrup

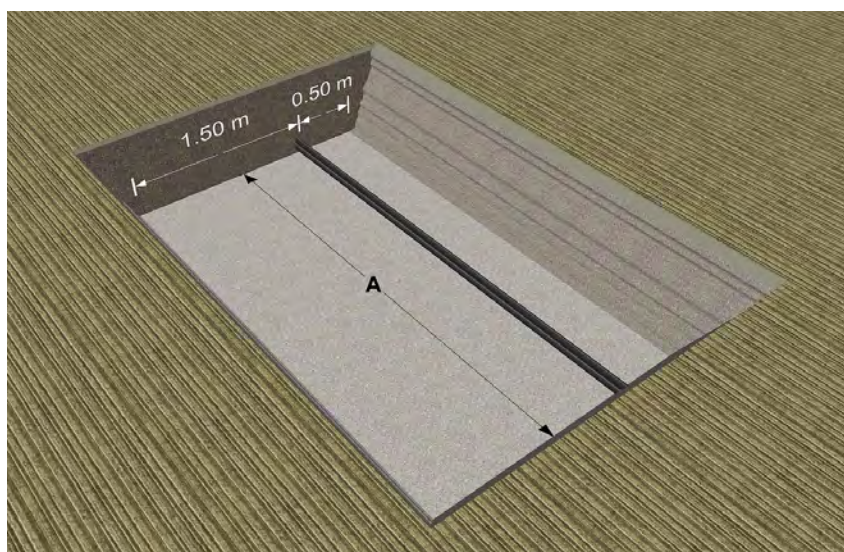
Stedlige tilpassinger gjøres i samråd netteier.

- Hvis det er vann i gropen må dette dreneres bort, evt. etableres et dypere hull hvor vannet kan samles og pumpes bort. Sand legges over evt. gjørme.
- Grøften må minimum være så bred at en oppnår en akseptabel arbeidsposisjon ved siden av kablene.
- Skjøtegrop må sikres iht. krav fra [arbeidstilsynet](#) ↗, utdrag fra noen av kravene:
- Graves det dypere enn 1,25 meter skal det utarbeides en plan for arbeidet som bygger på kartleggingen og risikovurderingen som er gjort.
- Ved gravegroper som er grunnere enn 2 meter, kan det brukes loddrette sider uten avstivning, med mindre det foreligger særlige faremomenter. For alle andre gravegroper som ikke er avstivet, skal sidene gis en forsvarlig helling.

6.12.1.1 Standard mål på skjøtegrop

Se tabell og figur under for minimumsmål på en skjøtegrop.

Tabell 2: Størrelse på skjøtegrop			
Spenning	Kabel 1	Kabel 2	
11/22 kV	Plastkabel (TSLF el.)	Plastkabel (TSLF el.)	
11/22 kV	Massekabel (DKBA el.)	Plastkabel (TSLF el.)	
230/400 V	Stikkledning (TFXP 4x50 el.)	Stikkledning (TFXP 4x50 el.)	
230/400 V	Plastkabel (TFXP el.)	Plastkabel (TFXP el.)	
230/400 V	Massekabel (DKBA el.)	Plastkabel (TFXP el.)	



Figur 20:
Standardmål
skjøtegrøp
Mål for en skjøtegrøp

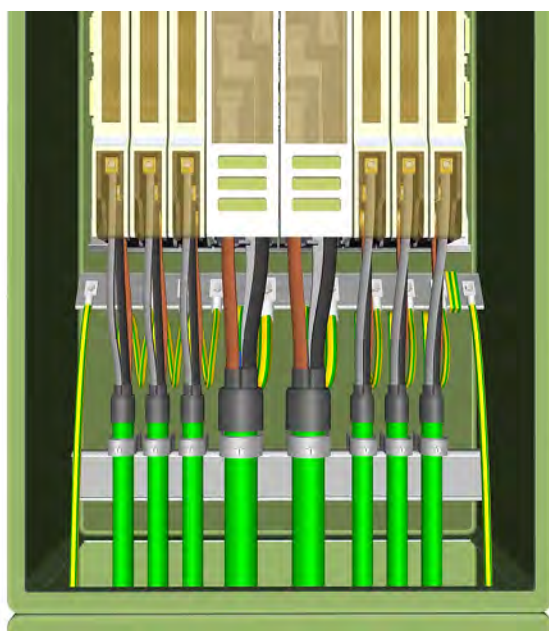
Massekabler og kabler med større tverrsnitt bør undergraves når de skal skjøtes, dette avklares med netteier/utførende av skjøtingen.

Dersom en kabel undergraves må en sikre at kabel ikke får en knekk/bøy ut av grøfteveggen. Dette er spesielt viktig på massekabler hvor isolasjonsmateriale kan bli ødelagt dersom kabelen bøyes.

Masser under kabel må komprimeres for å hindre sig.

6.13 Vannføring

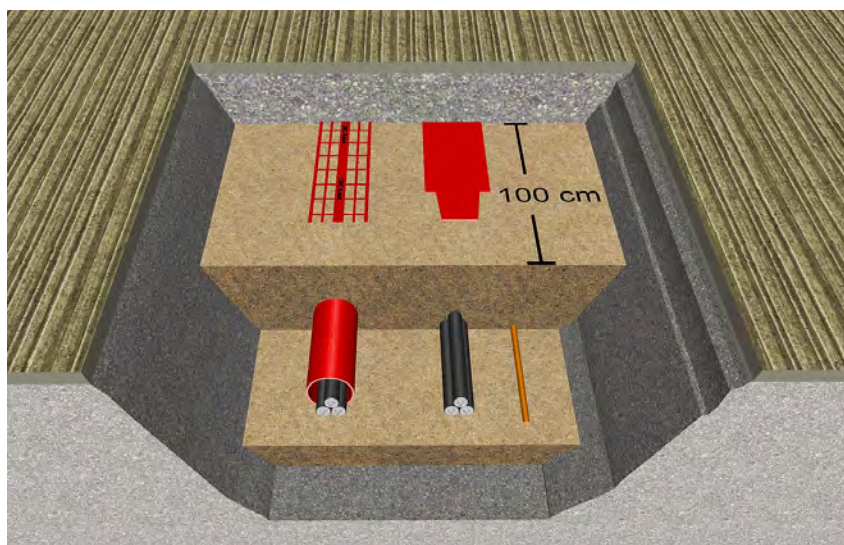
Alle kabler og rørender skal tettes slik at de ikke kan transportere vann. Flerleder kabler skal ha kabelskritt som tetting.



Figur 21: Vanntetting av kabel
Eksempel på vanntetting av kabel.

6.14 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.

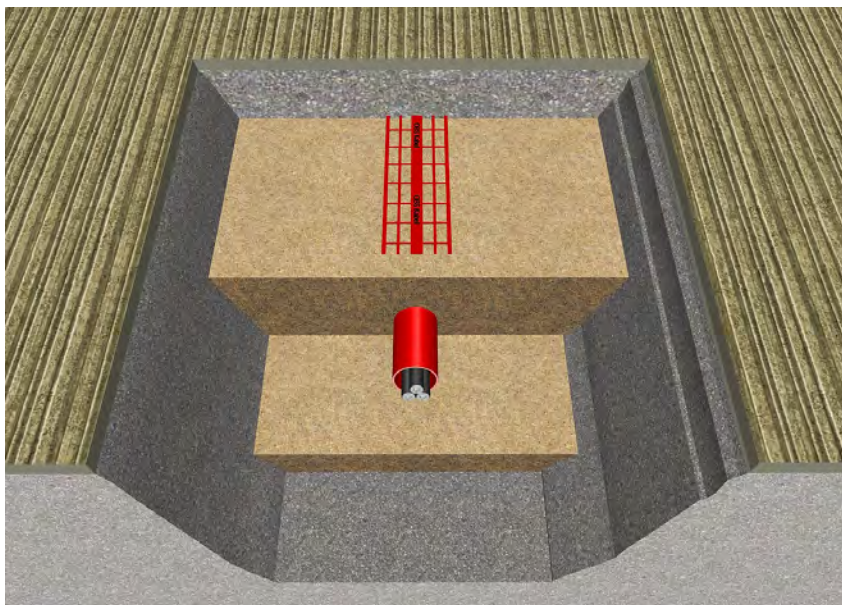


Figur 22: Grøftesegment
Avstander ved midlertidig avslutning av grøftesegment.

6.15 Kabelmarkering/kabelbeskyttelse

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

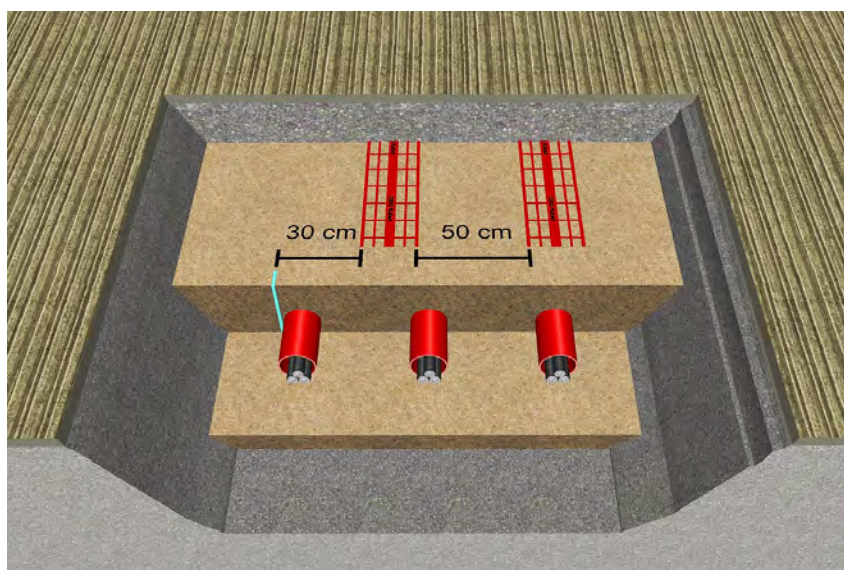
6.15.1 Kabelmarkering



Figur 23:

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.



Figur 24:
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.

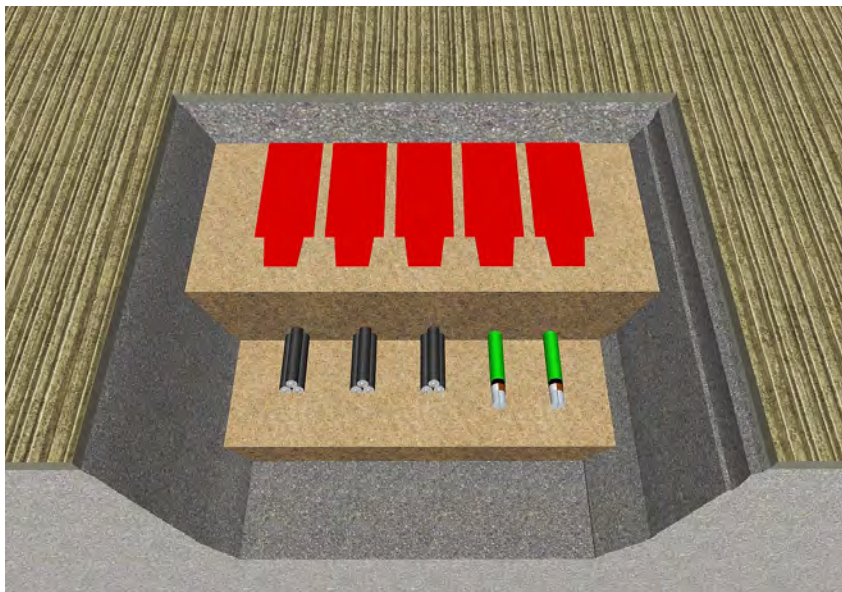
6.15.2 Kabelbeskyttelse

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

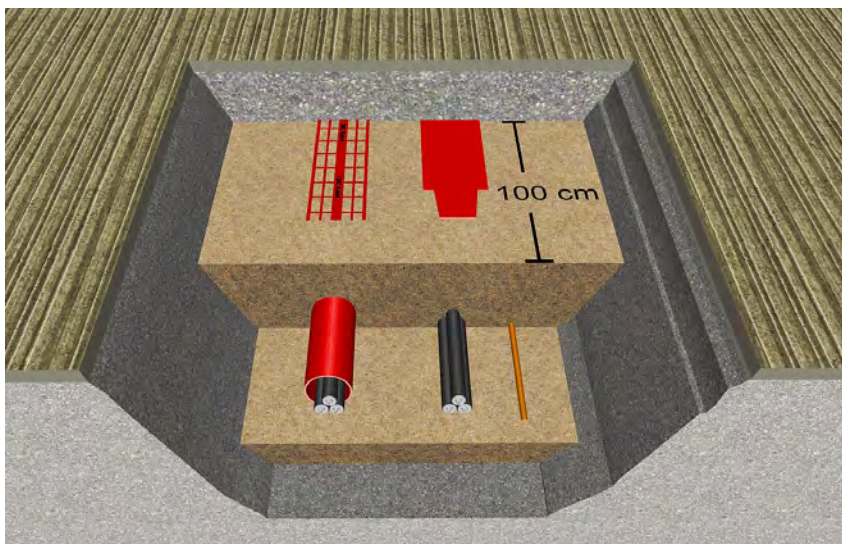
Det skal ligge kabelbeskyttelse over alle kabler der det kreves kabelbeskyttelse.

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



Figur 25:
Kabelbeskyttelse
Kabelbeskyttelse
plassert i et lag over
kablene, som skal
skal beskytte mot
fysiske påkjenninger
på kabelen



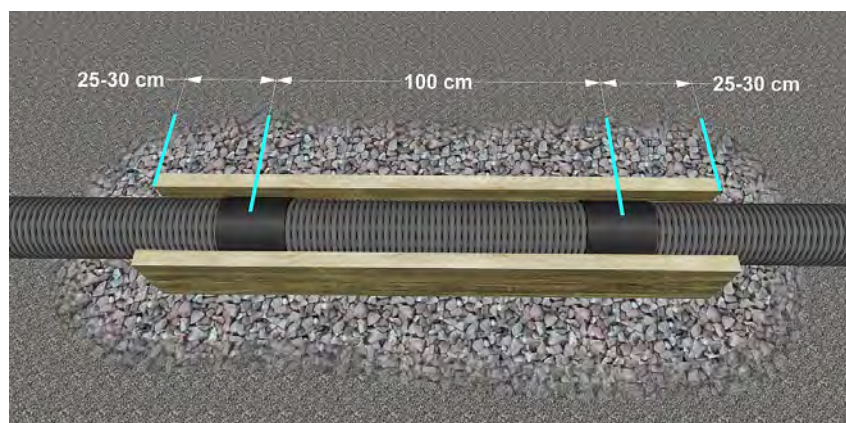
Figur 26:
Kabelbeskyttelse
Det skal ligge
kabelbeskyttelse
over alle kabler der
prosjekterende har
spesifisert dette. Det
skal brukes
dekkplater (som vist
til høyre) eller
kabelrør (som vist til
venstre) i henhold til
norske eller
internasjonale
normer

6.16 Skjøting av drenering

Der det blir behov for å kutte drensrør eksempelvis i forbindelser med landbruksområder må drensrørene skjøtes på en tilfredsstillende måte. Dette kan eksempelvis løses på følgende måte:

Dreneringen skal skjøtes med stivt rør og skjøteområdet skal avstives med en kasse av trykkimpregnerte bord. Bunnbord og sidebord i en lengde av ca. 1 meter. Kassen skal overlappe eksisterende rør med 25–30 cm på hver side. Kassen skal stemmes godt opp i hver ende og grus/pukk komprimeres under slik at kassen blir stabil. Alle skjøtinger skal dokumenteres med bilder.

Ved spesielle forhold skal grunneier kontaktes.



Figur 27: Skjøting av drenering ovenfra
Eksempel på skjøting av drenering

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](#).

8.1 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:

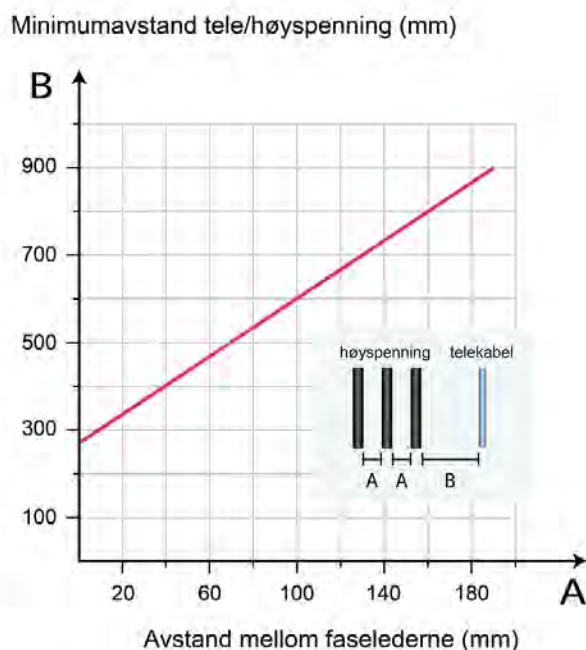
Tabell 3: Kraftkabler til kraftkabler		
	Fellesføring	Kryssing
Kraftkabler over 24 kV til andre kraftkabler	300 mm	300 mm
HS 12/24 kV til HS 12/24 kV	70 mm	70 mm
HS 12/24 kV til LS-kabel	70 mm	70 mm
LS-kabel til LS-kabel*	70 mm	70 mm

*LS-kabler kan ligge tett dersom det er tatt hensyn til ved prosjektering av termisk grenselast (I_{th}).

Tabell 4: Kraftkabler til ekomkabler		
	Fellesføring	Kryssing
LS-kabel til ekomkabler*	100 mm	100 mm
HS-kabel til ikke metallisk ledende ekomkabel*	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	Se figur nedenfor.	
HS-kabel > 24 kV til metallisk ledende ekomkabel	Tillates ikke i fellesført grøft med høyspenningskabel driftsspenning <u>høyere enn</u> 24 kV uten at det utføres beregninger.	

* Kabelbeskyttelse på en av kablene ved fellesføring. Begge kabelsettene skal ha beskyttelse minimum 500 mm til hver side ved kryssing.



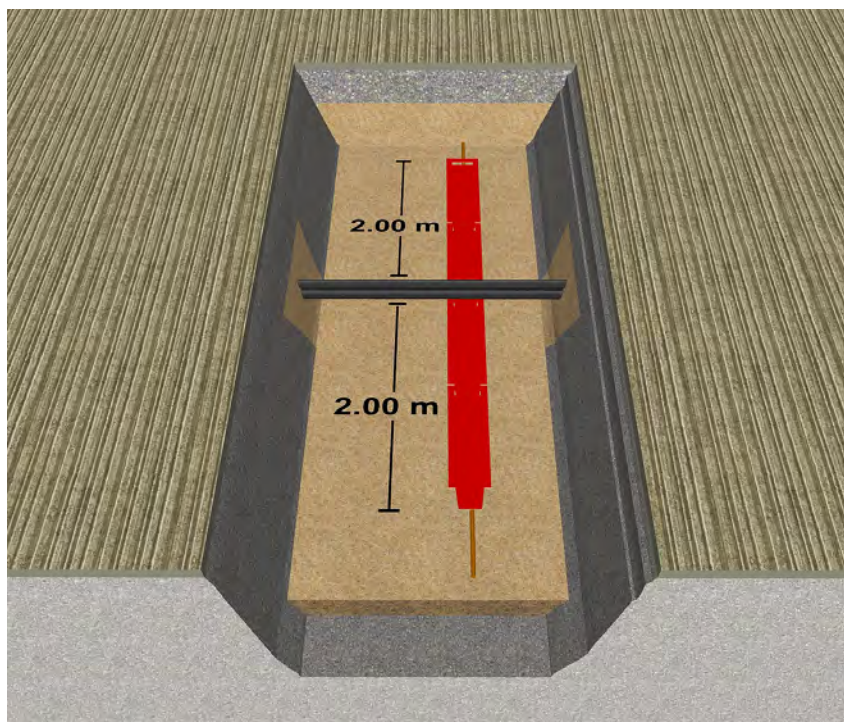
Figur 28:
Avstandssammenheng
A = avstand mellom
fasene i
høyspenningskabelen,
B= avstanden til
ekomkabel.

Tabell 5: Blank jordtråd

	Fellesføring
Ikke-mekanisk beskyttet ekomkabel til jordtråd for kabel med spenning < 24 kV	300 mm
Mekanisk beskyttet ekomkabel til jordtråd for kabel med spenning < 24 kV	100 mm

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.

For kraftkabler med spenning > 24 kV til metallisk ledende ekomkabel skal avstanden prosjekteres i hvert enkelt tilfelles. Se NEK 700.



Figur 29: Mekanisk beskyttelse av jordleder
Ved kryssing av kabler eller annen infrastruktur skal jordleder mekanisk beskyttes med dekkbord minimum to meter på hver side.

Tabell 6: Kraftkabel til gass

	Fellesføring	Kryssing
Gass til LS-kraftkabel og ekomkabler*	300 mm	300 mm
Gass til kraftkabel > 1 kV*	500 mm	500 mm

* Avstanden kan reduseres til 100 mm for gassrørledning lagt i heltrukket beskyttelsesrør eller rørledning beskyttet med varmeisolerende materiale.

Tabell 7: Kraftkabler og ekomkabler til VA og fjernvarme

	Fellesføring	Kryssing
På samme nivå*	500 mm	200 mm

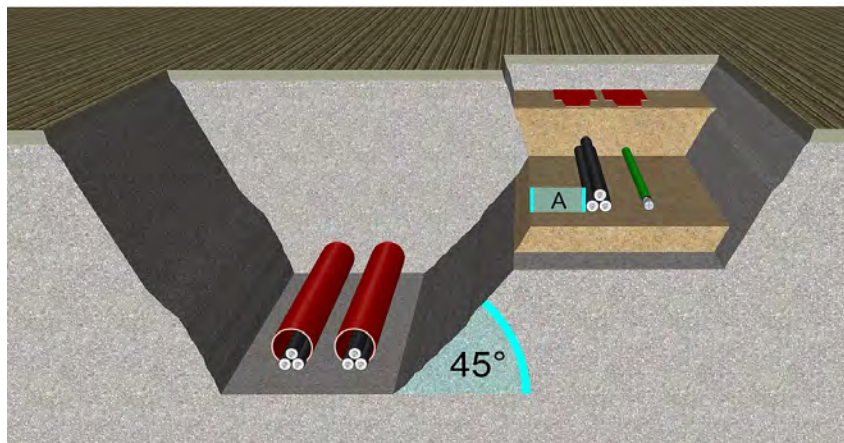
* For fjernvarme kan avstanden reduseres til 50 mm over korte strekninger på inntil to m der det ikke er skjøter eller retningsendringer på fjernvarmerøret. Dette må avtales med lednigseier.

8.1.1 Infrastruktur på ulike nivå

8.1.1.1 På ulike nivå der det er mye plass

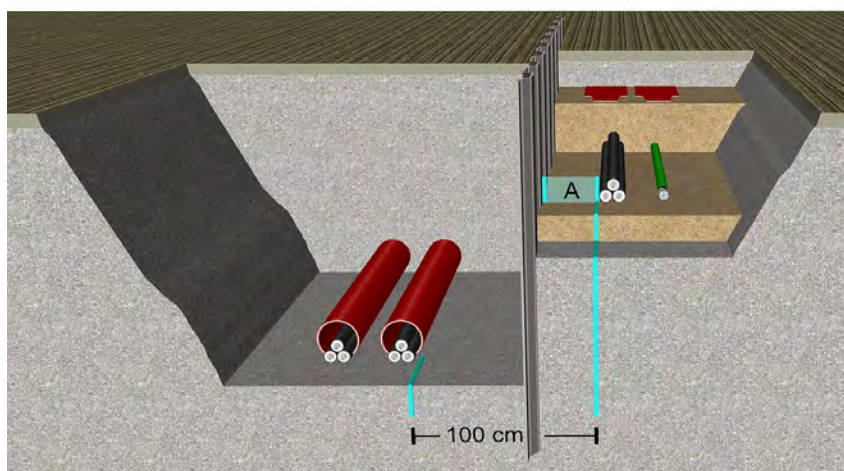
Ved fellesføring skal kablene ligge utenfor en grøftevinkel på $45^0 + A$ (der A er avstandskravet ved fellesføring).

Der eksisterende infrastruktur har usikker beliggenhet må avstanden (A) økes.



Figur 30:
Infrastruktur på ulike nivå der det er mye plass
Ved fellesføring skal kablene ligge utenfor en grøftevinkel på 45 grader + A (der A er avstandskravet ved fellesføring). Der eksisterende infrastruktur har usikker beliggenhet må avstanden (A) økes.

8.1.1.2 På ulike nivå der det er lite plass



Figur 31:
Infrastruktur på ulike nivå der det er lite plass
Planlegges med bruk av grøfteavstivning. Krav om horisontal avstand mellom kablene på 100 cm.

9 Grøfteoppbygging

Begreper med hensyn til grøftebetegnelser er som følger:

9.1 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.

9.2 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-EN13242". Se [RENblad 9200](#) ↗ vedlegg 2 om 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.

9.3 Fundament

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

9.4 Beskyttelseslag

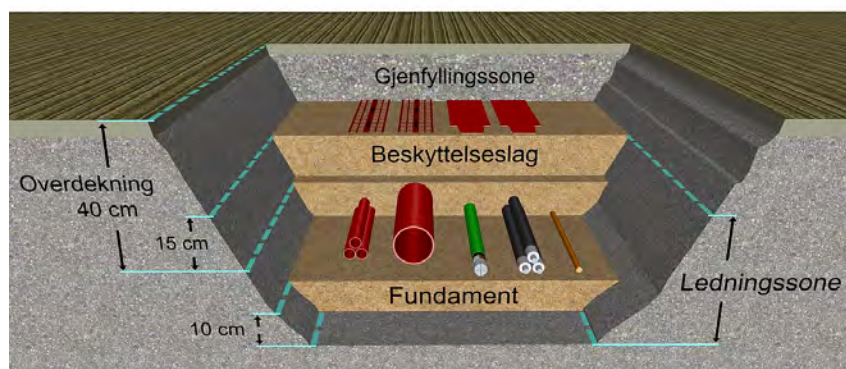
Område mellom øvre kant på kabel og gjenfyllingssone. Beskyttelseslaget for kabler skal være minimum 15 cm.

9.5 Gjenfylling

Område mellom beskyttelseslag og bakkenivå.

Stedlig masse skal fortrinnsvis anvendes. Steiner eller andre gjenstander som kan skade kabelen/rør skal fjernes. Tilførte masser 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 32:
Grøfteoppbygging
Illustrasjon av ulike
lag og soner i
grøften.

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 0,23–24 kV nett.

14 Dokumentasjon

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

14.1 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

14.2 For skjøter

- Produsent av skjøten
- Typebetegnelse for skjøter
- Dato for når kabelen med skjøtt
- Bilde av endelig skjøt

Innmåling av kabel og skjõt i følge [RENblad 8045](#) ➤ Stedfesting av nettanlegg i grunnen.

15 Arbeidsavslutning, samsvarserklæring og sluttkontroll

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

- 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

Forskrift om elektriske forsyningsanlegg FEF 06

NEN 62.75 Norske normer for kraftkabler

IEC 60287 serien. Electric cables

NEK 440 Stasjonsanlegg over 1 kV

NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner

Temaveiledning om gassanlegg fra DSB

[RENblad 8000](#) ➤ Overordnet planlegging av nettet

[RENblad 9200](#) ➤ Kabelanlegg prosjektering

[RENblad 9008](#) ➤ Utførelse av grunne kabelgrøfter

[RENblad 9010](#) ➤ Utførelse av 0,23–24 kV kabelrør

[RENblad 9012](#) ➤ Ekstra beskyttelse av viktige og utsatte kabler

[RENblad 4100](#) ➤ Tilknytning av LS-anlegg

RENblad 9010, versjon 1.10

Utførelse av kabelrør

Selskapsmerknader:

GLITRE NETT AS merknad (oppdatert 24.09.2024):

Tolking av rør bør vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Trekkekummer brukes kun i spesielle tilfeller.

Utførelse av kabelrør

Versjon: 1.10

FORMÅL

Denne leggeanvisningen gjelder for rør beregnet på kraftkabler som skal bli en varig infrastruktur for senere inn og uttrekking av kabler. I hovedsak vil dette gjelde rør med diameter ≥ 110 mm.

Nedlastbart eksemplar

Les fullversjon i nettleseren ren.no/renblad/9010



Innholdsfortegnelse

1 Innledning	4
2 Retningslinje	4
3 Generelt om kabelrør	4
4 Prosjektering	5
5 Montering	6
5.1 Skjøl/muffer	6
5.2 Trekkeretning	6
6 Kapping og fasing av rør	7
7 Grøftebunn	8
8 Fundament	8
9 Sidefylling	8
10 Ledningssonen	9
11 Kabelmarkering	9
12 Kabeldekkbord	9
13 Overdekning	9
14 Gjenfyllingssone	10
15 Avstand	11
16 Omstøpte rørpakker	12
16.1 Standardmål	13
16.2 Avstandsholdere og sammenskjøting	14
16.3 Bend	15
16.4 Støping	15
16.5 Armering	15
17 Retningsendring og trekkekummer	15
17.1 Retningeendring ved bruk av bend	15
17.2 Innføring i trekkekummer	16



18 Rør i flere nivåer	17
19 Tetting av rør og trekketråd	17
19.1 Funksjonskrav for tetting av rør inn i bygg:.....	17
20 Sluttkontroll	18
21 Behandling av kabelrør	18
21.1 Lossing/lasting	18
21.2 Transport	19
21.3 Håndtering	19
21.4 Lagring	20
21.5 Kontroll	20
22 Referanser	20

1 Innledning

Følger man denne leggeanvisningen skal rørene få en minimal deformasjon og skal bli liggende der som en varig infrastruktur for ut- og inntrekning av nye kabler. Det finnes også alternative intensjoner for forlegning av kabel i rør. I noen tilfeller ønsker man bare å beskytte kablene og man har ingen intensjon om at man senere skal kunne trekke inn eller å bytte ut kabelen i røret. Slik bruk av kabelrør er ikke omhandlet her og må eventuelt avtales med oppdragsgiver.

Forlegning av kabelrør enten alene, eller sammen med kabler skal følge de samme krav som angitt i [RENblad 9000](#).



Figur 1: Kabelrør
Illustrasjonen viser avstandskrav (A) for rør, som skal være minimum 100 mm.

2 Retningslinje

Maksimalt tillatt deformasjon for rør lagt i løsmasser er 9 %. Rør med minimum ringstivhet 8 kN/m^2 (SN 8) lagt i overensstemmelse med denne leggeanvisningen, vil erfaringsmessig få en gjennomsnittlig deformasjon på under halvparten. Rør med høyere ringstivhet vil gi et enda bedre resultat - eller tåle tøffere belastninger.

3 Generelt om kabelrør

Pris og styrke på kabelrør er ofte nært knyttet til hverandre da styrken stort sett er avhengig av mengden plastmateriale som blir benyttet i produksjonen samt kvaliteten på materialet man benytter.

For å produsere rør med stor ringstivhet ved bruk av lite plastmateriale kan man bygge opp en konstruert rørvegg. Dette gjør man ved bruk av to eller flere tynne lag med en helt eller delvis luftfylt konstruksjon mellom. Betegnelser på slike rør kan være multilayer rør, rør med skummet midtsjikt, dobbelveggede (DV) rør e.l. Slike rør skal ikke brukes for kraftkabler. DV rør kan benyttes til stikkledning. Denne anbefalingen kommer av at glatte rør med homogen rørvegg har mye større motstandsevne mot krefter fra trekketråd og at homogene rør har bedre varmeledningsevne enn rør med konstruert rørvegg.

For å sikre riktig kvalitet på kabelrør, bør man kreve at røret er produsert etter norsk eller internasjonal standard for kabelrør og at produktene er underlagt en anerkjent sertifiseringsordning eller kreve at overensstemmelse med byggherrens og standardens krav er dokumentert ved hjelp av en kvalifisert tredjepart. Det bør benyttes rør med homogen glatt vegg med pakning i skjøtene. Rørene skal som minimum oppfylle kravet til SN 8.

Anleggstrafikk over rør må ikke forekomme før det har tilstrekkelig overdekning eller ved at man legger avlastningsplater over rørtraseen. Komprimering med for tungt utstyr eller tung anleggstrafikk på ujevn vei eventuelt i kombinasjon med liten overdekning kan gi uønskede deformasjoner av rørene.

4 Prosjektering

For prosjektering av strømføringsevne til kabler i rør, se verktøyet [Grøft](#), [RENblad 9115](#) og [RENblad 9118](#). Viktige faktorer som påvirker strømføringsevnen er:

Type masser i ledningssonen

Avstand mellom rør kabler

Komprimering av masser i ledningssonen

Forlegningsdybde

Type rør

Rør/kabler i flere lag

For beregning av trekkekrefter og dermed bestemme hvor man skal sette ut kummer, se [RENblad 9121](#) og [RENblad 9131](#).

For kabler forlagt i offentlig veiareal må det tas hensyn til krav i Statens vegvesens håndbok [N200](#) og [Veileder til ledningsforskriften](#).

5 Montering

5.1 Skjøt/muffer

Rengjør og kontroller muffe, pakning og spissende før montering. Godkjent glidemiddel påføres den enden av røret som ikke har pakning. Vri røret ved kontakt for å fordele glidemiddel. Glatte rør skal monteres med minst 1 cm ekspansjonsåpning i bunn av muffe. (Noen rørleverandører har ring på spissende som markerer dette.) Rør med konstruert yttervegg monteres uten ekspansjonsgap.

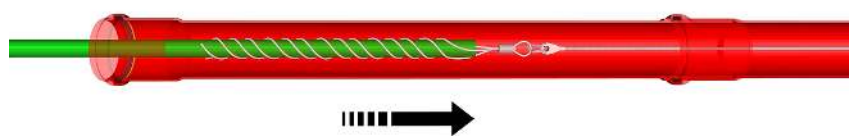
Det skal graves ut for muffene i fundamentet.

5.2 Trekkeretning

NB! Rør/mufferetning rør må legges korrekt i forhold til kabelens trekkeretning.

REN-norm: Innvendig fas på rør og bend anbefales for å unngå skader på kabler under trekking.

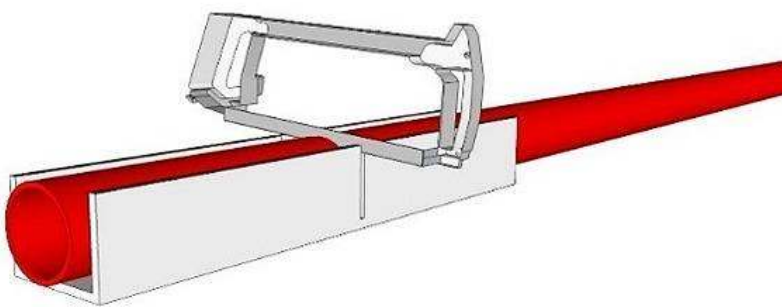
REN-norm: Samme veggtykkelse bør benyttes på rør og bend for å unngå skarpe innvendige kanter. Rørprodukter av forskjellige typer eller materialer har gjerne ulik veggtykkelse.



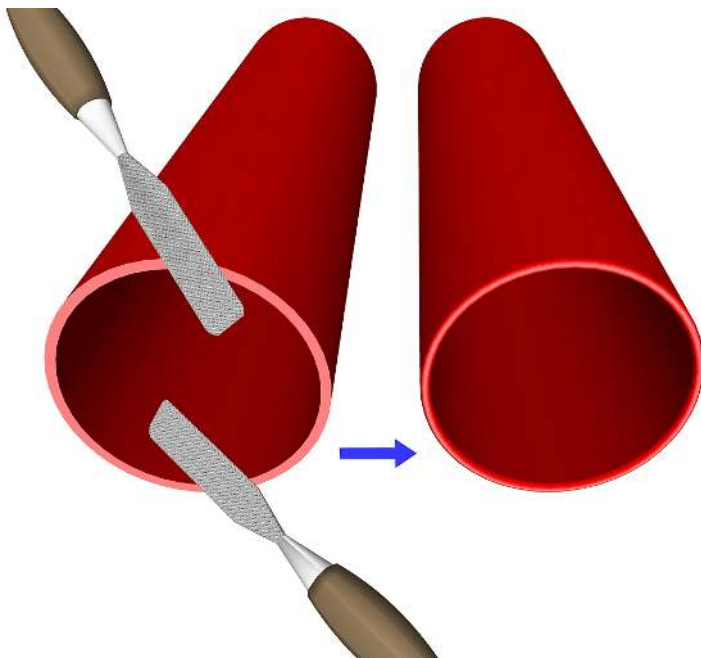
Figur 2: Trekkeretning
Korrekt trekkeretning inn
i muffe

6 Kapping og fasing av rør

Vanlige termoplastrør (av PVC, PP eller PE) kappes med fintannet sag. Rør kappet i rett vinkel er lettest å montere. Glatte rør fases med rasp eller annet egnet verktøy innvendig og utvendig. Etter kapping og fasing skal røret være fritt for spon og grader innvendig. Utstyr som kapper og faser rør samtidig, finnes på markedet.



Figur 3: Kapping
Illustrasjon viser eksempel på kapping av rør med baufil.



Figur 4: Fasing av rør
Illustrasjonen viser prinsipp for fasing av rør. Det finnes flere ulike verktøy for dette.

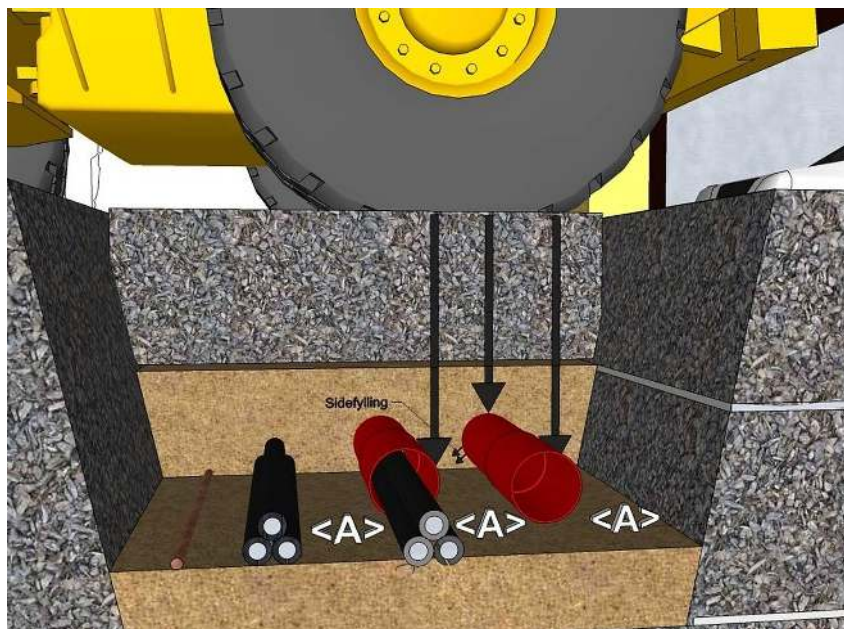
7 Grøftebunn

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 sprenge masser skal disse komprimeres og det skal foretas tiltak slik at ikke massene i ledningssonen forsvinner ut i grunnen. Se for øvrig under ledningssone om geotekstil (fiberduk).

8 Fundament

Det skal opparbeides et fundament med dybde minimum 10 cm. Det skal brukes masse med handelsbetegnelse "Fint tilslag 0/4 GF85 GTF20 f7". (Tabell H2:1 i NS3420). Massene skal komprimeres i henhold til tabell 4 i NS3458, massegruppe B og passeringsklasse lett. Fundamentet skal avrettes i grøftens lengderetning med planhetsavvik +12 mm og det skal graves ut for muffer.

9 Sidefylling



Figur 5: Sidefylling

Det er viktig med god sidefylling for å unngå at rørene blir deformert. Massene skal støtte godt rund nedre halvsirkel av røret.

10 Ledningssonen

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 [NS 3458](#) , massegruppe B og passeringsklasse lett. Geotekstil (fiberduk) i henhold til NorGeoSpec klassifisering 5, NG5 skal brukes når det er fare for massetransport ut av eller inn i ledningssonen. (Stort grunnvannsig og/eller grove omkringliggende masser).

Beskyttelseslaget over rørene skal være minimum 150 mm. Se [figur 1](#) .

11 Kabelmarkering

Kabelmarkering legges på toppen av ledningssonen.

For eventuelle kabler som ligger direkte forlagt i samme grøft skal det benyttes kabelmarkering eller kabeldekkbord. Se [RENblad 9000](#) og [figur 1](#) .

12 Kabeldekkbord

Kabelbeskyttelse i form av kabeldekkbord skal som standard ikke anvendes over kabelrør. Rør kan betraktes som kabelbeskyttelse.

Kabeldekkbord skal eventuelt brukes på direkte forlagte kabler som har overdekning mindre en 60 cm eller på oppdragsgivers spesifikasjon. Se [RENblad 9000](#) og [figur 1](#) .

13 Overdekning

Tabell 1: Rør som er ferdig forlagt skal ha minimum følgende overdekning

Type rør	Ikke utsatt for trafikklast	Trafikklast*
SN 4	Rør for innstøping	Rør for innstøping
SN 8	0,4 m	0,6 m
SN 64**	0,4 m	0,4 m

*Veikryss, på/langs eller i selve kjørebanen.

**Statens vegvesen tillater ikke sorte kabelrør i og langs veg, feks PE SN 64 rør med striper.

Overdekning for kabler og rør forlagt i offentlig veiareal må utføres i henhold til krav i ledningsforskriften, med veileder. Kapittel 6.2 omhandler overdekning.

I mange tilfeller vil grunneier/veieier kreve større overdekning. Eksempel på dette kan være ved kryssing av offentlig vei der det normalt blir krevd 0,8 m overdekning iht. [N200](#) ↗.

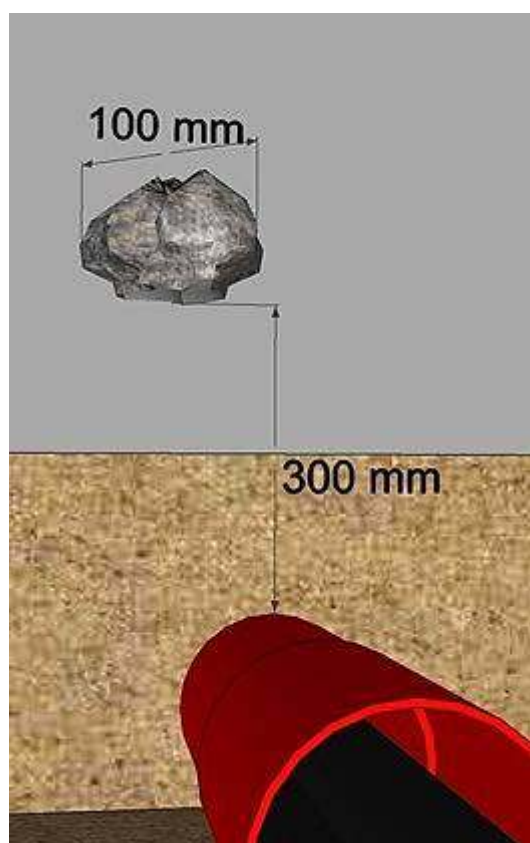
Ved kryssing av jernbanen må det alltid en stedlig vurdering til og baneier må kontaktes for valg av utførelse og dybde på kryssingen.

For utførelse og krav til grunne grøfter se [RENblad 9008](#) ↗ "Utførelse av grunne kabelgrøfter".

14 Gjenfyllingssone

Stedlig masse skal fortrinnsvis anvendes. Steiner eller andre gjenstander som kan skade rør/kabelen skal fjernes (minste avstand fra stein til rør må være 3 ganger størrelsen av steinen). Se figur 5. Massene som anvendes skal ha en største nominell kornstørrelse på 200 mm. Komprimerbare masser skal der det er nødvendig komprimeres i henhold til tabell 4 i [NS 3458](#) ↗, massegruppe B og passeringsklasse normal.

Massene over rør må ikke komprimeres med tungt utstyr før overdekningen er tilstrekkelig.



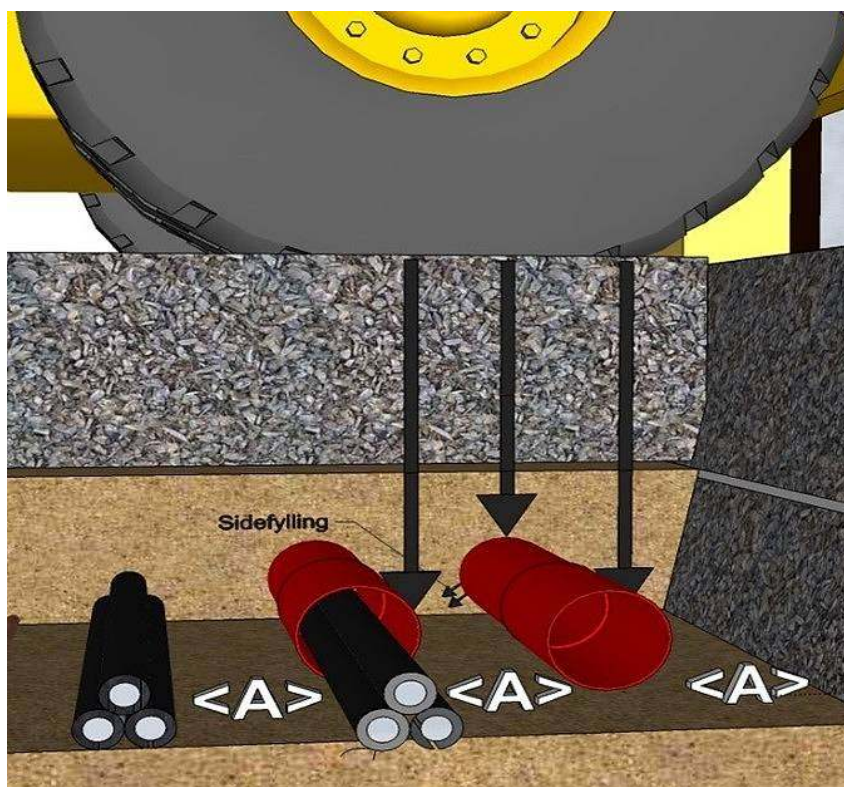
Figur 6:
Gjennsyllingssone
Minste avstand fra stein
til rør må være 3 ganger
størrelsen av steinen.

15 Avstand

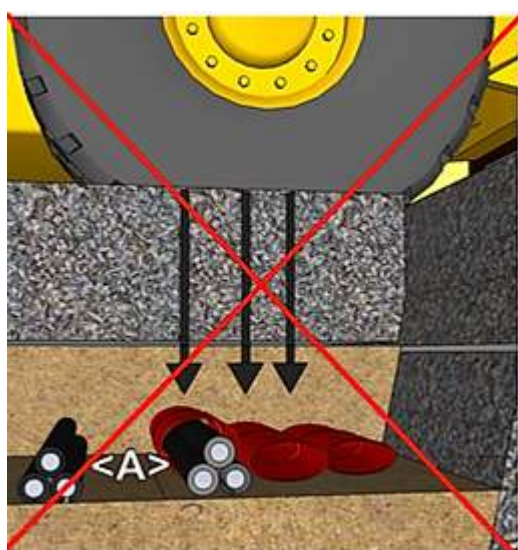
Avstanden (A) internt mellom rør og fra rør til grøftevegg skal være minimum 100 mm. Vertikal avstand mellom rør lagt i flere lag skal være minimum 100 mm. Ved rørkryssing skal beskyttelseslag fungere som fundament for det røret som ligger over.

PE SDR 11 (SN 64) rør (f.eks. DL-rør) opp til dimensjon 50 mm kan legges uten avstand mellom rørene.

Avstandsholdere/skillemateriell som brukes under installasjon for å oppnå riktig avstand mellom rør må fjernes før grøften fylles igjen. Dette for å unngå punktlaster på rørene. Rør i løsmasser skal ikke legges i avstandsholdere ment for nedstøping da det gir for liten avstand mellom rørene til at massene kan komprimeres tilfredsstillende, samt at varmeavledningen blir dårligere, som igjen fører til redusert overføringskapasitet i kablene. Avstanden A må alltid være stor nok til at sidefyllingen kan komprimeres tilstrekkelig rundt hele røret. Se [figur 1](#) og figurene rett under.



Figur 7: Avstand
Riktig avstand ved
legging av flere rør på
ett nivå.



Figur 8: Avstand
Feil avstand ved legging
av flere rør på ett nivå.

16 Omstøpte rørpakker

Omstøpte rørpakker brukes i alle nettnivå og gir en god beskyttelse av innholdet, plassbesparende installasjon, samt mulighet til å bytte/trekke om kabler. Den termiske ledeevnen i betong er god, og verktøyet [Grøft 7](#) bør brukes for å prosjektere kabelanlegg i omstøpte rørpakker.

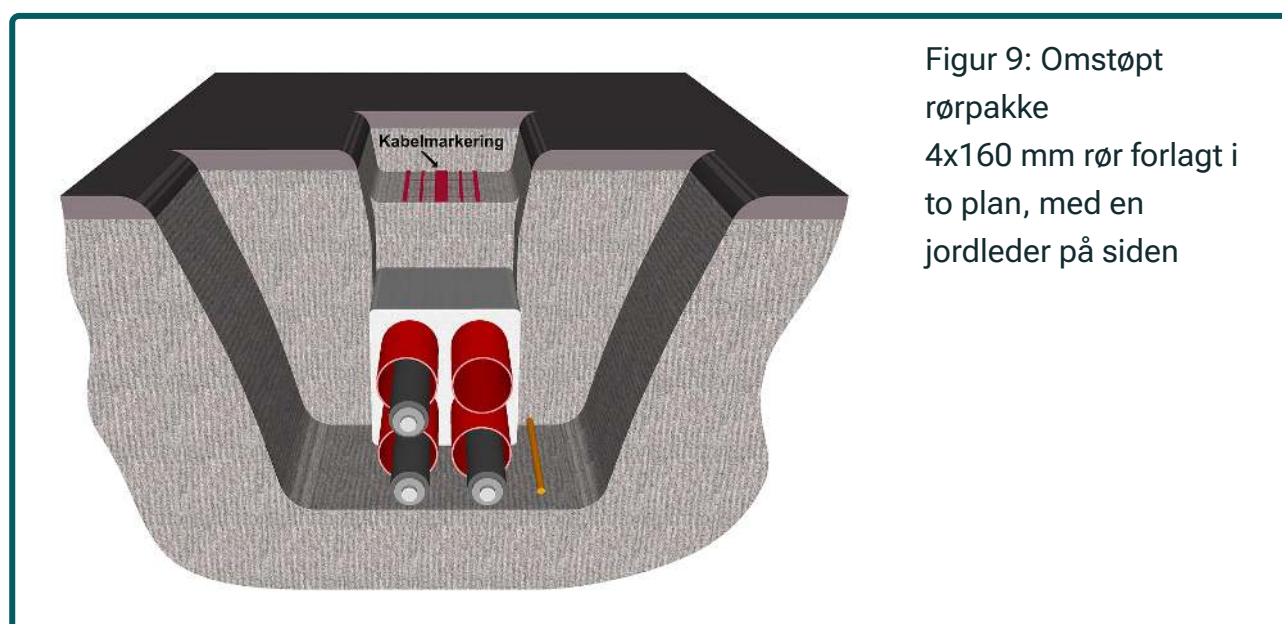
Jordleder legger normalt ved siden av eller under rørpakken. Iht. [tabell 1](#) er SN4 rør anbefalt for omstøpte rørpakker.

Det bør benyttes kabelmarkering der kanalen har overdekning. Hvor kanal går helt oppe i dagen(synlig) skal den være varig og tydelig merket med advarselsskilt for minimum hver 10 m, eller så ofte som det er nødvendig for å gi en tilstrekkelig advarsel.

Kabelrør skal alltid føres minst 30 cm ut fra kanalens ende og påføres trompetmuffer ved trekking.

I overgang kabelgrøft og omstøpt rørpakke løftes kablene opp til topp rør og et fundament av kabelsand løftes tilsvarende. Dette for å unngå at kablene får en knekk når kabelsanden setter seg litt over tid

Dette kapittelet er basert på NPG sin [leggeanvisning for kabelrør](#).



16.1 Standardmål

Normal bygges en omstøpt rørpakke opp med avstandsholdere som sikrer følgende mål:

- 45-50 mm betongoverdekning på topp og bunn.
- 25-30 mm betongoverdekning på sidene.
- 30 mm klaring mellom rør.

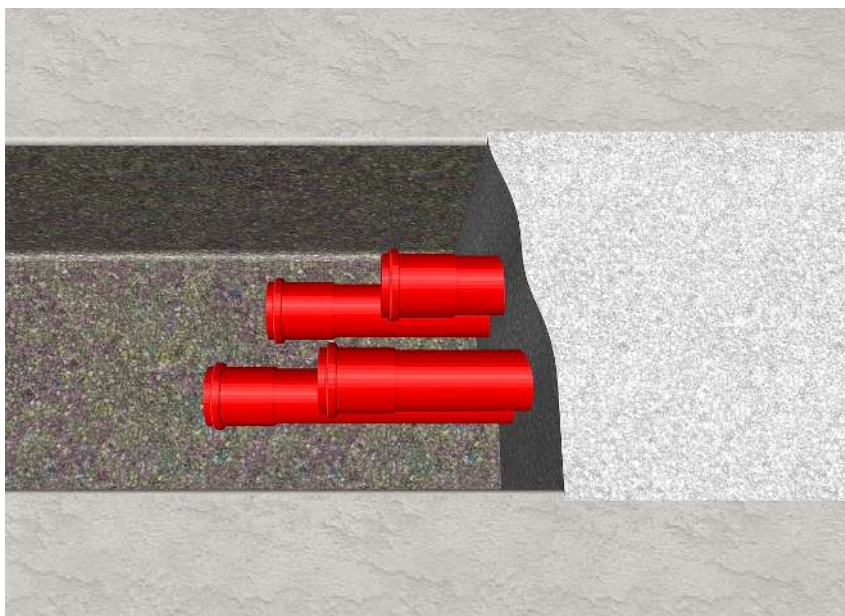
Enkelte rørdimensjoner vil gi andre mål, dette gjelder spesielt rør med ytre diameter over 160 mm.

16.2 Avstandsholdere og sammenskjøting

Avstandsholdere tilpasses innholdet i rørpakken og monteres med ca. en meters mellomrom. Avstandsholderne og muffene på rørene forskyves i lengderetning for å unngå svake punkt i den omstøpte rørpakken.



Figur 10: Forskyvning av rørmuffer
Forskyvning av rørmuffer for å ikke skape ett svart punkt i den omstøpte rørpakken



Figur 11: Forskyvning av rørmuffer
Forskyvning av rørmuffer for å ikke skape ett svart punkt i den omstøpte rørpakken

Ved bruk av systemforskaling kan avstandsholdere plasseres parallelt og festes sammen med jerntråd eller uelastisk snor for å hindre at rørpakken flyter opp under støping.

16.3 Bend

Se [kapittel 17.1](#) "Retningsendring ved bruk av bend".

16.4 Støping

En må forsiktig vibrere/stampe betongen. Små sår etter støping skal repareres. Ved mer enn tre høyder med rør, bør rørpakken vurderes å støpes i flere omganger.

16.4.1 Betongkvalitet

Minimum B25, Finsats, (Maks steinstørrelse = 12 mm), synk 180-200 mm.

Opsjon på annen spesifisering fra prosjekterende.

16.5 Armering

Armert betong anbefales ikke da dette er utfordrende å få den armerte betongen til å flyte ned/rundt den omstøpt rørpakken.

Det kan legges langsgående armering i de tilfeller en ønsker en sterkere kanal, feks. med tanke på fremtidig undergraving. Armering prosjekteres for hvert enkelt prosjekt, men etableres normalt i hvert hjørne av kanalen, dvs. fire langsgående armeringer enten som tradisjonelle armeringsjern, eller med annen umagnetisk armering.

Armering i magnetisk metall som omslutter rørpakken anbefales ikke.

17 Retningsendring og trekkekummer

17.1 Retningeendring ved bruk av bend

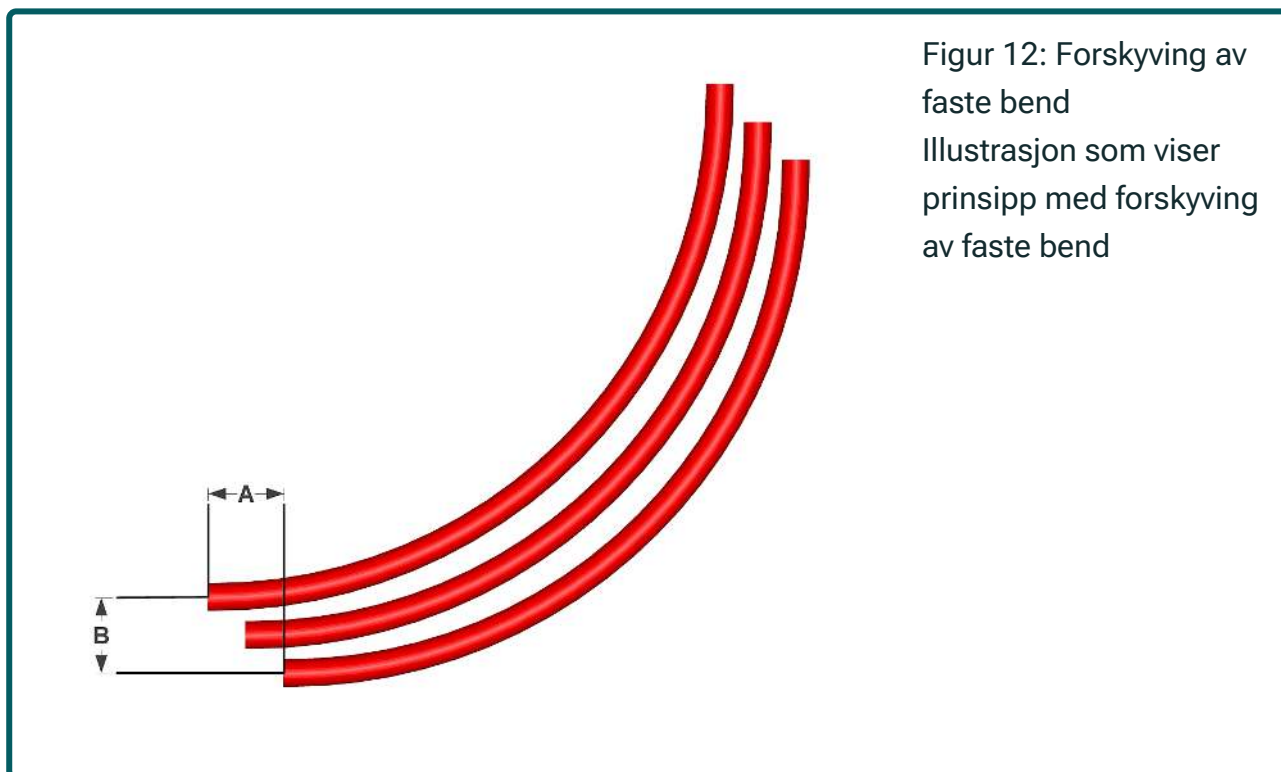
Ved retningsendring skal det brukes prefabrikkerte bend, ikke fleksible bøyelige bend.

Oppvarming og bøyning av rør skal ikke forekomme. Retningsendring ved hjelp av rørets fleksibilitet kan kun gjøres dersom muffen ligger fast, og ikke mer enn det røret tillater uten å søke tilbake. Kapping av bend for å justere vinkler skal ikke forekomme da dette vil gi en oval tilkobling, utenfor måltoleranse, for neste rør.

Det skal brukes bend med lang bøyeradius og det skal gjøres minst mulig retningsendringer i rør-traseen. Dette for å minimalisere trekkekrefter når man senere skal trekke inn kabel i røret.

For rør som skal benyttes til kraftkabler skal det benyttes langbend med bøyeradius på min 2000 mm.

Ved flere rør i parallell må faste bend med lik lengde og radius lengdeforskyves avstand A, som er lik avstand B mellom rørene. Se figur under.



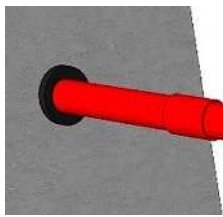
17.2 Innføring i trekkekummer

Der rørene kommer inn i kummen skal de ligge slik at det er mulig å trekke kabler rett gjennom kummen uten å skade rør og kabel (ta retningsendringer utenfor kummen).

Rørene kan føres kontinuerlig gjennom kummene der det er hensiktsmessig.

Ved rørinnføring bør det være minimum 200 mm fra bunn til underkant rør. Bruk tett kumgjennomføring for å hindre at løsmasser kommer inn i kummen. Eventuelle gjenstående utsparing i kumvegg skal tettes med gjenstøping slik at det ikke kan komme løsmasser inn mellom rør og kum.

Ulike setninger kan oppstå i forbindelse med større kummer og i overganger mellom faste og mindre faste grunnforhold. Ved store kummer eller lignende bør man bruke korte rørlengder, for å unngå at slike setninger fører til rørbrudd.



Figur 13: Korte
rørlengder

18 Rør i flere nivåer

Ved legging av rør på flere nivåer vil beskyttelseslag for underliggende rør, fungere som fundament for rør på neste nivå. Grøftebunnen rettes opp i rørets lengderetning og det graves ut for muffene i fundamentet.

Strømføringsevne må prosjekteres i [Grøft](#) for hvert enkelt tilfelle ved rør i flere nivå.

19 Tetting av rør og trekketråd

Ubrukte rør skal tettes i begge ender for å hindre vanntransport og at skitt trenger inn i røret. Brukte rør der det er fare for vanntransport eller at skitt smuss trenger inn i rørene bør også tettes i begge ender.

Rør skal tettes mest mulig i anleggsperioden slik at de ikke fylles med smuss/skitt. Ubrukte rør skal leveres fra anleggsentreprenør med trekketråd.

Rør som går inn i bygg skal alltid tettes i begge ender.

19.1 Funksjonskrav for tetting av rør inn i bygg:

- Valgt tettesystem/tetteløsning må ha levetid på minimum 20 år, fortrinnsvis vedlikeholdsfritt
- Må være dokumentert vanntett og kunne stå imot et vanntrykk på opptil 5 meter (0,5 BAR) på et areal som tilsvarer gjennomføringen.
- Tettingen må tåle normal drift på kabelen uten at det oppstår lekkasje, vibrasjoner og endringer i kabelen som følge av temperaturendringer.
- Ekspanderende byggsaum er UEGNET og skal ikke benyttes.

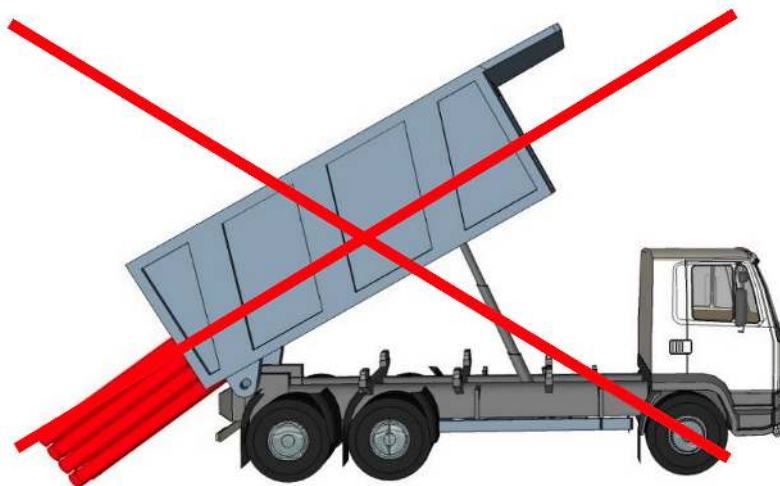
20 Sluttkontroll

Sluttkontroll skal utføres i henhold til gjeldende [skjema](#) ⁷ for kabelnett.

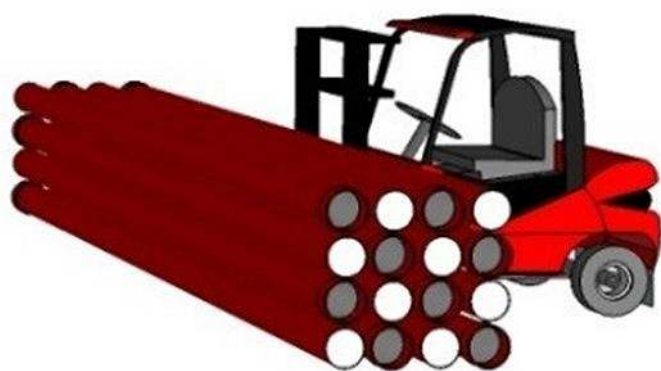
21 Behandling av kabelrør

21.1 Lossing/lasting

Rør losses/lastes manuelt ved å løfte rør for rør dersom de ikke er buntet. Skal rør/bunter heises, må doble løftestropper brukes, ikke kjetting eller wire. Tromler heises av/på bilen.



Figur 14: Lossing
Rør skal ikke tippes.

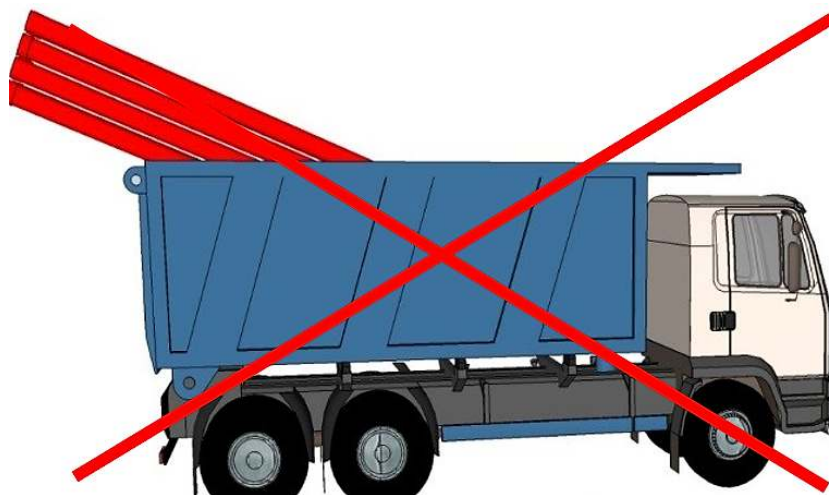


Figur 15: Lasting
Bunter av rør på pall kan lastes/losses med gaffeltruck.

21.2 Transport



Figur 16: Transport
Under transport skal rør hvile på strøbord.



Figur 17: Transport
Muffene må ikke berøre plan eller karm.

Rørveiler transporteres liggende på strøbord og må ikke berøre karm.

21.3 Håndtering

Rør og deler må ikke slepes langs bakken eller utsettes for støt eller slag som kan gi bruddanvisninger. Endepluggene skal sitte i røret helt til det monteres.

21.4 Lagring

Rør bør lagres i bunter lengst mulig. Rørbuntene kan legges direkte på flatt underlag. Løse 6 meters rørlengder understøttes med strøbord med max. 3 m avstand og lagres «anføttes».

21.5 Kontroll

Det er mottakers ansvar å kontrollere at leveransen ikke er skadet eventuelt anføre skade og sørge for at materiell håndteres og lagres slik at skade ikke oppstår.

22 Referanser

FEF 2006 Forskrifter for elektriske forsyningsanlegg

Anvisning fra Den norske plastrørgruppen: Legging av plastrør for kabel. Innstøping av plastrør for kabel. Legging av dekkplater (2019)

[RENblad 9000](#) ➤

prNS 2967 Kabelrør av plast med glatt rørvegg

NS 2968 Kabelrør av plast med konstruert rørvegg

EN 50086-2-4 à EN 61386-24 Ny

NorGeoSpec <http://www.norgeospec.org/> ➤

RENblad 4100, versjon 5.3

Tilknytning av LS-anlegg

Selskapsmerknader:

GLITRE NETT AS merknad (oppdatert 26.05.2025):

Generelt

Glitre Nett avslutter kabelstikkledninger tamp ved tomtengrense ifm utbygging av næringsområder, bolig- og hyttefelt.

Kap 7 og 8

Glitre Nett benytter metode B1.4 Enebolig med utleie (med 1 stk stikkledning). Metode A1.2 Forsyning til enebolig med utleieleilighet (med 2 stk stikkledninger) benyttes ikke.

Kap 7 og 11

Tilknytningsskapet skal plasseres i nærhet av bygningens yttervegg (dvs. bygningen som det søkes tilknytning av). Glitre Nett lager normalt sett ikke egne avtaler omkring alternativ plassering.

Kap 7

Nye 110mm rør som legges som føringsvei frem til tilknytningsskap, skal legges i en trasé der man unngår å legge rør under bygg.

Kap 7

Ved overgang fra grøft til mast på fjell, kan det i enkelte tilfeller benyttes en plasstøpt betongkanal. Løsningen skal på forhånd være avtalt og godkjent av Glitre Nett.

Kap 8

Utgangspunktet for tilknytning via metode B er at det kun skal benyttes en hovedfordeling pr. bygg. Ved ønske om flere hovedtavler/tilknytningspunkt ber vi kunder ta kontakt med Glitre Nett for å se på alternative løsninger.

Kap 7 og 8

Største overdekning på rør er 1m, hvis det enkelte steder er behov for større overdekning skal det være avtalt og godkjent av Glitre Nett.

Kap 7 og 8

Det aksepteres ikke grunne kabelgrøfter eller rør på bakken (REN blad 9008). I helt spesielle tilfeller kan boring i fjell, eller plasstøpt betongkanal aksepteres. Løsningen skal på forhånd være avtalt og godkjent av Glitre Nett.

Kap 9

Forsyning av ladestasjon for elbil: Glitre Nett benytter også løsning med prefabrikkert nettstasjon med lavspentskinne i bakke, ref. RENblad 6010 Kapittel 8.2.

Tilknytning av LS-anlegg

Versjon: 5.3

FORMÅL

Denne retningslinjen beskriver krav til utførelse av arbeid ved kundetilknytning for lavspenningsnettet. RENbladet beskriver el-og ekomtilknytning for de fleste typer grensesnitt i henhold til NEK 399: 2022.

Nedlastbart eksemplar

Les fullversjon i nettleseren ren.no/renblad/4100

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	5
2 Veiledning	5
2.1 Skjematisk tegning.	5
2.2 3D figurer	8
2.3 Definisjoner.	9
3 Metoder for utforming av grensesnitt for Metode A, B og C.	9
3.1 Metode A	10
3.2 Metode B	10
3.3 Metode C	11
4 Samhandling mellom nettselskap og registrert elektroforetak	11
4.1 REN-ledning – Prosjektering av tilknytningssaker, og dokumentere teknisk data ihht. RENblad 4102.	11
5 Ansvar/eierskap i grensesnitt	12
5.1 Ved valg av Metode A.	13
5.2 Ved valg av Metode B og C	13
5.3 Terminering av stikkledning.	13
5.4 Valg av løsning	13
6 Leveranse av nettsystem og spenning.	14
7 Beskrivelse av metode A og løsninger	14
7.1 A1 Tilknytningsskap - Standard.	17
7.2 A2 Tilknytningsskap – Avgreining	27
7.3 A3 Tilknytningsskap – Utvidet	29
7.4 Utførelse av jording	33
7.5 Tekniske krav til tilknytningsskap	37
7.6 Plassering av tilknytningsskap	37
7.7 Overbelastningsvern $> 80 \text{ A} \leq 125 \text{ A}$	38

7.8 Forsyning fra luftnett	39
8 Beskrivelse av metode B og løsninger	45
8.1 B1 Boligbygg	46
8.2 B2 Næringsvirksomhet	55
8.3 B3 Kombinerte næring- og boligbygg	61
8.4 Utførelse av jording	62
8.5 Krav til målerplassering	62
8.6 Ekom	62
9 Beskrivelse av metode C og løsninger	63
9.1 C1 Forsyning til næringskunder	63
9.2 C2 Forsyning til kombinerte næring- og boligbygg	70
9.3 Utførelse av jording	71
9.4 Krav til målerplassering	72
9.5 Ekom	72
10 Krav til målerinstallasjon	72
10.1 Beskyttelse av måler med integrert bryter (ref. 8.)	73
11 Plassering og tilgang til tilknytningsskap eller etasjefordeler	73
11.1 Generelt	73
11.2 Plassering og tilgang til tilknytningsskap	73
11.3 Plassering og tilgang til etasjefordeler	74
12 Bygningstekniske krav ved innføring av kabel i bygning	76
13 Kommunikasjon	77
13.1 Krav til kommunikasjon - boliger	77
13.2 Krav til kommunikasjon fra måler til nettselskap	78
14 Krav til kabel, rør og grøft	80

14.1 Kabel	80
14.2 Grøft	80
14.3 Metode A	81
14.4 Metode B	84
14.5 Metode C	86
15 Ved terminering av kabel	87
15.1 I kabelskap og tilknytningsskap	87
15.2 I nettstasjon	88
16 Driftsmerking	88
16.1 Kabelskap	88
16.2 Tilknytningsskap	90
16.3 Nettstasjon	90
17 Utøvelse av NEK 399 i eksisterende installasjon	90
18 Arbeid med hensyn på sikkerhet	92
19 Dokumentasjon - Innmåling av anlegg, sluttkontroll og samsvarserklæring	92
19.1 Innmåling av anlegg	92
19.2 Sluttkontroll	93
19.3 Samsvarserklæring	93
20 Vedlegg - Montasje av rør, låssystem og skjøt/endeavslutning	94
20.1 Vedlegg nr. 1 - Montasje av rør i grøft	94
20.2 Vedlegg nr. 2 - Låssystem ved montering av låssylinder	95
20.3 Vedlegg nr. 3 - Montasje av skjøt/endeavslutning	96
21 Referanser	97

1 Innledning

Dette RENbladet skal benyttes for koordinering av ulike tilknytningsløsninger iht. NEK 399. Noen nettselskaper benytter selskapsmerknader til RENblad. Det er viktig å kontakte lokalt nettselskap før endelige løsning velges.

Noen spesielle tilknytninger og spesielle temaer er beskrevet detaljert i egne RENblader:

- Tilknytning av jernbaneinstallasjoner nær elektriske jernbaner er beskrevet i RENblad [4121](#) ↗.

2 Veiledning

2.1 Skjematisk tegning

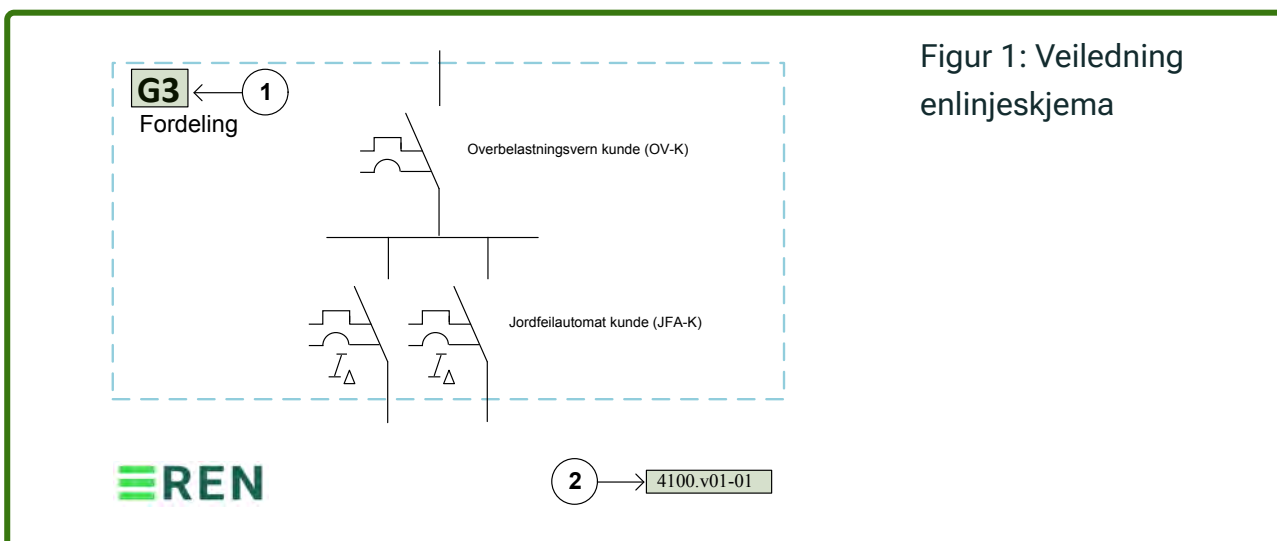
De skjematiske tegningene i RENbladet er ment for å vise hvordan de forskjellige løsningene kan utformes.

Det er ikke krav til å bruke de vernene som er vist med symboler i enlinjeskjemaene, men vernfunksjonen som er beskrevet, skal tilfredsstilles for det valgte vernet.

2.1.1 Generell del:

Figuren under er ment for å vise:

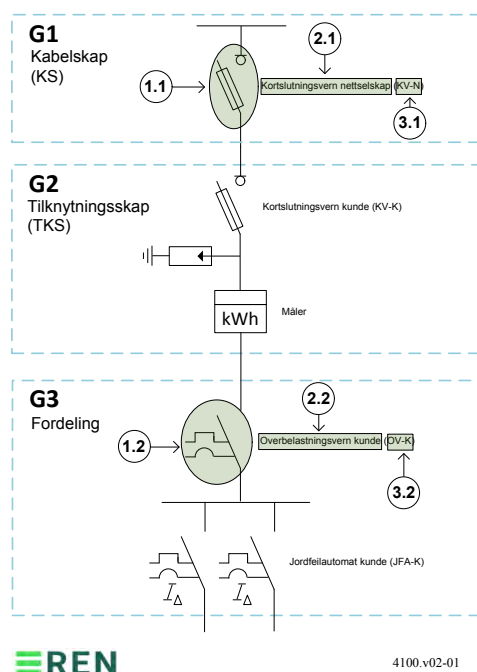
- Punkt 1: Refererer til en spesifikk anleggsdel. I dette tilfellet er det G3 og er fordelingsskapet til kunden. Det som er inne i den blå stiplet linjen er da komponenter som kan inngå i denne anleggsdelen.
- Punkt 2: Dette er et unikt nummer. I dette eksempelet 4100.v01-01.
- Første del henviser ofte til det aktuelle RENbladet (4100).
- Andre del er et løpende nummer. I dette tilfellet er det lagt til "v" foran, på grunn av at dette er en veilednings-skjema.
- Tredje del er versjons nummer.



2.1.2 Symboler, vernfunksjon og grensesnitt

Symbolene som er vist, er ment for å illustrere hva som vanligvis brukes i den spesifikke anleggsdelen. Figuren under skal forklare hvordan enlinjeskjemaene i dette RENbladet er utformet, og må ses i sammenheng med punktene under.

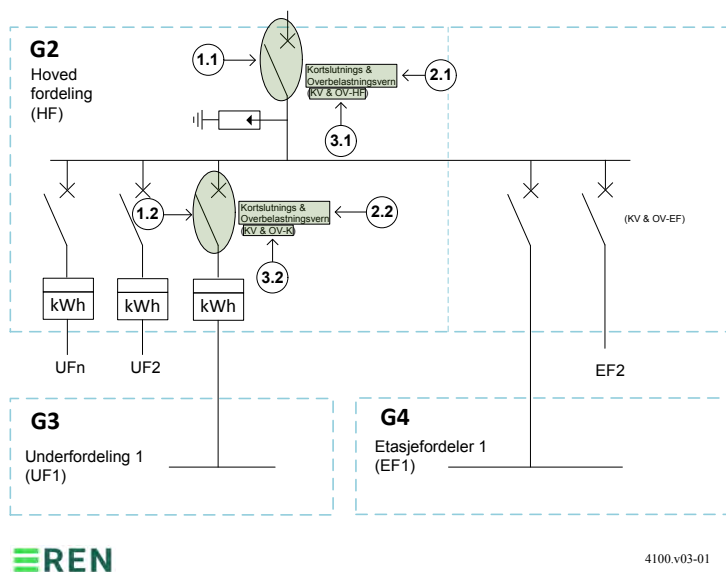
- 1.1 - Symbolet viser en smeltesikring, som er mest brukt i kabelskap.
- 1.2 - Symbolet viser en automatsikring, men også overbelastnings vern, hvor symbolene viser at bryteren har tilleggssymboler for termisk effekt, og for elektromagnetisk effekt. I dette eksempelet er det overbelastningsvernet i fordelingsskapet i boligen.
- 2.1 - Beskriver funksjonen til vernet i kabelskapet, i dette eksempelet er funksjonen som vernet må tilfredsstille kortslutning.
- 2.2 - I dette tilfellet er det overbelastning som er funksjonen som det settes krav til at vernet i fordelings skapet beskytter mot.
- 3.1 - Dette beskriver forkortelse for kravet til vern funksjonen, og grensesnitt. I dette eksempelet er det (KV-N) - Kortslutningsvern nettselskap.
- 3.2 - Eksempelet viser (OV-K) - Overbelastningsvern kunde



Figur 2: Veiledning enlinjeskjema - Metode A med tilknytningsskap

Figuren under viser et utdrag fra tilknytnings «Metode B» med hovedfordeling:

- 1.1 - Symbolet viser en effektbryter, som er plassert i hovedfordeling.
- 1.2 - Symbolet viser en effektbryter, som er plassert i hovedfordeling, og i dette eksempelet er det en utgående kurs som går til en underfordeling.
- 2.1 - Funksjonen til vernet som vist er kortslutning og overbelastning.
- 2.2 - Funksjonen til vernet som vist er kortslutning og overbelastning.
- 3.1 - (KV & OV-HF) - Kortslutnings og overbelastningsvern i hovedfordeling.
- 3.2 - (KV & OV-K) - Kortslutnings og overbelastningsvern til kunde, da denne går direkte ned til en underfordeling og har måler tilkoblet.



Figur 3: Veiledning enlinjeskjema - Metode B med hovedfordeling

2.2 3D figurer

Det er to typer 3D figurer:

- Generell utforming - som eksempelvis en [metode A tilknytning av bolig](#).
- Denne type illustrasjoner kan ofte ses i sammenheng med enlinjeskjema. 3D illustrasjonen som er linket i punktet over, kan ses i sammenheng med [enlinjeskjema for metode A tilknytning av bolig](#).
- Detalj illustrasjon - som eksempelvis [hovedfordeling for en metode B installasjon](#).

3D figurene er ikke krav, og er kun ment for å illustrerer forskjellige løsninger.

2.3 Definisjoner

Det henvises til NEK 399 for definisjoner generelt. I tillegg anses følgende som viktig med hensyn på forsyning til bolig.

Definisjon og beskrivelse

Enebolig	(definisjon fra husbanken). Bolig som er beregnet på én husstand.
Rekkehus	(definisjon fra husbanken). Bygning med tre eller flere selvstendige boenheter bygd i sammenhengende rekke med vertikalt skille, skillevegg mellom de enkelte boenhetene. Hver boenhet har egen inngang.
Blokk	(definisjon fra husbanken). Betegnelse på bygninger som er høyere enn 2 etasjer og med 4 enheter eller mer. Blokkbebyggelse er en fellesbetegnelse på de fleste typene av store flerbolighus unntatt terrassehus (terrassert). Kjennetegnene på en boligblokk er at de har felles inngang(er) for flere boenheter/leiligheter og vertikale naboskiller.
Flermannsbolig	(definisjon fra skatteetaten). Flere enn to selvstendige boenheter i en bygning.

3 Metoder for utforming av grensesnitt for Metode A, B og C

Standarden NEK 399 beskriver tre ulike metoder for grensesnitt avhengig av belastningsnivå i ampere. Disse er betegnet ved bokstavene A, B eller C. REN har etablert opplæringsvideoer på ulike fagområder. Følg lenken til [opplæringsvideoer](#) for metode A, metode B og metode C.

3.1 Metode A

Denne metoden gjelder for bruk av tilknytningsskap. Tilknytningsskap kan benyttes for kundetilknytning hvor overbelastningsvernet er maksimalt 125 A. For anlegg > 80 og ≤ 125 A skal det etableres måling med strømtransformatorer.

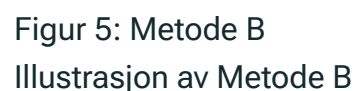
Eksempel på bruk av tilknytningsskap kan være ved tilknytning av enebolig, fritidsbolig, barnehage etc. [Se kapittel 7.](#)



Figur 4: Metode A
Illustrasjon av Metode A

3.2 Metode B

Denne metoden gjelder forsyning til hovedfordeling fra kabelskap eller frittstående nettstasjon hvor over-belastningsvern > 80 A og ≤ 1250 A. Se [kapittel 8.](#)



Figur 6: Metode C
Illustrasjon av Metode C

Side 11 av 98

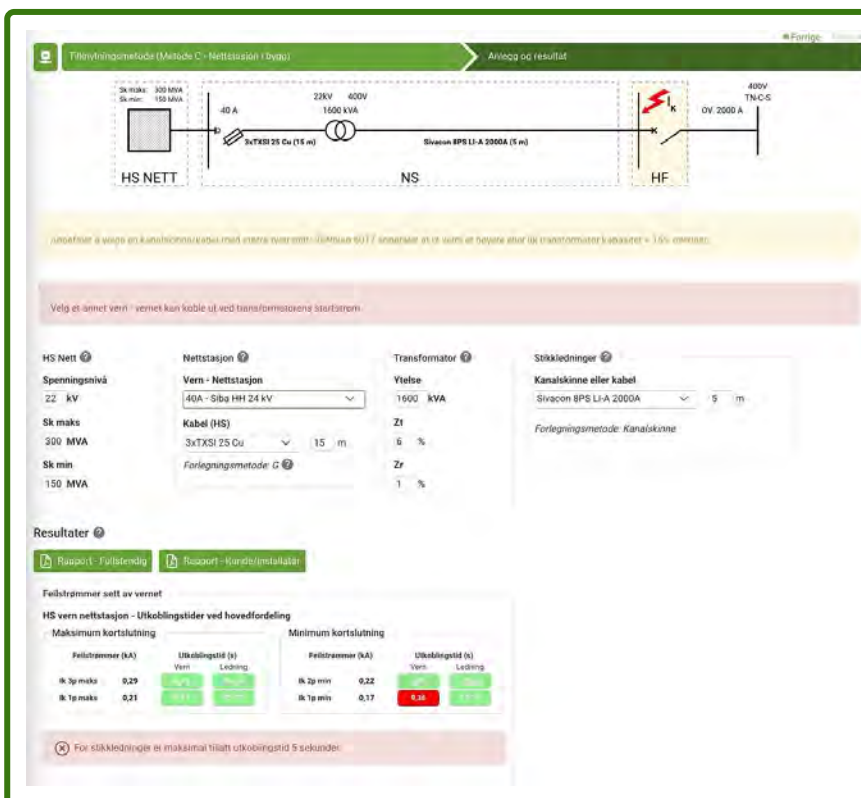
Det er et beregningsverktøy for korrekt valg av stikkledning, og kortslutningsvern, men det kan også brukes for å kvalitetssikre LS-anlegget oppstrøms.

Verktøyet vil gi feilmeldinger, advarsler, og anbefalinger til prosjektert løsning.

Verktøyet kan brukes for alle lavspente tilknytningsmetodene A, B og C ihht. NEK399.

- Ved «Metode C» vil en kunne dokumentere at kanalskinnesystem har sikker utkobling. Det er krav til å dokumentere sikker utkobling ettersom kanalskinner ikke blir definert som jordkorslutningssikre. Derfor må en kunne dokumentere at forankoblet HS-vern har sikker utkobling.

Verktøyet tar også for seg dokumentasjon/rapport til registrert elektroforetak. Rapportens hensikt er å standardisere og kvalitetssikre samhandlingen mellom nettselskap og installatør. Denne rapporten tar utgangspunkt i RENblad 4100 og [RENblad 4102](#).



Figur 7: Utklipp fra verktøyet REN-ledning. Viser prosjektert tilknytning for Metode C med nettstasjon i bygning med skinnepakke. Det må gjøres tiltak for at anlegget skal være ihht. krav, dette blir bruker informert om underveis.

5 Ansvar/eierskap i grensesnitt

Ansvar og eierskap er beskrevet i NEK 399:2022, ved kapittel 6.2 for Metode A og metode B og C i kapittel 7.2.

5.1 Ved valg av Metode A

Nettselskap har ansvaret for nettforsyning frem til termineringsklemmene for stikkledning i tilknytningsskapet. Nettselskap er videre ansvarlig for elmåler og tilkobling av denne. Krav til avsatt plass i feltene er beskrevet i *NEK 399 kapittel 6.11.2*.

Kunden er eier og ansvarlig for tilknytningsskap og fremføring videre til fordeling i bygning.

5.2 Ved valg av Metode B og C

Ved forsyning for installasjoner > 125 A har nettselskap ansvaret for kabel/skinneføring frem til gjennomføring i utvendig bygningsvegg, eller i stasjonsvegg ved nettstasjon plassert innvendig i bygning.

Ved forsyning til et utvendig plassert teknisk bygg, eksempelvis en container eller større fordeling, er grensesnitt ved termineringsklemmene for stikkledning.

5.3 Terminering av stikkledning

Nettselskap har ansvar for terminering av stikkledning hvor plassering av tilkoblingsklemmer er på utsiden av bygningsvegg, typisk i tilknytningsskap plassert på, integrert i vegg, eller som frittstående løsning. Tilsvarende er kunden via installatør ansvarlig for terminering av stikkledning på innsiden av bygningsvegg, typisk i hovedfordeling.

Samme prinsipp for terminering, følges for jordledning, der denne er påkrevet.

Hvis hovedfordelingen som tradisjonelt sett plasseres innvendig i bygning, plasseres utenfor bygningsvegg, som et teknisk bygg, vil det være nettselskap sitt ansvar å terminere stikkledningen. Et typisk eksempel på dette er ved [forsyning ladestasjon elbil](#).

Det må presiseres at terminering av stikkledning, og eventuell jordledning, kan utføres av installatører som er godkjent av nettselskap i henhold til avtale.

5.4 Valg av løsning

Det må presiseres at standarden angir ulike alternativer for utforming av grensesnittet, avhengig av inntakets effektnivå. Valg av disse metodene er en privatrettslig sak mellom kunden, installatør og nettselskap. Dette kan for eksempel reguleres gjennom «vilkår for tilknytning» utarbeidet av Energi Norge. Nettselskap må imidlertid ta hensyn til at NEK 399 er et koordineringsdokument hvor det også er andre infrastrukturere involvert. Se kapittel 3 i dette dokument for beskrivelse av ulike løsninger.

6 Leveranse av nettsystem og spenning

Norm:

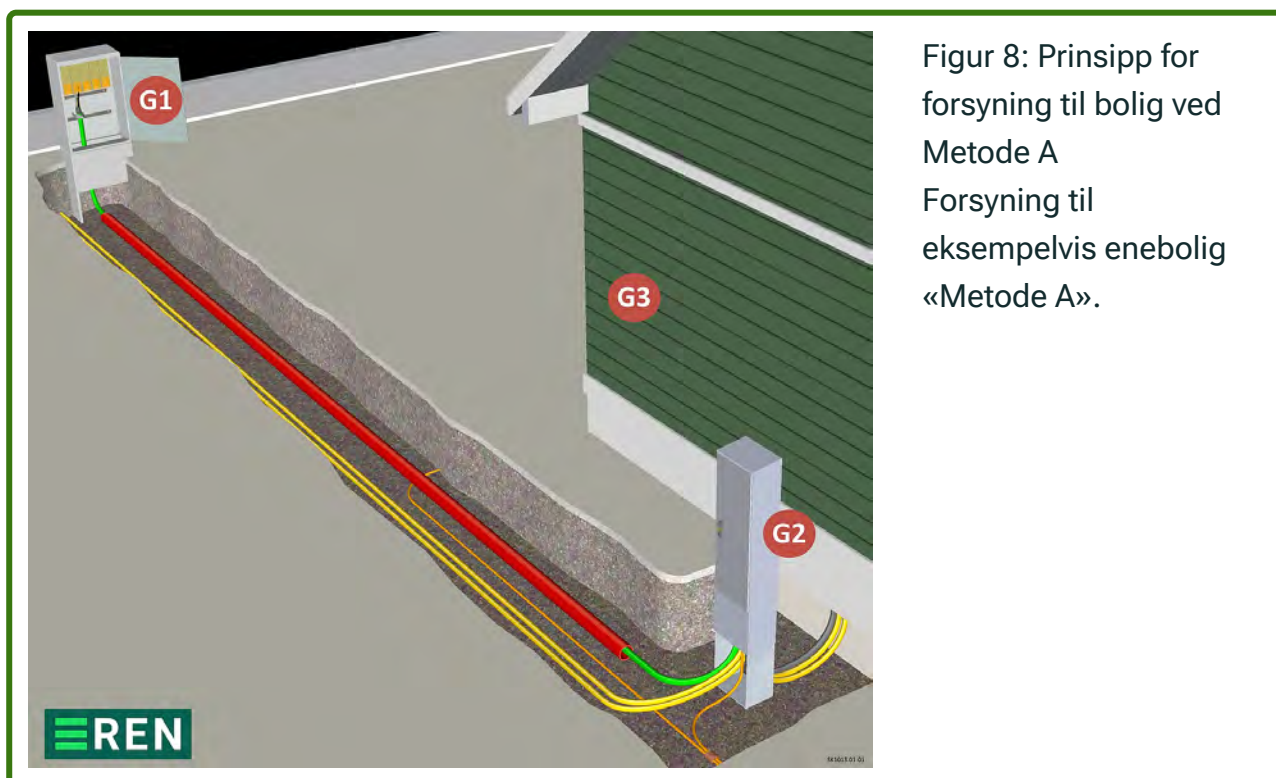
- Standard leveranse for spenningsforsyning er TN-C-S 400 V
- Nettselskapene plikter også å levere 690- og 1000 V dersom kunden forespør dette.

Opsjon:

- 230 V forsyning kan også benyttes der det er naturlig i forhold til tilgjengelig kapasitet i det eksisterende 230 V nett.

Overgang til andre spenningsnivå må utføres innenfor kunden/byggherres installasjon. Oppbygging og beskrivelse av de ulike nettsystemene er beskrevet i [RENblad 4114](#) ↗ og [RENblad 9116](#) ↗ for 1000 V.

7 Beskrivelse av metode A og løsninger



- G1 Kabelskap til nettselskap. Kortslutningsvern som skal beskytte stikkledning mot overstrømmer er plassert i G1.
- G2 Tilknytningsskap, eid av kunde/anleggseier. Består av termineringsklemmer, kortslutningsvern (KV kunde) som beskytter inntakskabel og måler eller målerarrangement (eid av nettselskap), overspenningsvern for både kraft og ekom del, jordingsskinne samt overgang fra PEN til PE og N.
- G3 Fordeling innvendig i bolig. Inntaksledning fra tilknytningsskap forsyner fordelingstavle plassert innvendig i bolig.

NB! Ved forsyning av separat fordeling utomhus skal det benyttes overstrømsvern med egenskaper av type KV/OV foran måler. Det skal være etablert et OV i utomhusfordelingen.

Ved valg av denne type løsning er det viktig at det utføres en risikovurdering hvor følgende elementer vil være naturlig å vurdere:

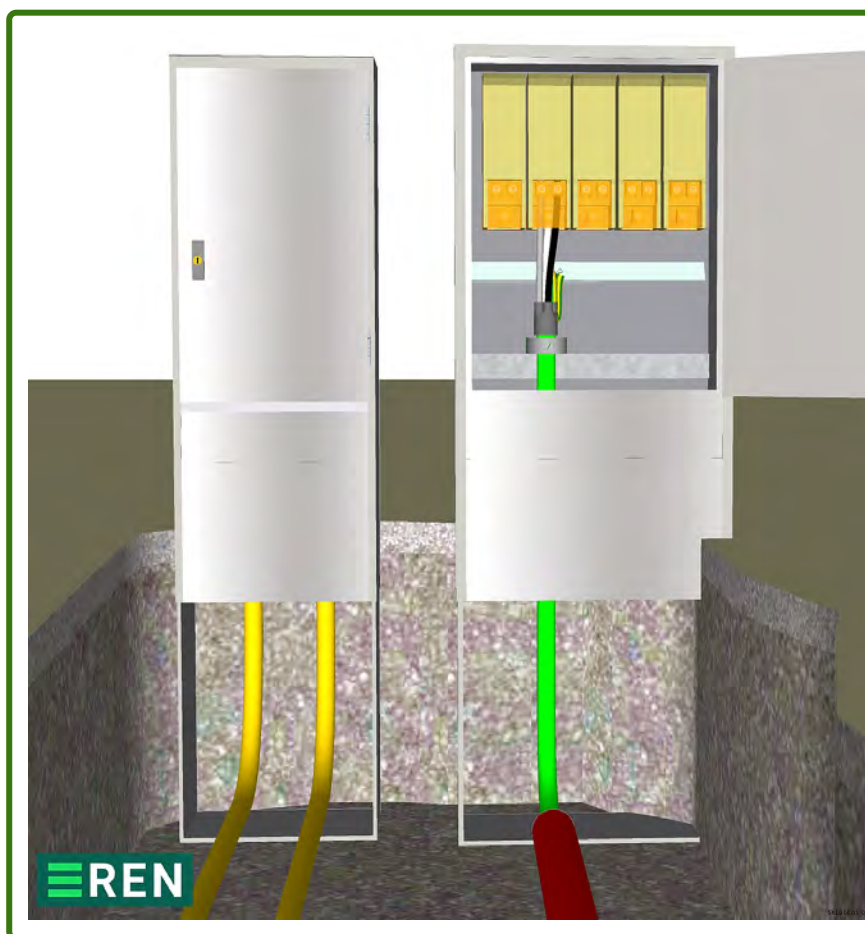
- Installasjonen er egnet til formålet.
- Måler er beskyttet i forhold til overstrømmer.

- Vernets følsomhet for temperaturendringer.
- Tilfredsstillende samtidighetsfaktor, ved forsyning av både utomhus og innvendig i bygning.
- Vern kan benyttes til frakopling ved arbeid.
- Ved knapphet på effekt bør regulering av effekt foretas ved inn og utkobling av spesifiserte belastninger i bolig og/eller utomhus.
- Selektivitet mellom OV/KV i tilknytningsskap og OV i fordeling utomhus og bygning.

REN anbefaler at sying mellom flere tilknytningsskap unngås, da dette kan være en dårligere sikkerhetsmessig løsning. Dersom dette skal gjøres, må denne type tilkobling være integrert i tilknytningsskapet. For å ha et tydelig ansvar vedrørende vedlikehold bør denne type løsning kun benyttes dersom man har et organisert eierskap i form av et sameie, borettslag eller annen organisert virksomhet.

Ekom

På figur under er det tegnet inn skap for begge typer infrastruktur (EL og Ekom). Ekom-skap er av praktiske årsaker fjernet på alle etterfølgende tegninger i dette RENblad, men det er som standard ført opp to ekom-rør i alle grøfter.



Figur 9: Ekom skap og kabelskap med rør ut
Illustrasjon viser rødt rør fra kabelskap og gult rør fra ekom skap.

7.1 A1 Tilknytningsskap - Standard

Tilknytningsskapet plasseres enten frittstående, ved bygningsvegg eller innfelt i byggets yttervegg.

Ved denne type løsning skal overbelastningsvernet i kundens fordeling, vist ved merke G3 i figur under, meldes inn til nettselskapet (OV-K).

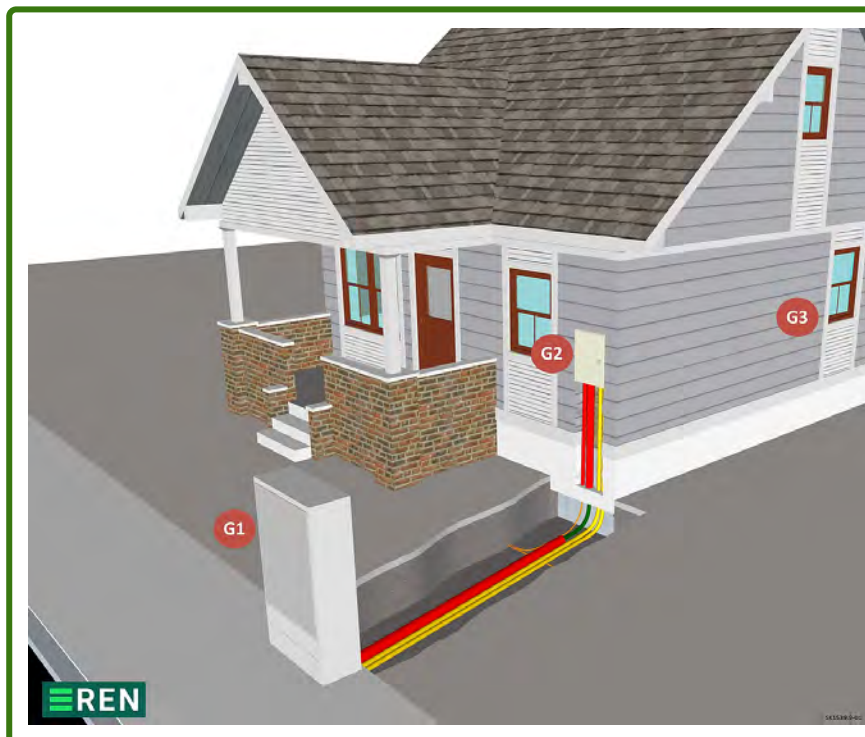
Referanseinstallasjon for stikkledningsgrøft for Metode A er beskrevet under kapittel "Krav til kabel, rør og grøft"

- Grøfteberegningene er gjennomført i programvaren Grøft, som er del av RENS prosjektsystem.

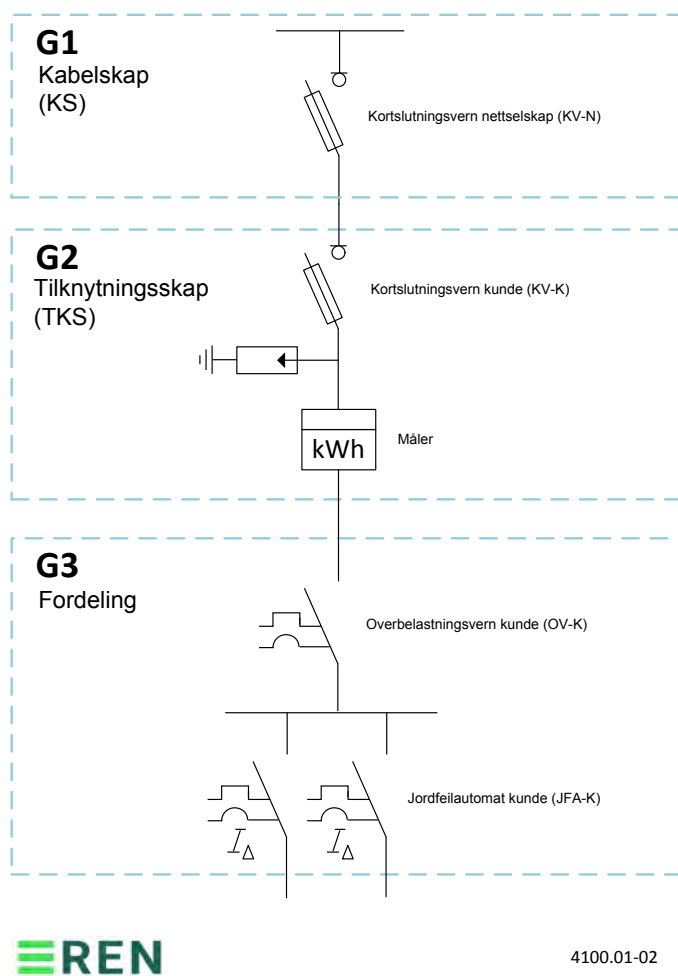
Ved overbelastningsvern > 80A henvises det til kapittel Overbelastningsvern >80A<125A

7.1.1 A1.1 Forsyning til enebolig

Tilknytningsskapet plasseres enten frittstående, ved husvegg eller innfelt i husets yttervegg. På figur under er tilknytningsskap vist innfelt i husets yttervegg, og stikkledningsgrøft har rør for stikkledning og to ekom rør.



Figur 10: Metode A1.1 - Bolig med standard tilknytningsskap
Stikkledning i grøft forsynt til enebolig med standard tilknytningsskap.

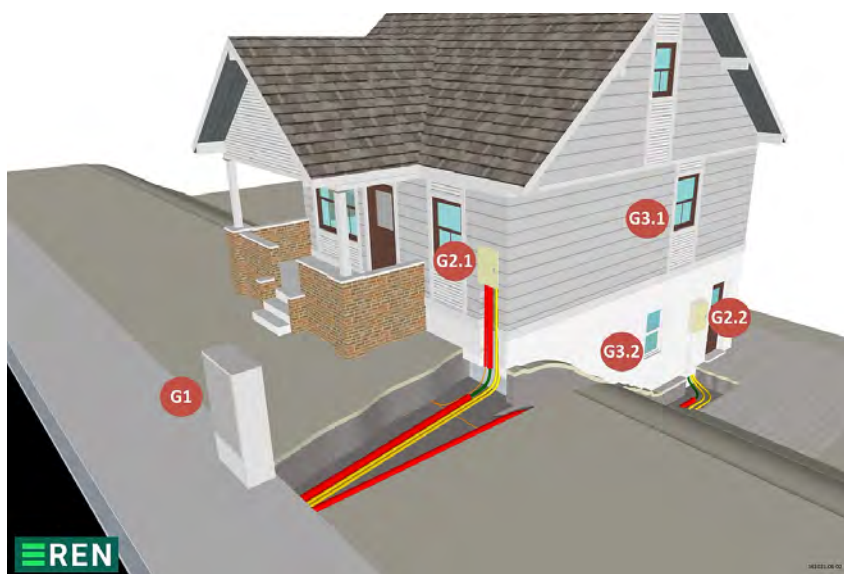


Figur 11: Enlinjeskjema av Metode A1.1 Bolig med standard tilknytningsskap. Anleggsdeler fra forsyning til kunde vist, med verntyper.

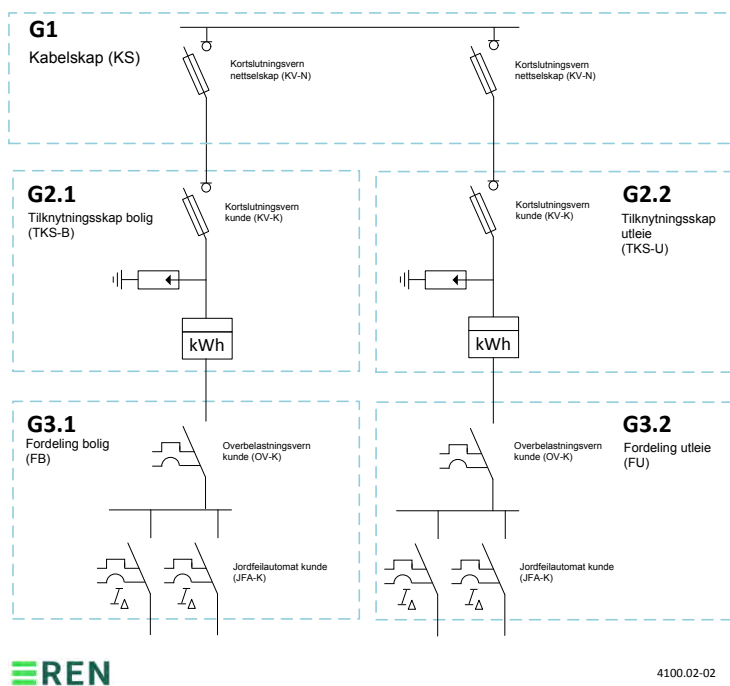
7.1.2 A1.2 Forsyning til enebolig med utleieleilighet

Enebolig med utleieleilighet følger samme prinsipp som for enebolig. På tegningene er det kun vist løsning hvor skap er innfelt i vegg. Tilknytningsskap plassert på vegg eller frittstående kabelskap er også alternative løsninger.

Figuren under viser forsyning til separate tilknytningsskap for hovedbolig og utleieleilighet med hver sin stikkledning fra nettselskap sitt kabelskap. Det kan også leveres forsyning til kun ett felles skap, hvor fordelingene videre til hovedbolig og utleieleilighet er integrert. (NEK 399 kapittel 6.9). Dette krever at skapet er designet for dette formål. Nettselskapet avgjør bruk av eventuelt slik løsning.



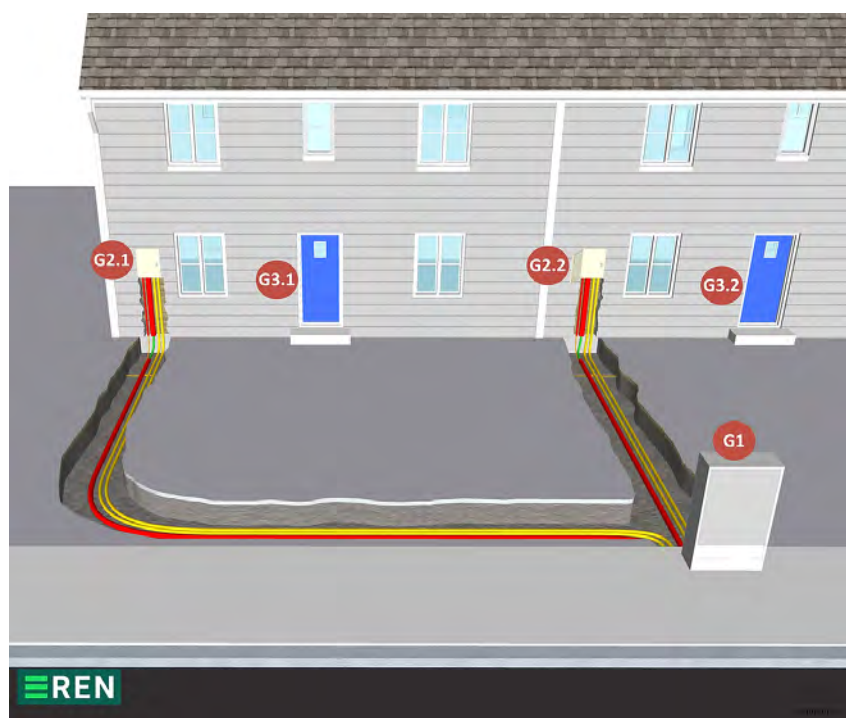
Figur 12: Metode A1.2 - Enebolig med utleie
To stikkledninger i grøft forsynt til enebolig og utleie med standard tilknytningsskap.



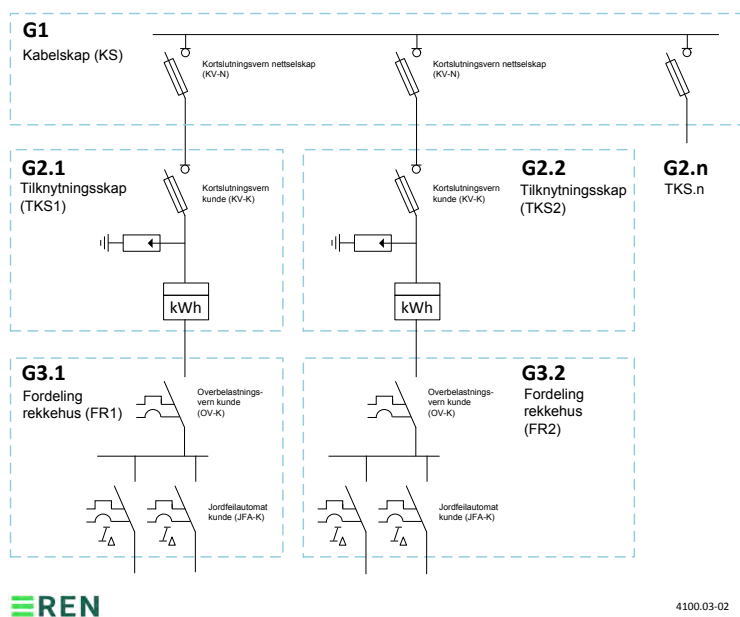
Figur 13: Enlinjeskjema av Metode A1.2 Enebolig med utleie
Anleggsdeler fra forsyning til kunde vist, med verntyper.

7.1.3 A1.3 Forsyning til rekkehus

Rekkehus følger samme prinsipp som for enebolig. Tilknytningsskap plassert på vegg eller som frittstående er også alternativer.



Figur 14: Metode A1.3 -
Rekkehus
Stikkledning i grøft
forsynt til rekkehus med
standard
tilknytningsskap.



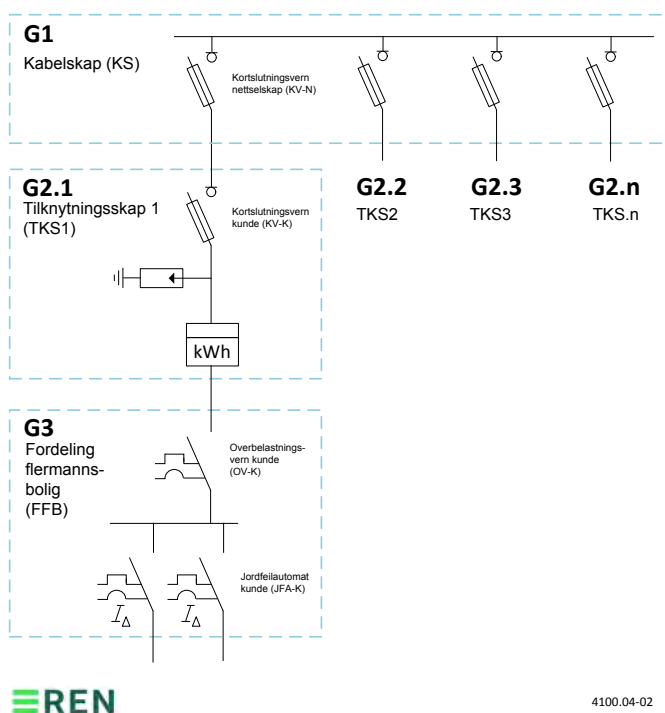
Figur 15: Enlinjeskjema
- Metode A1.3 -
Rekkehus
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper.

7.1.4 A1.4 Forsyning til flermannsbolig

Figurene under viser prinsippet for stikkledning til flermannsbolig og i eksempelet vist firemannsbolig. Det anbefales her å anvende frittstående tilknytningsskap plassert på egnet plass som vist.



Figur 16: Metode A1.4 - Flermannsbolig, eksemplifisert med firemannsbolig Stikkledning i grøft forsynt til flermannsbolig med standard tilknytningsskap.



Figur 17: Enlinjeskjema - Metode A1.4 - Flermannsbolig Anleggsdeler fra forsyning til kunde vist, med verntyper.

7.1.5 A1.5 Forsyning til spesielle installasjoner utsatt for overspenninger

Dette er forsyning til installasjoner som er utsatt for overspenninger, typisk plassert på fjelltopper, som basestasjoner, og hvor jordsmonnet har høy jordresistivitet.

Beskrivelse og illustrasjoner viser forsyning til basestasjoner, men prinsippene kan brukes for alle typer installasjoner som er utsatt for overspenninger.

Effektbehov tilsvarer forsyning ved metode A i henhold til NEK 399.

Kapitelene under, for mindre og større basestasjon, viser alternativer for forsyning avhengig av antennens størrelse. Ettersom dette er installasjoner som er spesielt utsatt for lynstrømmer, gis det åpning for å plassere TK-skapet ved nettselskaps forsyningsstolpe. Endelig plassering tas i samråd med nettselskap, da etablering av impulsjord til skapet krever forholdsvis stor plass.

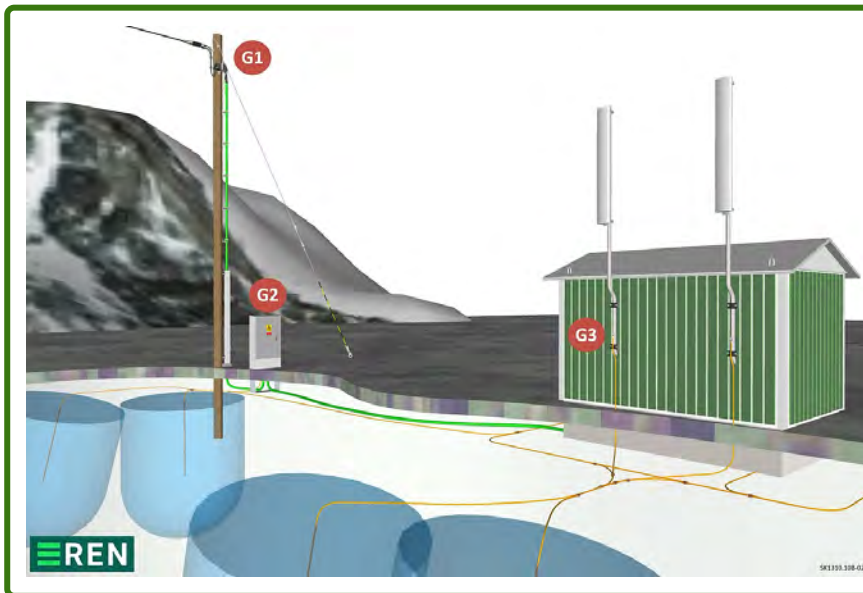
7.1.5.1 Forsyning til mindre basestasjon

7.1.5.1.1 Mindre basestasjon - Luftforsyning

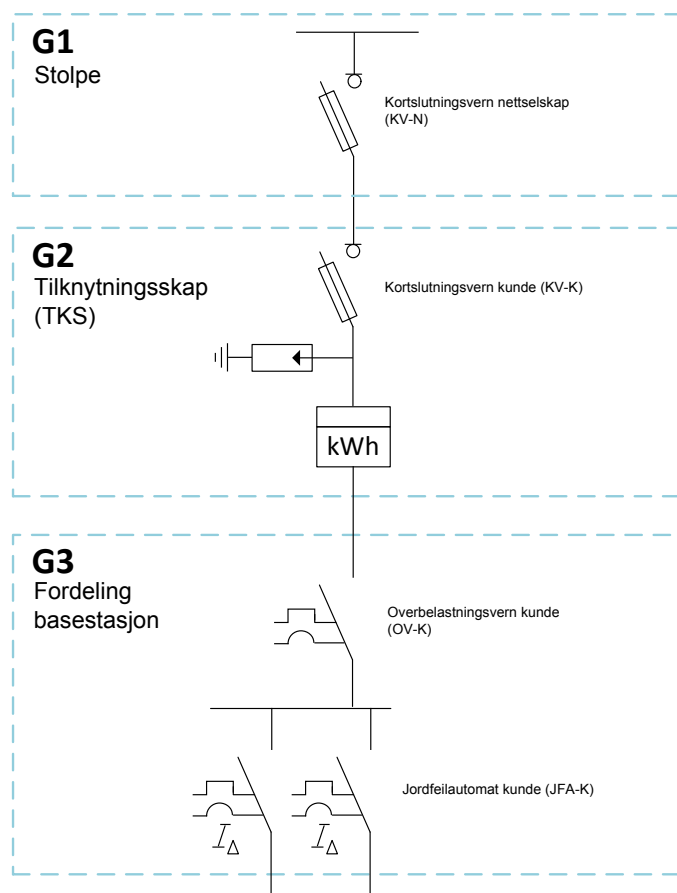
I dette eksempelet er grensesnittet, tilknytningsskap (merket G2), plassert ved lavspenningsstolpe.

Dette på grunn av risiko for lynnedslag som kan fremføres via luftnettet. Tilknytningsskapet forsynes fra kabel som er nedført fra stolpe (merket G1) og beskyttet ved hjelp av sikringsskillebryter i mastetopp.

Nettselskap har ansvaret for terminering av stikkledning i tilknytningsskap. Avstand mellom tilknytningsskap og bygning skal være ≥ 35 meter.



Figur 18: Metode A1.5 - Mindre basestasjon, luftnett
Stikkledning i grøft forsynt til mindre basestasjon med standard tilknytningsskap.



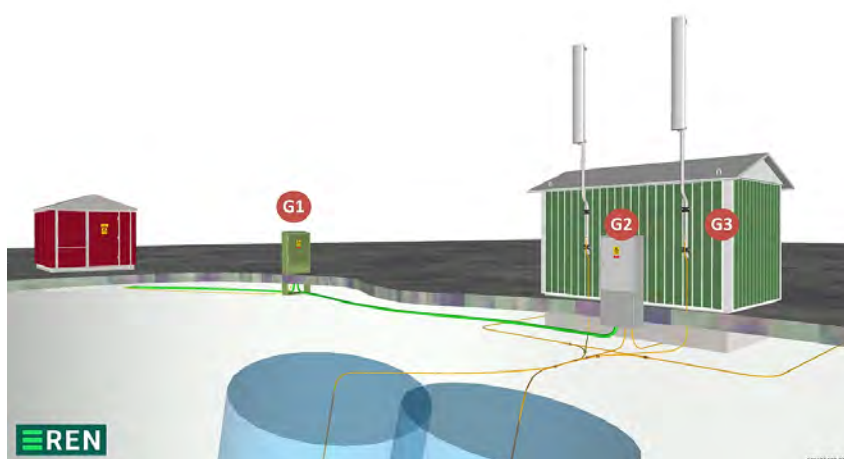
4100.05-02

Figur 19: Enlinjeskjema
- Metode A1.5 - Mindre
basestasjon, luftnett
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper.

7.1.5.1.2 Mindre basestasjon - Kabelforsyning

I noen tilfeller er basestasjonen forsynt fra kabelnett. Eier-prinsippene er de samme som beskrevet over for luftforsyning, men jordingsprinsippene endres.

I dette tilfellet forlegges ikke uisolert jordledning i kabelgrøft fra kabelskap (merket G1) til tilknytningsskap (merket G2). Antenner plassert på bygning skal jordes der jordleder-fremføring ledes direkte til jord ved hjelp av impulsjording.



Figur 20: Metode A1.5 - Mindre basestasjon, kabelnett
Stikkledning i grøft forsynt til mindre basestasjon med standard tilknytningsskap.

7.1.5.2 Forsyning til større basestasjon

7.1.5.2.1 Større basestasjon - Luftforsyning

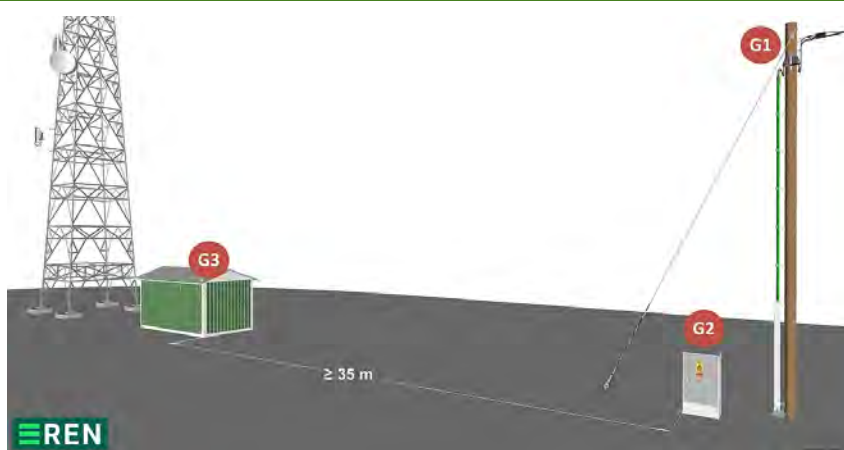
Forsyning til større basestasjon ved hjelp av luftforsyning.

I dette eksempelet er det etablert en større mast hvor de ulike antennene er plassert.

Grensesnittet er i tilknytningsskap (G2), som forsyner teknisk bygg (G3). Tilknytningsskapet forsynes via kabel som er nedført fra stolpe og beskyttet av sikringsskillebryter. (G1).

Nettselskap har ansvaret for terminering av stikkledning i tilknytningsskapet.

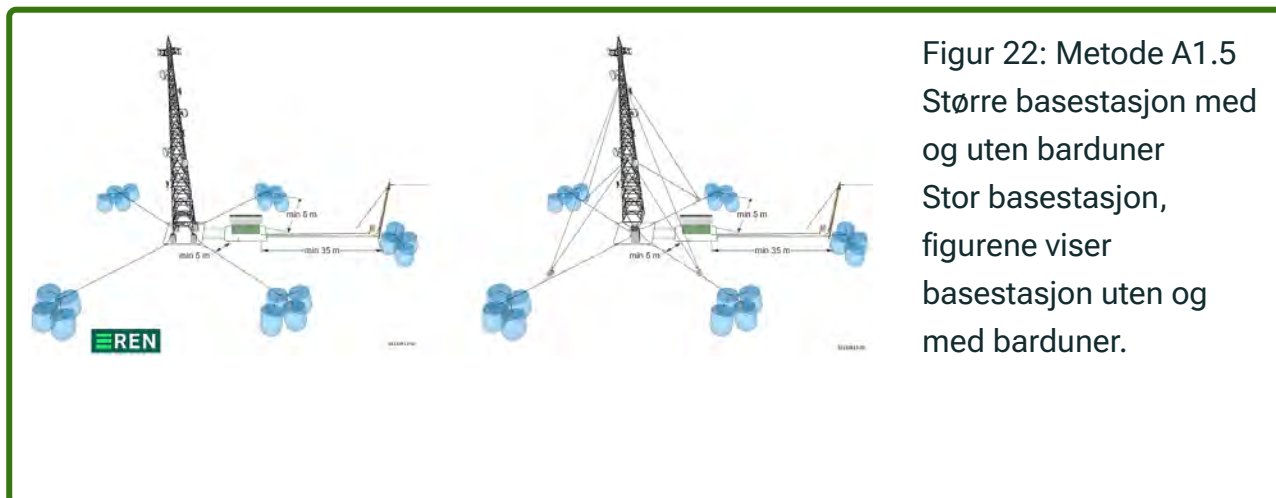
Avstand mellom tilknytningsskap og teknisk bygg skal være ≥ 35 meter.



Figur 21: Metode A1.5 - Større basestasjon, luftnett
Stikkledning i grøft forsynt til større basestasjon med standard tilknytningsskap.

Ved figuren under er det etablert 4 bardunoppheng jevnt fordelt rundt antennemasten, men antall kan variere. Det er antennemast som er mest utsatt for lynnedslag og det er derfor viktig å ha tilstrekkelig avstand mellom antennemastens jordingssystem og bygningens jordingssystem, hvor utstyr er plassert.

Lyn-strømmer kan også komme fra forsyningsnett, og avstander må overholdes også her. Det er vist to ulike prinsipper for antennemast; en med og en uten barduner.



7.1.5.2.2 Større basestasjon - Kabelforsyning

Ved forsyning til større basestasjoner forsynt fra kabelnett anbefaler vi tilknytningsskapet plassert minimum 35 meter bort fra basestasjon etter samme prinsipp som fra luftnett. Som beskrevet i kapittelet over.

7.1.5.3 Krav til jordingssystem

Ved luft-forsyning til utsatte installasjoner ved metode A skal jordingssystemene sammenkobles. Det forlegges uisolert jordleder i stikkledningsgrøft for tilkobling til jordelektrode for teknisk bygg som er utformet som ringjord. Lynstrømmen skal ledes direkte til jordsmonnet ved hjelp av impulsjord og egnet montasje. Tilkobling til impulsjordsystemet utføres i tilknytningsskap og ved mast ved tilkobling til jordelektrode for teknisk bygg.

Det er viktig med tilstrekkelig avstand mellom jordledere og jordelektroder som kommer direkte fra mast/tårn og jordingssystem for tilknytningsskap på endestolpe/avgreningsstolpe eller høyspenningsmast. Minimumavstand er 5 meter som vist på de tilhørende figurer.

7.1.6 A1.6 Forsyning av elektriske jernbaner

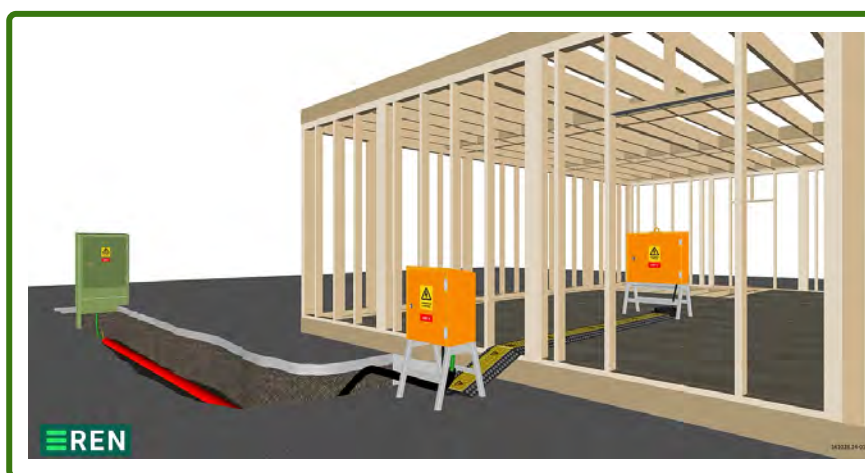
Forsyning til jernbanevirksomhetens installasjoner i henhold til metode A er beskrevet detaljert i RENblad [4121](#).

7.1.7 A1.7 Forsyning til bygninger under oppføring

7.1.7.1 Beskrivelse

Beskrivelsen som angitt her viser grensesnitt ved provisorisk forsyning til anlegg/bygninger som tilhører metode A.

[RENblad 4113](#)  beskriver tekniske detaljer, samt ulike enlinjeskjema for denne type grensesnitt.



Figur 23: Metode A1.7 - Bygninger under konstruksjon

7.2 A2 Tilknytningsskap – Avgreining

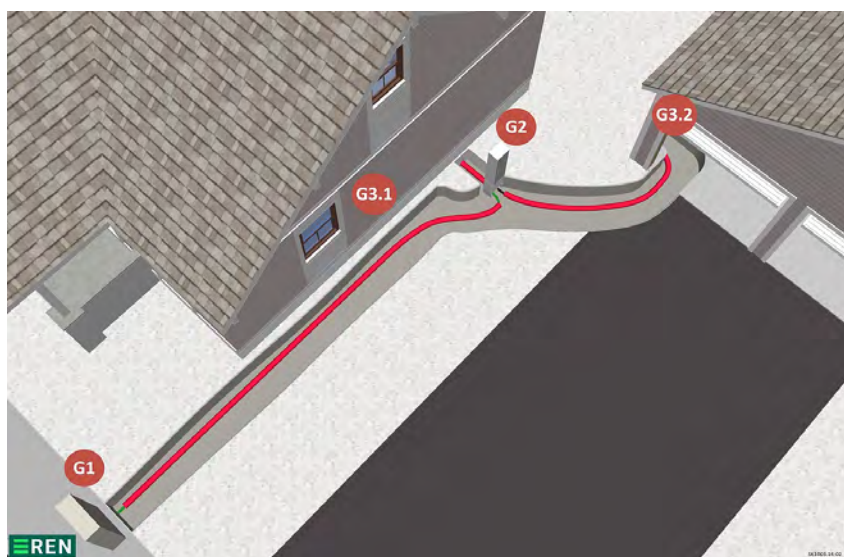
Fordeling utendørs kan være forsyning til en belastning som naturlig er knyttet til boligen.

- Dette kan være garasje, varmekabler, elbil, mv.

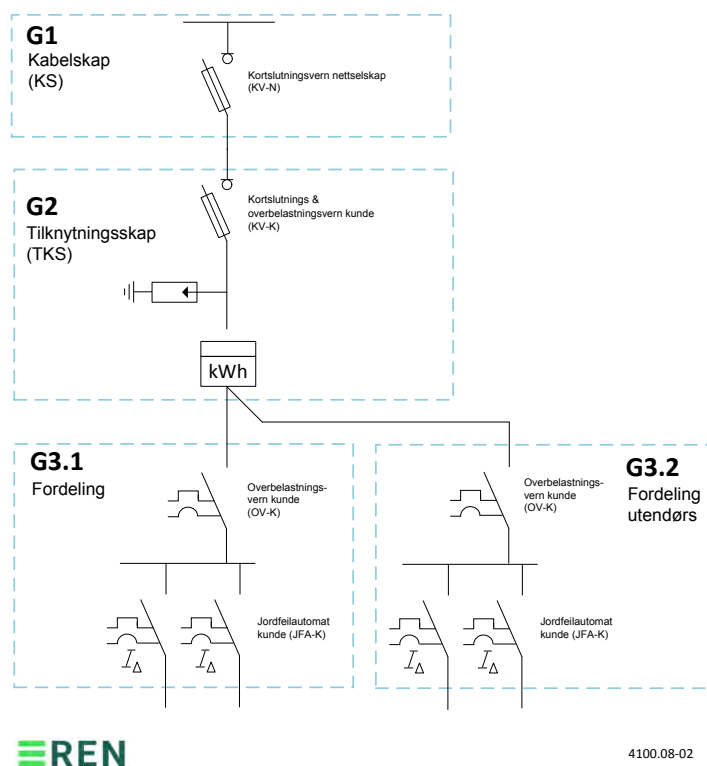
Det må gjøres en risikovurdering ved valg av overstrømsvern av type KV/OV i tilknytningsskap ved forsyning til både utomhus og innvendig fordeling. Figur under viser enlinjeskjema med måler før avgreining.

Merk! Ved denne type løsning skal overbelastningsvernet i tilknytningsskap meldes inn til nettselskapet.

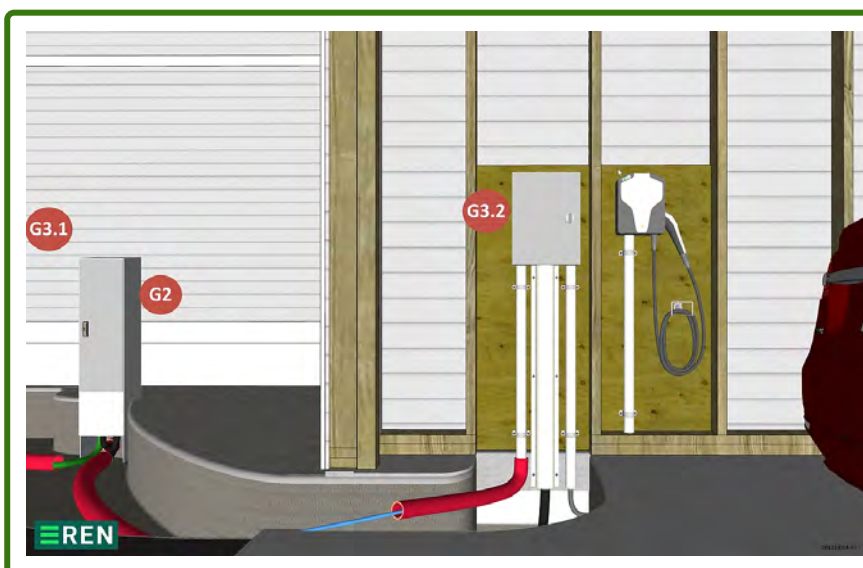
Ved overbelastningsvern > 80 A henvises det til kapittel [Overbelastningsvern >80A<125A](#)



Figur 24: Metode A2 -
Tilknytningsskap med
avgreining
Stikkledning til
tilknytningsskap som
forsyner enebolig og
utendørs installasjon,
her vist med garasje.



Figur 25: Enlinjeskjema
- Metode A2 -
Tilknytningsskap med
avgreining
Anleggsdelar fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper.



Figur 26: Metode A2 -
 Detaljert bilde av
 utomhus installasjon i
 garasje
 Kabel forsynt fra
 tilknytningsskap til
 underfordeling garasje
 med elbillader.

7.3 A3 Tilknytningsskap – Utvidet

Merk! Ved denne type løsning skal overbelastningsvernet i tilknytningsskap meldes inn til nettselskapet.

Ved overbelastningsvern > 80 A henvises det til kapittel [Overbelastningsvern >80A<125A](#)

7.3.1 A3.1 Forsyning til bolig med utvidet tilknytningsskap

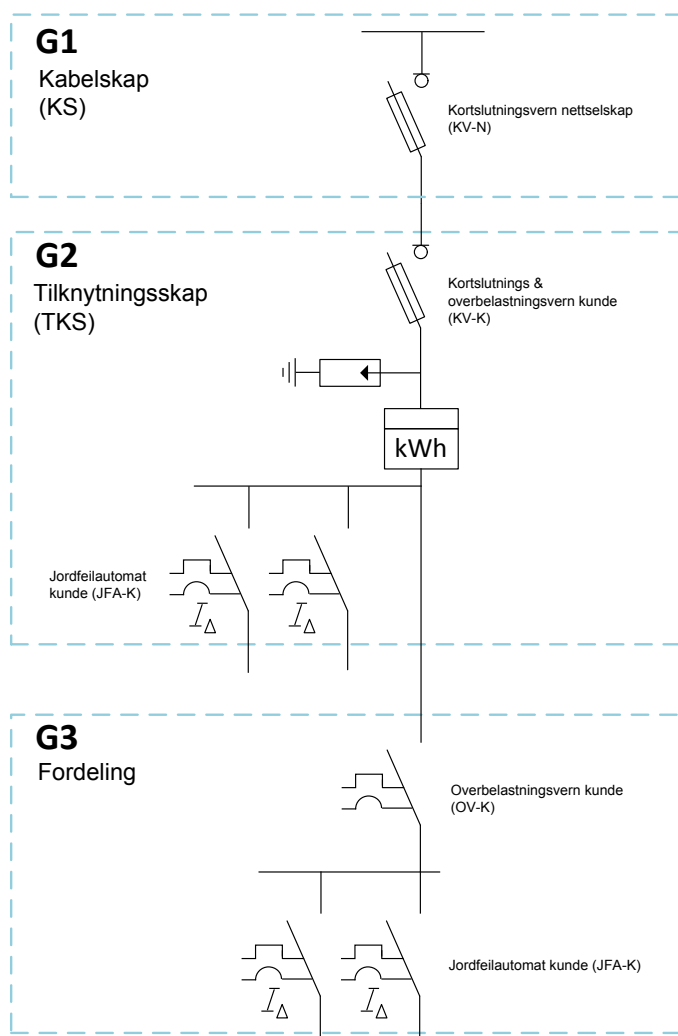
Ved bruk av utvidet tilknytningsskap inneholder tilknytnings-skapet en integrert fordeling. Dette skal fremgå av merking.

Denne type løsning kan benyttes til forsyning av effektkrevende laster.

- Dette kan være varmekabler, lader til elbil, mv.



Figur 27: Metode A3.1 -
Bolig med utvidet
tilknytningsskap
Stikkledning i grøft
forsynt til bolig med
utvidet tilknytningsskap.

**REN**

4100.09-02

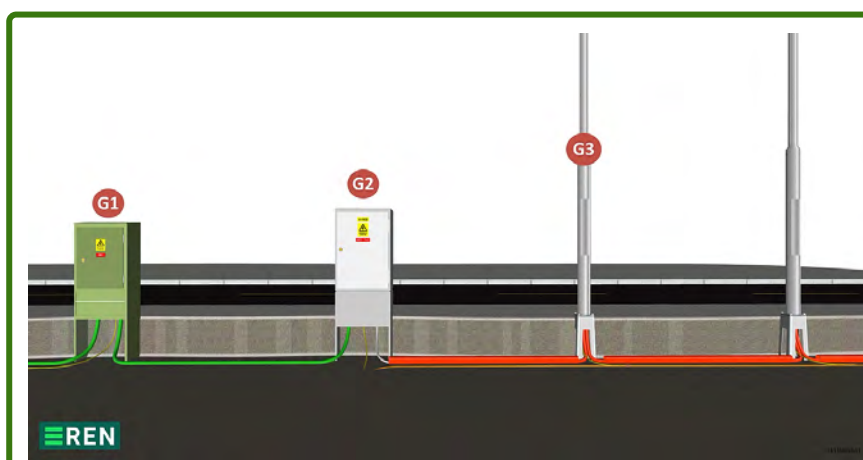
Figur 28: Enlinjeskjema
- Metode A3.1 - Bolig
med utvidet
tilknytningsskap
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper.



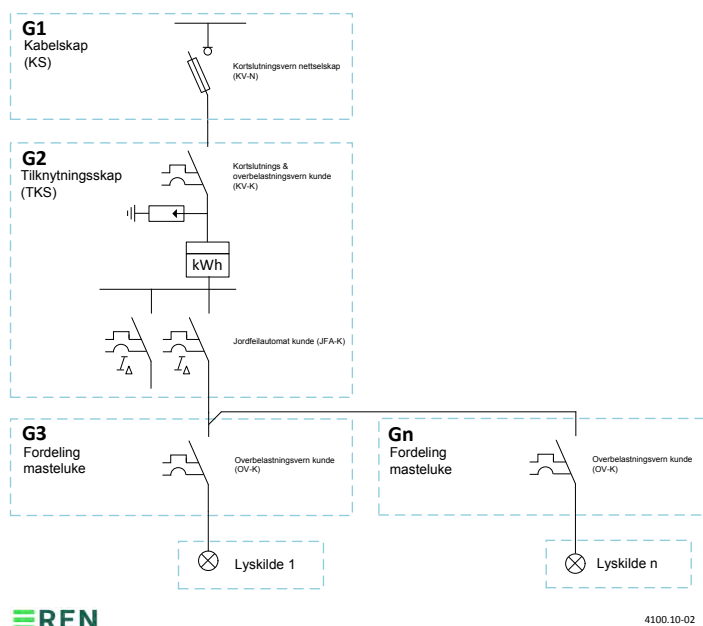
Figur 29: Metode A3.1 -
Detaljtegning av utvidet
tilknytningsskap
3 polt vern, TFXP
stikkledning og tre
utgående kabler.

7.3.2 A3.2 Forsyning til veilys

Figur under viser prinsippet for forsyning til grensesnitt for veilys. Tilknytningsskapet (G2) representerer grensesnittet mellom nettselskap og eier av veilysanlegg. Aktuelle RENblad innen veilys er beskrevet i [4500-serien](#) [↗](#). Grensesnittet vil være som beskrevet i kapittel 5. Se også NEK 399 kapittel 6.11.9.2



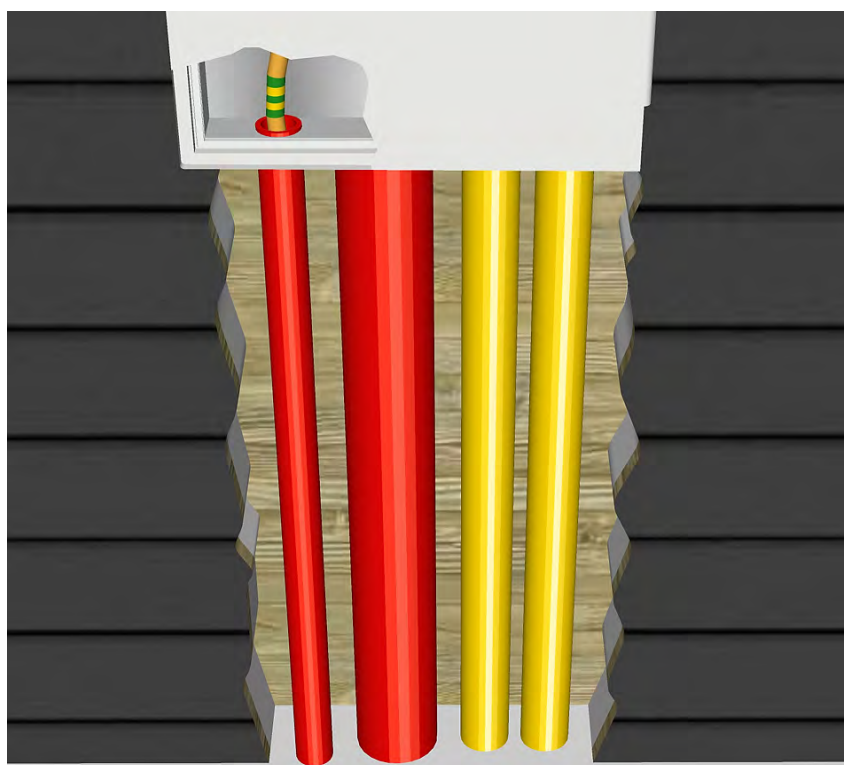
Figur 30: Metode A3.2 -
Veilys med utvidet
tilknytningsskap
Stikkledning i grøft
forsynt til veilys med
utvidet tilknytningsskap.



Figur 31: Enlinjeskjema
- Metode A3.2 - Veilys
med utvidet
tilknytningsskap
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper.

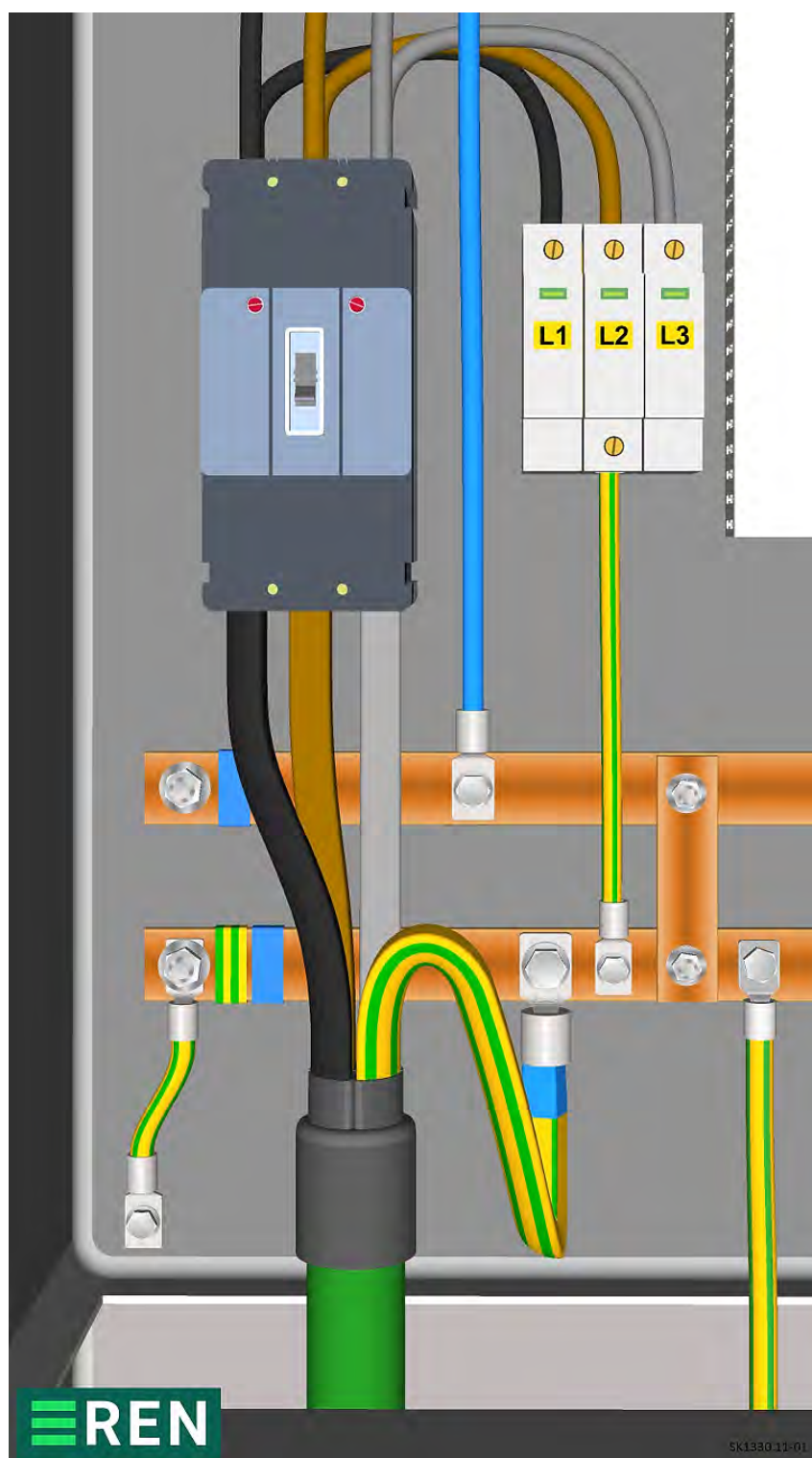
7.4 Utførelse av jording

Kundens jordelektrode termineres i tilknytningsskap, se figur under hvor uisolert jordleder er forlagt i rør. Stikkledningens PEN/PE leder skal også termineres i tilknytningsskap, som vist ved figur under.



Figur 32: Kundens jordelektrode og stikkledning termineres i tilknytningsskap
Kundens jordelektrode termineres i tilknytningsskapet.





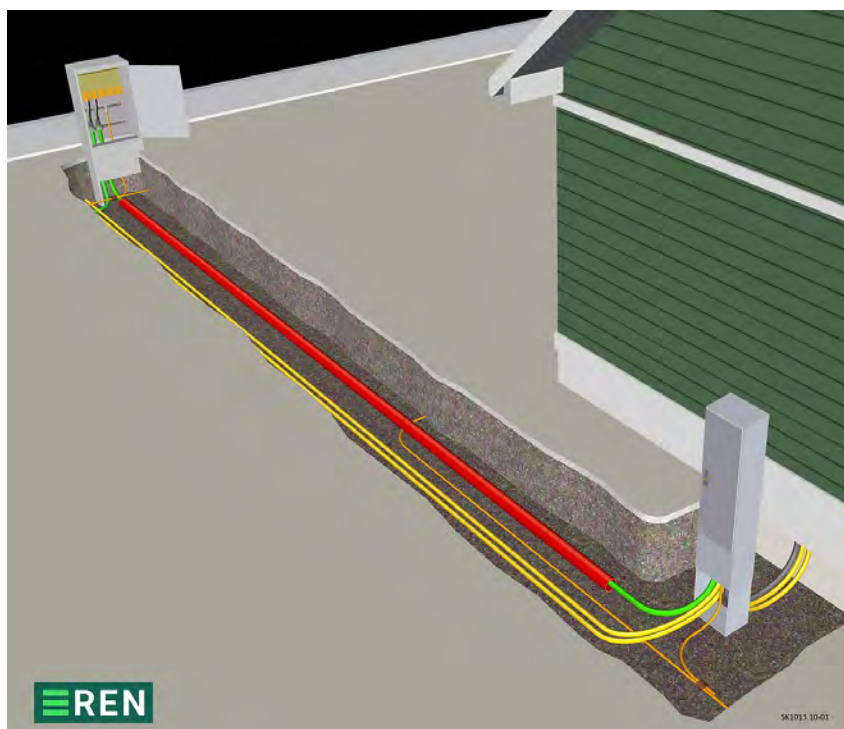
Figur 33: Kundens jordelektrode og PEN leder termineres i tilknytningsskap

7.4.1 Jording - forsyning fra kabelnett

Ved rene kabelnett er det ikke behov for å legge uisolert jordledning i stikkledningsgrøften sammen med stikkledning.

Unntak:

- Nettselskapets kabelskap er forsynt fra luftnett.
- Installasjonen er utsatt for overspenninger.



Figur 34: Jording for Metode A ved kabelnett
Ingen jordleder i grøft, og viser at jording termineres i tilknytningsskap.

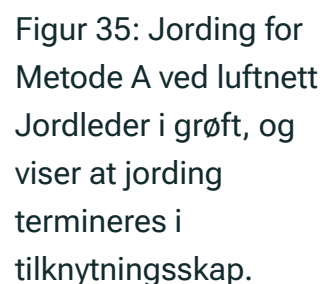
7.4.2 Jording - forsyning fra luftnett

Luftnett forsyning - Stikkledning forsynt fra kabelskap

For å tilfredsstille kravet til berøringsspenning under 75 V i henhold til forskriften FEF, legges jordledning i stikkledningsgrøft som et kostnadseffektivt tiltak ved etablering av nye kabelskap.

Jordledningen skal termineres til kundens jordelektrode dersom det er mulig (PEN/PE-leder vil uansett koble disse systemene sammen i tilknytningsskapet). Ansvar for terminering påligger nettselskapet.

Den uisolerte jordtråden fra jordingsgrøft skal isoleres den siste meter horisontalt før kapsling til kabelskap for å forhindre korrosjon. Dette kan gjøres ved hjelp av rør, hvor ledning merkes med gul/grønt i hver ende. Merkingen må være varig.



Figur med stikkledning i grøft, forsynt fra stolpe uten jordleder, kan ses [her](#).

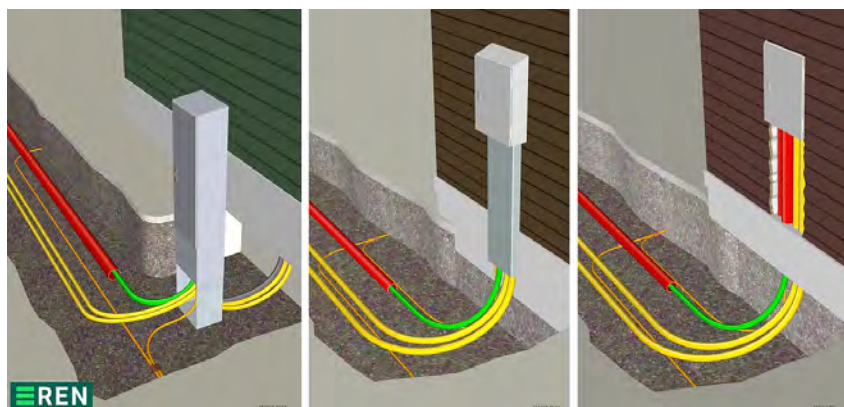
Ved arbeid i grensesnittet forutsettes det at det er tilfredsstillende samhandling mellom nettselskap og installatør slik at arbeid kan utføres i henhold til sikkerhetsforskriften, FSE. Dette gjelder spesielt tilkobling og frakopling av stikkledning. [RENblad 1307](#) beskriver prosedyre for spenningsetting av lavspenningsanlegg innenfor metode A, B og C.

Når det gjelder plassering utendørs, viser figur under tre varianter for plassering av tilknytningsskap:

- Frittstående,
- på vegg eller,

- innfelt i vegg.

NB! I henhold til leveringsplikten, bør frittstående tilknytningsskap plasseres nær ved bygningsvegg. Annen plassering innenfor tomtegrensen kan velges, etter skriftlig avtale mellom bygningseier og nettselskap.



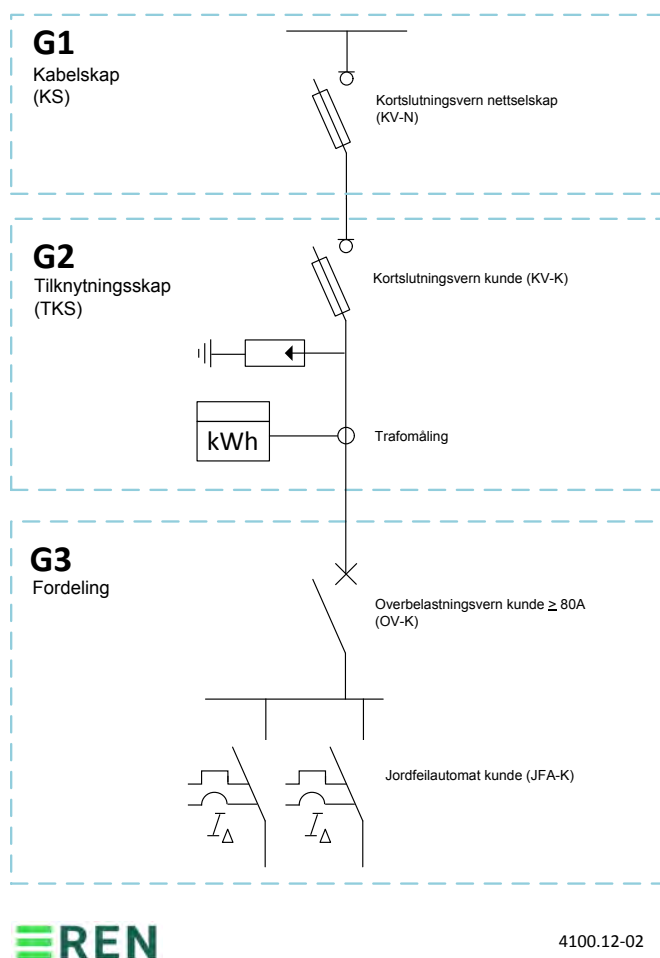
Figur 36: Plassering av tilknytningsskap
Stikkledning til enebolig
- frittstående, på vegg
eller innfelt i vegg.

7.7 Overbelastningsvern $> 80 \text{ A} \leq 125 \text{ A}$

Ved forsyning til bygninger med overbelastningsvern $> 80 \text{ A} \leq 125 \text{ A}$ skal det benyttes tilknytningsskap og måling med strømtransformator. Figur under viser illustrasjon på denne type løsning. Tilknytningsskap (merket G2) forsynes fra kabelskap (merket G1).

I tilknytningsskapet må det være plass til strømtransformatorene på inntaksledning i Elnettfeltet, og plass til måleromkobler i Elmåler-feltet, som beskrevet i kapittel NEK 399 6.11.2 (HxBxD = 550x250x160) og [RENblad 4002](#) ➔ Krav til målepunkt - transformatorkoblet måling LS-anlegg.

Figur 37: Enlinjeskjema
- Måling med
strømtransformator



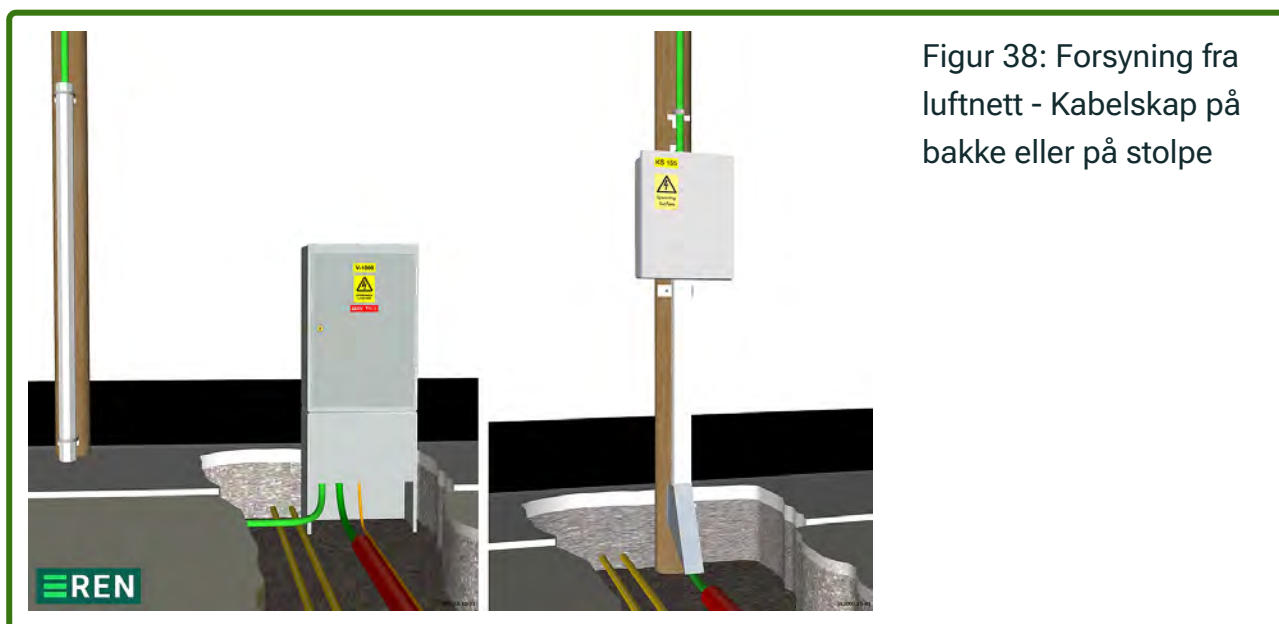
7.8 Forsyning fra luftenett

7.8.1 Stikkledning i grøft, fra kabelskap

Ved forsyning fra luftenett, er kabelskap en foretrukket løsning.

- De samme prinsippene som ved forsyning fra kabelskap i et kabelnett gjelder.

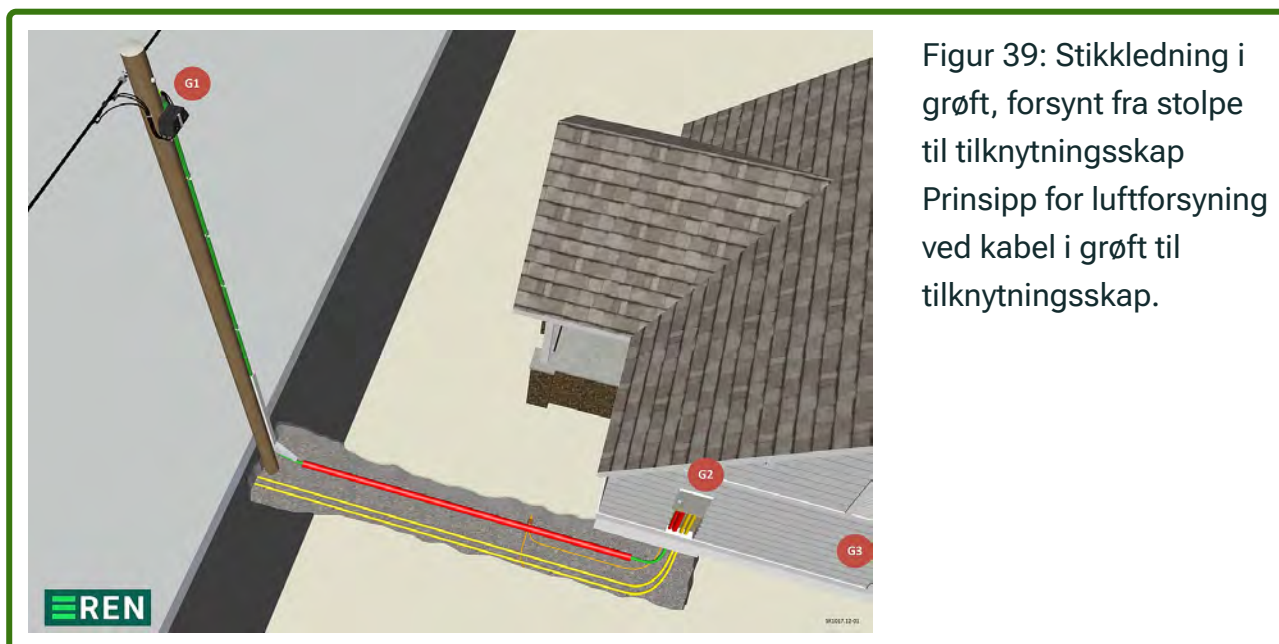
Med hensyn på jording skal det utføres i samsvar med kapittel [Luftenett forsyning - Stikkledning forsynt fra kabelskap](#)



7.8.2 Stikkledning i grøft, fra stolpe

Ved stikkledning med kabel direkte fra luftnett, termineres stikkledning i sikringskillebryter i mast. Det er viktig å beskytte kabel ved kabelnedføring fra mast og ned i grøft. Se kapittel 12 i [RENblad 5010](#) ➔

Med hensyn på jording skal det utføres i samsvar med kapittel [Luftnett forsyning - Stikkledning forsynt fra stolpe](#)



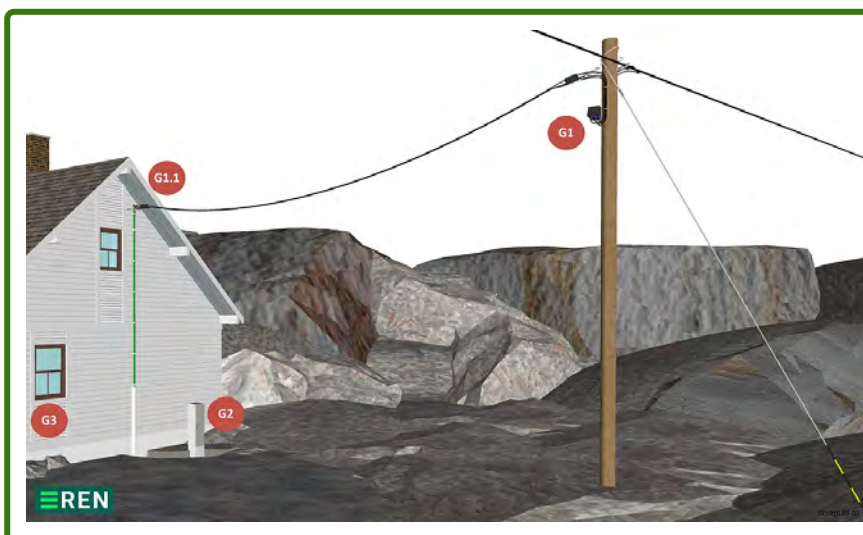
7.8.3 Stikkledning i luft, fra stolpe

For nye installasjoner skal prinsippene i NEK 399 anvendes. Ved luftforsyning i et område skal det som hovedprinsipp etableres kabelnedføring fra siste mast til kabelskap og det skal etableres stikkledningsgrøft til tilknytningsskap, som er beskrevet i tidligere avsnitt. Hvis dette ikke lar seg praktisk gjennomføre, kan det aksepteres tradisjonell luftledning etter at det er gjennomført:

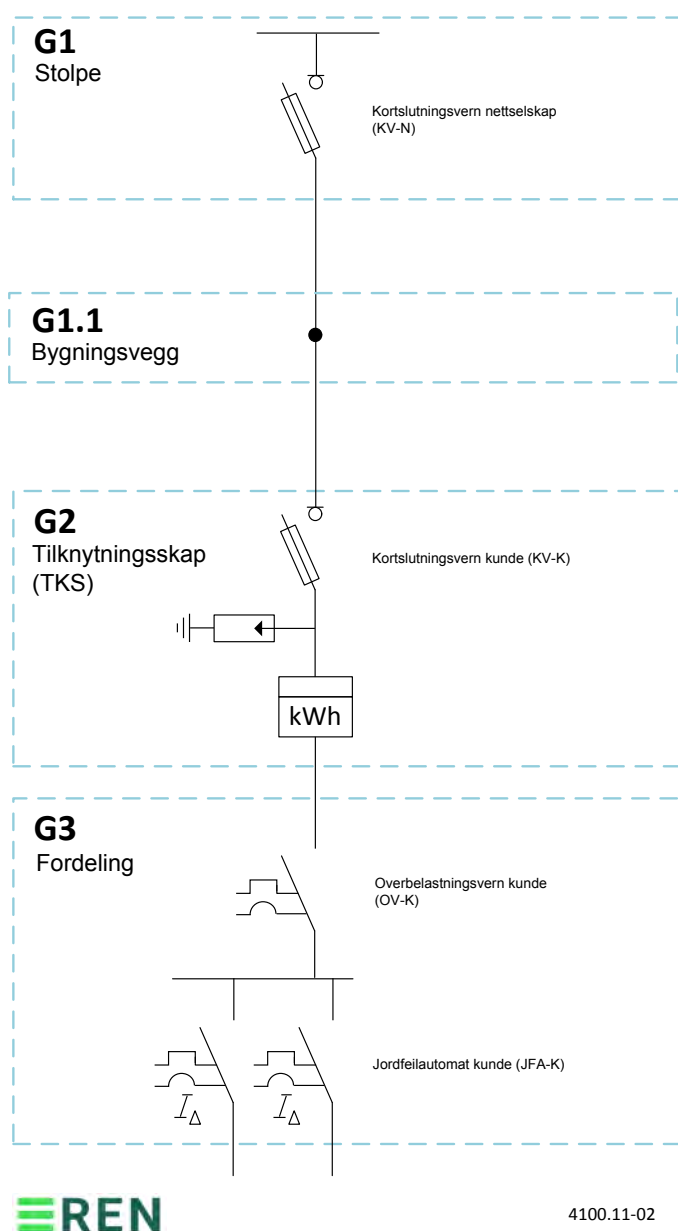
- konkret risikovurdering, og en
- nødvendig avklaring med øvrige involverte

I slike tilfeller skal luftledning fra nettselskap fremføres til husvegg, og deretter kabelnedføring ned langs husvegg til tilknytningsskap.

Det må foretas et avvik i samsvarserklæring, og alternativ løsning må dokumenteres.



Figur 40: Alternativ luftforsyning - Stikkledning luftstrekk, ikke i grøft
Forsyning til tilknytningsskap via. luft og ikke grøft.



Figur 41: Enlinjeskjema
- Stikkledning i luft,
forsynt fra stolpe

Det monteres kortslutningsvern, en sikringsskillebryter, i siste stolpe. Det skal foretas en vurdering om siste mast før bygning må barduneres.

Minste avstand til terreng ved innføring til bygningsvegg må være minimum 2,5 meter.

- Pilhøydetabell under skal anvendes.

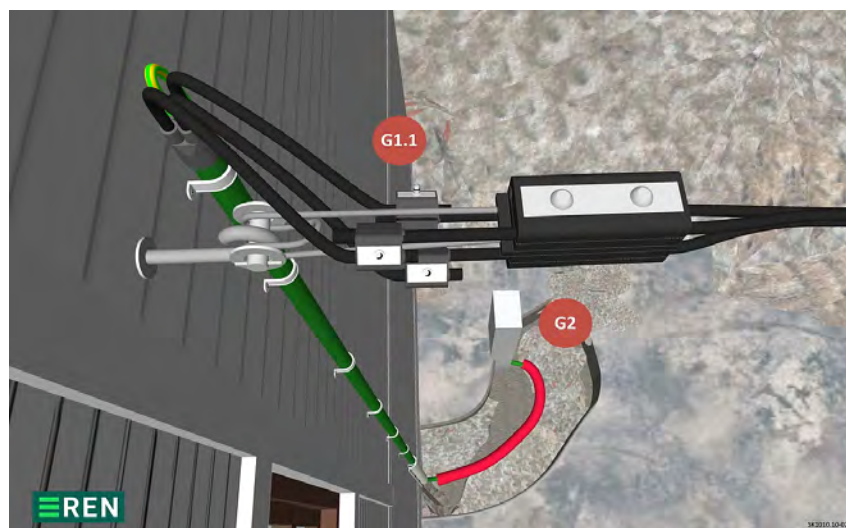
Ved innfesting i bygningsvegg skal det anvendes 16 millimeter opphengsbolt som festes i stenderverk. Tilkoblingene skal være isolerte og vanntette.

NB! Det må ikke være skader på belagt line ved inntak. Det anbefales bruk av dobbelisolert kabel, eksempelvis TFXP, ved nedføring langs bygningsvegg. Det skal være kabelfeste hver 0,7 meter og det skal etableres mekanisk beskyttelse til minimum 1,5 meter over bakkenivå.

Tabell 1: Innstrekking pilhøydetabell for EX 25

Spennlengder og pilhøyder i meter					
Temp	15	20	25	30	35
-20	0,08	0,14	0,22	0,32	0,43
-10	0,10	0,17	0,27	0,39	0,53
0	0,12	0,21	0,32	0,46	0,63
10	0,13	0,24	0,37	0,53	0,72
20	0,16	0,26	0,41	0,59	0,80
30	0,16	0,29	0,45	0,64	0,87

Leverert av REN AS 27.08.2025 til Siv Irene Evensen, GLITRE NETT AS



Figur 42: Alternativ luftforsyning - Stikkledning luftstrekking, ikke i grøft Innfesting husvegg og kabel langs husvegg til tilknytningsskap.

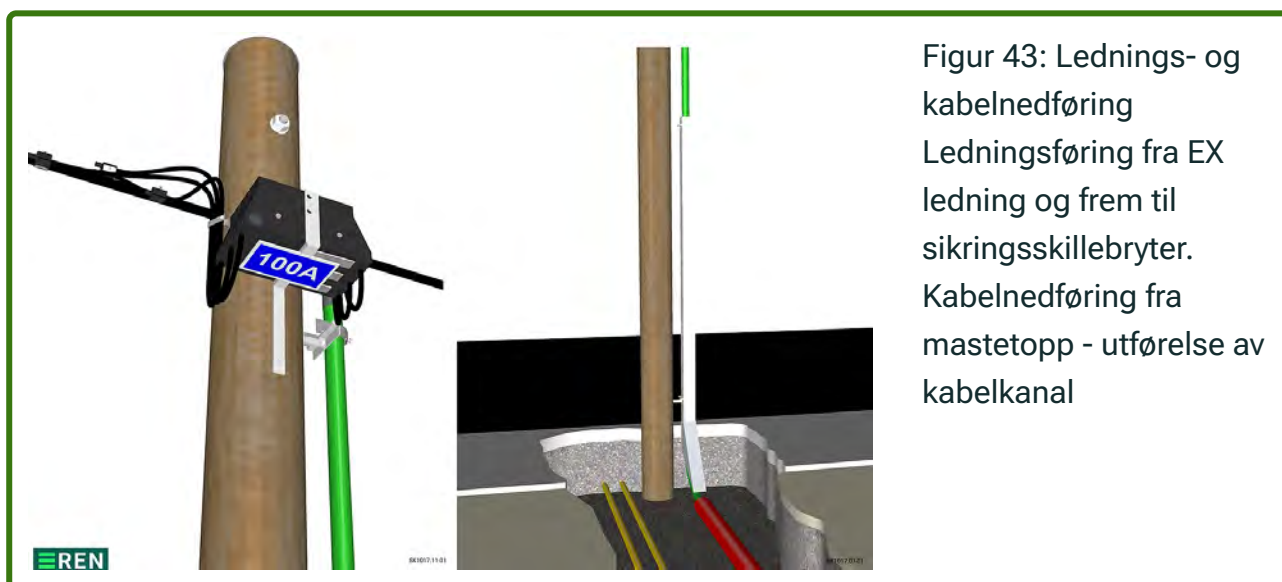
7.8.4 Arbeid med stikkledning av type kabel forsynt fra luftnett

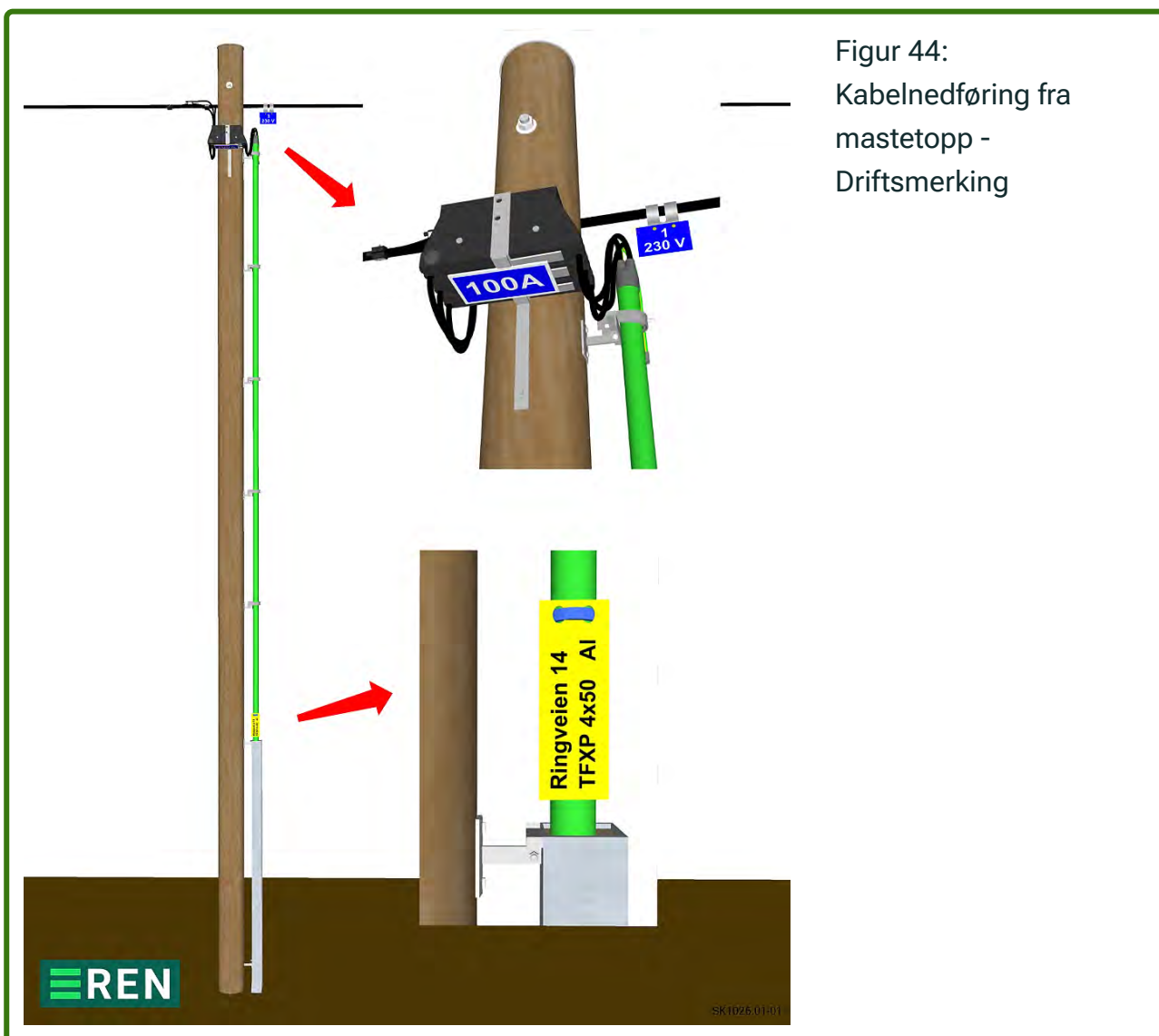
Hvis luftnettet forsyner et tilknytningsskap ved hjelp av kabel som blir ført ned langs stolpe må det monteres kortslutningsvern, en sikringsskillebryter.

For ledningsføring skal man lage dryppfall for å hindre vanninntrenging i sikringsskillebryteren. Ved flere sikringsskillebrytere skal man benytte dobbeltjern.

Merking:

- Det skal merkes med merkeverdi for kortslutningsvernet på underkant eller på siden av bryter, slik at det er synlig fra bakken.
- Kabel skal også merkes med kabelskap nr. eller Installasjon/anleggs ID. Det henvises til figurene under.



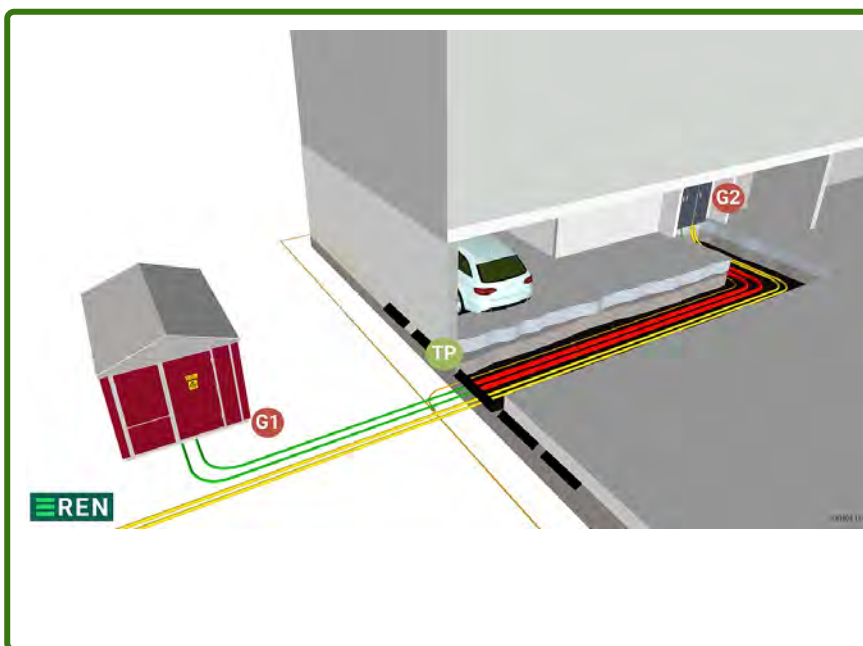


8 Beskrivelse av metode B og løsninger

Metode B benyttes ved forsyning til bygg med overbelastningsvern $>80\text{ A}$ og $\leq 1250\text{ A}$. Anlegget, hovedfordeling i bygg, kan forsynes enten fra kabelskap eller frittstående nettstasjon. Eier-grensesnittet for denne type installasjon vil være gjennomføring på bygningsvegg. Det vil dermed være kunde/bygningseier som er ansvarlig for terminering av stikkledning i hovedfordeling. Ved mindre type bygninger kan hovedfordeling være plassert utendørs i et fellesareal, og grensesnitt vil være tilkoblingsklemmer i hovedfordeling, hvor nettselskap er ansvarlig for terminering. Hovedfordelingen forsyner videre til underfordelinger i bygget, og ved forsyning til større boligbygg kan det anvendes etasjefordelere. Se også [kapittel 11.3](#) vedrørende krav til bruk av etasjefordelere.

Inntaksledning fra etasjefordeler forsyner fordeling plassert innvendig i bolig hvor en finner OV vern og vern for den enkelte kurs i boligen.

- G1 - Nettstasjon eid av nettselskap. Her er kortslutningsvernet (KV) som skal beskytte stikkledning mot termiske kortslutningsstrømmer plassert.
- TP - Grensesnitt for eierskap er plassert i bygningsvegg. Rør og ledningsfremføring frem til hovedfordeling er kundens ansvar.
- G2 - Hovedfordeling (ekom/kraft). Består av kortslutningsvern og overbelastningsvern for installasjoner i bygningen som helhet, kortslutningsvern og overbelastningsvern for utgående kurser (minimum kortslutningsvern), overspenningsvern for både kraft og ekom del, jordingsskinne, overgang fra PEN til N pluss PE. Hovedfordeling er anleggseiers ansvar, med unntak av eventuelt tariffmålutstyr.



Figur 45: Prinsipp for forsyning til bolig og næringsbygg ved «Metode B»
Forsyning fra nettstasjon med stikkledning i grøft til hovedfordeling.
Tilknytningspunkt (TP) ved byggets vegg

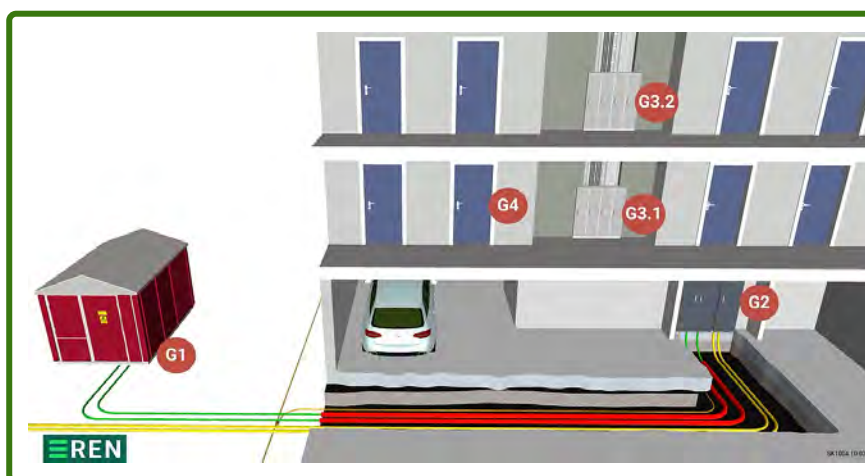
8.1 B1 Boligbygg

8.1.1 B1.1 Boligblokk

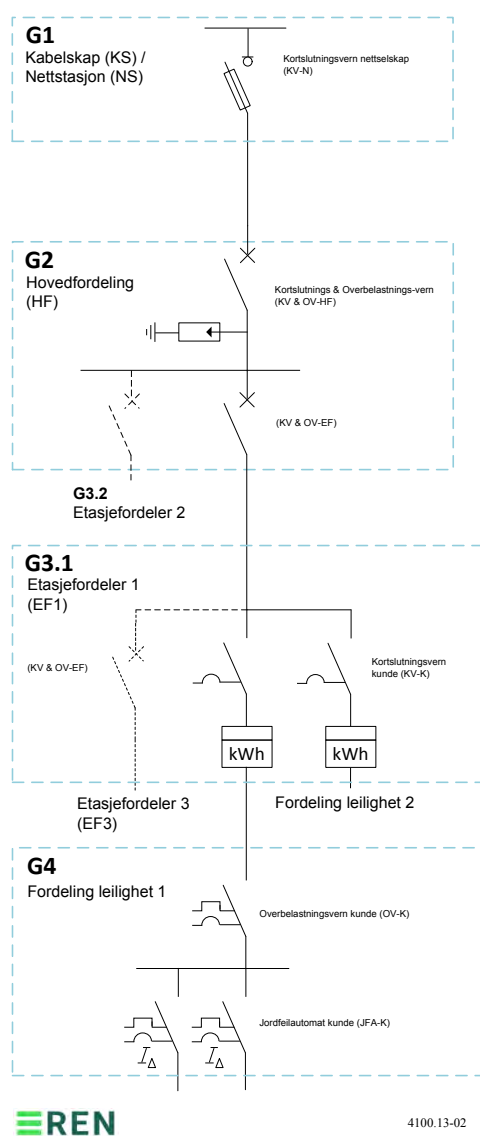
Figur under viser et eksempel med to stikkledningskabler, både for elkraft og ekom frem til hovedfordeling, samt fordeling videre til etasjefordelere.

- G1 - Nettstasjon eid av nettselskap. Her er kortslutningsvernet (KV) som skal beskytte stikkledning mot termiske kortslutningsstrømmer plassert.

- G2 - Hovedfordeling (ekom/kraft). Består av kortslutningsvern og overbelastningsvern for installasjoner i bygningen som helhet, kortslutningsvern og overbelastningsvern for utgående kurser (minimum kortslutningsvern), overspenningsvern for både kraft og ekom del, jordingsskinne, overgang fra PEN til N pluss PE. Hovedfordeling er anleggseiers ansvar, med unntak av eventuelt tariffmåleutstyr.
- G3 - Etasjefordeler. Består av kortslutningsvern for utgående kurser (minimum kortslutningsvern), terminering og måler. Alt er kundens ansvar unntatt måler som er eid av nettselskap.
- G4 - Fordeling innvendig i bolig.



Figur 46: Metode B1.1 -
Boligblokk
Stikkledning i grøft
forsynt til
hovedfordeling til
boligblokk



Figur 47: Enlinjeskjema
av Metode B1.1 -
Boligblokk
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper

8.1.2 B1.2 Flermannsbolig

Metode B kan benyttes ved mindre boligkompleks. Forutsetning er et organisert eierskap i form av et sameie, borettslag eller annen organisert virksomhet. Hovedfordeling og etasjefordelere kan plasseres utendørs, men det er da viktig at det plasseres på tilfredsstillende felles areal. Dette kan være type flermannsbolig, eksempelvis større enebolig med flere utleieleiligheter.

Prinsippet kan også anvendes for boliger over 80 A hvor det benyttes måling med strømtransformatorer.

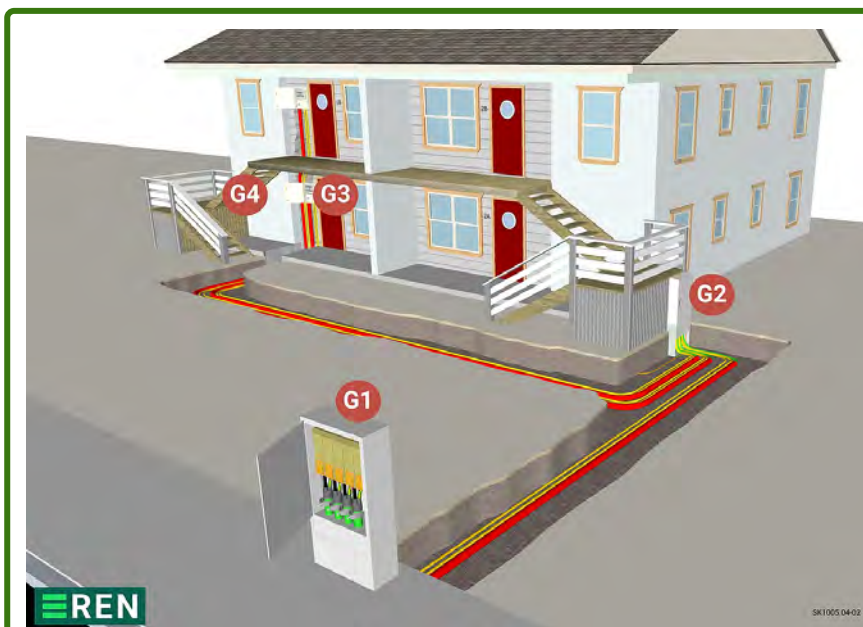
- G1 - Kabelskap/nettstasjon eid av nettselskap. Her er kortslutningsvern plassert som beskytter stikkledning termisk mot kortslutningsstrømmer.

- G2 - Hovedfordeling består av kortslutningsvern og overbelastningsvern for bygningen som helhet, kortslutningsvern og overbelastningsvern for utgående kurser (minimum kortslutningsvern), overspenningsvern for både kraft og ekom del, jordingsskinne, overgang fra PEN til N. Grensesnitt mellom nettselskap og kunden er ved termineringsklemmer.
- G3 - Etasjefordeler. Består av kortslutningsvern for utgående kurser (minimum kortslutningsvern), termineringsklemmer og måler. Alt er kundens eiendom unntatt måler som er eid av nettselskap.
- G4 - Fordeling innvendig i bolig. Inntaksledning fra etasjefordeler forsyner fordeling plassert innvendig i bolig hvor en finner OV vern og vern for den enkelte kurs i boligen.

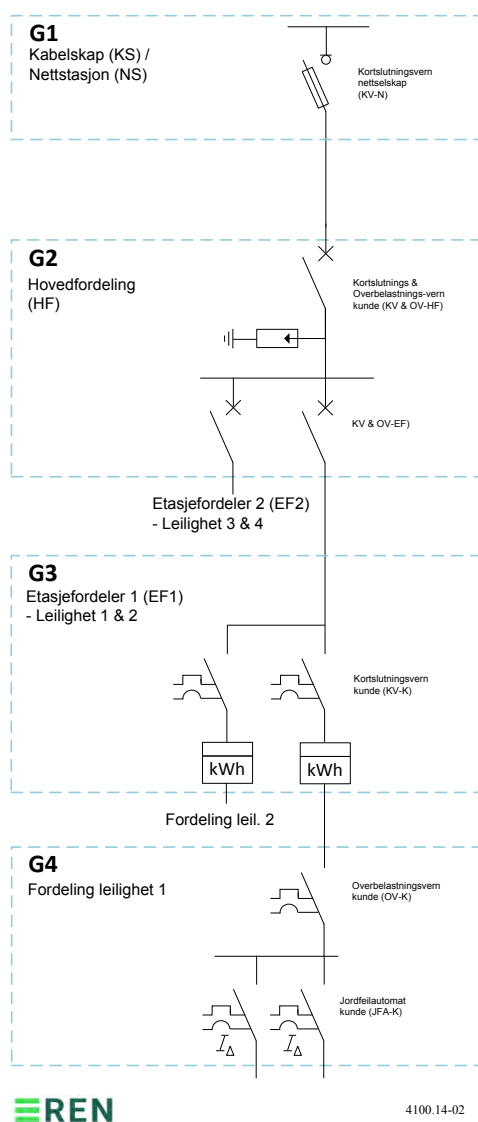
8.1.2.1 B1.2.1 Flermannsbolig - Hovedfordeling og etasjefordeling plassert separat

Forsyning til flermannsbolig ved bruk av metode B hvor hovedfordeling er plassert utendørs og etasjefordeler er i hver etasje.

Under er det vist 3D illustrasjon og enlinjeskjema for flermannsbolig med bruk av etasjefordeler.



Figur 48: Metode B1.2.1 - Flermannsbolig, med etasjefordeler plassert ved hver etasje
Stikkledning i grøft forsynt til hovedfordeling til flermannsbolig



Figur 49: Enlinjeskjema
- Metode B1.2.1 -
Flermannsbolig, med
etasjefordeler plassert
ved hovedfordeling
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper

8.1.2.2 B1.2.2 Flermannsbolig - Hovedfordeling og etasjefordeler plassert samlet

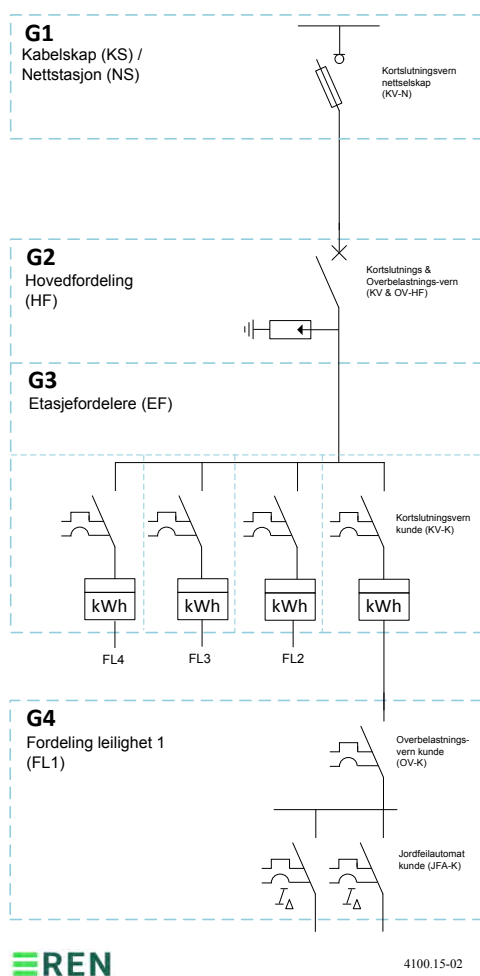
Forsyning til firemannsbolig ved bruk av metode B hvor hovedfordeling er plassert utendørs og side om side med etasjefordeler.

- Ved denne type løsning må skapene være plassert nær jordelektrode for bygning, maks 1 meter unna.

Under er det vist 3D illustrasjon og enlinjeskjema for metode B for firemannsbolig.



Figur 50: Metode B1.2.2
- Flermannsbolig, med etasjefordeler plassert ved hovedfordeling
Stikkledning i grøft forsynt til hovedfordeling til flermannsbolig



Figur 51: Enlinjeskjema
- Metode B1.2.2 -
Flermannsbolig, med etasjefordeler plassert ved hovedfordeling
Anleggsdeler fra forsyning til kunde vist, med verntyper

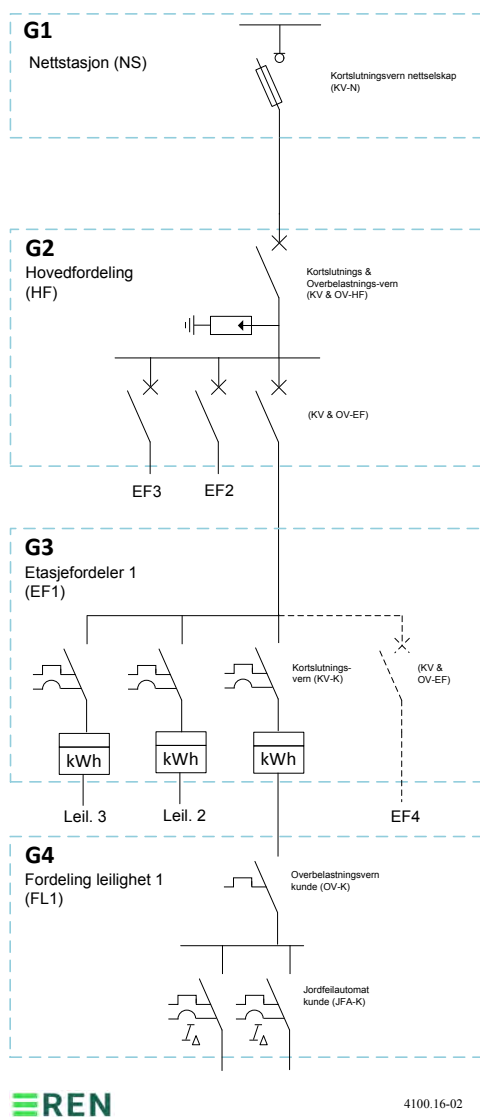
8.1.3 B1.3 Frittliggende boliger med felles garasje

Figur under viser frittliggende boligenheter med felles garasje.

- Tilknytningspunkt er i bygningsvegg i garasje, på samme sted som hovedfordeling er plassert i garasjeområdet (vist ved høyre vegg i garasje, merket G2) og
- etasjefordeler, inkludert måler, er plassert på bygningsvegg bolig (merket G3).
- Fordelingskap leilighet er merket G4.



Figur 52: Metode B1.3 -
Frittliggende boliger
med garasje
Stikkledning i grøft
forsynt til
hovedfordeling for bolig
med garasje



Figur 53: Metode B1.3 -
Frittliggende boliger
med garasje
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper

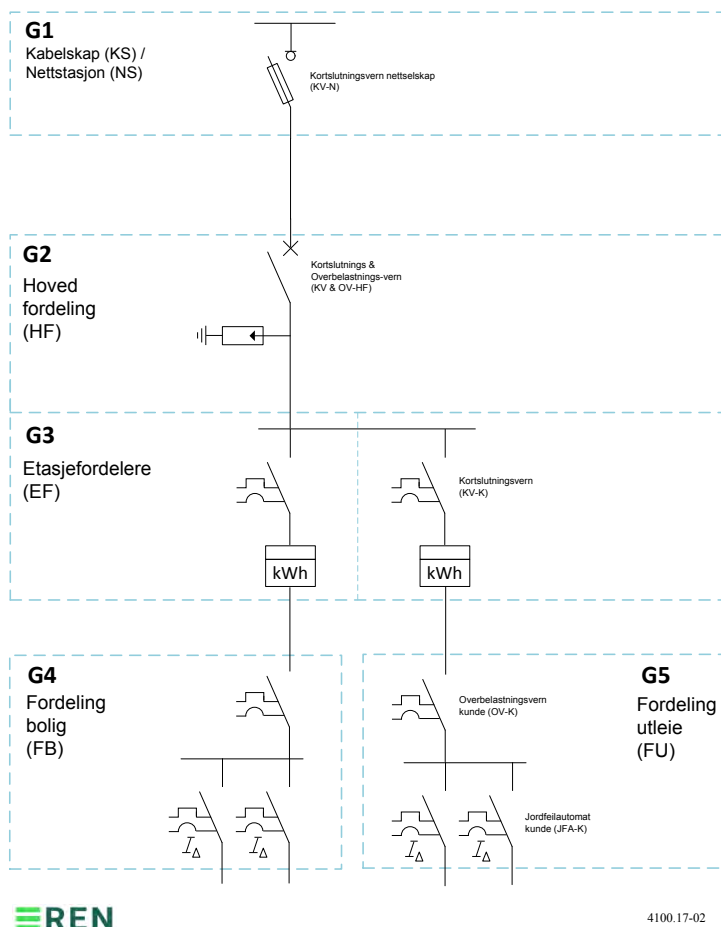
8.1.4 B1.4 Enebolig med utleie

Metode B kan også anvendes for eneboliger med flere utleieleiligheter og forsyning utomhus.

Etasjefordeler er plassert ved siden av hovedfordeling. Ved denne type løsning må skapene være plassert nær jordelektrode for bygning og maks 1 meter unna.



Figur 54: Metode B1.4 - Enebolig med utleie
Stikkledning i grøft
forsynt til
hovedfordeling for
enebolig med utleie



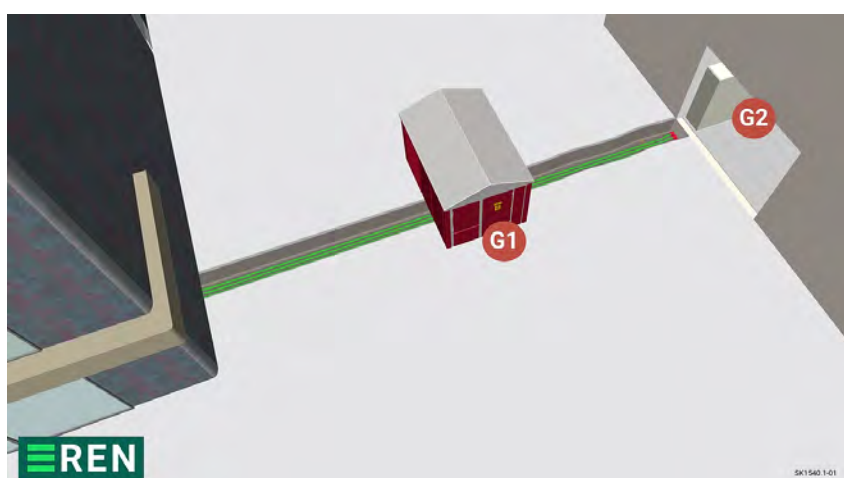
Figur 55: Enlinjeskjema
- Metode B1.4 -
Enebolig med utleie
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper

8.2 B2 Næringsvirksomhet

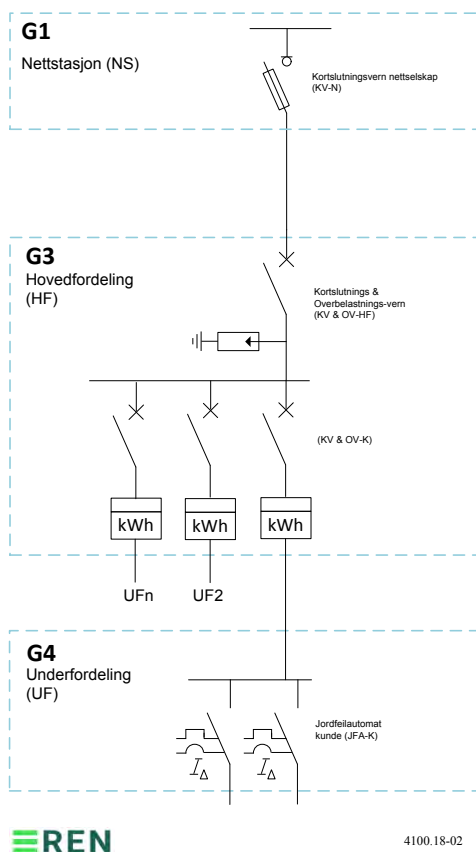
8.2.1 B2.1 Forsyning til næringsbygg

Figur under viser forsyning fra frittstående nettstasjon (merket G1) til to næringsbygg. Nettselskapet er ansvarlig for fremføring av grøft og stikkledning frem til bygningsvegg hvor grensesnittet for eierskap er.

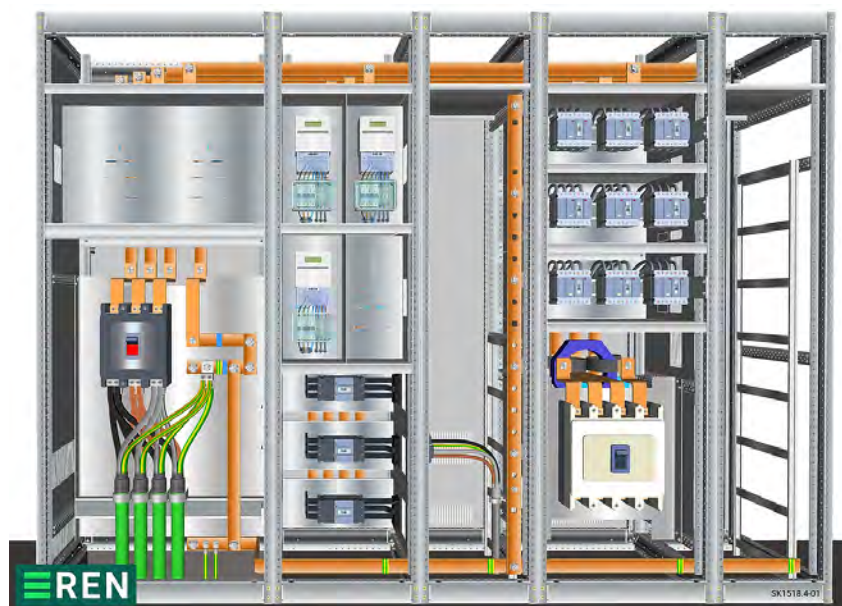
Bygningseier er ansvarlig for fremføring og terminering av stikkledning i hovedfordeling (merket G2).



Figur 56: Metode B2.1 -
Næringsvirksomhet
Stikkledninger i grøft
forsynt til to kunder med
næringsbygg



Figur 57: Enlinjeskjema
- Metode B2.1 -
Næringsvirksomhet
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper



Figur 58: Metode B2.1 -
Næringsvirksomhet -
Detaljert illustrasjon av
hovedfordeling
Eksempel med
stikkledninger terminert
ved 3-polt vern, og tre
målere med utgående
kabel til underfordeling

8.2.2 B2.2 Forsyning ladestasjon elbil

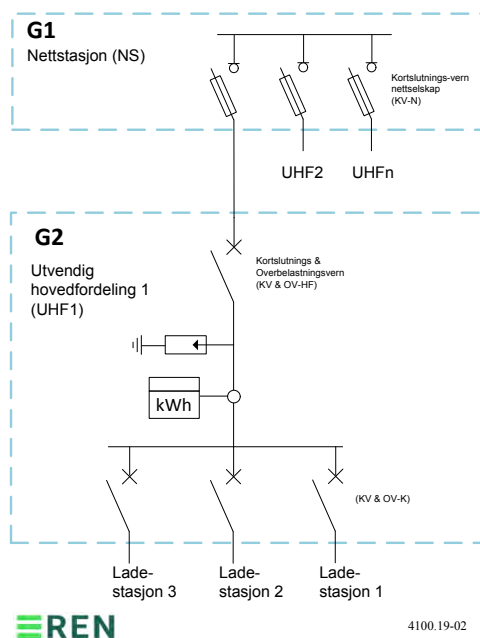
Ladebilstasjoner kan være en krevende belastning i form av effektnivå, strømkvalitet, og samtidighetsfaktor. Forsyning skal utføres etter prinsippene i NEK 399 som er illustrert i kapittel 3.

Det forsynes fra en frittstående nettstasjon (G1) til utvendig plassert hovedfordeling (G2) som igjen forsyner elektriske uttak på ladestasjon. Grensesnitt er i termineringspunkt i fordeling. Nettselskap har ansvar for terminering av stikkledning.

Beskrivelse av nettstasjonen for øvrig følger [RENblad 6010](#) og [RENblad 6020](#).



Figur 59: Metode B2.2 -
Ladestasjon
Utvendige
hovedfordelinger
plassert ved ladestasjon



Figur 60: Enlinjeskjema
- Metode B2.2 -
Ladestasjon
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper

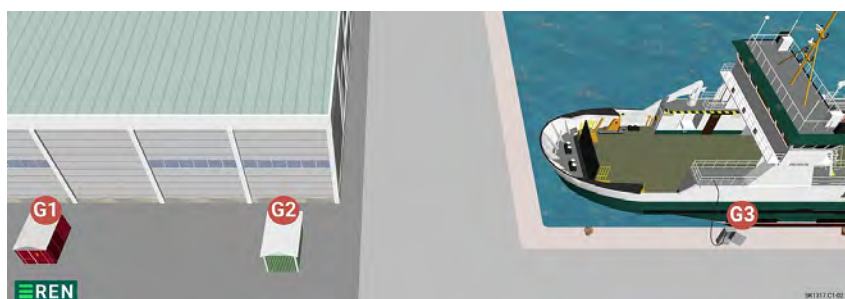
8.2.3 B2.3 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip

Forsyning til havn hvor det er behov for landstrøm og/eller lading av elektrifiserte skip som for eksempel ferger.

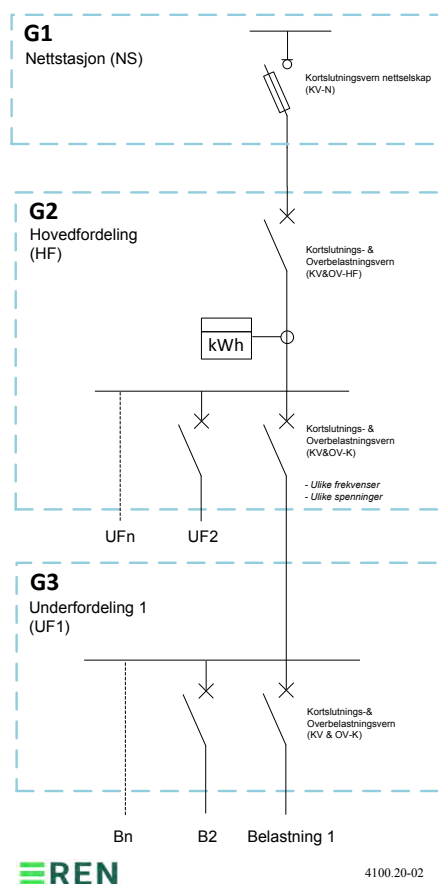
Dette kan være en krevende belastning i form av effektnivå, brukstid, strømkvalitet, og samtidighetsfaktor. Forsyning skal utføres etter prinsipper i NEK 399, og for metode B skal det etableres en ny nettstasjon (G1) hvis det ikke er ledig kapasitet i området.

Nettstasjonen forsyner, ved hjelp av kabler forlagt i grøft, til et teknisk rom eller større frittstående hovedfordeling (G2). Grensesnitt er termineringspunkt i kundens hovedfordeling.

Kundens installasjon består av hovedfordeling, distribusjon av kraft, og ulike metoder for tilknytning fra land til fartøy (G3), samt frekvensomformere, transformatorer og tilhørende komponenter etter behov.



Figur 61: Metode B2.3 - Landstrøm og elektrifiserte skip
Hovedfordeling plassert utendørs og forsyner underfordeling (G3), plassert i nærheten til forbruker



Figur 62: Enlinjeskjema
- Metode B2.3 -
Landstrøm og
elektrifiserte skip
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper

8.2.4 B2.4 Forsyning av elektriske jernbaner

Forsyning til jernbanevirksomhetens installasjoner i henhold til metode B er beskrevet detaljert i RENblad [4121](#). ↗

8.2.5 B2.5 Forsyning til oppdrettsanlegg

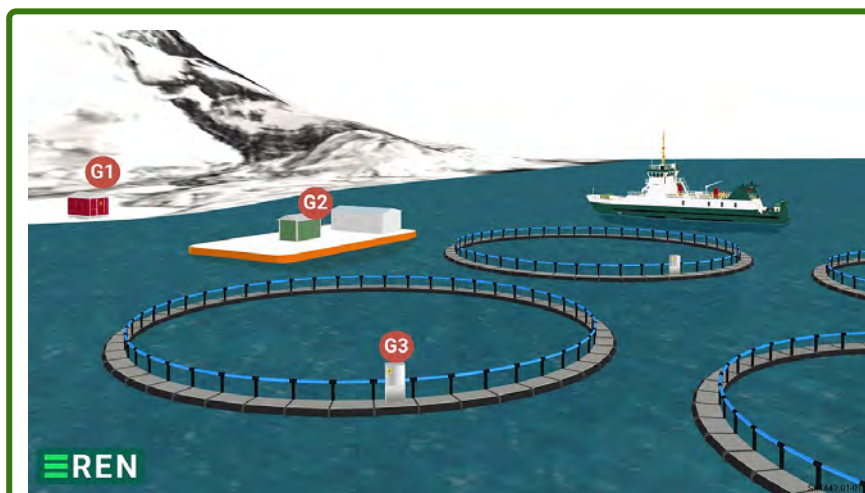
8.2.5.1 Leveringsplikt

Leveringsplikten er oppfylt ved å levere til hensiktsmessig sted i nærheten av sjøen. Endelig leveringspunkt i hvert enkelt tilfelle må avtales mellom partene.

Forklaring: Leveringsplikten pålegger områdekonsesjonær å bygge seg frem til kunden. Tilknytningspunktet er normalt klemme på husvegg eller innføring gjennom grunnmur. For flytende installasjoner har imidlertid tilknytningspunkt ikke vært entydig definert. Reguleringsmyndigheten for energi i NVE (RME) har innført en praksis om at områdekonsesjonær ikke plikter å levere helt ut til flytende installasjon.

8.2.5.2 Utforming av grensesnitt

Normalt vil det være ønskelig å velge plassering av grensesnitt et lite stykke opp fra sjøen. Dette for å unngå unødige problemer med korrosjon på utstyr.



Figur 63: Metode B2.5 - Oppdrettsanlegg
Nettstasjon plassert på land, og hovedfordeling på flytende installasjon

8.2.5.3 Jording

Det er viktig å etablere separate jordingssystem for å hindre sirkulerende jordstrømmer mellom oppdrettsanlegg plassert på sjø og fordeling på land.

8.2.5.4 Praksis for konsesjonsplikt for lavspente ledninger til oppdrettsanlegg

Hovedregelen er at det kreves konsesjon etter energiloven for å kunne eie, bygge og drive både høyspente (over 1000 V) og lavspente ledninger (1000 V og under) på land og i sjø. NVE har innført en praksis om at det ikke kreves konsesjon for å eie, bygge og drive lavspent ledninger fra tilknytningspunkt og ut til en flytende installasjon i saltvann, hvis kravene under er oppfylt:

- Områdekonsesjonær må levere frem til et hensiktsmessig sted i nærheten av sjøen, der grensesnittet mellom områdekonsesjonærens og kundens anlegg vil være.
- Den lavspente ledningen ut til den flytende installasjonen eies, bygges og drives av kunden selv, f.eks. et oppdrettsselskap. Byggingen og driften av anlegget kan være satt ut til entreprenør på vegne av kunden.
- Ledningen brukes bare til å forsyne de(n) flytende installasjonen(e) som tilhører kunden.

- Eiendommen som berøres av ledningen (fra grensesnitt mot områdekonsesjonær og ut til marbakken) eies av kunden selv, eller kunden har ervervet seg rettigheter til å ha ledningen på eiendommen.

Hvis disse kravene oppfylles, vil den lavspente ledningen falle inn under unntaket fra konsesjonsplikt i energilovforskriften § 3-1 fjerde ledd bokstav a. Hvis ikke alle kravene er oppfylt, må tiltakshaver søke NVE om konsesjon.

8.3 B3 Kombinerte næring- og boligbygg

Figur under viser illustrasjon vedrørende forsyning til et kombinert bygg for både næring- og boligformål.



Figur 64: Metode B3 - Kombinert næring og boligbygg
Stikkledning som forsyner hovedfordeling inne i bygning, som videreforsyner underfordeling næring og etasjefordeling boliger

Standarden NEK 399 setter krav til separate avgangsfelt for målt og umålt kraft. For detaljer se kapittel om [krav til målerinstallasjon](#).

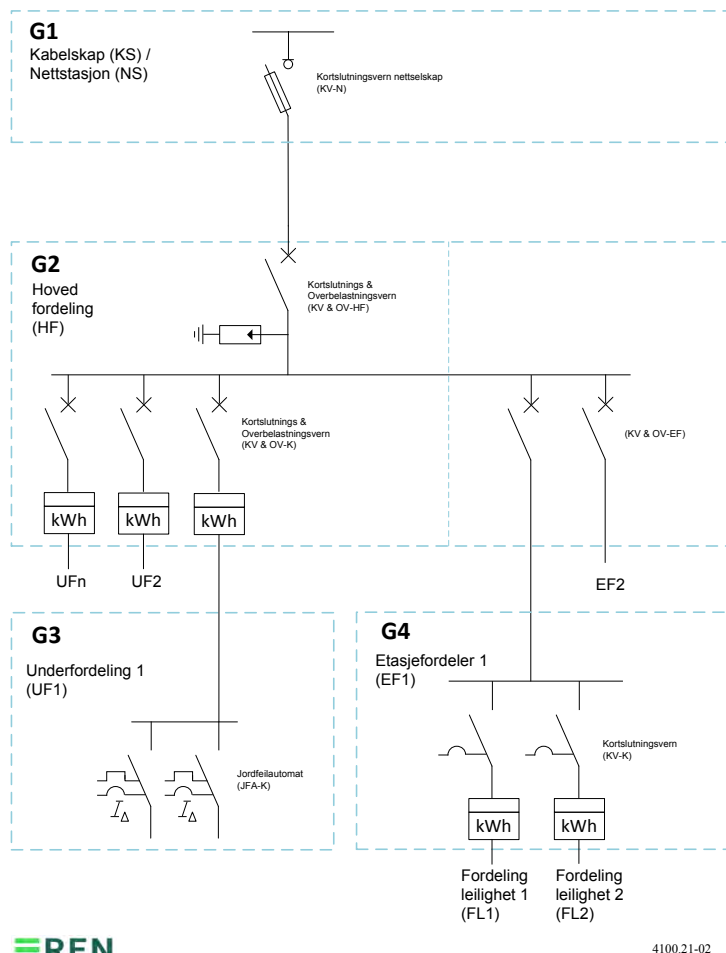
Næring:

- Standarden NEK 399 setter krav til at elmåler for nærings-formål skal plasseres i hovedfordeling.

Bolig:

- Elmålere for boligformål kan plasseres i hovedfordeling dersom bygget har fire eller færre etasjer over bakkenivå.

- Dersom bygget har 5 etasjer eller mer over bakkenivå, skal elmålere for boligformål plasseres i etasjefordelere.



Figur 65: Enlinjeskjema
- Metode B3 - Kombinert
næring og boligbygg
Anleggsdeler fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper

8.4 Utførelse av jording

Det skal ikke forlegges uisolert jordledning i stikkledningsgrøft til kunden.

8.5 Krav til målerplassering

Målerplassering er avhengig av type bygning. For detaljer se kapittel om [krav til målerinstallasjon](#).

8.6 Ekom

Ekom forsyning skal være av type fiber. Avstand til kraftkabel i grøft skal være minimum 10 cm.

9 Beskrivelse av metode C og løsninger

Metode C benyttes ved forsyning til bygg med overbelastningsvern > 1250 A. Ved denne type installasjon krever NEK 399, kapittel 7.5.1, at nettstasjonen plasseres innvendig i bygget. Et viktig krav i NEK 399 er at nettstasjonen skal plasseres på bakkeplan med direkte adgang til stasjon.

For denne type løsning krever standarden bruk av LS-kanalskinner mellom transformator og hovedfordeling, og grensesnitt er i nettstasjonens bygningsvegg der kanalskinnen fremføres til hovedfordeling. Det vil altså være kunde/bygningseier som vil være ansvarlig for terminering av kanalskinne i hovedfordeling.

Hovedfordeling forsyner videre til andre fordelinger i bygget. Se kapittel 11.3 vedrørende informasjon om etasjefordelere.

For beskrivelse av nettstasjon henvises det til [RENblad 6010](#) og [RENblad 6017](#).

9.1 C1 Forsyning til næringskunder

9.1.1 C1.1 Forsyning til næringsbygning

Figur under viser illustrasjon av metode C ved en typisk forsyning til næringsbygg C.

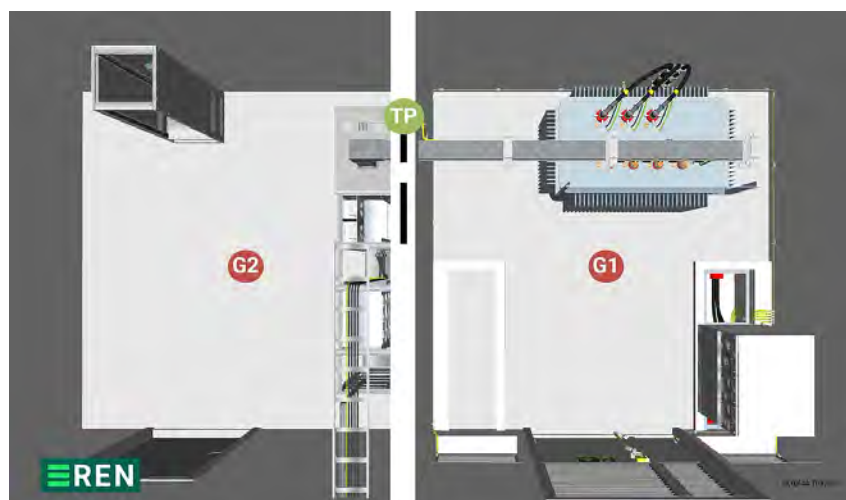
Nettstasjon er plassert i bygget på bakkeplan (merket G1) med direkte atkomst til friluft.

Tilknytningspunkt (merket TP) er veggjennomføring mellom rommene.

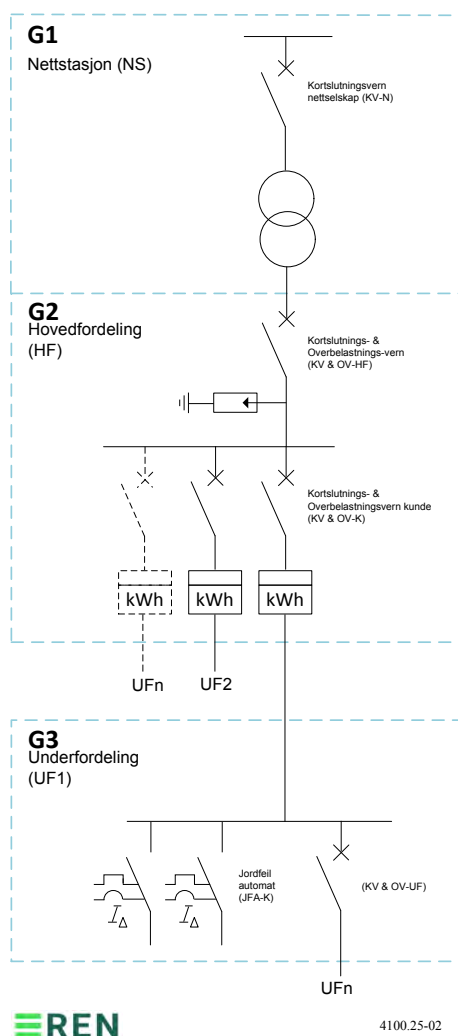
Rom for hovedfordeling som forsyner byggets installasjon (merket G2), skal plasseres vegg i vegg, slik at lavspent fremføring fra transformator blir så kort som mulig.



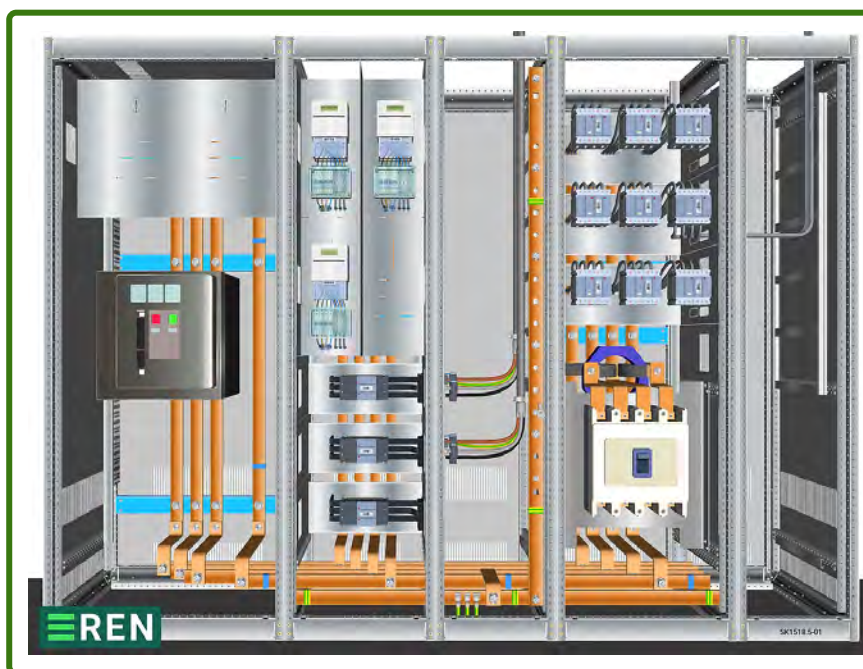
Figur 66: Metode C1 - Næringskunder
Nettstasjon er plassert innvendig i bygning (G1), og tilknytningspunkt (TP) er veggjennomføring inn til hovedfordeling kunde (G2)



Figur 67: Metode C1 -
Næringskunder -
Fugleperspektiv



Figur 68: Enlinjeskjema
- Metode C1 -
Næringskunder
Anleggsdel fra
forsyning til kunde vist,
med verntyper



Figur 69: Metode C -
Næringskunder -
Detaljtegning av
hovedfordeling

9.1.2 C1.2 Forsyning av ladestasjon for elbil

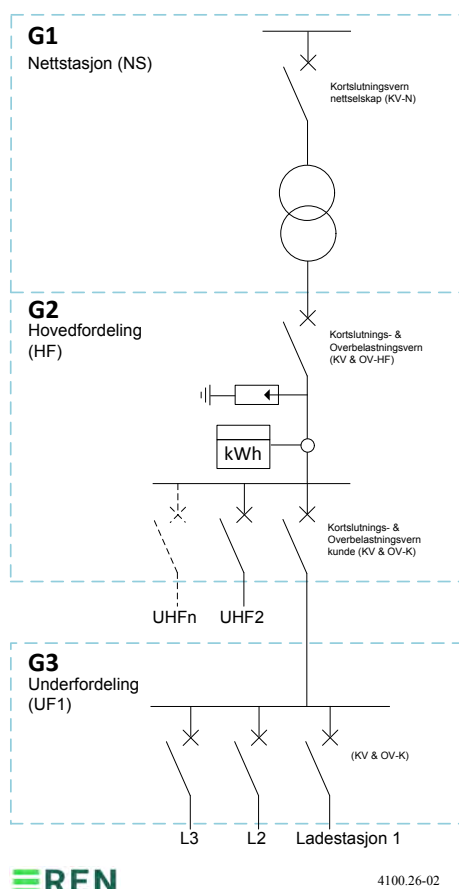
Ladebilstasjoner er en type belastning som kan være krevende i form av effektnivå, strømkvalitet, og samtidighetsfaktor. Forsyning skal utføres etter metode C prinsipper i NEK 399.

Det etableres et teknisk bygg, hvor nettstasjon plasseres på en av sidene (G1), og hvor grensesnitt er i vegg mot rom hvor hovedfordeling er plassert (G2). Hovedfordeling i bygg forsyner de ulike utvendige fordelinger (G3) som igjen forsyner elektriske uttak på ladestasjonen.

Beskrivelse av nettstasjonen for øvrig følger [RENblad 6010](#) og [RENblad 6017](#).



Figur 70: Metode C1.2 -
Ladestasjon av elbil



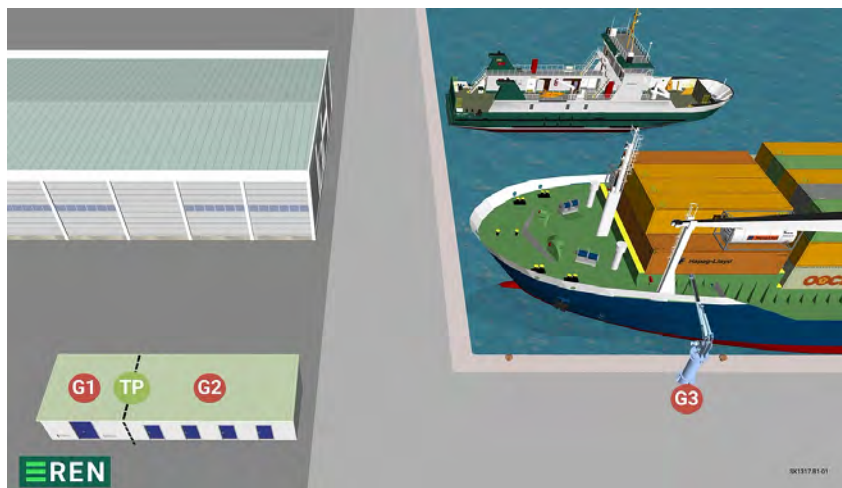
Figur 71: Enlinjeskjema
- Metode C1.2 -
Ladestasjon av elbil

9.1.3 C1.3 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip

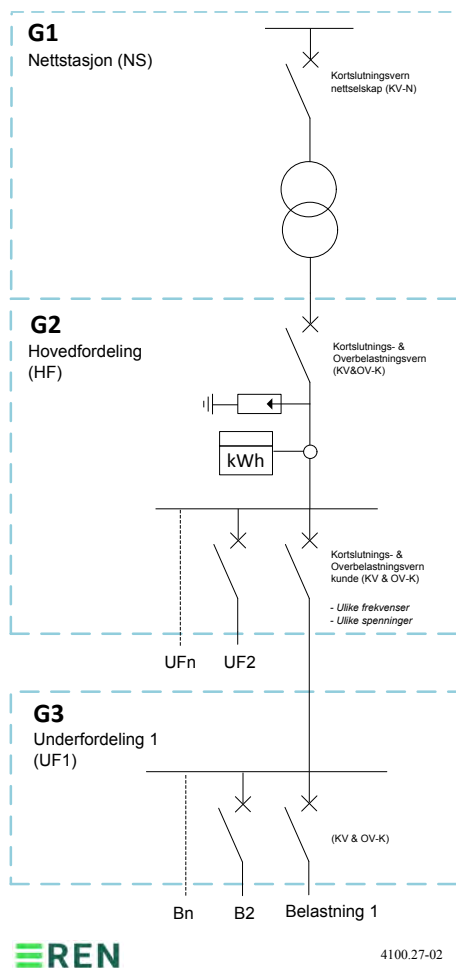
9.1.3.1 Forsyning til landstrøm > 1250 A

Forsyning til havn hvor det er behov for landstrøm med større effektbehov. Dette kan være en krevende belastning i form av effektnivå, brukstid, strømkvalitet, og samtidighetsfaktor. Forsyning utføres etter prinsipper i NEK 399, og for metode C skal det etableres en ny nettstasjon.

Det etableres et teknisk bygg, hvor nettstasjon (G1) plasseres på en av sidene, og hvor grensesnitt er i vegg mot rom hvor hovedfordelingen (G2) er plassert. Hovedfordelingen forsynes med kanalskinner direkte fra transformator. Kundens installasjon består av hovedfordeling, distribusjon av kraft, og ulike metoder for tilknytning fra land til fartøy (G3), og eventuelle frekvensomformere, transformatorer og tilhørende komponenter etter behov. Beskrivelse av nettstasjonen for øvrig følger [RENblad 6010](#) og [RENblad 6017](#).



Figur 72: Metode C1.3 -
Landstrøm og
elektrifiserte skip



Figur 73: Enlinjeskjema
- Metode C1.2 -
Landstrøm og
elektrifiserte skip

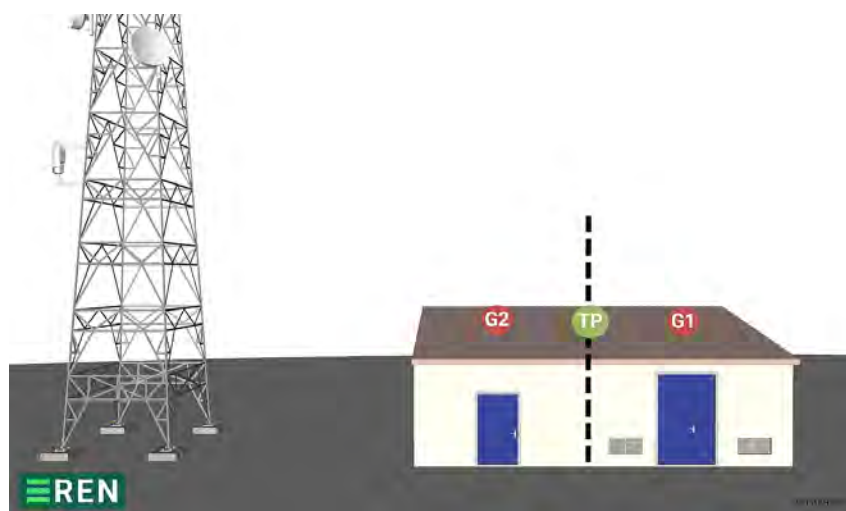
9.1.4 C1.3 Forsyning av elektriske jernbaner

Forsyning til jernbanevirksomhetens installasjoner i henhold til metode C er beskrevet detaljert i RENblad [4121](#). ↗

9.1.5 C1.4 Forsyning til installasjoner utsatt for overspenninger

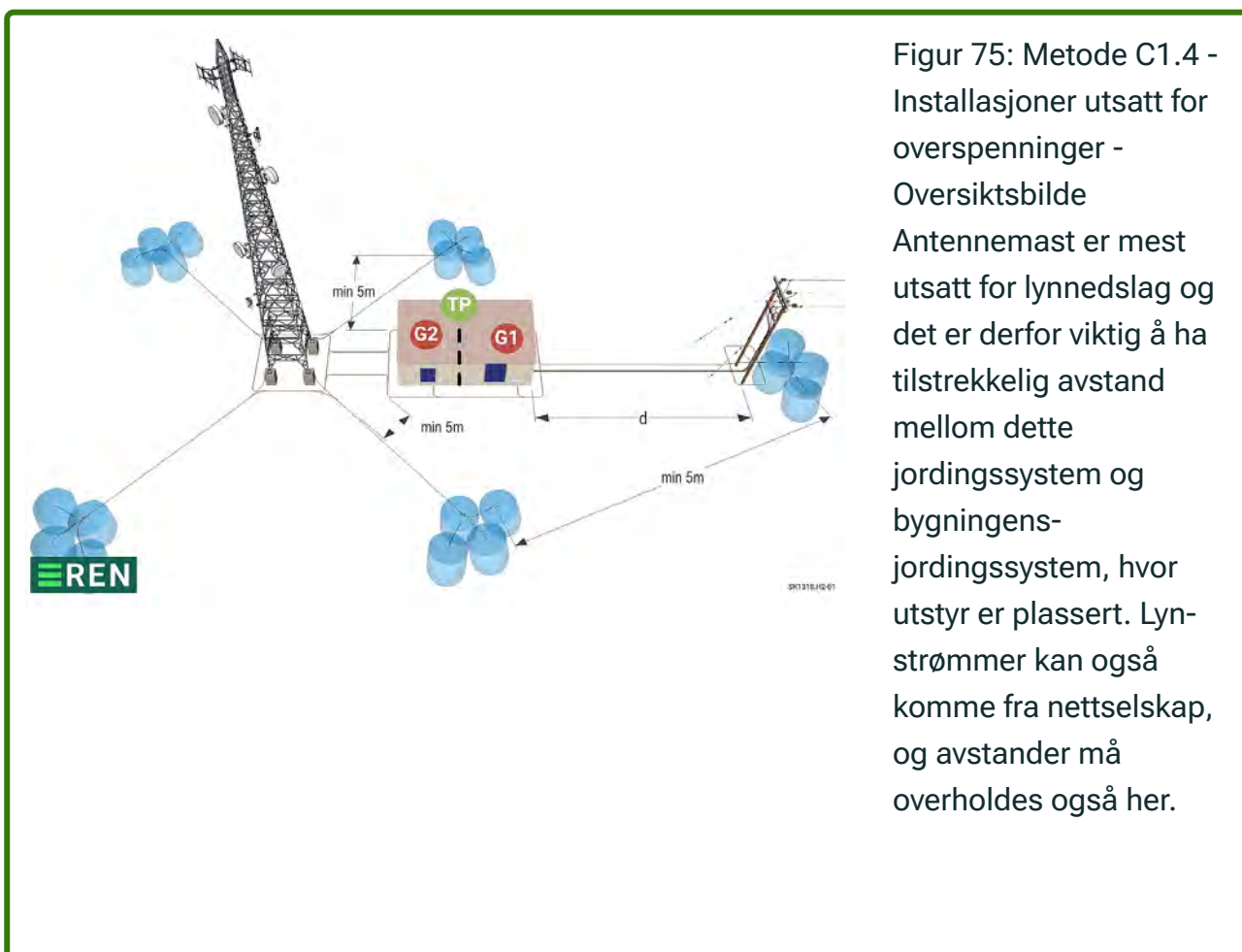
Dette er forsyning til installasjoner som er utsatt for overspenninger, og da typisk plassert på fjelltopper, som basestasjoner, og hvor jordsmonnet har høy jordresistivitet.

Beskrivelse og illustrasjoner viser forsyning til basestasjoner, men prinsippene kan brukes for alle typer installasjoner som er utsatt for overspenninger.



Figur 74: Metode C1.4 - Installasjoner utsatt for overspenninger

Det etableres et teknisk bygg hvor nettstasjon (G1) er i samme tekniske bygg som hovedfordeling (G2). Grensesnitt (TP) er i vegg mot rom hvor hovedfordeling er plassert



Krav til jordingssystem

For forsyning til større antenneanlegg skal jordingssystemene sammenkobles. Det forlegges uisolert jordleder i forsyningsgrøft til teknisk bygg i begge tilfeller. Lynstrømmen skal ledes direkte til jordsmonnet ved hjelp av impulsjord og egnet montasje. Tilkobling til impulsjordsystemet utføres i HS-mast og ved antennemast ved tilkobling til jordelektrode for teknisk bygg.

Det er viktig med tilstrekkelig avstand mellom jordledere og jordelektroder som kommer direkte fra mast/tårn og jordingssystem for høyspenningsmast. Minimumavstand er 5 meter som vist på de tilhørende figurer.

Avstand mellom høyspenningsmast og bygning (merket d) skal være minimum 50 meter og ellers avtalt med byggherre.

Ved forsyning fra et rent kabelnett i stedet for HS luftledningsnett brukes samme prinsipper. Det etableres således impulsjording i nettstasjon.

9.1.6 C1.5 Forsyning til tunnel

Det etableres et teknisk bygg, hvor nettstasjon plasseres nærmest vei i tunnel (G1), og hvor grensesnitt er i vegg mot rommet hvor hovedfordelingen er plassert (G2). Nettstasjonens plassering er avhengig av tunnelens lengde.

[RENblad 6004](#) ➤ Nettstasjon - Tunnel beskriver tekniske detaljer for denne type grensesnitt.



Figur 76: Metode C1.5 - Tunnel
Illustrasjon viser grensesnitt kraftforsyning til tunnel

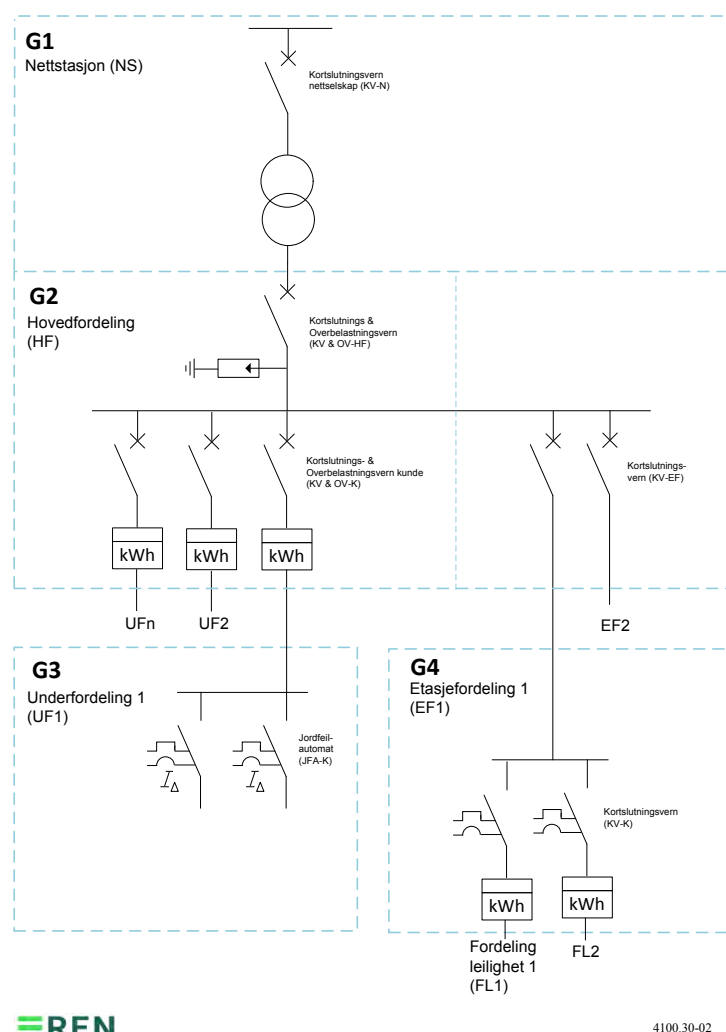
9.2 C2 Forsyning til kombinerte næring- og boligbygg

Prinsippene er de samme som beskrevet i kapittel 9.4.

Standarden setter krav til separate avgangsfelt for målt og umålt kraft. Standarden setter krav til at elmåler for næringsformål skal plasseres i hovedfordeling.

- Elmålere for boligformål kan plasseres i hovedfordeling dersom bygget har 4 eller færre etasjer over bakkenivå.
- Dersom bygget har 5 etasjer eller mer over bakkenivå, skal elmålere for boligformål plasseres i etasjefordelere.

Detaljer vedrørende måling er beskrevet i [RENblad 4000](#) ➤, samt kapittel [Krav til målerinstallasjon](#).



Figur 77: Metode C2 -
Kombinerte næring- og
boligbygg

REN

4100.30-02

9.3 Utførelse av jording

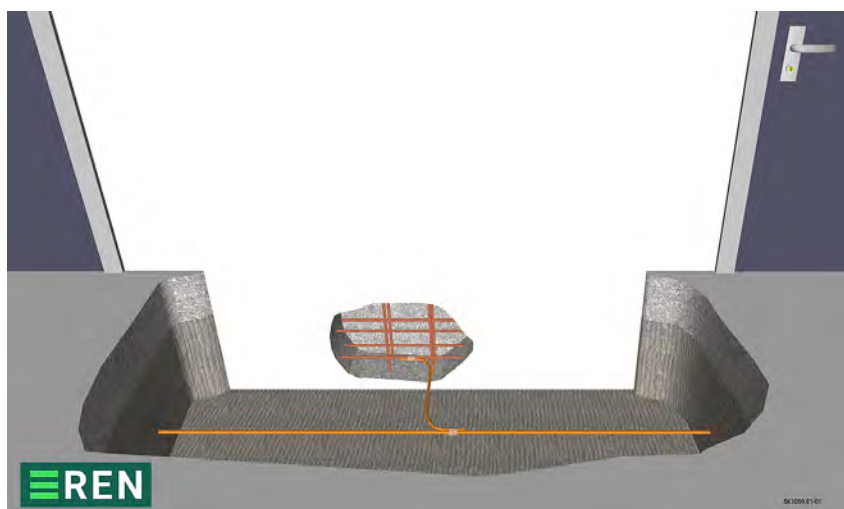
Generelt skal jordingssystemer for HS, LS og eventuelt ekom kobles sammen.

Uisolert flertrådet jordleder minimum 50 mm² CU fremføres til nettstasjon og tilkobles 50 mm² CU kobberskinne i stasjon og bygningens jordelektrode.

Det etableres jordelektrode av type ringjord rundt teknisk bygg, som fungerer som stedlig jord og potensialutjevning.

Jordingssystem i de ulike rom i teknisk bygg tilkobles ringjord, inkludert bygningens armering som vist i under. Alle tilkoblinger under bakkenivå skal være av C-press eller H-press.

For jording av installasjoner som er utsatt for overspenninger, se kapittel [C1.4](#)
[Installasjoner utsatt for overspenninger](#)



Figur 78: Metode C - Utførelse av jording
Illustrasjon viser at bygningens ringjord er tilkoblet armering

9.4 Krav til målerplassering

Målerplassering er avhengig av type bygg og formål. Det henvises til kapittel "[Krav til målerinstallasjon](#)"

9.5 Ekom

Ekom forsyning skal være av type fiber. Det kan leveres enten til byggets hovedfordeling eller til nettstasjon. Avstand til kraftkabel i grøft skal være minimum 10 cm.

10 Krav til målerinstallasjon

Måler skal være plassert i tilknytningsskap, hovedfordeling eller i etasjefordeler avhengig av formål og tilknytningsmetode (A, B eller C). Måler skal være beskyttet i forhold til overstrømmer som kan forekomme.

Det henviser videre til følgende RENblader:

- [RENblad 4000](#) ➤ LS Nett - Måling administrative bestemmelser lavspeninstallasjoner.
- [RENblad 4001](#) ➤ LS Nett - Måling - Krav til målepunkt i lavspeninstallasjoner - direktemåling
- [RENblad 4002](#) ➤ LS Nett - Måling Krav til målepunkt i lavspeninstallasjoner trafomåling

10.1 Beskyttelse av måler med integrert bryter (ref. 8.)

Kortslutningsvern i tilknytningsskap skal begrense gjennomsluppet energi til under 90.000 A²S.

11 Plassering og tilgang til tilknytningsskap eller etasjefordeler

11.1 Generelt

Tilknytningsskap eller etasjefordeler skal plasseres slik at dette er lett tilgjengelig til enhver tid. God tilgang skal sikres uavhengig av årstid og ikke kreve bruk av stige eller andre hjelpemidler. Partene skal kunne avlese måler, betjene utstyr og kunne kontrollere og skifte ut komponenter på en enkel måte. Se NEK 399:2022.

Det skal kun benyttes godkjent låssystem både for tilknytningsskap og etasjefordeler. Trekantnøkkel er standard løsningen, og skal ikke være av samme type som for kabelskap. REN anbefaler bruk av trekantnøkkel størrelse 8 mm. Hvis kunden ønsker spesialtilpassede nøkler skal det brukes et nøkkelsystem som er etablert for bransjen. Det finnes flere leverandører av nøkkelsystem, eksempelvis Trioing og Evva.

Ekom-bransjen sitt nøkkelsystem håndteres av Nkom, og er av den grunn anbefalt av REN til nettselskap som ikke har etablert sitt eget system. Det henvises til kapittel 20.

11.2 Plassering og tilgang til tilknytningsskap

Tilknytningsskapet skal plasseres innenfor tomtegrensen. Tilknytningsskap kan plasseres:

- På
- ved
- eller innfelt i bygningens yttervegg

Anne plassering på eiendommen skal avtales skriftlig mellom bygningseier og elnetteier (NEK 399 6.5).

REN anbefaler at frittstående tilknytningsskap plasseres i direkte nærhet av bygningens jordelektrode. Årsaken til denne anbefalingen er overholdelse av krav til:

Grensesnitt spesifisert fra NVE til å være i bygningskropp.

Tilfredsstillende potensialutjevning mellom ekom og elkraft.

Tilfredsstillende håndtering av eventuelle lynoverspenninger.

For krav til plassering av måler henvises det til kapittel om [krav til målerinstallasjon](#).

11.3 Plassering og tilgang til etasjefordeler

I henhold til standarden skal det brukes etasjefordeler i boligbygninger som har 5 eller flere etasjer over bakkeplan. Det vil si at ved oppføring av denne type bygning bør det etableres etasjefordeler i hver etasje, eventuelt kan en etasjefordeler også dekke behovet for tilstøtende etasjer om dette er hensiktsmessig (se kapittel 7.3.3 i NEK 399).

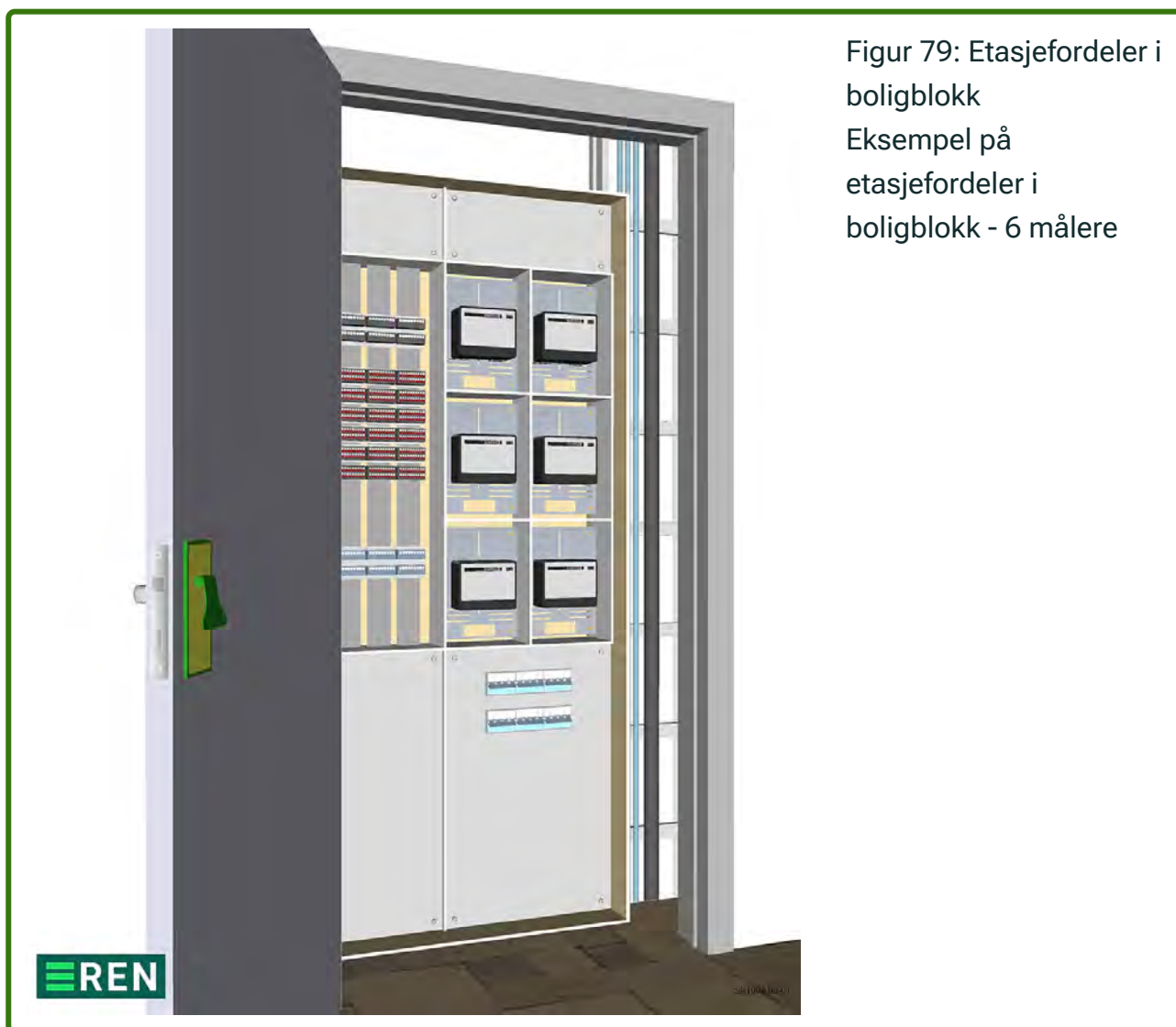
Figurene under viser eksempler på utførelse. Det må presiseres at figurene er prinsipper og ikke krav.

Generelle regler

Plass til ekom sone: Det skal settes av minimumsbredde på 60 cm. Høyden på ekom sone fastsettes etter behov.

Kabelinnføring til ekom sone skal fortrinnsvis ikke føres igjennom kraftsonen i skapet.

- Plass til målersone: Det henvises til Kap. 3 om krav til målerfelt i [RENblad 4001](#) ↗ og [RENblad 4002](#) ↗
- Plass til overstrømsvern: Det skal settes av 1 stk. KV vern foran hver måler. Etasjefordeleren bør ha mulighet for frakopling ved fremtidig arbeid, eksempelvis ved hjelp av en lastbryter.

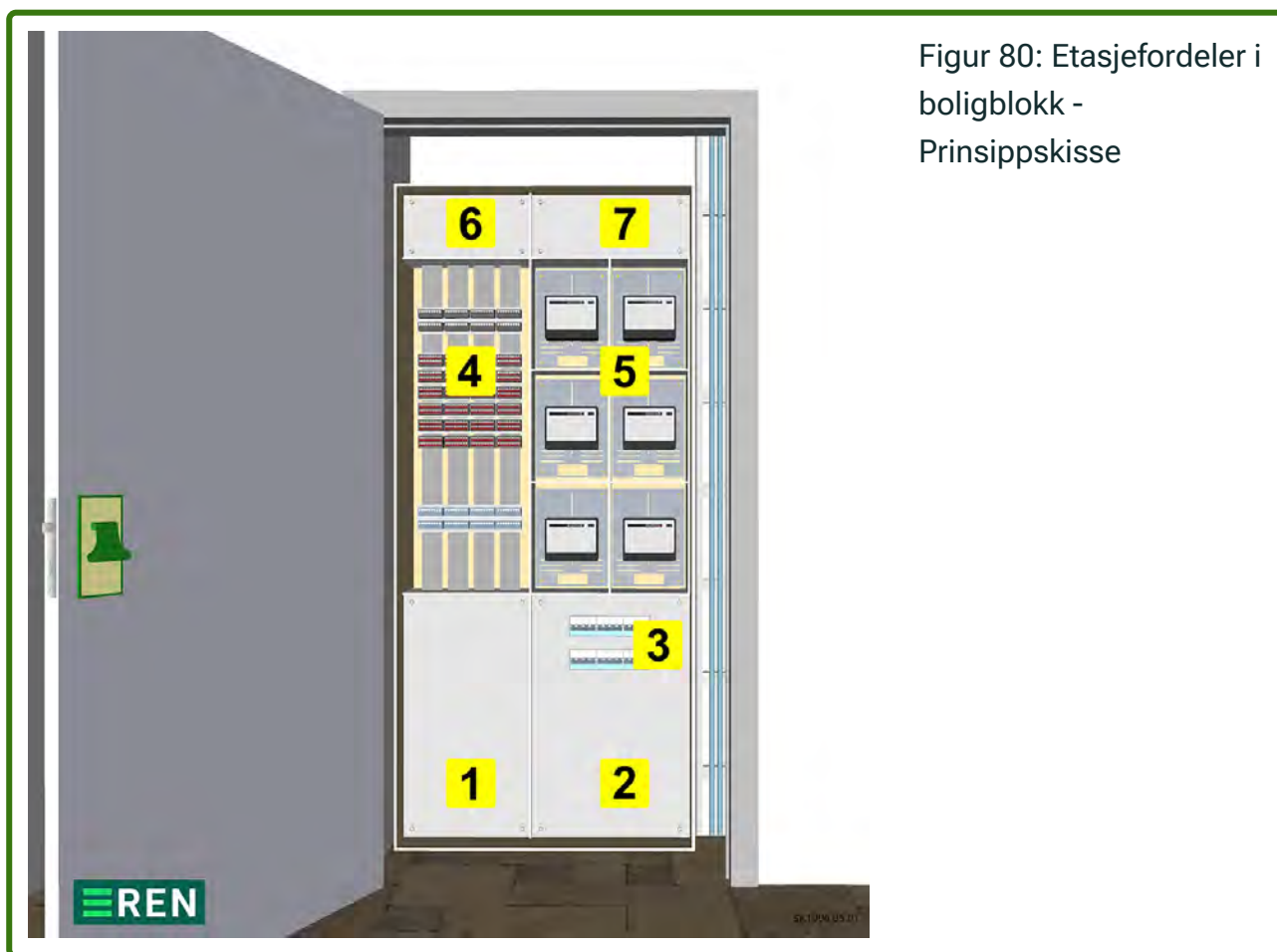


Eksempel for prinsipp er vist under:

- Inngående kraftkabler kommer inn nede på skap, merket nr. 2, og utgående kraftkabler på toppen, merket nr. 7.
- Inngående ekomkabler kommer inn nede i skap, merket nr. 1, og utgående ekomkabler på toppen, merket nr. 6.
- Ekom sone, hvor det utføres terminering og fordeling, er vist med merke 4.
- Krav til målerplass er vist ved merke nr.5.

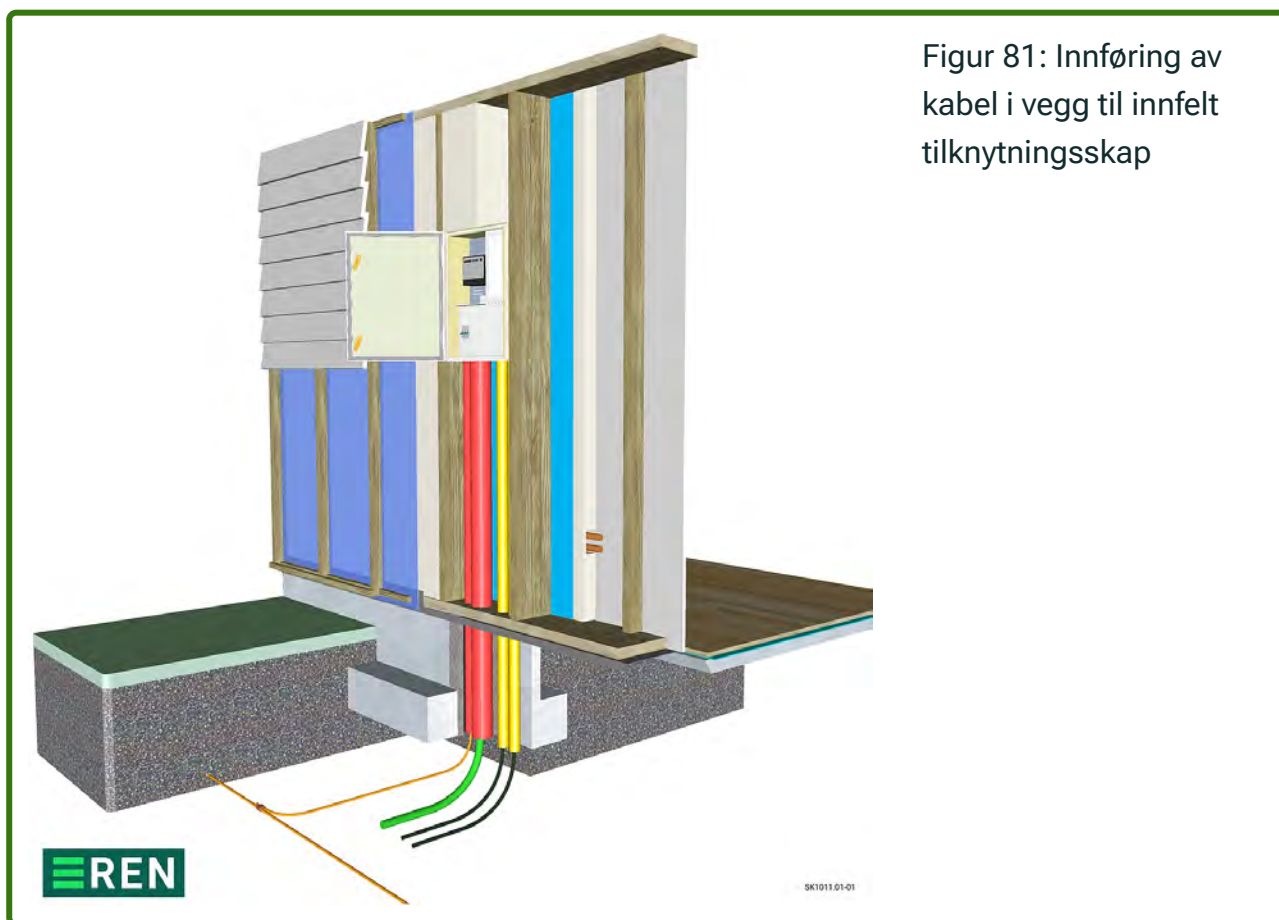
Det anbefales å etablere en nisje i bygningskonstruksjonen med dybde på minimum 0,6 meter.

Ved plassering i rømningsveier kan det etableres en branndør minimum EI30 som dekker nisjen.



12 Bygningstekniske krav ved innføring av kabel i bygning

Ved kabelinnføring i vegg skal det sikres at det er tilrettelagt plass i konstruksjonen for innkommende rør. Minimumsdiameter er 50 mm kraftrør (Opsjon 75 mm) (rødt), 2 rør for ekom-ledninger (gult) og 1 rør for jordledning (rødt).



13 Kommunikasjon

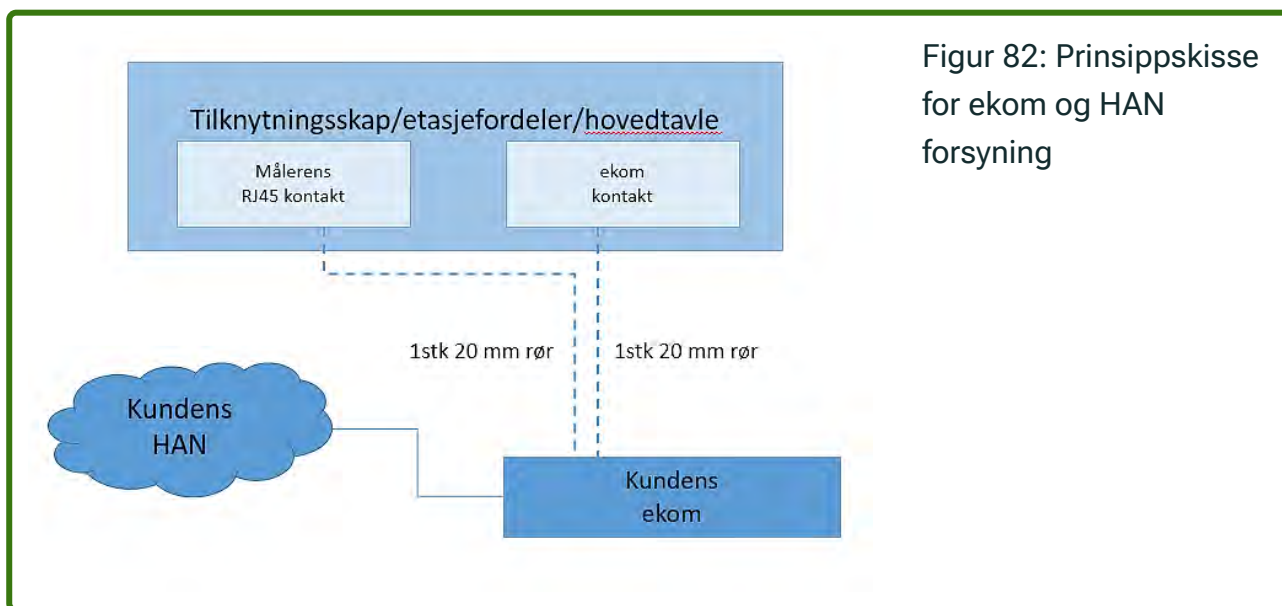
13.1 Krav til kommunikasjon - boliger

Ved fremføring av forsyning til fordeling innvendig i bygning må det påses at det føres tilstrekkelig med rør for ekom og måler kommunikasjon (HAN). Den sistnevnte vil ivareta NVE sine krav for kommunikasjon mellom måler og kunden. Det henvises til figuren under og kapittel 6.10 i NEK 399.

Følgende gjelder både for etasjefordeler og tilknytningsskap:

- Dimensjon på 1 stk. rør for HAN: 20 mm
- Dimensjon på 1 stk. rør for ekom: 20 mm

«Kundens ekom» representerer dagens og fremtidens muligheter for intern og ekstern kommunikasjon, overvåking, styring og regulering.



13.2 Krav til kommunikasjon fra måler til nettselskap

Det skal også tilrettelegges for kommunikasjon mellom måler og AMS konsentrator i henhold til den enkelte nettselskaps retningslinjer. Det inkluderer montasje av antenne på skap uten at kapslingsgrad og levetid blir forringet. Krav til antenne gjelder både ved plassering av måler i tilknytningsskap, etasjefordeler eller hovedfordeling. Ved installasjoner med dårlige signalforhold må det tilrettelegges for plassering av antenne utendørs.



Ved tilkobling gjelder følgende krav:

- L1 - Leder med 1 rille
- L2 - Leder med 2 riller
- L3 - Leder med 3 riller
- PEN/N - Blank

Kabel skal føres i kabelkanal til en høyde av minimum 1,5 m over bakken. Kabelkanalen skal også stikke minimum 0,2 meter under bakken. Kabelkanalen bør skrå ut fra stolpen i nedre del slik at stolpefundamentet påvirkes i minst mulig grad.

Kabel festes på stolpen med avstandsholdere med minimum 0,7 meters avstand. Avstandsholderne skal holde kabler minimum 100 mm ut fra stolpe. Alle kabler også eventuelle ekomkabler og rør skal føres på samme brakett. Avstand mellom lavspenningskabel og Ekom kabel skal være minimum 100 mm.

Det skal avsluttes med en avstandsholder i underkant av kabelskritt. Faselederne må ikke bøyes for mye fra kabelskritt til tilkobling med EX hengeledning. La ledning få en naturlig bøy. Det skal monteres kabelskritt.

Det skal også krympes på slange (UV bestandig) på samtlige faseledere for å hindre vanninntrenging og beskytte mot UV stråling.

Ved 400V:

- Over PEN tilkoblingen krympes det slange med følgende to alternativ til merking:
 - a. Gulgrønn farge i hele sin lengde med blå markering i begge ender.
 - b. Svart farge i hele sin lengde med gul/grønn (PE) markering side om side med blå markering.

Ved 230V:

- PEN leder skal ikke tilkobles, og må isoleres bort fra faselederne.

For å sikre en tilstrekkelig adkomst ved klatring eller bruk av løfteborg skal det etableres en adkomstsone på 90 grader. Det henvises til [RENblad 5011](#).

14 Krav til kabel, rør og grøft

14.1 Kabel

Med mindre annet oppgis av nettselskap skal stikkledningskabel for forsyning til tilknytningsskap og hovedfordeling forlegges i rør og være av type TFXP.

14.2 Grøft

Kabel i grøft skal forlegges i rør. Dersom rør i grøft ikke brukes, må det tas avvik fra standarden NEK 399 i samsvarserklæringen og likeverdig løsning må dokumenteres. Eksempel på alternativ løsning kan være grøft med 0-4 masser rundt kabel og bruk av kabeldekkbord som kabelbeskyttelse, eller overdekning for ledninger på min 0,60 m.

- Overdekning: 40 cm (dekkbord dersom det ikke benyttes rør).
- Avstand mellom kabler direkte forlagt i bakken på minimum 7 cm.
- Avstand mellom rør minimum 10 cm.

- Rør for kraftkabel skal ha ytre diameter på minimum 110 mm og bør ha trekkesnor. Røret avsluttes 50 cm fra tilknytningsskap eller bygningsvegg, og skal være av type homogen (glatte) eller konstruert yttervegg (DV). Røret skal være produsert etter norsk eller internasjonal standard og minimum etter SN 8.

14.3 Metode A

Med mindre annet oppgis av nettselskap skal stikkledningskabel for forsyning til tilknytningsskap forlegges i rør og være av type:

- TFXP 4 x 50 Al - ved belastning til og med 80 A
- TFXP 4 x 95 Al - ved belastning til og med 125 A

Det skal også forlegges kabelmarkering 15 cm over øvre del av kabel/kabelrør. Figuren under viser grøftesnitt og krav til avstander mellom de ulike kabeltyper. Der annet ikke er spesifisert skal disse anvendes.

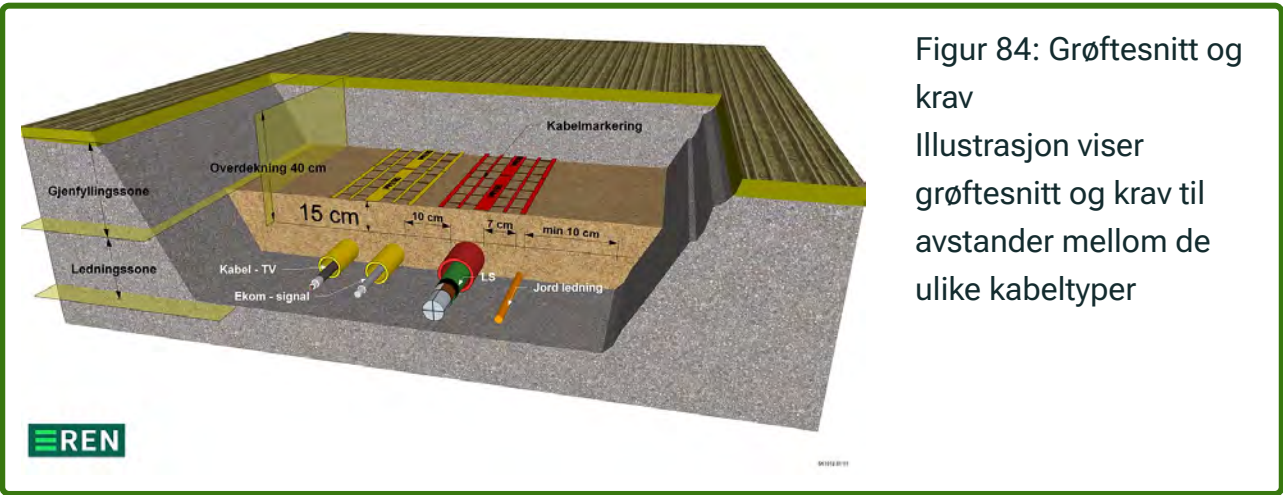
Figuren viser krav til minimum overdekning på 40 cm. Ved bruk av grunne grøfter (mindre enn 0,4 meter overdekning) henvises det til [RENblad 9008](#).

- Grunne grøfter samt overdekning over 1 meter skal være avtalt og godkjent av nettselskap.

Grøftebunn skal være avrettet og fri for skarpe kanter samt at den skal være fri for is/snø. Rør for kraftkabel skal ha ytre diameter på minimum 110 mm og bør ha trekkesnor. Røret avsluttes 50 cm fra tilknytningsskap eller bygningsvegg, og skal være av type homogen(glatte) eller konstruert yttervegg (DV). Røret skal være produsert etter norsk eller internasjonal standard og minimum etter SN 8.

Stedlige masser kan benyttes i både gjenfyllingssone og ledningssone. Steiner eller andre gjenstander som kan skade rør skal fjernes. Mellom tilknytningsskap og rørende benyttes fine sandmasser som ikke kan skade kabelen, f.eks sand i størrelse 0/4.

Rør for ekomkabel skal være minimum 40 mm, og skal føres inn i tilknytningsskapet. Tomt rør plugges, rør med kabel sikres med WBC (Water Block Connector) slik at det ikke kommer vann inn i skapet.



Figur 84: Grøftesnitt og krav
Illustrasjon viser
grøftesnitt og krav til
avstander mellom de
ulike kabeltyper

Dersom rør i grøft ikke brukes, må det tas avvik fra NEK 399 i samsvarserklæringen og likeverdig løsning må dokumenteres.

- Eksempel på alternativ løsning kan være grøft med 0-4 masser rundt kabel og bruk av kabeldekkbord som kabelbeskyttelse, eller overdekning for ledninger på min 0,60 m.

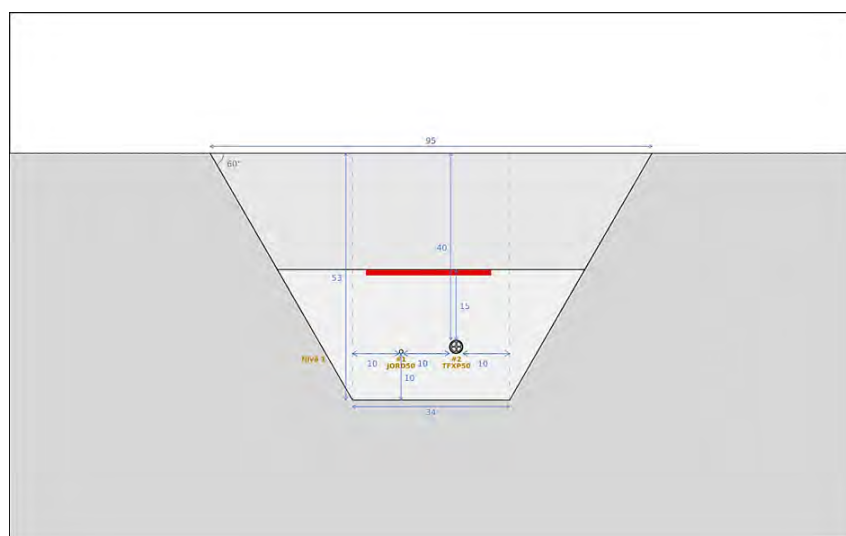
Rørrender skal sikres med endelokk. Det henvises til Vedlegg nr. 1 Montasje av rør i grøft angir retningslinjer ved montasje.

Tabell 2:				
Kvadrat [mm2]	Total strøm	Rørdiameter ytre [cm]	Overdekning [cm]	Oppr. temp
4G25 AI PEX	78A	110	40	90
4G50 AI PEX	116A	110	40	90
4G95 AI PEX	168A	110	40	90

Figur 86: TFXP 50 mm2
Al i rør

Side 83 av 98

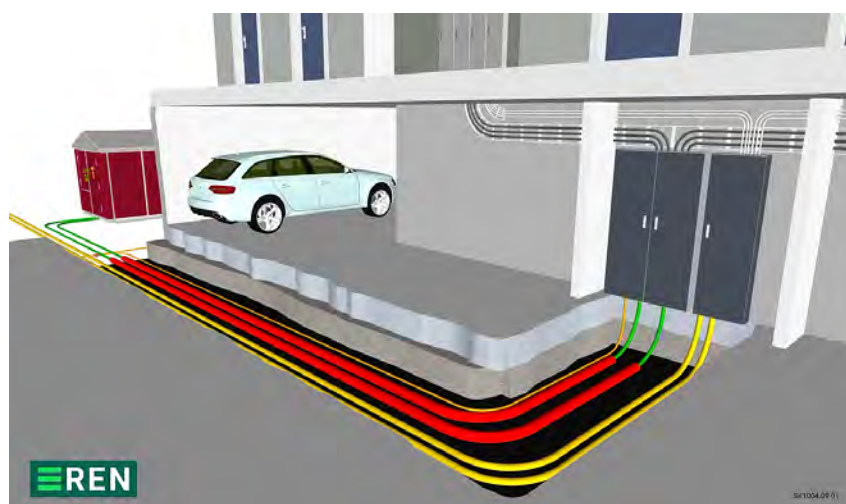
14.3.3 TFXP 50 mm² Al uten rør med blank jord



Figur 87:

14.4 Metode B

Ved forsyning til hovedfordeling i bygning, skal innføring og grøft prosjekteres og avtales nærmere med byggherre. Det henvises til [RENblad 9200](#). Grøfteberegningene er gjennomført i programvaren Grøft, som er del av RENs prosjektsystem. Masser for ledningssone og gjenfyllingssone skal oppgis.



Figur 88: Grøft og innføring til hovedfordeling
Eksempel på grøft og innføring til hovedfordeling for boligblokk

NB! Bruk av TFXP frem til første fordeling:

Følgende momenter skal inngå i en risikovurdering:

- Kabeltraseen skal gjøres så kort som mulig, og skal ikke krysse rom med ulike brannklasser.
- Kabeltraseen skal ikke forlegges i rømningsveier.
- Kabeltraseen skal fortrinnsvis føres i rør i bakken eller gulv fundament.
- Kabel skal beskyttes mot kortslutningsstrømmer.

Antall kabler velges i henhold til ønsket belastning, som guide kan tabellen under benyttes:

Antall kabler	Total strøm [A]	Strøm pr kabel [A]TF	Kvadrat [AL] [mm ²]	Rørdiameter ytre [cm]	Overdekning [cm]	Oppnådd temp [°C]
1	383	383	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	90
	315	315	4x240	110	40	90
2	614	307	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	90
	550	275	4x240	110	40	90
3	801	267	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	90
	753	251	4x240	110	40	90
4	980	245	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	90
	948	237	4x240	110	40	90
5	1145	229	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	90
	1130	226	4x240	110	40	90
6	1308	218	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	90
	1314	219	4x240	110	40	90

Figur 89:

For å kunne benytte belastningsgrensene i tabell over er det viktig at forlegningen er gjort på samme måte som modellen:

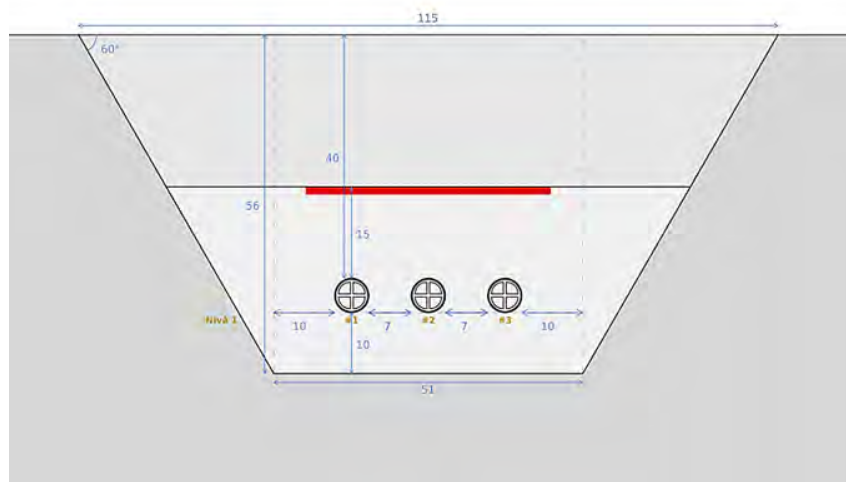
- Overdekning over kabelmarkering: 40 cm (dekkbord dersom det ikke benyttes rør).
- Kabelsand i ledningssonen med termisk motstand 1 [m·K/W], som eksempelvis REN's spesifikasjon på kabelsand, ref. [RENblad 9200](#).
- Avstand mellom kabler direkte forlagt i bakken på minimum 7 cm.
- Avstand mellom rør minimum 10 cm.

NB! Man må alltid ta høyde for den referanseinstallasjonsmetoden som gir lavest strømføringsevne. Dette gjelder hele stikkledningens forlegning frem til hovedfordeling.

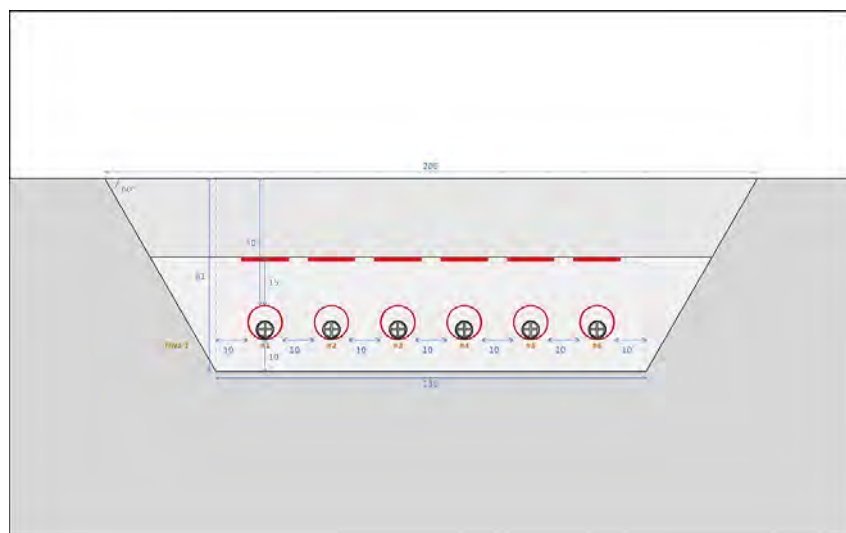
Dersom kabelen er forlagt i rør eller på bro inne i bygget vil dette kunne redusere strømføringsevnen. Dette må koordineres mellom nettselskap og installatør!

To eksempler som illustrerer forlegningen:

Figur 90:



Figur 91:



14.5 Metode C

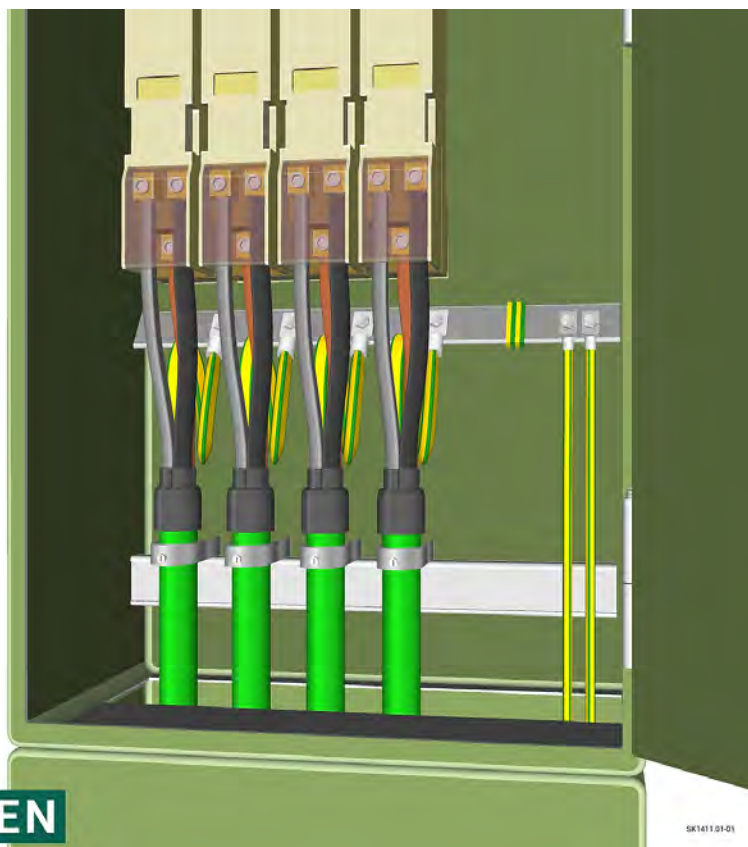
Det skal benyttes prefabrikkerte kanalskinnesystemer, ihht. krav i NEK 399.

Gjennomføring må tilfredsstille brannklassen i både nettstasjonen og rom for hovedfordeling. Se [RENblad 6000](#) ↗ og [RENblad 8101](#) ↗ Brannveileder for forsyningsnett.

15 Ved terminering av kabel

15.1 I kabelskap og tilknytningsskap

- Ved bruk av aluminiumsleder pusses lederen med en ren stålborste for å ta av oksydlaget. Det føres så på egnet fett for å tette for luft. Fettet børstes inn med egen stålborste.
- Dersom kabelen skal tilkobles med klemmer må kabelen legges inn i klemmen uten å stå i spenn.
- Etter tiltrekking er det en fordel å bevege på fasen slik at den tilpasses klemmen før den igjen tiltrekkes.
- Klemmen tiltrekkes med oppgitt moment fra leverandør.
- Ved pressing av sko skal det utføres etter montasjeanvisning.
- Sjekk at det er mulig å måle strømmene på hver kabel i minimum 2 faser med et tangamperemeter.



Figur 92: Kabel terminert i kabelskap

For 230V må skjermen/evt. den fjerde leder (gulgrønn) på kabel tilkobles PE-skinne.
For 400V anlegg må det bare monteres en (1) PEN leder i hver klemme ved tilkobling til PEN skinne. PEN leder skal monteres slik at dette er den siste forbindelsen som løsner/blir avrevet hvis skapet kommer ut av stilling.

Følgende farger på kabel skal anvendes ved tilkobling til de ulike faser:

- L1 - Sort
- L2 - Brun
- L3 - Grå

Det skal monteres kabelskritt på alle kabler.

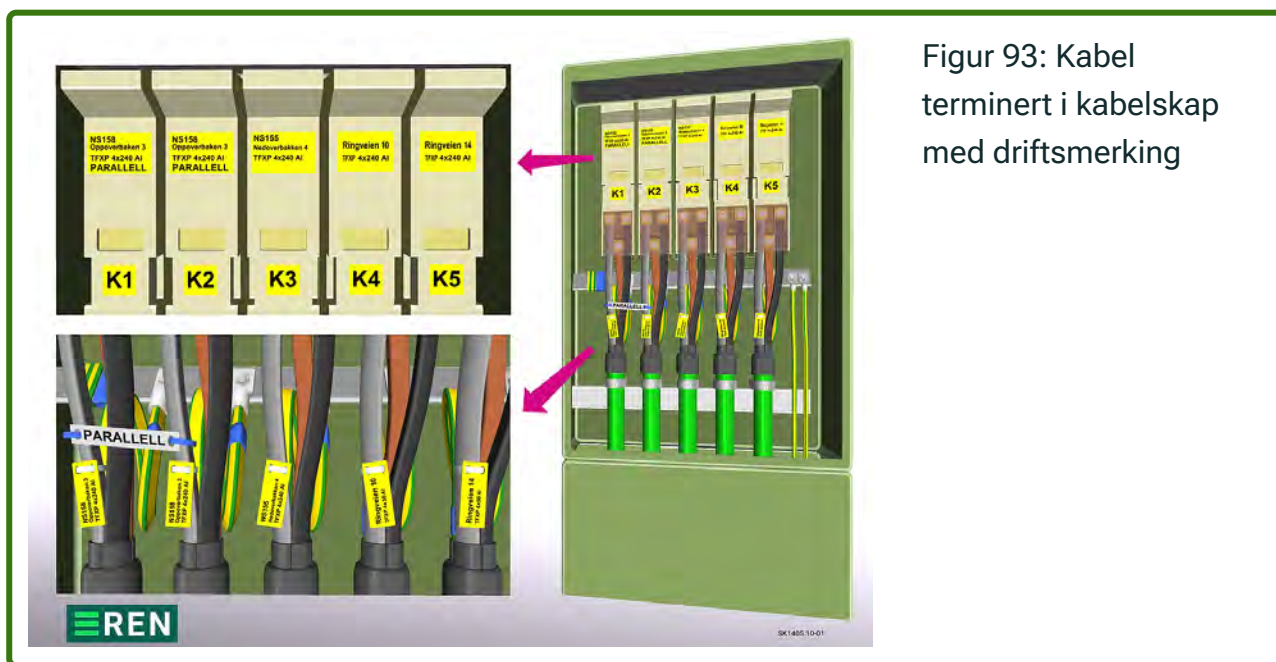
15.2 I nettstasjon

Det henvises til [RENblad 6010](#) ↗.

16 Driftsmerking

16.1 Kabelskap

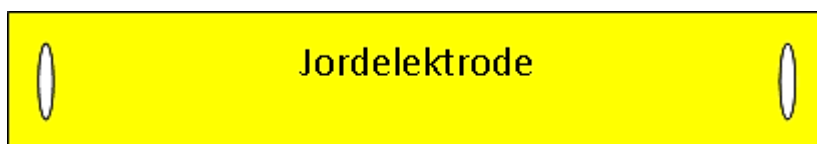
Utgående kabler skal merkes. Merkingen skal plasseres på selve kabel over kabelskrittet. (gjørne rundt en av fasene). På avtakbare moduler merkes det også på selve modulen. Kursene i skapet skal nummereres, og listene skal merkes med kursnummer. Kursnummer skal være unike innenfor hvert skap. Det er ikke påkrevd at nummere kommer i stigende rekkefølge.



Merkelapper på kabler og moduler påføres følgende hvis endepunkt er:

- Inntak: Adresse, evt. adressene, kunde ID som kabelen forsyner, kabeltype og prosjektert sikringsstørrelse. Hvis endepunktet ikke har en adresse må det påføres en tilstrekkelig beskrivelse (unngå å bruke firmanavn eller navn på huseier).
- Jording: Ved forsyning fra luftledning skal det forlegges en jordleder i grøft som termineres i tilknytningsskap. Merkelapp påføres jordleder i kabelskap som vist i figurene, og i tilknytningsskap.

Skiltene skal ha sort tekst på gul bakgrunn eller sort tekst på hvit bakgrunn. Teksthøyde minimum 15 mm.



Figur 94: Merkelapp som henges på jordledning i kabelskap. Skiltene skal ha sort tekst på gul bakgrunn eller sort tekst på hvit bakgrunn. Teksthøyde minimum 15 mm

16.2 Tilknytningsskap



Figur 95: Merking av jordledning. Merkelapp som henges på jordledning som er terminert i tilknytningsskap

16.3 Nettstasjon

Det henvises til [RENblad 6010](#).

17 Utøvelse av NEK 399 i eksisterende installasjon

Elsikkerhet, nr. 86, omtaler hvordan NEK 399 skal utøves ved ombygging av eksisterende bolig. [DSB nyhetsblad - Elsikkerhet nr. 86](#)

Følgende tekst er hentet fra elsikkerhet:

«Det har også kommet spørsmål om NEK 399 vil gjelde ved rehabilitering av bolig og om det da må etableres nytt tilknytningsskap utendørs eller etasjefordelere i boligblokker. Igjen, NEK 399 har mange krav og bare noen er relatert til elsikkerhet. Det må derfor gjøres en totalvurdering i hvert enkelt tilfelle. Dersom hele det elektriske anlegget skal bygges nytt vil krav til elsikkerhet i gjeldende NEK 400 og derfor også NEK 399 komme til anvendelse.

- *Dersom bare deler av anlegget byttes ut må det gjennomføres en vurdering om det er relevant å endre. Dette må sees i sammenheng med krav fra andre myndigheter samt privatrettslige krav fra nettselskapet..*
- *Valgt løsning må dokumenteres»*

Det er viktig å påminne at standarden NEK 399 er først og fremst tiltenkt for bruk i nye anlegg der en har mulighet til å koordinere infrastruktur før, i, og etter grensesnittet. Standarden kan også benyttes ved ombygning eller utvidelse hvor følgende punkter bør vurderes samlet:

Er det mulig å koordinere elkraft og ekom?

Vil kostnader forbundet med oppsett av nytt tilknytningsskap eller etasjefordelere være urimelig høye?

Blir ombygningen eller utvidelsen såpass omfattende at den får konsekvenser for hele installasjonen?

Eksempelvis med:

- a. Ombygning fra 1 fase til trefase
- b. Ombygning fra luftnett til jordkabel
- c. Behov for økt kapasitet på stikkledning

Disse tre punktene må sees i en sammenheng før endelig beslutning foretas i samarbeid med kunde/installatør. Det er en forutsetning at endringer/ombygging ikke medfører reduksjon av elsikkerhetsnivået.

18 Arbeid med hensyn på sikkerhet

Minimumskrav er å følge retningslinjene angitt i [RENblad 4107](#) ↗ HMS-plan for arbeid i LS-nett. Det er ikke krav til at rutinen skal dokumenteres skriftlig for hver enkelt jobb, men avvik skal dokumenteres. Rutinen skal være beskrevet i selskapets internkontrollsystem. Vedrørende spenningssetting av installasjoner henvises det til [RENblad 1307](#) ↗ Prosedyre for spenningssetting av lavspennings-installasjoner

19 Dokumentasjon - Innmåling av anlegg, sluttkontroll og samsvarserklæring

19.1 Innmåling av anlegg

Stikkledninger skal innmåles på åpen grøft og fotograferes med geotagg ihht [RENblad 8045](#) ↗.

Unntaksvis kan slike stikkledninger på egen tomt innmåles på lukket eller delvis lukket grøft etter forhåndsavtale med ledningseier. Eksempelvis kan følgende utføres:

Innmålingen skal tegnes på grunnkart som tilfredsstiller kartnormen.

Skissene må signeres og dateres.

Det skal tegnes så snart som mulig etter avsluttet arbeid. Innmålingen skal foretas mens kabelgrøften ligger åpen.

Det skal tas tilstrekkelig med mål slik at ledningsnettets beliggenhet er bestemt.

Alle kabler i grøften tegnes inn på skissen

Trekkerørets ender skal alltid kartlegges.

Ved flere kabler i grøft - få med rekkefølge ved grøftesnitt tegnet i Grøft

Stikkledning tegnes med rød strek og påføres kabeltype og tverrsnitt.

Trekkrør tegnes med blyant som vist på eksempelskisse, der rørendene skal målsettes.

Rør uten kabel skal også tegnes inn.

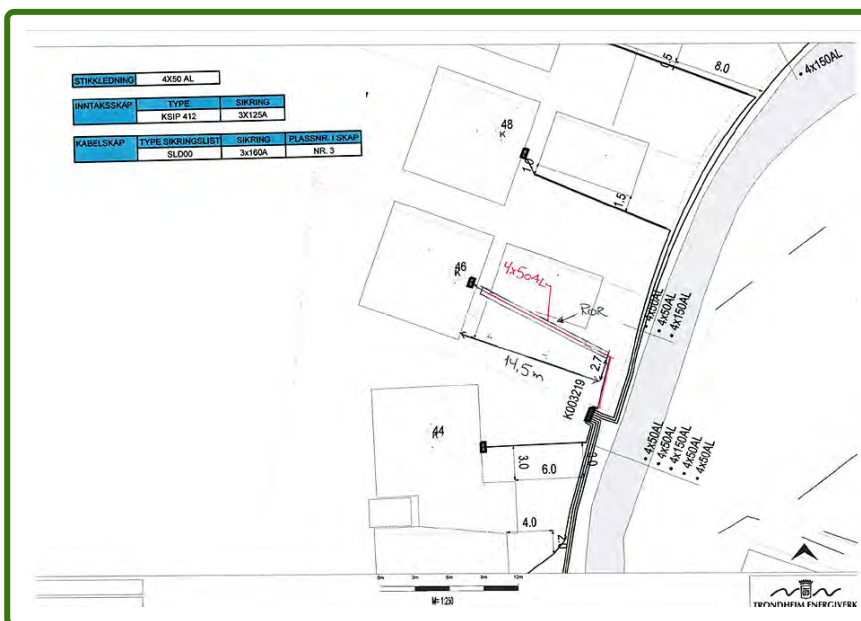
Alle kabelskjøter skal målsettes på skissegrunnlaget. Tverrsnitt oppgis på begge sider av skjøt.

Målsetting av kabler, trekkør og annet gjøres som vist på eksempelskisse. Grunnmur på hus, skap, vegkant eller andre varige detaljer brukes som utgangspunkt for utmål.

Bruk vinkelrette mål så langt det er mulig. Se figur. Utbygg og andre detaljer på hus måles og tegnes inn på skisse når det gir viktig og hensiktsmessig informasjon. (Skriv gjerne kommentar i tillegg).

Nye skap tegnes inn. Type skap påføres skissen med sikringsstørrelse for stikkledning.

Generelt: Tegn og skriv slik at også andre kan lese og forstå hva du mener.



Figur 96: Eksempel ved innmåling

19.2 Sluttkontroll

Det henvises til følgende RENblad:

For metode A:

- [RENblad 4103](#) ➤ Sluttkontroll av arbeid med LS-nett tilknytning
- [RENblad 4104](#) ➤ Veiledning av sjekklister for sluttkontroll ved tilknytning av LS-kunder

For metode B og C:

- Retningslinjer angitt for nettstasjoner i [REN-skjema](#) ➤.

19.3 Samsvarserklæring

Det henvises til [RENblad 4105](#) ➤ Samsvarserklæring ved tilknytning av LS-nett.

20 Vedlegg - Montasje av rør, låssystem og skjøt/endeavslutning

20.1 Vedlegg nr. 1 - Montasje av rør i grøft

20.1.1 Montering

Rengjør og kontroller muffe, pakning og spissende før montering. Godkjent glidemiddel påføres den enden av røret som ikke har pakning. Glatte rør skal monteres med minst 1 cm ekspansjonsåpning i bunn av muffe. (Noen rørleverandører har ring på spissende som markerer dette). Rør med konstruert yttervegg monteres uten ekspansjonsgap.

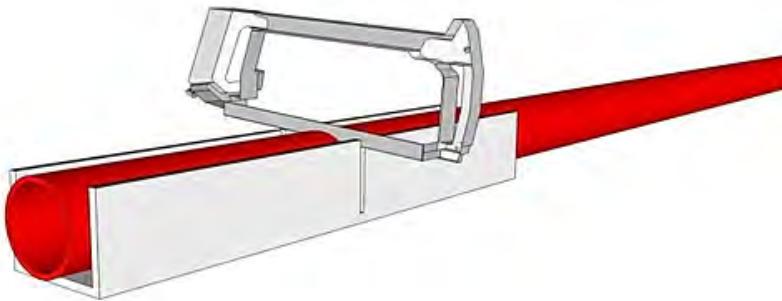
Ubrukt rør skal tettes i begge ender for å hindre vanntransport og at skitt trenger inn i røret. Ved legging av flere rør på ett nivå, skal avstand mellom rørene og mellom rørvegg og grøftevegg, være lik rørets utvendige diameter, dog ikke mindre enn 70 mm eller større enn 150 mm. SN64-rør kan legges uten avstand mellom rørene.

Ved retningsendring skal det brukes prefabrikkerte bend, men ved små retningsendringer inntil 15° kan ikke fleksible bøyelige bend benyttes. Oppvarming og bøyning av rør skal ikke forekomme. Retningsendring ved hjelp av rørets fleksibilitet kan kun gjøres dersom muffen ligger fast, og ikke mer enn det røret tillater uten å søke tilbake. Kapping av bend for å justere vinkler skal heller ikke forekomme da dette vil gi en oval tilkobling for neste rør. Det skal brukes bend med lang bøyeradius og det skal gjøres minst mulig retningsendringer i rørtraseen dette for å minimalisere trekkekrefter når man senere skal trekke inn kabel i røret. For rør som skal benyttes til kraftkabler skal det benyttes langbend med bøyeradius på min 2000 mm.

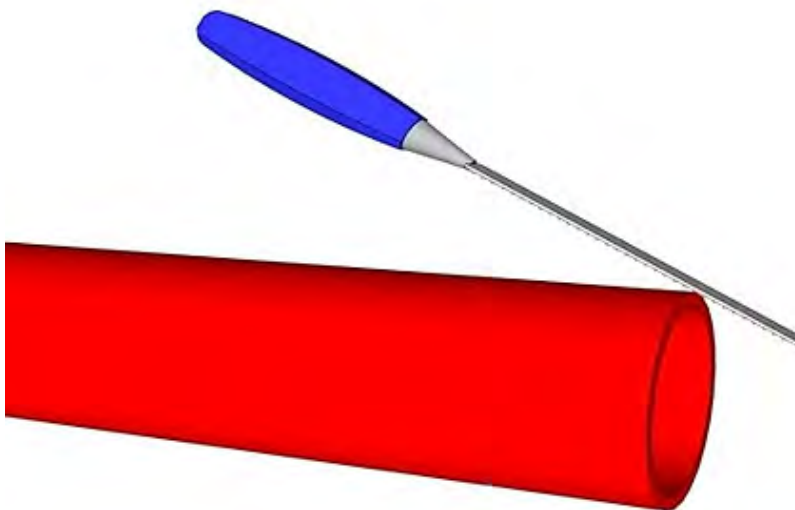
20.1.2 Kapping og fasing av rør

Vanlige termoplastrør (av PVC, PP eller PE) kappes med fintannet sag. Rør kappet i rett vinkel, er lettest å montere. Glatte rør fases med rasp eller annet egnet verktøy. Etter kapping og fasing skal røret være fritt for spon og grader innvendig. Utstyr som kapper og faser rør samtidig, finnes på markedet. Se figurene under:

Figur 97: Kapping av rør



Figur 98: Fasing av rør



20.2 Vedlegg nr. 2 - Låssystem ved montering av låssylinder

System anvendt av Ekom bransjen:

- Nøkkelsystem: Evva med 100 tusen varianter under en masterkey
- Landsdekkende system
- Skapleverandør monterer sylinder og rekvirerer nøkkel til skap

- Masterkey kan rekvireres av følgende:

- a. Nettselskap: ekom og elkraft
- b. Godkjent installatør av nettselskap

Låssylinder/nøkler blir en del av ett landsdekkende låssystem med en masterkey og en stor mengde underliggende nøkler som beboere skal bruke. Meningen er at de beboere som ønsker å låse av sitt skap med systemnøkkel og ikke en standard trekant nøkkel kan få dette gjort i samarbeid med skapleverandør.

Systemet av type EVVA ICS er patentert slik at det ikke kan forekommer piratkopiering. Mal for hulluttak til låssylinder må være etter vedlagte [tegning/målskisse](#) [↗](#). Her må alle skapleverandører produsere etter mal. Montering av låssylinder i skap utføres av skapleverandøren.

Alle låssylinderne kommer med 1 stk. beboer nøkkel. Hvis beboer ønsker flere nøkler, så bestilles dette på følgende måte:

Bestilling på epost til system@sogd.no På bestillingen må det fremkomme systemnummer og undernummer. Dette fremkommer på nøkkel. Nøkler blir så sendt med post, så en må ha korrekt leveringsadresse på bestillingen. Nøkler kan ikke produseres av andre leverandører.

Bestilling av masternøkler kan utføres av godkjente selskaper til sikkerhet & Design AS i Oslo på epost: system@sogd.no [↗](#).

Kontaktperson for ordningen er Kjell Arne Jensen på tlf: 90712018 eller epost: kjell-arne@sogd.no [↗](#) Skapleverandører blir opprettet med kundenummer, og betingelser når det gjelder priser/ leveringstider blir sendt ut fortløpende.

20.3 Vedlegg nr. 3 - Montasje av skjõt/endeavslutning

Leverandør sin montasje retningslinje må følges.
Informasjonen nedenfor kommer i tillegg til disse retningslinjer.

Isolasjonen skjæres i riktig lengde i forhold til hylse.

Tilrettelegg kablene slik at de ligger stødig uten å skades på noen måte. Husk bøyeradius på kablene. Vær veldig forsiktig ved håndtering av kabel i kuldegrader

Avmantling av kabel med kniv må utføres med forsiktighet, slik at ikke andre deler av kabelkonstruksjonen skades. Pass spesielt på og ikke skade kabelskjerm. Indre kappe kan være hard, og det kan ved knivbruk være fare for å skjære inn i fasen.

Noen kabler har innlagt strippetråder denne kan brukes til å få skjært den indre kappe på langs. Da skjærer en halvt igjennom kappen på tvers, og bruker strippetråden til å skjære isolasjonen på langs. Deretter river man av isolasjonen.

Avmantling av faseleder

- Isolasjonen skjæres i riktig lengde i forhold til hylse.
- Ved av mantling med kniv må dette utføres med forsiktighet.

Avmantling av PEX isolasjon

- PEX isolasjonen skjæres i riktig lengde i forhold til kabelsko.
- Ved avmantling med kniv må dette utføres med forsiktighet. Det er viktig at ikke lederen skades under dette arbeidet (spesielt er dette viktig ved det tversgående kuttet).

Hylse/kabelsko montasje

- Leverandørens retningslinjer følges for montasje, og riktig moment ved tilkoblinger skal oppnås.
- Ved aluminiumsleder pusses lederen med stålbørste for å ta av oksidlag. Deretter pusses det med en annen stålbørste innlagt med egnet fett for å tette for luft.

Etter montering

Behandle skjøten/endeavslutningen forsiktig etter nedkrymping. Den bør være håndvarm før den legges ned i grøften. Husk minimum bøyeradius for kablene. La skjøten ligge mest mulig horisontalt etter montering.

21 Referanser

- Forskrifter for forsyningsanlegg 2006 §
- Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE).
- Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg med veiledning.
- NEK 400:2022
- NEK 399: 2022
- Byggherreforskriften.

- Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).
- NEK IEC 62052-31 Electricity metering equipment (AC) - General requirements, tests and test conditions - Part 31: Product safety requirements and tests.
- Elsikkerhet 63 & 68